

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE

FAKULTA EKONOMIKY A MANAŽMENTU

DIPLOMOVÁ PRÁCA

2007

Martina Majorová

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE**

Rektor: prof. Ing. Mikuláš Látečka, PhD.

FAKULTA EKONOMIKY A MANAŽMENTU

Dekan: prof. Ing. Peter Bielik, PhD.

**Analýza vplyvu environmentálnych faktorov na efektívnosť
poľnohospodárskej výroby radiálnymi modelmi DEA**

Diplomová práca

Katedra štatistiky a operačného výskumu
Vedúci katedry: doc. RNDr. Beáta Stehlíková, CSc.

Vedúci práce: doc. Ing. Peter Fandel, CSc.

Martina Majorová

Nitra 2007

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Čestne vyhlasujem, že som predkladanú diplomovú prácu vypracovala samostatne a že som uviedla všetku použitú literatúru súvisiacu s tématickým zameraním diplomovej práce.

Nitra,

.....
podpis autora DP

POĎAKOVANIE

Touto cestou by som chcela poďakovať doc. Ing. Petrovi Fandelovi, CSc. za cenné rady a praktické pripomienky, neúnavné odborné vzdelávanie, pomoc pri štúdiu analyzovanej problematiky a pri riešení DEA modelov a predovšetkým za trpezlivosť pri vypracovávaní mojej diplomovej práce.

Nitra,

.....

podpis autora DP

Použité označenie

a pod. – a podobne

atd. – a tak ďalej

DEA – analýza dátových obalov (**D**ata **E**nvelopment **A**nalysis)

DEAP – program pre výpočet mier technickej efektívnosti (**D**ata **E**nvelopment **A**nalysis **P**rogram; Tim Coelli [URL 25])

DMU – rozhodovacia jednotka (**D**ecision **M**aking **U**nit)

EMS – program pre výpočet mier technickej efektívnosti (**E**fficiency **M**easurement **S**ystem; Holger Scheel [URL 26])

ER – efektívnosť z rozsahu (scale efficiency)

EÚ – Európska únia

HVO – horská výrobná oblasť

HVP – horšie výrobné podmienky

input – identický názov pre vstup

KVO – kukuričná výrobná oblasť

KVR (CCR, CRS) DEA model – DEA model za podmienok konštantných výnosov z rozsahu (constant returns to scale)

LIMDEP – program určený najmä pre vykonávanie rozsiahlych ekonometrických analýz (**L**imited **D**ependent **V**ariable; William Greene (1993))

LP – lineárne programovanie (**L**inear **P**rogramming)

LVP – lepšie výrobné podmienky

MP SR – Ministerstvo pôdohospodárstva Slovenskej republiky

napr. – napríklad

NrVR (NIRS, DRS) DEA model – DEA model za podmienok nerastúcich výnosov z rozsahu (non-increasing returns to scale)

OS – obchodné spoločnosti (z hľadiska organizačno-právnej formy podnikania)

output – identický názov pre výstup

Pareto efektívnosť – ak sa hodnota žiadneho kritéria nedá zlepšiť bez toho, aby sa hodnoty ostatných kritérií nezhoršili

PD – poľnohospodárske družstvo (z hľadiska organizačno-právnej formy podnikania)

PVP – priemerné výrobné podmienky

RVO – repárska výrobná oblasť

SCP – Skupina ceny pôdy

SR – Slovenská republika

ŠM – štátne majetky (z hľadiska organizačno-právnej formy podnikania)

t.j. – to jest

t.z. – to znamená

TE – technická efektívnosť (Technical Efficiency)

tzv. – takzvaný (-á, -é)

ÚLP – úloha lineárneho programovania (linear programming problem)

VO – Výrobná oblasť

VŠP – Veľkostná štruktúra podnikov podľa počtu zamestnancov

VÚEPP – Výskumný ústav ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva

VVR (BCC, VRS) DEA model – DEA model za podmienok variabilných výnosov z rozsahu (variable returns to scale)

ZOVO – zemiakársko-ovsená výrobná oblasť

ZVO – zemiakárska výrobná oblasť

Abstract

Existence of enterprises in any branch of science (industrial sectors) of the present modern society of the 21st century is conditioned by a lot of factors, whether the external ones (i.e. current economic and political climate in the country, purchasing power of a population, demographic structure of a population, etc.) or the internal ones (i.e. organizational structure of a company, management of a company, etc.). Efficiency of a company has been considered the key factor of either the success or failure of that company in recent days. However, efficiency of a company is not an abstract quantity, it is possible to measure and evaluate it through various indicators. One of the most utilized relations is the ratio of outputs of the company to inputs of the company which are necessary to produce the desired volume of output.

The above-mentioned relation for the calculation of efficiency measures of the evaluated *decision-making unit* (DMU) was published and is well-known from the theory of production economics. As it is quite simple and transparent to use, it is widely applied in the methodology of *Data Envelopment Analysis* (DEA), as well. This non-parametric approach to measuring efficiency of enterprises is based on utilizing the mathematical programming calculus (particularly the linear programming calculus) and it is said to be a very popular method when identifying the efficient enterprises in various spheres of human activity (it is often used in the health service sector, education, agriculture, public sector or in many banking and financial institutions).

Methodology of data envelopment analysis enables (in the process of measuring efficiency of enterprises) to count various efficiency measures as well as to solve various DEA models not only with factors that can be influenced by the top management of a company (so-called discretionary factors) but also with factors that are not under the control of a decision-making subject (so-called non-discretionary factors). Moreover, it is possible to incorporate also the so-called environmental factors to DEA models, i.e. factors which express the influence of environment on the enterprise itself. This fact could be defined, beyond doubt, as one of the numerous advantages the DEA methodology possesses although solving such linear programming model requires specific alternation to basic radial DEA models.

Kľúčové slová: environmentálne faktory (premenné), efektívnosť, poľnohospodárska výroba, analýza dátových obalov, DEA, produkčná funkcia, Tobit regresia, lineárne programovanie

Key words: environmental factors (variables), efficiency, agricultural production, data envelopment analysis, DEA, production function, Tobit regression, linear programming

Obsah

ÚVOD	2
1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY	6
1.1 ÚVOD DO TERMINOLÓGIE ANALÝZY DÁTOVÝCH OBALOV	6
1.2 VÝKLAD POJMU ENVIRONMENTÁLNA PREMENNÁ	9
1.2.1 Ekonomické hľadisko	9
1.2.2 Sociálne hľadisko	12
1.2.3 Oblasť zdravotníctva	13
1.2.4 Ekologické hľadisko	14
1.2.5 Oblasť informačných technológií	15
1.2.6 Oblasť analýzy dátových obalov	15
1.3 EFEKTÍVNOSŤ A ENVIRONMENTÁLNE PREMENNÉ V DEA	16
2 CIEĽ PRÁCE	21
3 METODIKA PRÁCE	23
3.1 CHARAKTERISTIKA PREDMETU SKÚMANIA A PRACOVNÝ POSTUP	23
3.2 METÓDY MERANIA TECHNICKEJ EFEKTÍVNOSTI PRE ENVIRONMENTÁLNE PREMENNÉ V DEA MODELOCH	24
3.2.1 Metóda 1 (metóda hierarchického usporiadania)	26
3.2.2 Metóda 2	27
3.2.3 Metóda 3	29
3.2.4 Metóda 4	30
3.3 CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH ŠTATISTICKÝCH TESTOV	32
3.3.1 Testovanie normality rozdelenia	32
3.3.2 Testovanie zhody stredných hodnôt	33
3.3.3 Testovanie kontrastov	35
4 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSIA	39
4.1 CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH ÚDAJOV	39
4.1.1 Vývoj outputovej premennej Výroba	42
4.1.2 Vývoj inputovej premennej Spotreba materiálu a energie	44
4.1.3 Vývoj inputovej premennej Služby	45
4.1.4 Vývoj inputovej premennej Mzdové náklady	46
4.1.5 Vývoj inputovej premennej Majetok celkom	47
4.2 ZÁKLADNÉ ŠTATISTICKÉ ANALÝZY	49
4.3 VÝSLEDKY ANALÝZY EFEKTÍVNOSTI	53
4.3.1 Analýza vplyvu veľkostnej štruktúry podniku na technickú efektívnosť	59
4.4 ANALÝZA VPLYVU PRÍRODNÝCH PODMIENOK NA TECHNICKÚ EFEKTÍVNOSŤ	63
4.4.1 Analýza vplyvu kvality pôdy na technickú efektívnosť	63
4.4.2 Analýza vplyvu výrobnjej oblasti na technickú efektívnosť	66
5 ZÁVER A NÁVRH NA VYUŽITIE POZNATKOV	71
6 POUŽITÁ LITERATÚRA	73
7 PRÍLOHY	81

Úvod

Pojem efektívnosť v ostatnom čase rezonuje v sektorovo rozličných oblastiach ľudskej činnosti (napr. poľnohospodárstvo, zdravotníctvo, verejná správa, bankový a finančný sektor a pod.) a mnohokrát sa zamieňa s pojmom produktivita, ktorý taktiež patrí medzi parciálne ukazovatele výkonnosti. Vyjadrenie výkonnosti podniku teda môžeme okrem spomínaného termínu efektívnosť hodnotiť aj prostredníctvom viacerých ekonomických relatívnych ukazovateľov (napr. produktivita práce, rentabilita vlastného imania, produktivita kapitálu) či ďalších finančných ukazovateľov (napr. likvidita a zadlženosť), ktoré poukazujú na úroveň hospodárenia a schopnosť podniku obstáť na trhu s konkurenciou.

Pre objasnenie považujeme za vhodné uviesť aj definíciu pojmu produktivita práce. Ide o celkový výstup delený pracovnými vstupmi. Produktivita práce sa zvyšuje v dôsledku dokonalejších technológií, vyššou pracovnou zručnosťou a prehlbovaním kapitálu [URL 1]. Je zrejmé, že snahou každého podnikateľa je zistiť, v akých intenciách sa produktivita jeho pracovníkov pohybuje, pretože v konečnom dôsledku aj tento fakt prispieva k celkovej konkurencieschopnosti podniku. Ak sa presunieme z roviny konkrétnej rozhodovacej jednotky na úroveň krajiny, odborníci sa zhodujú, že slovenská ekonomika a produktivita práce vykazuje v poradí už piaty rok rýchlejšiu rast ako americká. Na európsky priemer však Slovensko môže stále len závistlivo pozeráť. Navyše na druhej (nie menej podstatnej strane) výrazne zaostáva v miere zamestnanosti a výdavkoch na vedu a výskum [URL 2]. Predpokladom pre úspešné napredovanie firiem (a teda aj Slovenskej republiky) v „novom“ európskom priestore je aj transformácia trhovej ekonomiky na ekonomiku znalostnú, pričom dbať treba nielen na konkurencieschopnosť globálnu, ale aj mikroekonomickú.

S postupným prechodom Slovenska (ako aj ostatných krajín tzv. komunistického bloku) z centrálne riadenej ekonomiky na ekonomiku trhovú, ktorú naša krajina ani po 15 rokoch sústavných reforiem ešte nedosiahla, sa čoraz častejšie dostávajú do povedomia rôzne metódy merania efektívnosti (výkonnosti) podnikov. Vo všeobecnosti sa racionálny vlastník podniku (resp. predstavitelia jeho top manažmentu alebo samotný podnikateľ) snaží o maximálny výnos (vo väčšine prípadov to bývajú tržby) pri minimálnych hodnotách vynakladaných vstupov (nákladov v akejkoľvek podobe).

Tento cieľ možno definovať ako optimalizačnú úlohu, ktorej riešenie sa dá dosiahnuť dvoma spôsobmi:

- uplatnením aparátu matematického programovania (neparametrický prístup),
- využitím ekonometrických metód (parametrický prístup).

Spoločným znakom oboch prístupov je kvantifikácia produkčnej hranice¹ (frontu). Zatiaľčo parametrický prístup vychádza z toho, že poznáme explicitné vyjadrenie produkčnej funkcie, ale nepoznáme parametre produkčnej funkcie², výstupom neparametrického prístupu sú vypočítané miery technickej efektívnosti, ktoré poukazujú na umiestnenie podniku buď na produkčnej hranici (podnik je efektívny) alebo pod ňou (podnik je neefektívny).

V diplomovej práci sa zameriame na aplikáciu práve uvedeného neparametrického prístupu k hodnoteniu efektívnosti podnikov, ktorý je známy ako analýza dátových obalov – DEA (z anglického názvu *Data Envelopment Analysis*). Výhodou tejto metodológie oproti ekonometrickým metódam (stochastické produkčné fronty) je predovšetkým fakt, že je jednoduchšia na aplikáciu, nie je zaťažovaná požiadavkami na parametrické metódy (predpoklad normality rozdelenia, či rozsahu súboru) a nevyžaduje informácie o cenách vstupov a výstupov. DEA dosahuje dobré výsledky pri malých rozsahoch hodnotených podnikov a ak sa použije v kombinácii s vhodnými štatistickými nástrojmi (regresná analýza, analýza rozptylu, testy zhody stredných hodnôt a pod.), dokáže odpovedať na celý rad otázok týkajúcich sa efektívnosti podniku.

Pri komplexnejšom hodnotení (buď jednotlivých podnikov alebo sektorov, odvetví) sa však odporúča porovnať výsledky dosiahnuté využitím oboch vyššie menovaných metód, aby nedošlo k skresleniu hodnôt vypočítaných mier technickej efektívnosti.

Metodológia analýzy dátových obalov navyše povoľuje zahrnúť do modelov aj premenné, ktoré z krátkodobého hľadiska nie sú pod vplyvom rozhodovacieho subjektu. Takýmto premenným hovoríme environmentálne faktory³ a môžu byť tak spojité ako aj kategorické.

V predkladanej diplomovej práci hodnotíme efektívnosť poľnohospodárskych podnikov operujúcich na území Slovenskej republiky so zohľadnením troch kategorických environmentálnych premenných: Veľkostná štruktúra podnikov podľa počtu zamestnancov⁴, Skupina ceny pôdy a Výrobná oblasť. Na základe analýz sa snažíme zodpovedať otázku, či

¹ Produkčná funkcia (produkčný front) stanovuje maximálny objem produkcie (outputu), ktorý môže podnik vyprodukovať z daného množstva výrobných faktorov (inputov). Vyjadruje maximálne technické možnosti, ktoré podnik uplatňuje pri transformácii vstupov na požadovaný výstup podniku (napr. stroje, materiál). V prípade viacerých výstupov sa analogicky zavádza pojem množina technológií (technológia), ktorá vyjadruje možné produkcie pri kombinácii daných vstupov (Fandel, 1999).

² Ich hodnoty môžeme určiť pomocou viacerých metód, napr. pomocou metódy najmenších štvorcov, dvojstupňovej metódy najmenších štvorcov, metódy maximálnej vierohodnosti s obmedzenou informáciou a pod. (Brázdik, 2001).

³ V práci budeme používať označenie environmentálna premenná(é), ktoré je totožné s označením environmentálny faktor(y).

⁴ Veľkostná štruktúra podniku je charakterizovaná priemerným počtom evidovaných pracovníkov.

dosahovaná priemerná miera technickej efektívnosti podnikov je ovplyvnená výskytom daných environmentálnych premenných vo vstupnej databáze údajov.

Diplomová práca je rozdelená do siedmich kapitol:

1. Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky
2. Cieľ práce
3. Metodika práce
4. Výsledky práce a diskusia
5. Záver a návrh na využitie poznatkov
6. Použitá literatúra
7. Prílohy

V úvode práce (kapitola Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky) stručne popisujeme základnú terminológiu používanú v analýze dátových obalov. Špecifickú pozornosť venujeme výkladu pojmu environmentálneho faktoru z dôvodu rôznych vedných oblastí, v ktorých býva aplikovaný (ekonómia, zdravotníctvo, ekológia, informačné technológie a pod.). V kapitole sa sústreďujeme aj na názory autorov, ich poznatky, znalosti a skúsenosti s aktívnym používaním analýzy dátových obalov v praxi pri hodnotení efektívnosti rozhodovacích jednotiek s environmentálnymi premennými vstupov, resp. výstupov.

Kapitola Cieľ práce oboznamuje čitateľa s hlavnými a vedľajšími čiastkovými cieľmi, ktoré si práca vopred stanovila (definovanie štatistických hypotéz) a má za úlohu buď potvrdiť alebo vyvrátiť.

Informácie o predmete skúmania a vysvetlenie hierarchie pracovného postupu (z chronologického hľadiska) uplatnenej pri realizácii praktickej časti práce poskytuje kapitola Metodika práce. V jej podstatnej časti uvádzame taktiež metodologické aspekty riešenia radiálnych DEA modelov s environmentálnymi premennými vstupov, resp. výstupov. Podrobná charakteristika použitých štatistických testov pri riešení diplomovej práce je prezentovaná v závere kapitoly.

Za najdôležitejšiu časť práce (jadro) pokladáme kapitolu Výsledky práce a diskusia, ktorá detailnejšie zobrazuje charakteristiku použitých vstupných údajov a vývoj jednotlivých vstupných či výstupnej premennej, ako aj základné štatistické analýzy. Ilustruje komparáciu hodnôt technickej efektívnosti dosiahnutých pri aplikácii rôznych metód jej merania so zohľadnením všetkých troch kategorických environmentálnych premenných. Významnosť rozdielov v priemerných mierach technickej efektívnosti podnikov údajovej základne, resp.

jej jednotlivých skupín je verifikovaná prostredníctvom štandardných neparametrických testov. Formulované pracovné hypotézy sú vyhodnocované použitím cenzorovaného regresného modelu Tobit.

Stručné zhrnutie výsledkov, ku ktorým sme dospeli pri riešení práce sumarizujeme v kapitole Záver a návrh na využitie poznatkov.

Súčasťou diplomovej práce sú aj prílohy, ktoré je možné nájsť v poslednej kapitole Prílohy.

1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

V kapitole vysvetľujeme základnú terminológiu neparametrickeho prístupu analýzy dátových obalov a taktiež aj pojem environmentálneho faktoru, pretože jeho definície sa rôznia v závislosti od oblasti, v ktorej sa používa. Publikácie autorov, ktorí aktívne aplikujú metódu analýzy dátových obalov predovšetkým pri hodnotení efektívnosti podnikov s výskytom environmentálnej premennej (premenných) v údajovej základni, tvoria významnú súčasť kapitoly.

1.1 Úvod do terminológie analýzy dátových obalov

Data Envelopment Analysis alebo *Analýza dátových obalov* (DEA) je neparametrická metóda na meranie efektívnosti, ktorá používa nástroje matematického programovania (konkrétne lineárneho). Ako priekopníka v tejto oblasti môžeme označiť Farrella (1957), ktorý nadviazal na práce Debreua (1951) a Koopmansa (1951). Farrell navrhol novú mieru efektívnosti, ktorá bola založená na výpočte lineárnej konvexnej obalovej krivky a využití dištančných funkcií na meranie vzdialenosti podniku od premietnutého bodu na efektívnej krivke. Týmto spôsobom navrhol aj novú mieru efektívnosti, ktorá bola založená na výpočte 2 komponentov celkovej efektívnosti podniku: *technickej a alokačnej efektívnosti*⁵.

Farrellov prístup je založený na meraní schopnosti podniku transformovať svoje vstupy na výstupy, a preto sa ešte nazýva aj inputovo-orientovaný. Túto metódu bližšie rozpracovali autori Färe, Grosskopf a Lovell (1985).

Pojmový aparát, ktorý využíva DEA, vychádza z produkčnej ekonomiky⁶. Z toho dôvodu pokladáme za dôležité definovať základné pojmy, na ktoré sa ďalej v práci budeme odvolávať. Sú to tieto:

- **produkčná hranica (production frontier)** – popisuje optimálny vzťah medzi vstupmi a výstupmi s cieľom maximalizácie výstupu pri danej hodnote vstupu (vstupov),
- **DMU (Decision making unit, rozhodovacia jednotka, podnik)** – je pojem, ktorý zaviedol Charnes et al. (1978) na popis jednotiek, ktoré budú analyzované pomocou

⁵ Farrell (1957) používal pojem cenová efektívnosť namiesto alokačnej efektívnosti a termín celková efektívnosť namiesto ekonomickej efektívnosti. V práci je však použitá terminológia zodpovedajúca najnovším publikáciám v tejto oblasti.

⁶ Riešením DEA modelov vlastne konštruujeme empirickú produkčnú funkciu.

DEA. Týmto pojmom chcel docieľiť, aby sa analýza efektívnosti nevzťahovala len na podniky, ktoré vykazujú zisk, ale na podniky vo všeobecnom ponímaní,

- **technická efektívnosť (technical efficiency, TE)** – je definovaná ako schopnosť podniku dosiahnuť maximálny výstup z daného súboru vstupov. Na meranie sa používa radiálna miera, ktorá meria vzdialenosť daného podniku od produkčnej hranice. Hodnoty technickej efektívnosti sa pohybujú v intervale $<0,1>$, pričom hodnota 1 znamená, že daný podnik je efektívny (podnik sa nachádza na hranici produkčných možností⁷). V opačnom prípade je podnik neefektívny. Platí, že čím je hodnota TE bližšia k 1, tým podnik efektívnejšie transformuje svoje vstupy na výstupy⁸,
- **alokačná efektívnosť (allocative efficiency, AE)** – je schopnosť podniku kombinovať vstupy v optimálnych pomeroch pri zohľadnení *cien vstupov*. Podnik, ktorý je technicky efektívny, nemusí dosahovať alokačnú efektívnosť, pretože technická efektívnosť nezohľadňuje cenu vstupov. Podobne ako technická efektívnosť, aj alokačná efektívnosť nadobúda hodnoty z intervalu $<0,1>$,
- **ekonomická (celková) efektívnosť (EE)** – je ukazovateľom, ktorý v sebe zahŕňa technickú a alokačnú efektívnosť. Jej hodnotu dostaneme, ak vynásobíme hodnoty technickej a alokačnej efektívnosti. Podľa sledovaného cieľa rozhodovacieho subjektu sa označuje aj ako nákladová efektívnosť (cost efficiency; v prípade minimalizácie nákladov) alebo ako výnosová efektívnosť (revenue efficiency; v prípade maximalizácie výnosov). Je zrejmé, že taktiež musí nadobúdať hodnoty z intervalu $<0,1>$,
- **efektívnosť z rozsahu (scale efficiency, ER)** – je definovaná ako podiel hodnôt technických efektívností dosiahnutých pri výpočte DEA modelov za podmienok konštantných výnosov z rozsahu a DEA modelov za podmienok variabilných výnosov z rozsahu. Táto miera ukazuje, v akej miere sa podnik správa efektívne vo vlastnej veľkostnej skupine (hodnoty sú analogicky z intervalu $<0,1>$ ⁹),

⁷ V práci sa môžu pre označenie hranice produkčných možností vyskytnúť aj pojmy hranica, produkčná hranica, produkčný front či technológia (v ekonomickom ponímaní). Jedná sa o synonymá, čiže ich význam je rovnaký.

⁸ Pre označenie vstupov a výstupov sa v anglosaskej literatúre zaužívali pojmy inputy a outputy (v uvedenom poradí). Ich význam je však rovnaký, a preto sa v práci môžu vyskytnúť obe formy.

⁹ Výhodou takto formulovanej miery efektívnosti, ktorá je meraná radiálne od začiatku súradnicovej sústavy je, že je nezávislá na merných jednotkách. Pri nej je možné meniť merné jednotky bez rizika, t.j. ak by sa zmenili merné jednotky v priebehu výpočtu, nezmenila by sa identifikácia efektívnych firiem.

- **výnosy z rozsahu (returns to scale)** – ukazovateľ, ktorý ovplyvňuje výber vhodného DEA modelu. Výnosy z rozsahu sa vo všeobecnosti delia na *konštantné*¹⁰ (constant returns to scale, resp. CRS alebo CCR¹¹ DEA model) a *variabilné* (variable returns to scale, resp. VRS alebo BCC¹² DEA model). Variabilné výnosy z rozsahu ďalej rozoznávame *rastúce*¹³ (increasing returns to scale) a *klesajúce*¹⁴ (decreasing returns to scale),
- **kategorické premenné (categorical variables)** – sú premenné, u ktorých môžeme predpokladať preddefinovanú množinu iba diskrétnych hodnôt. Pri kategorických premenných sa používa technika umelých premenných, kde hodnota *1* indikuje *prítomnosť* určitého atribútu, zatiaľčo *0* znamená, že daná vlastnosť hodnotenej jednotke *chýba*. Existencia týchto premenných v modeli si vyžaduje jeho modifikáciu,
- **kontrolovateľné vstupy (discretionary inputs)** – pojem označuje vstupy, nad ktorými má vedenie (manažment) podniku *kontrolu* a teda môže ich hodnoty upravovať podľa potreby,
- **nekontrolovateľné¹⁵ vstupy, resp. výstupy (non-discretionary inputs, outputs)** – charakterizujú vstupy, resp. výstupy, nad ktorými manažment podniku *nemá kontrolu* a teda nemôže upravovať ich objem podľa potreby.

Definície jednotlivých pojmov boli čerpané a preložené z webovej stránky Banxia Software [URL 3].

¹⁰ Pre konštantné výnosy z rozsahu platí proporcionálna zmena výstupov vzhľadom ku zmene vstupov, t.j. ak sa vstupy zvýšia o 1%, výstupy sa zvýšia tiež o 1%.

¹¹ CCR model je akronym z mien Charnes, Cooper, Rhodes. V odbornej literatúre sa uvádza aj skratka CRS RAD IN (OUT) – constant returns to scale, radial input (output) oriented model (konštantné výnosy z rozsahu, radiálny inputovo (outputovo) orientovaný model).

¹² BCC model je akronym z mien Banker, Charnes, Cooper. V odbornej literatúre sa uvádza aj skratka VRS RAD IN (OUT) – variable returns to scale, radial input (output) oriented model (variabilné výnosy z rozsahu, radiálny inputovo (outputovo) orientovaný model).

¹³ Rastúce výnosy z rozsahu sú charakteristické tým, že ak sa vstupy zvýšia o 1%, výstupy sa zvýšia o viac ako o 1%.

¹⁴ Pri klesajúcich výnosoch z rozsahu, zvýšenie vstupov o 1% vyvolá zvýšenie výstupov o menej ako o 1%.

¹⁵ V anglosaskej literatúre sa na označenie nekontrolovateľných premenných často používajú synonymá uncontrolled, uncontrollable inputs/outputs, resp. exogenously fixed inputs/outputs (exogénne fixované hodnoty vstupov/výstupov).

1.2 Výklad pojmu environmentálna premenná

V podkapitole budeme prezentovať výklad pojmu environmentálnej premennej (faktoru) z viacerých hľadísk (ekonomické, sociálne, ekologické a pod.), pretože jej význam je špecifický v každej vednej oblasti.

Termínom environmentálny faktor sa vo všeobecnosti označuje činiteľ, ktorý je spätý so životným prostredím (environmentom) a životnými podmienkami. Kvôli podrobnejšej analýze je možné environmentálne faktory klasifikovať do troch skupín [URL 4]:

- 1. podľa typu:** fyzikálne, chemické, biologické a socio-ekonomické,
- 2. podľa oblastí ich pôsobnosti:** nad povrchom alebo pod povrchom, pričom pod povrchom rozumieme pôdu a/alebo vodu,
- 3. podľa ich efektu na procesy:** pozitívne, negatívne, neutrálne alebo kolísavé.

K nadpovrchovým fyzikálnym činiteľom patria predovšetkým klimatické parametre, ktoré sú buď pozitívne (zrážky), negatívne (búrky), neutrálne alebo kolísavé (obdobia sucha). Podpovrchové fyzikálne činitele zahŕňajú napríklad výskyt koncentrácie kyslíku v pôde alebo vo vode (buď charakteru pozitívneho alebo negatívneho) a teplotu pôdy alebo vody.

Biologické a socio-ekonomické faktory sú taktiež veľmi dôležité ako nad povrchom, tak aj pod povrchom. Manažérske a kultúrne aspekty vrátane verejného zdravia sa zaraďujú medzi popredné socio-ekonomické činitele.

1.2.1 Ekonomické hľadisko

Z ekonomického hľadiska sú environmentálne vplyvy definované ako všetky formy fyzikálnych, chemických a ostatných vplyvov na skúmaný objekt, vychádzajúce z priameho, resp. nepriameho okolia subjektu v procese výroby a distribúcie tovarov. Poskytujú cenné informácie o ekonomických a politických okolnostiach, ktoré ovplyvňujú produktivitu podniku a jeho pobočiek [URL 5]. Je dôležité poznamenať, že z pohľadu analyzovaného subjektu je absolútne nepodstatné akého pôvodu sú tieto environmentálne vplyvy [URL 6].

Prostredie, v ktorom podnik pôsobí môže byť aj fyzikálne aj politické¹⁶. V obchodnej terminológii sa fyzikálne prostredie vzťahuje na miesto, kde je podnik situovaný. Jeho lokalizácia bude do značnej miery determinovať úspech alebo neúspech subjektu a teda environmentálny faktor vyjadrujúci vhodnosť uvažovanej oblasti sa stáva primárnym obmedzením pre založenie nového podniku.

V spojitosti s uvedenou problematikou vystupuje ako ďalší významný činiteľ nerastné bohatstvo, ktoré predstavuje vstupy do výrobného procesu firmy a jeho nedostatok spôsobuje danému subjektu vážne ťažkosti. Ostatné činitele ovplyvňujúce miesto založenia nového podniku sú znečistené ovzdušie, rastúce ceny ropy a palív [URL 7].

Vychádzajúc z environmentálne orientovanej marketingovej stratégie (Jurišová, 2002), je nutné v procese vývoja nového výrobku zohľadniť nasledovné faktory (Hanuláková, Pročková; 2001):

- 1. environmentálne faktory procesu výroby,**
- 2. environmentálne faktory procesu spotreby.**

Environmentálne faktory procesu výroby predpokladajú, že výrobok nemôžeme považovať za environmentálne vhodný, pokiaľ nevezmeme v úvahu aj jeho proces výroby, t.j. pokiaľ nie je vyrobený spôsobom, ktorý zaručuje minimálne environmentálne následky.

Podľa environmentálnych faktorov procesu spotreby je jedným zo základných cieľov vývoja nových environmentálne vhodných výrobkov minimalizácia environmentálnych vplyvov tohto produktu po ukončení jeho životného cyklu, resp. po jeho použití (spotrebe). V tomto štádiu životného cyklu totiž stráca výrobok svoju úžitkovú hodnotu a po uspokojení potreby spotrebiteľa sa stáva odpadom.

V odbornej literatúre sa vyskytuje aj pojem environmentálna výkonnosť (činnosť) podniku¹⁷ (Wagner, Enzler; 2006). Predstavuje aktivitu či výsledok biotických, resp. abiotických faktorov (environmentálne aspekty) vytvorené v podniku počas výrobného procesu v určitom časovom období, ktoré priamo alebo nepriamo pôsobia na organizmus, ekologickú komunitu a symbiózu. Často sa spomínaný termín hodnotí aj ako absolútny výsledok spoločnosti vzhľadom k okolitému prostrediu¹⁸.

¹⁶ Hlavné dimenzie prostredia organizácie sa členia na externé prostredie (politicko-právne, ekonomické, technológia, socio-kultúrne, zákazníci, dodávatelia, konkurencia, strategickí partneri a pod.) a interné prostredie (vlastníci, správna rada, manažment, zamestnanci a kultúra).

¹⁷ Odvodené z anglického termínu environmental performance.

¹⁸ Najviac zaťažujúcimi odvetvami priemyslu voči životnému prostrediu sú výroba dreva, papiera, chemikálií a produktov z nich.

Ak sa spoľahneme výlučne na ekonomické nástroje hodnotenia environmentálnych faktorov, ako napríklad ekonomické náklady, ktoré vznikli v dôsledku znečistenia, je celý proces veľmi zložitý. Navyše, vyjadrenie všetkých environmentálnych činiteľov jedným komplexným číslom je veľmi náročné¹⁹. Príčin je niekoľko [URL 8]:

1. Životné prostredie je zdrojom verejným, ktorému nie je pripísaná žiadna trhová hodnota,
2. evaluácia životného prostredia z ekonomického uhla pohľadu čerpá podstatnú časť postupov z výskumu prírodných vied, t.j. ak nie sú k dispozícii poznatky objasňujúce napríklad vzťah medzi znečistením a ľudským zdravím, nie je možné ho korektne hodnotiť,
3. prípadné výsledky sa rôznia v závislosti od použitého prístupu riešiteľov.

Finančný sektor tiež prihliada na výskyt environmentálnych faktorov, predovšetkým pri výpočte pôžičiek (bankovníctvo) a výške poisťného (poisťovníctvo).

Pre skúmanie environmentálnych faktorov sa v súčasnosti využíva najmä PEST analýza²⁰ [URL 9]. Je užitočným strategickým nástrojom aplikovaným pri prieskume trhu, pretože poskytuje prehľad rôznych makroenvironmentálnych faktorov, ktoré subjekt musí vziať do úvahy (politické, ekonomické, sociálne a technologické²¹). Medzi politické činitele patrí daňová politika, regulácie pre životné prostredie, obmedzenia trhu a cieľ a politická stabilita. Ekonomické faktory v sebe zahŕňajú úrokové miery, rast ekonomiky, výmenný kurz meny krajiny a mieru inflácie. Sociálne činitele sa zameriavajú na kultúrne aspekty vrátane zdravotného povedomia, rastu populácie, postojom ku kariére s dôrazom na bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci. Technologické faktory dokážu determinovať úroveň minimálnej efektívnosti produkcie a vplyv služieb outsourcingu pri konečnom rozhodovaní. Zaoberá sa aj vedecko-výskumnými činnosťami, automatizáciou, technologickými stimulmi a mierou technologickej zmeny.

Okrem PEST analýzy sú ekonómom k dispozícii ďalšie nástroje, pomocou ktorých je environmentálny faktor integrovaný do procesu plánovania, rozhodovania a riadenia

¹⁹ V prípade hodnotenia pesticídov existuje tzv. EIQ ukazovateľ (Environmental Impact Quotient), v ktorom je každý komponent rovnako ohodnotený váhami vo finálnej analýze; v rámci komponentu sú však individuálnym faktorom pridelené rozdielne váhy v závislosti od ich vplyvu na životné prostredie.

²⁰ PEST je akronymom z anglických slov **P**olitical, **E**conomic, **S**ocial a **T**echnology. Aplikuje sa aj v metóde environmentálneho skenovania (angl. environmental scanning), ktorá popisuje, ako prostredie pôsobí na podnik.

²¹ Faktory PEST analýzy v kombinácii s externými mikroenvironmentálnymi činiteľmi môžu byť klasifikované ako šance a hrozby v známejšej SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analýze.

podnikov. Tieto metódy sa súhrnne označujú anglickým termínom „green“ engineering, economics and management²² a svoje uplatnenie nachádzajú vo všetkých vyspelých krajinách sveta (USA, EÚ a pod.).

1.2.2 Sociálne hľadisko

Environmentálne faktory zohrávajú rozhodujúcu úlohu v rozvoji názorov a postojov [URL 10]. Najokázalejší je vplyv sociálneho prostredia: rodina, priatelia, susedia, pracovisko, škola, cirkev a pod. S tým však úzko súvisí aj pevné a podporné prostredie, v ktorom žijeme a finančná stabilita. Ľudia vo všeobecnosti prispôbujú svoje postoje tým, ktorých názory prevažujú v tej sociálnej skupine, ku ktorej patria aj oni.

Zaujímavé zistenie priniesli časové a pohybové štúdie, ktoré skúmali produktivitu zamestnanca v rôznych pracovných prostrediach [URL 11]. Z ich výsledkov vyplynulo, že bežný administratívny pracovník s osem hodinovým úväzkom pracuje vo svojej kancelárii efektívne len na 36%, t.j. približne tri hodiny z celej pracovnej doby. Ostatných päť hodín trávi neužitočnými aktivitami, ktoré ho rozptyľujú (napr. vyrušenie kolegom, bežné operatívne a administratívne úkony, sociálna komunikácia).

Výskum ďalej poukázal na skutočnosť, že premiestnením zamestnanca z jeho kancelárie na iné miesto sa výrazne zvýšila jeho vykazovaná produktivita. Na webovej stránke je uvedený aj výpočet priemernej očakávanej produktivity zamestnanca vykonávajúceho rozmanité úlohy v rôznorodých pracovných prostrediach.

Na základe výsledkov štúdií bolo zistené, že environmentálne faktory pôsobiace na efektívnosť personálu v týchto prostrediach sú nasledovné:

1. pracovný stôl, teplota, vôňa,
2. úroveň hlučnosti,
3. prerušenie v aktivite kolegom, nadriadeným, telefonátom, e-mailom, atď.
4. snaha robiť niečo iné ako pracovať – komunikovať elektronickou formou, pozerat' TV, atď.

²² Slovo „green“ (z angl. zelený) sa vyskytuje aj v názvoch niektorých ekonomických ukazovateľov, napr. „green GDP“ (z angl. zelený HDP). Charakterizuje hrubý domáci produkt (HDP), ktorý je upravený o vplyv environmentálnych faktorov na životné prostredie.

1.2.3 Oblasť zdravotníctva

Pre ľudské zdravie je mimoriadne dôležitá kvalita životného prostredia. Znečistenie vnútorného a vonkajšieho ovzdušia, nebezpečné chemické látky, hluk, kontaminované potraviny a voda sú hlavnými príčinami environmentálne podmienených chorôb, ktorým je človek vystavený počas celého svojho životného cyklu. Zriedka je to len jediný faktor, zvyčajne je to mix viacerých z nich (Dolincová, 2006).

Environmentálne faktory pôsobia na zdravie ľudí v pozitívnom ako aj v negatívnom smere [URL 12]. Pozitívne environmentálne faktory v sebe zahŕňajú:

1. **zdroje výživy** (farmárčenie-kvalita pôdy, dostupnosť vody, biodiverzita, geneticky modifikované organizmy (GMO); poľovníctvo; rybolov),
2. **voda** (pre účely pitia, varenia, umývania a sanitácie),
3. **kvalita ovzdušia**,
4. **ozónová vrstva** (ochrana proti UV žiareniu, rakovine a pod.),
5. **priestor pre rekreáciu a aktívny pohyb**,
6. **recyklácia odpadu a jeho odvoz**.

Negatívne environmentálne faktory predstavujú zdravotné hrozby a patria medzi ne:

1. **prírodné katastrofy** – povodne, suchá, búrky, požiar, zemetrasenie, sopečná činnosť,
2. **kvalita ovzdušia** – ak je znečistené, vedie to k respiračným chorobám a k rakovine,
3. **kvalita vody** – biotické a abiotické kontaminanty,
4. **monitoring a manažment** vypúšťania plynov, kvapalín a tuhého odpadu v poľnohospodárstve, priemysle a na úrovni samosprávneho kraja, obce, resp. mesta,
5. **ľudský zásah do životného prostredia**, ktorý môže spôsobiť vytvorenie podmienok pre prepuknutie choroby .

Hoci sa môže zdať, že popísané činitele nie sú pod personálnou kontrolou, ľudia sa musia postarať o ich nepretržitú kontrolu s cieľom zachovania dobrého verejného zdravia

V epidemiológii sa pod pojmom environmentálny faktor rozumejú tie determinanty choroby, ktoré nie sú prenášané geneticky [URL 13]. Okrem skutočných genetických porúch môžu environmentálne faktory určiť vývoj ochorenia v ľuďoch, ktorí majú genetické predispozície k určitému stavu. Bežnými environmentálnymi činiteľmi sú napríklad stres, fyzické alebo psychické zneužívanie, diéty, fajčenie tabaku, vystavenie sa toxínom, slnečnému žiareniu, patogénom či radiácii. Tvoria veľkú časť chorôb, ktoré nie sú dedičné.

Ak má jedinec diagnostikovanú sklerózu multiplex, jej príčiny nie sú známe, dôkazy však naznačujú, že choroba môže byť u geneticky predisponovaných ľudí spustená environmentálnymi faktormi. Na tomto základe vzniklo environmentálne a genetické vysvetlenie vzniku ochorenia.

Environmentálna teória pojednáva o tom, že nejaký environmentálny faktor spôsobuje symptómy sklerózy multiplex. Táto teória je podporená skutočnosťou, že choroba bola diagnostikovaná v miernom pásme častejšie ako v tropickom a subtropickom pásme. Zatiaľ nebolo dokázané, že by nejaký konkrétny environmentálny faktor zapríčiňoval vznik sklerózy multiplex. Štúdie migrácie obyvateľstva podporujú teóriu, že environmentálny faktor môže prispievať k riziku ochorenia. Genetická teória naopak tvrdí, že pravdepodobnosť prepuknutia choroby je ovplyvnená genetickými činiteľmi [URL 14].

1.2.4 Ekologické hľadisko

Vedná disciplína, ktorá sa zaoberá štúdiom environmentálnych faktorov, ich vplyvom na organizmy a spôsobom interakcie medzi organizmom a faktormi, resp. medzi faktormi navzájom je ekológia. Keďže vzduch, voda a svetlo sú prvkami nevyhnutnými pre existenciu akejkoľvek formy života na Zemi, je jej prvoradým záujmom snaha o zmierňovanie následkov týchto vplyvov na životné prostredie. Ide predovšetkým o znečisťovanie ovzdušia rôznymi polutantmi, t.j. látkami prítomnými vo vzduchu v oveľa vyššej koncentrácii, ako je normálne [URL 15]. Vo veľkej miere sú výsledkom ľudskej činnosti, ktorá má škodlivý efekt na prostredie, v ktorom žijeme.

Reťazovej reakcii nie je možné sa vyhnúť, a preto tieto emisie²³ (imisie) majú negatívny dopad na zásoby vody a ich kvalitu, pôdu (znehodnotená eróziou), faunu a flóru, lesy a v neposlednom rade aj verejné zdravie.

Uvedené skutočnosti poskytujú vysvetlenie pojmu environmentálneho faktoru len veľmi všeobecne, ale jestvujú aj bližšie špecifikácie termínu v závislosti od skúmanej oblasti. Ak by sme sa napríklad zamerali na organizmy tečúcich vôd, potom rýchlosť prúdu a s ňou spojené fyzikálne sily predstavujú asi najvýznamnejší činiteľ pôsobiaci na ich životné prostredie [URL 17].

²³ Množstvo vypustených emisií do ovzdušia sa dá kvantifikovať prostredníctvom tzv. emisného faktora. Je to akási reprezentatívna hodnota, ktorá sa snaží dať do pomeru kvantitu uvoľnených emisií do vzduchu v súvislosti s určitou vykonávanou činnosťou [URL 16].

Organizácia FAO (Food and Agriculture Organization) vo svojom depozitári dokumentov definuje aj možné dôsledky pôsobenia polutantov na lesné hospodárstvo [URL 18]. Navrhuje postup na ich hodnotenie obsiahnutý v štyroch praktických krokoch, ktorých cieľom je identifikácia, evaluácia a minimalizácia environmentálnych dopadov na lesy:

1. charakteristika a stručné zhodnotenie programu pre lesné hospodárstvo,
2. prvotné ohodnotenie environmentálneho dopadu,
3. revízia navrhovaného programu,
4. environmentálny monitoring.

Zároveň sa dokument zmieňuje aj o zachovaní biologickej diverzity a trvalo udržateľnom rozvoji²⁴.

1.2.5 Oblasť informačných technológií

Definícia environmentálnej premennej v oblasti informačných technológií je výrazne odlišná od predchádzajúcich, čo je dané jej unikátnym charakterom. Napriek tomu považujeme za vhodné uviesť aj jej vysvetlenie.

Environmentálne premenné sú súborom dynamických hodnôt, ktoré môžu ovplyvniť spôsob, akým sa správajú spustené procesy na počítači. Systém ich používa na odovzdávanie určitých informácií programom, ktorým umožňujú zmenu niektorých parametrov (tzv. prispôbenie ich správania používateľovi, [URL 20]).

1.2.6 Oblasť analýzy dátových obalov

Prostredie, v ktorom podnik operuje môže mať dôležitý vplyv na jeho relatívnu výkonnosť, najmä ak ostatné subjekty podnikajú v inom prostredí. Ignorovanie rôznych činiteľov prostredia (napr. klimatické podmienky, geografická svojráznosť terénu, socio-ekonomický status okolia) pri výpočte jeho efektívnosti by viedlo k dosiahnutiu skreslených výsledkov²⁵. Z toho dôvodu aj analýza dátových obalov povoľuje zahrnutie takýchto faktorov do DEA modelov.

²⁴ Trvalo udržateľný rozvoj (z angl. sustainable development) znamená, že potreby súčasnej generácie by sa mali uspokojovať bez toho, aby bola ohrozená schopnosť budúcich generácií uspokojovať svoje potreby. Je základným cieľom Európskej únie a riadia sa ním všetky politiky a aktivity EÚ [URL 19].

²⁵ Podrobnejšie informácie o aplikácii vhodných štatistických testov pre environmentálne vstupné údaje sú prezentované v práci Handbook for statistical analysis of environmental background data (Spielman, 1999).

Z pohľadu neparаметrickej metodológie hodnotenia efektívnosti rozhodovacích jednotiek vyjadruje environmentálna premenná vplyv prostredia (environmentu) na skúmaný podnik.

Typologicky sa tieto premenné členia na:

1. **spojité** (continuous) – napr. výmera poľnohospodárskej pôdy alebo počet obyvateľov žijúcich v okolí a pod.,
2. **kategorické** (categorical) – napr. kvalita pôdy vyjadrená skupinou ceny pôdy, veľkostná štruktúra podnikov vyjadrená priemerným počtom evidovaných pracovníkov, vzdelanostné kategórie zamestnancov v podniku, výrobná oblasť a pod.

Korektné miery technickej efektívnosti podnikov s environmentálnymi premennými vstupov, resp. výstupov poskytujú metódy inkorporácie týchto premenných do DEA modelov, ktoré sú bližšie popísané v kapitole Metódy merania technickej efektívnosti pre environmentálne premenné v DEA modeloch.

1.3 Efektívnosť a environmentálne premenné v DEA

Počas posledných dvoch dekád vyvolala téma vplyvu environmentálnych faktorov na ekonomické aktivity veľkú diskusiu nielen v odbornej sfére ale aj v laickej verejnosti. Kvôli presnejšiemu monitorovaniu a hodnoteniu firiem a ich výrobných procesov vznikla potreba prispôbiť tradičné metódy analýzy produktivity a efektívnosti tak, aby bolo možné integrovať environmentálnu podstatu do štandardných mier technickej a ekonomickej efektívnosti. V minulosti sa už mnohí pokúšali vyriešiť túto situáciu (Tyteca, 1996 alebo Scheel, 2001).

Autori Fried, Schmidt a Yaisawarng (1999) uvádzajú niekoľko príkladov environmentálnych premenných²⁶:

1. rôzne formy vlastníctva, ako napríklad súkromné, verejné;
2. charakteristiky lokalizácie:
 - elektrické uhoľné elektrárne, ktoré závisia od kvality dodávaného uhlia,
 - elektrické rozvodné siete ovplyvnené hustotou obyvateľstva a priemernou veľkosťou jednotlivých zákazníkov,
 - školy charakterizované socio-ekonomickým statusom detí, ktoré ich navštevujú z rôznych miest a dedín, atď;

²⁶ Počnúc touto kapitolou budeme pod pojmom environmentálne premenné rozumiť faktory, ktoré môžu ovplyvniť efektívnosť firmy, pričom tieto faktory nepredstavujú tradičné vstupy a predpokladá sa o nich, že nie sú pod kontrolou manažéra.

3. sila odborových zväzov,
4. vládne regulácie.

Všeobecne sa miery environmentálnej výkonnosti získavajú úpravou klasických parametrických a neparametrických techník pre skúmanie efektívnosti. Veľká väčšina publikovaných štúdií pristupovala k tomuto problému zahrnutím extra environmentálnej premennej²⁷ do odhadovaného produkčného modelu, buď ako ďalší vstup alebo slabý disponibilný zlý výstup²⁸ (Färe et al., 1989a; Ball et al., 1994; Piot-Lepetit a Vermersch, 1998; Reinhard, Lovell a Thijssen, 2000; Shaik, Helmers a Langemeier, 2002).

Indikátory výkonnosti subjektu v spojitosti s prítomnosťou vplyvov prostredia na jeho efektívnosť boli prezentované vo viacerých prácach. Tyteca (1996) detailne sumarizuje prehľad literatúry ohľadne metód, ktoré sa používali na meranie environmentálnej výkonnosti firiem. Súčasne vyslovuje polemiku nad niektorými dôležitými elementami ako napríklad agregácia, normalizácia, štandardizácia, relatívne a absolútne miery. Zdôrazňuje potenciál existujúcich metód v produkčnej ekonomike, ktoré sa týmito procesmi zaoberajú.

Literárne počiatky environmentálnej výkonnosti, produktivity a mier efektívnosti sa zameriavajú predovšetkým na skúmanie vplyvu polutantov na (makro) ekonomický rast (Christainsen a Haveman, 1981; Gollop a Roberts, 1983; Färe, Grosskopf a Pasurka, 1989). Samozrejme, bolo vypracovaných aj niekoľko mikroekonomických štúdií (Pittman, 1981 a Pashigian, 1984), avšak primárne sa venovali účinkom znečistenia na výrobný proces, najmä na ekonomiu rozsahu.

Pittman (1983) sa v analýze Wisconsinských papierní prvýkrát pokúsil o inkorporáciu environmentálneho znečistenia do konvenčných produkčných mier. Bolo to dosiahnuté úpravou multilaterálneho produkčného indexu z práce Cavesa, Christensena a Diewerta (1982). Na rozdiel od klasických vstupov a výstupov, pre ktoré sú trhové ceny väčšinou k dispozícii, neželateľný výstup (t.j. znečistenie) bol kvantifikovaný technikou umelých premenných s upravenými produkčnými indexmi. Tieto umelé premenné boli odvodené z pozorovaných hodnôt (dane za znečistenie, povolenia na predaj) alebo z tieňových cien obdržaných z predošlých štúdií. Uvedená metóda implicitne predpokladá, že znečistenie je nákladné.

²⁷ Z anglického originálu pollution variable, čo by sme mohli voľne preložiť ako premenná, ktorá spôsobuje znečistenie vo všeobecnom ponímaní.

²⁸ Slabá disponibilita zdrojov je definovaná ako vynaloženie dodatočných nákladov na odstránenie neželaného vstupu, resp. výstupu (z angl. weak disposability).

Začlenenie environmentálnych premenných do analýzy efektívnosti na úrovni podniku a redukcia úrovne znečistenia boli taktiež považované na začiatku za veľmi nákladné. Färe et al. (1989a) využitím Pittmanových údajov zahrnul do produkčného modelu miery znečistenia ako nepriaznivé výstupy a aplikoval hyperbolickú analýzu dátových obalov. Súčasne predstavili koncepciu slabej disponibility na vysvetlenie skutočnosti, že zlých výstupov (znečistenia) sa nemožno zbaviť zadarmo²⁹.

Färe et al. (1989a) navrhol porovnanie mier efektívnosti dvoch modelov: v prvom z nich bola na technológiu uvalená silná disponibilita všetkých výstupov; v druhom modeli bola naopak táto silná disponibilita neželaných výstupov zamedzená. Autor tým sledoval mieru, do akej sú environmentálne regulácie zaväzujúce. Výsledky navyše poukázali na to, ako pre každého producenta individuálne odvodiť potenciálnu stratu vo výstupe v dôsledku nedostatku silnej disponibility. Färe et al. (1993) zopakoval tento postup aj použitím parametrických outputových dištančných funkcií, ktoré mu umožnili jednoduchšie merať tieňové ceny neželaných výstupov.

Po tejto práci nasledovalo množstvo štúdií aplikačného charakteru s podobným prístupom, predovšetkým v oblasti priemyslu (Färe, Grosskopf a Tyteca, 1996; Coggins a Swinton, 1996; Chung, Färe a Grosskopf, 1997; Färe, Grosskopf a Pasurka, 2001), ale aj v oblasti poľnohospodárstva so zameraním na znečistenie živín (Ball et al., 1994; Piot-Lepetit a Vermersch, 1998; Reinhard a Thijssen, 2000; Shaik, Helmers a Langemeier, 2002; Asmild a Hougaard, 2004).

Färe, Grosskopf a Tyteca (1996) použili inputovo-orientovaný DEA model s nepriaznivými výstupnými premennými charakterizujúcimi znečistenie podobne ako je uvedené v práci Färe et al. (1989a). Analýzou dospeli k ukazovateľom environmentálnej výkonnosti elektrických uhoľných elektrární. Dekomponovali celkovú efektívnosť na inputovú efektívnosť a environmentálnu efektívnosť. Pre každú firmu riešili dva inputovo-orientované DEA modely – výsledkom prvého z nich boli štandardné miery technickej efektívnosti definujúce proporcionálnu redukciu všetkých inputov; do druhého modelu bola pridaná podmienka, ktorá berie v úvahu slabú disponibilitu zlých výstupov. Indikátor environmentálnej výkonnosti bol určený ako podiel miery technickej efektívnosti získanej z prvého modelu a miery technickej efektívnosti získanej z druhého modelu. Hodnoty ukazovateľa sú menšie nanajvýš rovné jednej, determinujúce environmentálnu neefektívnosť alebo efektívnosť (v uvedenom poradí).

²⁹ Silná disponibilita zdrojov (z angl. strong disposability) znamená, že neželaných vstupov, resp. výstupov sa môžeme zbaviť bez vynaloženia akýchkoľvek dodatočných nákladov (opak slabej disponibility).

Aj Tyteca (1997) adaptoval originálnu prácu autorov Färe et al. (1989a) a Ball et al. (1994) s explicitným cieľom odvodenia environmentálnych mier technickej efektívnosti a to meraním úrovne, do ktorej môže byť environmentálna premenná redukovaná so súčasnými fixovanými hodnotami inputov a outputov.

V poľnohospodárskom kontexte Reinhard, Lovell a Thijssen (2000) analyzovali účinok znečistenia intenzívnych mliekárenských fariem v Holandsku dusíkom. Využili tie DEA modely, v ktorých je environmentálna premenná špecifikovaná ako dodatočný vstup (opačne, ako to bolo v prístupe zlého výstupu, t.j. znečistenia). Hodnota vyjadrujúca uvedené znečistenie dusíkom bola kalkulovaná s pomocou rovnice materiálovej bilancie. Charakterizovali tri rozdielne modely efektívnosti. Prvý model v sebe zahŕňal redukciiu inputovej environmentálnej premennej, pričom tradičné vstupy a výstupy zostali konštantné. Druhý model predstavoval zovšeobecnenie klasického outputovo-orientovaného modelu technickej efektívnosti navrhnutým Bankerom, Charnesom a Cooperom (1984), v ktorom hodnoty technickej efektívnosti poukazovali na radiálnu expanziu outputov so súčasným zachovaním všetkých inputov (vrátane environmentálnej premennej) na konštantnej úrovni. Inputovo-orientovaná formulácia predchádzajúceho modelu bola uvedená ako posledný tretí model. Riešením týchto troch DEA modelov dospeli k mieram environmentálnej efektívnosti (prvý model), outputovo-orientovaným mieram technickej efektívnosti (druhý model) a inputovo-orientovaným mieram technickej efektívnosti (tretí model).

Fried, Lovell, Schmidt a Yaisawarng (2002) navrhli novú techniku inkorporácie environmentálnych premenných a štatistického šumu do hodnotenia výkonnosti producenta, ktorá je založená na DEA metodológii. Analýza pozostáva z troch krokov: najprv sa vypočítajú počiatočné miery technickej efektívnosti producenta aplikovaním DEA na všetky jeho vstupy a výstupy; nasledovne sa prostredníctvom analýzy stochastických frontov³⁰ vykoná regresia dosiahnutých mier efektívnosti z prvej etapy voči environmentálnej premennej (premenným). Týmto sa pre každý vstup a výstup dosiahne dekompozícia variability vo výkonnosti producenta na časť pripísateľnú environmentálnym vplyvom, ďalej manažérskej neefektívnosti a napokon štatistickému šumu. V poslednej etape sú buď inputy alebo outputy (v závislosti od orientácie DEA modelu v prvom kroku) upravené pre dopad environmentálneho účinku a štatistického šumu zisteného v druhej etape. Analýza dátových obalov je opätovne použitá na evaluáciu výkonnosti producenta. Prezentovaný prístup kladie väčší dôraz na odchýlkové premenné než na radiálne miery efektívnosti a na ich základe aj

³⁰ Stochastické fronty (z angl. **Stochastic Frontier Analysis, SFA**) predstavujú parametrický prístup k meraniu efektívnosti rozhodovacích jednotiek.

skúma výkonnosť hodnoteného subjektu. Uvedená technika bola prakticky demonštrovaná na príklade sanatórií.

Neparametrická metóda hodnotenia efektívnosti bola využitá aj pri šetrení rozdielov v mierach technickej efektívnosti rozhodovacích jednotiek pôsobiacich v rozličnom prostredí (Vivas, Pastor J.T., Pastor J.M.; 2002). Výberový súbor pozostával zo skupiny komerčných bánk v desiatich európskych krajinách. Proces analýzy finančných inštitúcií bol nasledovný: najprv sa aplikoval základný DEA model pre každú skupinu bánk z jednotlivých krajín, v ktorom boli prítomné len premenné týkajúce sa daného sektoru. V ďalšom štádiu sa do modelu zakomponovali aj environmentálne premenné zároveň s „bankovými“ premennými. Porovnaním výsledkov oboch modelov sa preukázal silný vplyv environmentálnych podmienok príznačných pre každú krajinu na situáciu a správanie sa bankového sektoru v daných krajinách.

Korhonen a Syrjänen (2003) popisujú proces rozšírenia prístupu k hodnoteniu nákladovej efektívnosti fínskych spoločností podnikajúcich v oblasti elektrických rozvodných sietí prostredníctvom analýzy dátových obalov. Navrhovaný postup vychádza z troch čiastkových aktivít: charakteristika problému a preskúmanie kľúčových faktorov; nájdenie vhodných merateľných veličín pre najpodstatnejšie faktory a výber konečného modelu, ktorý bude použitý pri regulácii cien za rozvod elektriny. Za najdôležitejšiu časť procesu považujú definovanie environmentálnych premenných umožňujúcich komparáciu rozvodných spoločností operujúcich v rôznych prostrediach.

Všeobecná formulácia neparametrického modelu produkčného frontu s externými environmentálnymi faktormi, ktoré môžu vplyvať na výrobný proces, je prezentovaná v práci Daraio a Simara (2005). Predkladaný model je zostavený v intenciách teórie pravdepodobnosti a určuje proces generovania údajov, pričom použité inputové a aj outputové premenné nie sú pod kontrolou producenta. Ich prístup rozširuje základné myšlienky Cazals et al. (2002) na plne multivariačný prípad. V ich štúdiu predstavujú koncept podmienených mier efektívnosti a podmienených mier efektívnosti rádu m . Praktickú ilustráciu výpočtu neparametrických odhadov popisujú na reálnych údajoch Spoločných investičných fondov a skúmajú vplyv týchto externých faktorov na samotný výrobný proces.

Okrem analýzy dátových obalov sú v súčasnosti publikované aj štúdie možných spôsobov inkorporácie environmentálnych premenných do modelov s využitím stochastických produkčných frontov (Shadbegian, Gray; 2006).

2 Ciel' práce

Všeobecným cieľom diplomovej práce je analyzovať a porovnať efektívnosť podnikov použitím metodológie analýzy dátových obalov pre začleňovanie environmentálnych premenných do DEA modelov (radiálne DEA modely). V našom prípade budú skúmané environmentálne premenné predstavovať nasledovné kategorické premenné:

1. Veľkostná štruktúra podnikov podľa počtu zamestnancov (VŠP) s tromi kategóriami:
 - 1-49 (malé podniky s počtom zamestnancov 1-49),
 - 50-249 (stredné podniky s počtom zamestnancov 50-249),
 - viac ako 250 (veľké podniky s počtom zamestnancov 250 a viac),
2. Skupina ceny pôdy (SCP) tiež s tromi kategóriami:
 - SCP 1-10 (horšie výrobné podmienky, HVP),
 - SCP 11-15 (priemerné výrobné podmienky, PVP),
 - SCP 16-20 (lepšie výrobné podmienky, LVP),
3. Výrobná oblasť (VO) s piatimi kategóriami:
 - KVO (kukuričná výrobná oblasť),
 - RVO (repárska výrobná oblasť),
 - ZVO (zemiakárska výrobná oblasť),
 - ZOVO (zemiakársko-ovsená výrobná oblasť),
 - HVO (horská výrobná oblasť).

Prvoradým cieľom práce je však potvrdenie, resp. vyvrátenie pracovných hypotéz, ktoré sú formulované nasledovne:

Hypotéza 1:

Veľkostná štruktúra podnikov vyjadrená priemerným počtom evidovaných pracovníkov má významný vplyv na efektívnosť.

Hypotéza 2:

Kvalita pôdy charakterizovaná jednotlivými skupinami ceny pôdy signifikantne ovplyvňuje efektívnosť podniku.

Hypotéza 3:

Výrobná oblasť, v ktorej podnik hospodári, predstavuje výrazný faktor vplyvajúci na efektívnosť.

Medzi parciálne (čiastkové) ciele práce patria tieto úlohy:

- výpočet mier technickej efektívnosti pre podniky pre všetky kategórie a podľa všetkých použitých metód výpočtu mier technickej efektívnosti pre environmentálne premenné v radiálnych DEA modeloch (s výnimkou metódy 3), ktoré sú prezentované v kapitole Metodika práce,
- aplikácia neparametrických testov (Mann-Whitney U test a Kruskal-Wallisov test) na zistenie existencie štatisticky (vysoko) preukazných rozdielov v priemerných mierach technickej efektívnosti, ak predpokladáme, že podmienka normálneho rozdelenia nebude splnená (v opačnom prípade použitie nepárových t-testov a jednofaktorovej analýzy rozptylu – ANOVY),
- overenie výsledkov vyššie uvedených neparametrických testov analýzou kontrastov (Scheffeho test a Unequal N HSD test).

3 Metodika práce

Vychádzajúc zo stanovených cieľov diplomovej práce, popíšeme v tejto kapitole základnú metodiku, ktorá bola uplatnená pri jej riešení. Uvedieme pracovný postup kreovania diplomovej práce z chronologického hľadiska a budeme charakterizovať metódy výpočtu mier technickej efektívnosti pre environmentálne premenné v radiálnych DEA modeloch. V závere kapitoly sa sústreďíme na použité štatistické testy pri analýze a vyhodnocovaní dosiahnutých výsledkov.

3.1 Charakteristika predmetu skúmania a pracovný postup

Predmet nášho skúmania v diplomovej práci predstavovali podnikateľské subjekty pôsobiace na území Slovenskej republiky v rozmanitých výrobných podmienkach, hospodáriace na odlišnej kvalite pôd, ktorá vyplýva z fyzicko-geografických ukazovateľov determinujúcich konkrétnu výrobnú oblasť.

Postup uplatnený pri riešení diplomovej práce bol nasledovný:

- získanie databázy vstupných údajov (VÚEPP Bratislava),
- úprava databázy podnikov (odstránenie podnikov s nekladnými hodnotami vstupov, resp. výstupov a ich rozdelenie podľa kategórií environmentálnych premenných),
- výpočet mier technickej efektívnosti pre jednotlivé kategórie VŠP, SCP a VO s využitím softvéru EMS v.1.3 a DEAP v.2.1 so zohľadnením špecifických požiadaviek jednotlivých metód merania efektívnosti s environmentálnymi premennými vstupov (metóda 1 a metóda 2),
- výpočet mier technickej efektívnosti pre jednotlivé kategórie VŠP, SCP a VO s využitím softvéru LIMDEP v.7.0 pre analýzu cenzorovaného regresného modelu Tobit (metóda 4),
- výpočet základných štatistických charakteristík premenných vstupov a výstupu a ich porovnanie za všetky hodnotené podniky v roku 2000 v členení podľa jednotlivých veľkostných štruktúr podnikov, skupín ceny pôdy a výrobných oblastí s využitím softvéru Statistica v.6.0,
- porovnanie vypočítaných mier efektívnosti pre podniky kategorizované podľa všetkých environmentálnych premenných,

- zisťovanie existencie preukaznosti rozdielov vo vypočítaných priemerných mierach technickej efektívnosti medzi dvojicami kategórií environmentálnej premennej VŠP, SCP a VO – aplikácia neparametrických testov, prípadne analýzy rozptylu a nepárových t-testov; testy kontrastov s využitím softvérov SAS v.9.1 a Statistica v.6.0,
- zhodnotenie, interpretácia získaných výsledkov, návrhy a odporúčania.

Hierarchia pracovného postupu je uvedená z chronologického hľadiska.

3.2 Metódy merania technickej efektívnosti pre environmentálne premenné v DEA modeloch

V podkapitole prezentujeme niektoré z dostupných metód hodnotenia efektívnosti podnikov s environmentálnymi premennými vstupov (konkrétne pre radiálne DEA modely).

Najprv však uvedieme matematické zápisy DEA modelov za podmienok konštantných, variabilných a nerastúcich výnosov z rozsahu, ktoré sa vyskytujú v diplomovej práci a pomôžu čitateľovi lepšie sa zorientovať v skúmanej problematike.

Charnes, Cooper a Rhodes (1978) rozpracovali DEA model za podmienok konštantných výnosov z rozsahu (KVR), v literatúre označovaný ako **CCR model**. Kvôli zjednodušeniu popíšeme tzv. *obalovú formu* (duálny tvar) matematického zápisu inputovo-orientovaného³¹ CCR modelu (1):

$$\begin{aligned} \min \theta \\ Y\lambda &\geq y_0 \\ -\theta x_0 + X\lambda &\leq 0 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

kde θ je skalár a λ je $N \times 1$ vektor konštant. Výhodou obalovej formy je jeho značná efektívnosť v porovnaní s primárnym modelom predovšetkým z počítačného hľadiska, pretože model (1) obsahuje len toľko obmedzujúcich podmienok, koľko je vstupov, resp. výstupov³².

³¹ V našej práci sa zameriavame len na inputovo-orientované modely, konkrétne ich duálny tvar. O outputovo-orientovaných modeloch alebo o primárnom tvare modelov môže čitateľ nájsť podrobnejšie informácie v rozsiahlej publikácii autorov uvedenej v zozname použitej literatúry.

³² Pri určovaní minimálneho počtu rozhodovacích jednotiek sa riadime tzv. pravidlom palca (rule of thumb), podľa ktorého počet rozhodovacích jednotiek má byť aspoň trojnásobok súčtu inputov a outputov.

Riešením modelu (1) dostaneme hodnoty technickej efektívnosti θ . Podľa tohto modelu je hodnotený podnik efektívny vtedy a len vtedy, ak $\theta = 1$ a $\lambda_0 = 1$ (**Farrellova efektívnosť alebo slabá efektívnosť**). V opačnom prípade (ak $\theta < 1$ a $\lambda_j > 0$, pričom kladné hodnoty lambda indikujú prvky referenčnej množiny) je hodnotený podnik neefektívny.

Podnik dosahuje celkovú efektívnosť (**Pareto-Koopmansovu efektívnosť**³³) vtedy a len vtedy, ak $\theta = 1$ a zároveň sa všetky odchýlkové premenné s^+ (nedostatok výstupov) a s^- (prebytok vstupov) rovnajú nule.

Predpoklad konštantných výnosov z rozsahu je vhodný, keď všetky podniky operujú na úrovni optimálneho rozsahu. Nedokonalá konkurencia, finančné obmedzenia, a pod. môžu byť príčinou toho, že podnik nepôsobí na úrovni optimálneho rozsahu. Banker, Charnes a Cooper (1984) navrhli rozšírenie CCR DEA modelu na podmienky variabilných výnosov z rozsahu (**BCC DEA model**). Matematický zápis inputovo-orientovaného BCC DEA modelu (2) môžeme definovať takto:

$$\begin{aligned} \min \theta \\ Y\lambda &\geq y_0 \\ -\theta x_0 + X\lambda &\leq 0 \\ 1^T \lambda &= 1 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Z vyššie uvedeného modelu (2) je zrejماً analógia s modelom (1). Ide totiž o modifikáciu CCR DEA modelu pridaním podmienky konvexnosti $1^T \lambda = 1$, ktorá v modeli (2) zabezpečuje, aby bol hodnotený podnik porovnávaný iba s podnikmi podobného rozsahu. To znamená, že bod premietnutý na hranicu produkčných možností bude *konvexnou* kombináciou sledovaných podnikov.

Ďalším DEA modelom, ktorý bude potrebný pri definovaní oblasti výnosov z rozsahu, v ktorom podnik operuje, je model za podmienok nerastúcich výnosov z rozsahu (**NIRS**³⁴ **DEA model**). Inputovo-orientovaný NIRS (NrVR) DEA model (3) má nasledovný matematický zápis:

³³ Koopmans (1951) definuje technickú efektívnosť striktniejšie: podnik je technicky efektívny iba vtedy, ak sa nachádza na hranici produkčných možností a všetky odchýlkové premenné (prebytok vsupov, resp. nedostatok výstupov) sú rovné nule.

³⁴ NIRS je akronymom z originálneho anglického názvu **Non-Increasing Returns to Scale** (nerastúce výnosy z rozsahu). V literatúre môže čitateľ nájsť pre tento model aj názov **DRS – Decreasing Returns to Scale** (klesajúce výnosy z rozsahu), ktorý je ekvivalentným označením pre NIRS DEA model.

$$\begin{aligned} \min \theta \\ Y\lambda &\geq y_0 \\ -\theta x_0 + X\lambda &\leq 0 \\ 1^T \lambda &\leq 1 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Model (3) je značne podobný modelu (2). Vyplýva to z definície výnosov z rozsahu, ktoré (ako bolo uvedené v podkapitole 1.1) rozdeľujeme na konštantné a variabilné. Keďže variabilné výnosy z rozsahu ďalej rozoznávame rastúce alebo klesajúce, je zrejmé, že NrVR DEA model je len ďalšou modifikáciou BCC DEA modelu, ktorá sa týka miernej úpravy podmienky konvexnosti na tvar $1^T \lambda \leq 1$.

3.2.1 Metóda 1 (metóda hierarchického usporiadania)

Ak sa hodnoty environmentálnej premennej dajú zoradiť od najlepšieho po najhorší vplyv na efektívnosť podniku, je výhodné použiť postup navrhnutý Bankerom a Moreyom (1986b), podľa ktorého sa efektívnosť *i*-teho podniku porovnáva iba s tými podnikmi, ktorých hodnota environmentálnej premennej je horšia alebo nanajvýš rovná hodnote *i*-teho podniku.

Princíp metódy 1 budeme ilustrovať na príklade verejne prístupných knižníc v Tokiu (Japonsko) prevzatom z práce autorov Cooper, Seiford, Tone (2000). Knižnice môžeme klasifikovať do troch kategórií:

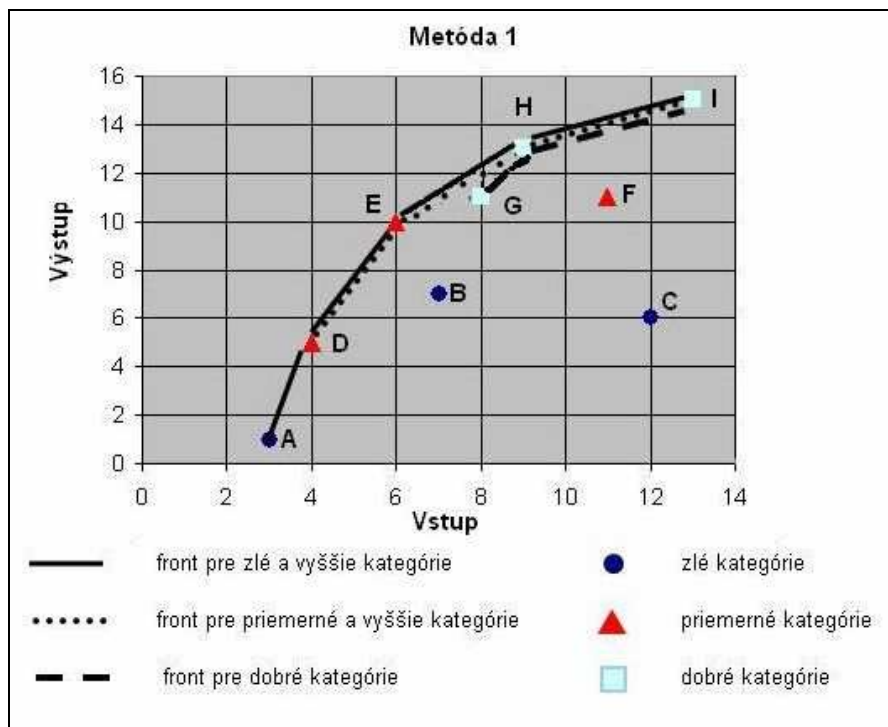
- knižnice v centre Tokia (kategória 1 – horšia TE),
- knižnice v nákupnej oblasti v centre Tokia (kategória 2 – priemerná TE),
- knižnice v obývanej oblasti na predmestí Tokia (kategória 3 – dobrá TE).

Najvýhodnejšie postavenie majú knižnice patriace do kategórie 3, a preto sa môžu z hľadiska využiteľnosti porovnávať so všetkými kategóriami, vrátane seba samej. Naopak, najhoršie postavenie vykazuje kategória 1. Z toho dôvodu miery technickej efektívnosti týchto knižníc môžu byť porovnávané iba v rámci svojej kategórie, do ktorej patria. Podobne, knižnice z kategórie 2 budú porovnávané k referenčným hodnotám technickej efektívnosti pre kategórie knižníc 1 a 2 (pozri Obr. 1).

Na Obrázku 1 je znázornených 9 podnikov v priestore 1 vstup a 1 výstup (A, B, C, D, E, F, G, H a I). Podniky A, B a C patria do kategórie 1; D, E a F do kategórie 2 a G, H a I do kategórie 3. Ak si zoberieme bod A, nachádza sa na hranici produkčných možností pre svoju kategóriu,

je teda efektívny a nie je dôvod na úpravu jeho vstupov alebo výstupov. Podnik B tiež prináleží kategórii 1. Jeho referenčnou množinou sú podniky D a E, ktoré tvoria už kategóriu 2 s priemernými mierami technickej efektívnosti. Podnik B by sa mal v budúcnosti snažiť dostať sa do kategórie 2. Podnik C patrí do kategórie 1 s referenčnou množinou podnikov D, E (kategória 2) a G (kategória 3). Pre tento podnik existujú dve alternatívne riešenia: buď sa bude usilovať o začlenenie sa do kategórie s priemernými mierami TE alebo s dobrými hodnotami mier TE. Podobne by sme mohli analyzovať aj ďalšie podniky.

Obr. 1 Grafické vyjadrenie princípu metódy 1



Zdroj: vlastný obrázok

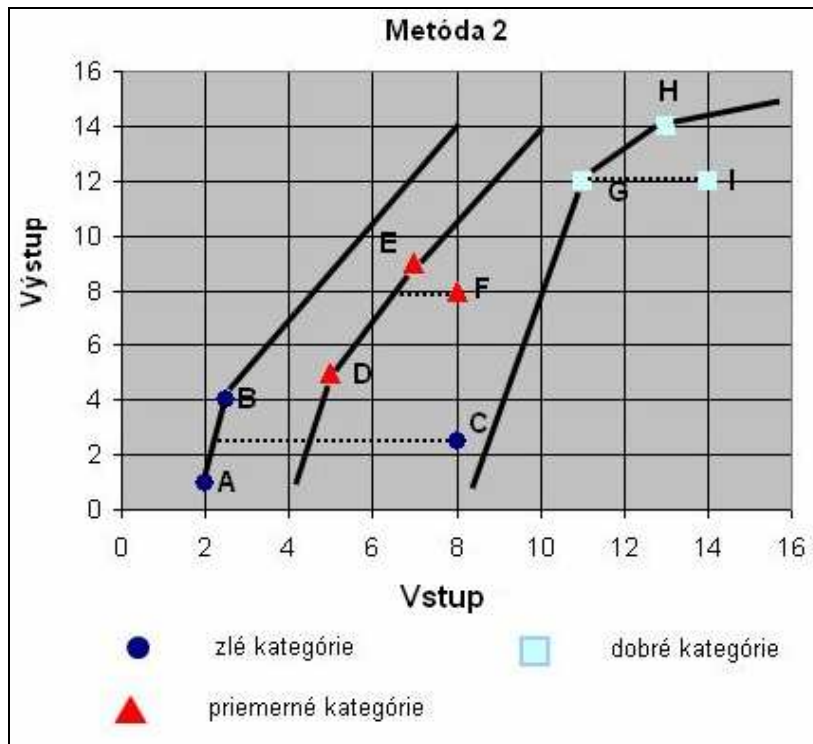
3.2.2 Metóda 2

V prípade, že nie je možné prirodzene zotriediť hodnoty environmentálnej premennej do poradia (napr. verejné vs. súkromné vlastníctvo), aplikuje sa prístup Charnesa, Coopera a Rhodesa (1981). Táto metóda pozostáva z troch etáp:

1. rozdelenie výberového súboru do podskupín podľa environmentálnej premennej a riešenie DEA modelov za každú podskupinu zvlášť, t.j. výpočet mier technickej efektívnosti a identifikácia efektívnych, resp. neefektívnych podnikov,
2. premietnutie všetkých neefektívnych podnikov zistených v kroku 1 na hranicu produkčných možností (výpočet cieľových hodnôt ich vstupov, resp. výstupov),

3. riešenie jedného DEA modelu s využitím cieľových hodnôt neefektívnych podnikov a štatistická analýza významnosti rozdielov v priemerných mierach technickej efektívnosti medzi dvojicami podskupín.

Obr. 2 Grafické vyjadrenie princípu metódy 2



Zdroj: vlastný obrázok

Obrázok 2 zachytáva taktiež 9 podnikov (A, B, C, D, E, F, G, H a I) v priestore 1 vstup a 1 výstup. Kvôli lepšej zrozumiteľnosti sú zobrazené tri hranice produkčných možností, ku ktorým sa porovnávajú podniky príslušnej podskupiny. Vidíme, že rozhodujúce jednotky prezentované bodmi A, B sú efektívne vzhľadom ku svojej hranici pre zlé kategórie. Bod C, je naopak neefektívny. Aby ležal na fronte, musí znížiť množstvo svojho vstupu o hodnotu vyjadrenú vzdialenosťou bodu C od hranice produkčných možností pre jeho kategóriu. Analogicky môžeme charakterizovať aj ostatné firmy. V nasledovnej etape metódy 2 sa všetky neefektívne podniky (C, F a I) premietnu na zodpovedajúce hranice a ich cieľové hodnoty budú súčasne vstupnými údajmi pre výpočet spoločného DEA modelu.

Treba poznamenať, že rozdelenie celého súboru hodnotených rozhodovacích jednotiek do jednotlivých podskupín má za dôsledok vyšší počet podnikov, ktoré sú považované za efektívne. Tým sa výrazne redukuje diskriminačná sila analýzy. Ďalšou nevýhodou oboch metód (metóda 1 a 2) je možnosť začlenenia len jednej environmentálnej premennej do úlohy matematického programovania. Navyac metóda 2 vyžaduje, aby environmentálna premenná

bola kategorická, zatiaľčo u metódy 1 je nutné vopred vedieť smer závislosti environmentálnej premennej.

3.2.3 Metóda 3

Tretia metóda v poradí umožňuje inkorporáciu environmentálnej premennej (premenných) priamo do úlohy lineárneho programovania (ÚLP) a to ako:

1. nekontrolovateľnej vstupnej, resp. výstupnej premennej,
2. nekontrolovateľnej neutrálnej premennej.

Podmienkou pre použitie metódy 3 je spojitá environmentálna premenná, t.j. nesmie byť kategorická.

Uvažujme najprv možnosť nekontrolovateľnej vstupnej, resp. výstupnej premennej. Ešte pred samotným riešením ÚLP musíme stanoviť smer závislosti environmentálnej premennej, t.j. či vyššie hodnoty premennej budú prispievať k zlepšeniu alebo k zhoršeniu technickej efektívnosti.

Ak bude environmentálna premenná vykazovať pozitívny vplyv na efektívnosť, potom možno inputovo-orientovaný VVR DEA model zapísať nasledovne (Coelli et al., 1998):

$$\begin{aligned} \min \theta \\ Y\lambda &\geq y_0 \\ -\theta x_0 + X\lambda &\leq 0 \\ Z\lambda &\leq z_0 \\ 1^T \lambda &= 1 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Z uvedenej formulácie (4) je zrejmé, že *i*-ty podnik bude porovnávaný len s tým podnikom, ktorého environment nebude lepší ako je environment *i*-teho podniku.

Matematický model ÚLP s negatívnym vplyvom environmentálnej premennej na efektívnosť má tvar:

$$\begin{aligned} \min \theta \\ Y\lambda &\geq y_0 \\ -\theta x_0 + X\lambda &\leq 0 \\ Z\lambda &\geq z_0 \\ 1^T \lambda &= 1 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (5)$$

Rovnaký zápis ako v modeli (5) by sme aplikovali pri nekontrolovateľnom výstupe v ÚLP (Banker a Morey, 1986a). Ak by sa vyskytli environmentálne premenné s pozitívnym a negatívnym vplyvom na efektívnosť, bol by matematický model ÚLP kombináciou modelov (4) a (5). Obdobne by sme riešili aj outputovo-orientované DEA modely.

Ak si nie sme istí smerom závislosti environmentálnej premennej, potom ju zahrnieme do DEA modelu ako neutrálnu premennú vo forme rovnice:

$$\begin{aligned} \min \theta \\ Y\lambda &\geq y_0 \\ -\theta x_0 + X\lambda &\leq 0 \\ Z\lambda &= z_0 \\ 1^T \lambda &= 1 \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned} \quad (6)$$

Modelom (6) dosiahneme to, že i-ty podnik budeme porovnávať s podnikom, ktorý má ten istý environment (ani lepší, ani horší). Tento prístup síce nepotrebuje vopred špecifikovať smer závislosti environmentálnej premennej (často býva neistý), na druhej strane však prítomnosť rovnice v modeli (6) môže výrazne zredukovať referenčnú množinu pre každú rozhodovaciu jednotku a týmto spôsobom umelo „nafúknuť“ dosahované miery technickej efektívnosti.

3.2.4 Metóda 4

Metóda 4 je na rozdiel od predchádzajúcich definovaných postupov dvojetapová procedúra. V prvej etape sa počítajú miery technickej efektívnosti bez zohľadnenia environmentálnych premenných (len tradičné vstupy a výstupy). Tieto sú v metóde 4 zakomponované v regresnej analýze, použiteľ v druhej etape, v ktorej sú závislou premennou miery technickej efektívnosti z prvej etapy a nezávislou premennou hodnoty samotnej environmentálnej premennej (v prípade spojitej premennej), resp. kategórie environmentálnej premennej využívajúc techniku umelých premenných (v prípade kategorickej premennej, pozri model (7)). Znamienko pri koeficientoch parametrov environmentálnej premennej indikuje smer závislosti a štandardným testovaním hypotéz možno overiť silu tejto závislosti. Odhadnuté regresné koeficienty z druhej etapy metódy 4 sú vhodné aj na korekciu mier efektívnosti vzhľadom na environmentálne faktory.

Keďže technická efektívnosť pri inputovo-orientovaných DEA modeloch vždy nadobúda hodnoty z intervalu $\langle 0,1 \rangle$, aplikuje sa v druhej etape špeciálny cenzorovaný regresný model Tobit (Kmenta, 1986). Vzhľadom k uvedenému je zrejmé, že nemôže byť aplikovaná klasická regresia, pretože nie je splnená požiadavka normálneho rozdelenia a teda koeficienty vypočítané pomocou tejto regresie by mohli poskytovať skreslené hodnoty parametrov.

Zápis Tobit regresie pre kategorickú environmentálnu premennú veľkostná štruktúra podnikov:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \varepsilon_i \quad (7)$$

kde,

Y_i je miera technickej efektívnosti i -teho podniku vypočítaná bez environmentálnych premenných,

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ sú parametre regresného modelu,

$X_{2i} = 1$ (malé podniky s počtom zamestnancov do 50),

$= 0$ (inak),

$X_{3i} = 1$ (stredné podniky s počtom zamestnancov od 50 do 250),

$= 0$ (inak, t.j. veľké podniky s počtom zamestnancov nad 250),

ε_i je náhodná chyba.

Výhody tejto metódy zhrnieme do bodov:

1. umožňuje zahrnutie viac ako jednej environmentálnej premennej do modelu,
2. tieto premenné môžu byť tak spojité ako kategorické,
3. nie je potrebné vopred vedieť smer závislosti environmentálnej premennej,
4. použitie štatistických testov na testovanie významnosti vplyvu environmentálnych premenných na efektívnosť,
5. je transparentná a jej výpočet je pomerne jednoduchý.

Ak premenné z prvej etapy značne korelujú s premennými z etapy druhej, je pravdepodobné, že ich výsledky budú skreslené. Túto skutočnosť možno považovať za nevýhodu metódy 4.

3.3 Charakteristika použitých štatistických testov

Predpoklad porušenia normality rozdelenia údajov vo vstupnej databáze nás podnietil k siahnutiu po relevantných štatistických nástrojoch na jeho overenie. Ako sme očakávali, údajová základňa nevykazovala normálne rozdelenie a v pracovnom postupe bolo nutné ďalej pokračovať aplikáciou neparametrických testov, ktorými sme sledovali významnosť rozdielov v priemerných mierach efektívnosti jednotlivých skupín. Post hoc testy nám pomohli pri verifikácii riešení získaných neparametrickými testami.

3.3.1 Testovanie normality rozdelenia

Pri testovaní normality rozdelenia prichádzajú v úvahu Chí-kvadrát (χ^2) test dobrej zhody, Kolmogorov-Smirnov D test (**K-S** test), K-S Lilliefors test (**Lilliefors** test), Anderson-Darling test, Cramér-von-Mises test a Shapiro-Wilkov W test.

Každý z testov má svoje špecifiká a korektný výber niektorého z nich je podmienený profesionálnymi skúsenosťami riešiteľa. Vzhľadom k rozsahu súboru podnikov sme si z ponuky testov pre overenie normality rozdelenia zvolili Shapiro-Wilkov W test.

Shapiro-Wilkov W test [URL 21] ($3 \leq n \leq 2000$)

Vo všeobecnosti je pre štatistický test formulovaná hypotéza:

H₀: údaje pochádzajú z normálneho rozdelenia

H₁: rozdelenie údajov nie je normálne.

Pre správne vyhodnotenie nulovej hypotézy je žiadúce vypočítať testovacie kritérium W, ktoré je dané:

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)} \right)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (8)$$

kde,

$x_{(i)}$ je i-te najmenšie číslo vo výberovom súbore,

$\bar{x} = \frac{(x_1 + \dots + x_n)}{n}$ je výberový priemer.

Konštanty a_i sú dané vzorcom:

$$(a_1, \dots, a_n) = \frac{m^T V^{-1}}{\left(m^T V^{-1} V^{-1} m\right)^{\frac{1}{2}}} \quad (9), \text{ kde } m = (m_1, \dots, m_n)^T$$

m_1, \dots, m_n sú očakávané hodnoty poradovej štatistiky z nezávisle a rovnako rozdeleného výberového súboru³⁵ zo štandardného normálneho rozdelenia,

V je kovariačná matica týchto poradových štatistík.

Nulovú hypotézu zamietame, ak je hodnota testovacieho kritéria W príliš malá alebo alternatívne ak je hodnota $p\text{-value} < 0,05$, resp. $0,01$.

3.3.2 Testovanie zhody stredných hodnôt

Pri skúmaní významnosti rozdielov v stredných hodnotách (priemeroch poradí) dvoch nezávislých skupín (súborov) je vhodné použiť Mann-Whitney U test. V prípade výskytu viac ako dvoch nezávislých skupín je rozšírením spomínaného testu Kruskal-Wallisov H test.

Oba testy sú neparametrické a poskytujú alternatívu k štandardným parametrickým testom (nepárový t-test a jednofaktorová analýza rozptylu).

Mann-Whitney U test³⁶

Stanovenie hypotézy testu:

H_0 : rozdiel v stredných hodnotách dvoch skupín je náhodný

H_1 : rozdiel v stredných hodnotách dvoch skupín je štatisticky (vysoko) významný.

Na potvrdenie, resp. vyvrátenie hypotézy je potrebný výpočet testovacieho kritéria U :

$$U = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1 \quad \text{alebo} \quad U = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2 \quad (10)$$

kde,

n_1 je rozsah prvej skupiny (výberového súboru),

n_2 je rozsah druhej skupiny (výberového súboru),

R_1 je súčet poradí prvej skupiny,

R_2 je súčet poradí druhej skupiny.

³⁵ Z anglického originálu **I**ndependent and **I**dentitally **D**istributed (IID).

³⁶ Definície boli čerpané z autorových poznatkov a skúseností získaných počas štúdia predmetu Kvantitatívne metódy v marketingu, Fakulta ekonomiky a manažmentu, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Pri malých rozsahoch výberových súborov ($n < 20$) sú hodnoty tabelované, pri väčšom rozsahu sa prevádza aproximácia na normálne rozdelenie:

$$Z = \frac{U - \frac{n_1 \cdot n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}} \quad (11)$$

Nulovú hypotézu zamietame, ak je hodnota testovacieho kritéria U (Z) väčšia ako kritická hodnota, prípadne ak je hodnota p-value < 0,05, resp. 0,01.

Kruskal-Wallisov H test³⁷

Pri ďalšom neparametrickom teste sa formuluje hypotéza:

H0: neexistuje rozdiel v stredných hodnotách v rámci skupiny, t.j. sú zhodné

H1: rozdiel v stredných hodnotách v rámci skupiny je štatisticky (vysoko) významný.

Testovacie kritérium H vypočítame podľa vzorca:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \cdot \frac{\sum_{j=1}^n R_j^2}{n_j} - 3(N+1) \quad (12)$$

kde,

R_j^2 je súčet poradia jednotlivých výberových súborov (skupín),

n_j sú početnosti jednotlivých výberových súborov,

N je súčet početností všetkých výberových súborov.

V prípade výskytu zhodných údajov vo výberových súboroch je nutné urobiť korekciu:

$$H^* = \frac{H}{1 - \frac{\sum_{j=1}^g T_j}{N^3 - N}}; T_j = t_j^3 - t_j \quad (13)$$

kde,

H^* je hodnota vypočítaného testovacieho kritéria H,

³⁷ Definície boli čerpané z autorových poznatkov a skúseností získaných počas štúdia predmetu Kvantitatívne metódy v marketingu, Fakulta ekonomiky a manažmentu, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

g je počet skupín s početnosťou viac ako 1,
 t_j sú početnosti v týchto skupinách.

Pri veľkom rozsahu celej skupiny sa uskutočňuje aproximácia na Chí-kvadrát (χ^2) rozdelenie:

$$\chi^2(\alpha, k-1) \quad (14)$$

Ak je kritická hodnota menšia ako testovacie kritérium (H, H^*), zamietame nulovú hypotézu a tvrdíme, že existujú (vysoko) významné rozdiely aspoň medzi jednou dvojicou stredných hodnôt v rámci skupiny (alebo ak je hodnota $p\text{-value} < 0,05$, resp. $0,01$).

3.3.3 Testovanie kontrastov

Zamietnutie hypotézy overujúcej zhodu stredných hodnôt v rámci výberového súboru³⁸ nám poskytne informácie len o tom, že v skupine existujú významné rozdiely v stredných hodnotách. Tieto výsledky sú však veľmi hmlisté. Pri podrobnejšej analýze je niekedy vhodné vedieť konkrétne medzi ktorými dvojicami skupín boli tieto diferencie potvrdené. Túto skutočnosť³⁹ je možné zistiť aplikáciou tzv. post-hoc testov na analýzu kontrastov.

Testov pre mnohonásobné porovnávanie je niekoľko, medzi tie najpoužívanejšie patria Tukeyov HSD test, Newman-Keulsov test (SNK test), Scheffeho test, Bonferroniho test, Fisherov LSD test, Dunnetov test, Duncanov D test, Games-Howellov test a iné. Menované post-hoc testy sú viac-menej určené pre rovnaké rozsahy výberových súborov a vyžadujú zhodu rozptylov.

Niektoré z testov však ponúkajú aj modifikáciu pre nerovnaké rozsahy súborov. Keďže v práci sa vyskytovali rôznorodé početnosti v jednotlivých skupinách, zo škály post-hoc testov sme si vybrali dva testy: Scheffeho test a Unequal N HSD test (**Tukey-Kramerov HSD test**).

³⁸ Z teoretického hľadiska by to znamenalo zamietnutie nulovej hypotézy pri jednofaktorovej analýze rozptylu (parametrický prístup) alebo Kruskal-Wallisovho testu (neparametrický prístup).

³⁹ Alternatívou k post-hoc testom je v určitom slova zmysle aj neparametrický Mann-Whitney U test (alebo parametrický t-test), porovnávanie jednotlivých dvojíc je však značne časovo náročnejšie ako pri testoch kontrastov.

Scheffeho test [URL 22]

Pre tento test je hypotéza formulovaná nasledovne:

H0: rozdiely v stredných hodnotách medzi dvojicou skupín sú nevýznamné

H1: existujú štatisticky (vysoko) významné rozdiely medzi strednými hodnotami dvojice skupín.

Pre výpočet testovacej štatistiky S nám slúži vzorec:

$$S = \frac{(\bar{x}_i - \bar{x}_j)^2}{s_w^2 \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} \quad (15)$$

kde,

\bar{x}_i je najvyššia hodnota priemeru vo výberovom súbore,

\bar{x}_j je najnižšia hodnota priemeru vo výberovom súbore,

s_w^2 je reziduálny rozptyl,

n_i je početnosť i-teho výberového súboru,

n_j je početnosť j-teho výberového súboru.

Kritická hodnota Scheffeho S testu je daná Fisherovým F rozdelením:

$$(k-1)F_{1-\alpha}(k-1, n-k) \quad (16)$$

V prípade vyššej hodnoty testovacieho kritéria ako kritickej hodnoty nulovú hypotézu zamietame, t.j. rozdiely medzi strednými hodnotami dvojice skupín sú štatisticky (vysoko) preukazné. K tomu istému tvrdeniu dospejeme aj porovnaním p-value s hladinou významnosti (ak je hodnota p-value < 0,05, resp. 0,01, potom zamietame nulovú hypotézu).

Unequal N HSD test (Tukey-Kramer HSD test) [URL 23]

Uvedený test mnohonásobného porovnania predstavuje modifikáciu Tukeyovho HSD testu pre nerovnaké rozsahy výberových súborov.

Formulácia nulovej, resp. alternatívnej hypotézy pre test:

H0: stredné hodnoty dvojice skupín sú zhodné,

H1: v stredných hodnotách dvojice skupín existujú štatisticky (vysoko) preukazné rozdiely.

Pri výpočte testovacieho kritéria môžeme postupovať dvoma spôsobmi:

1. výpočtom harmonického priemeru rozsahu súboru a pokračovaním podľa Tukeyovho HSD testu,
2. použitím Fisherovho t testu (z angl. Fisher's protected t test).

1. Harmonický priemer rozsahu súboru určíme podľa vzorca:

$$n = \frac{k}{\sum_{i=1}^k \frac{1}{n_i}} \quad (17)$$

kde,

k je počet skupín,

n_i je počet prvkov v i -tej hodnotenej skupine.

Následne vypočítame Tukeyovo HSD testovacie kritérium:

$$q = \frac{\bar{x}_i - \bar{x}_j}{\sqrt{\frac{MSE}{n}}} \quad (18)$$

kde,

\bar{x}_i je najvyššia hodnota priemeru vo výberovom súbore,

\bar{x}_j je najnižšia hodnota priemeru vo výberovom súbore,

MSE je priemer štvorcov chýb (z angl. Mean Square Error)

n je početnosť prvkov vo výberovom súbore.

Kritická hodnota má Studentovo t rozdelenie:

$$q_{\alpha}(k, n - k) \quad (19)$$

Porovnaním testovacieho kritéria a kritickej hodnoty vyhodnotíme nulovú hypotézu. Ak je hodnota testovacieho kritéria vyššia ako kritická hodnota (alebo ak je hodnota p -value < 0,05, resp. 0,01), znamená to, že sme medzi skúmanou dvojicou výberových súborov zistili významné rozdiely v stredných hodnotách.

2. Pre Fisherov t test je testovacie kritérium dané nasledovne:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{MSE \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (20)$$

kde,

\bar{x}_1 je priemer prvého výberového súboru,

\bar{x}_2 je priemer druhého výberového súboru,

MSE je priemer štvorcov chýb

n_1 je početnosť prvého výberového súboru,

n_2 je početnosť druhého výberového súboru.

Podobne ako Tukeyov HSD test, aj kritická hodnota Fisherovho t testu (obojsmerný test) je daná Studentovým t rozdelením:

$$t(\alpha, df_{MSE}) \quad (21)$$

Na základe vypočítaného testovacieho kritéria a zistenej kritickej hodnoty potvrdíme, resp. vyvrátíme hypotézu – vyššia hodnota testovacieho kritéria ako kritickej hodnoty signalizuje zamietnutie nulovej hypotézy, t.j. rozdiely medzi strednými hodnotami dvojice skupín sú významné.

4 Výsledky práce a diskusia

V kapitole budeme charakterizovať výberový súbor údajov, ktorý sme použili pri hodnotení efektívnosti podnikov; popíšeme vývoj a základné štatistické charakteristiky premenných vstupov a výstupu a porovnáme vypočítané hodnoty technickej efektívnosti podnikov podľa troch (štyroch) použitých metód v členení podľa environmentálnych premenných Veľkostná štruktúra podnikov podľa počtu zamestnancov (VŠP), Skupina ceny pôdy (SCP) a Výrobná oblasť (VO). Prostredníctvom rôznych neparametrických testov a analýzy kontrastov budeme skúmať, či existujú štatisticky (vysoko) preukazné rozdiely v priemerných mierach technickej efektívnosti medzi dvojicami skupín a za celý súbor podnikov. Na základe výsledkov cenzorovaného regresného modelu potvrdíme, resp. vyvrátíme definované pracovné hypotézy.

4.1 Charakteristika použitých údajov

Pri hodnotení efektívnosti podnikov boli použité údaje z informačných listov podnikov operujúcich na území Slovenskej republiky z vopred pripravenej databázy získanej z Výskumného ústavu ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva (VÚEPP Bratislava). Analýza týchto podnikov bola realizovaná za rok 2000 vzhľadom k trom environmentálnym premenným⁴⁰: Veľkostná štruktúra podnikov podľa počtu zamestnancov (VŠP), Skupina ceny pôdy (SCP) a Výrobná oblasť (VO).

Výberový súbor pri analýze podľa VŠP pozostával z 1175 podnikov (po „očistení“ 1150 podnikov), z toho bolo 579 (50,35%) podnikov s počtom zamestnancov do 50 (1-49), 536 (46,61%) podnikov s počtom zamestnancov do 250 (50-249) a 35 (3,04%) podnikov s počtom zamestnancov nad 250 (viac ako 250), pozri Graf 1.

Z hľadiska organizačno-právnej formy podnikania, boli v analyzovanej databáze poskytnuté údaje zo 439 obchodných spoločností (OS), 709 poľnohospodárskych družstiev (PD) a 2 štátnych majetkov (ŠM).

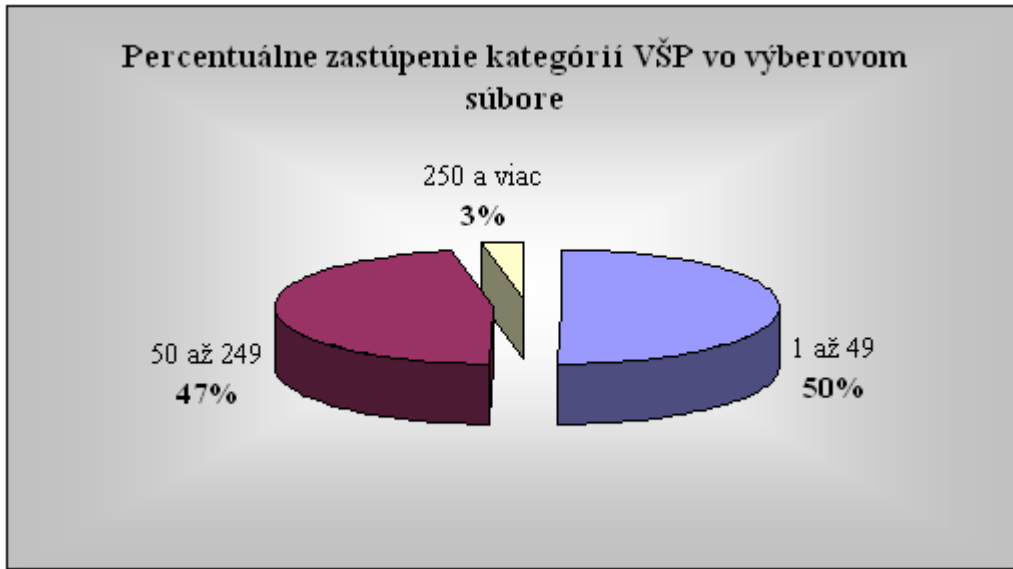
Z výberového súboru podnikov bolo vylúčených celkovo 25 podnikov (v relatívnom vyjadrení 2,13%) z dôvodu záporných hodnôt vstupných, resp. výstupnej premennej, pretože takéto podniky by nespĺňali potrebné podmienky pre hodnotenie ich efektívnosti metodológiou analýzy dátových obalov (žiadne záporné či nulové hodnoty inputov alebo outputov).

⁴⁰ Pod pojmom environmentálna premenná (faktor) budeme v tejto časti práce rozumieť premennú, ktorá vyjadruje vplyv prostredia na podnik.

Inkonzistentnosť údajov bola zistená u nasledovných premenných:

nulový počet pracovníkov	18 podnikov (z toho 16 OS, 2 PD)
nulový objem výroby	4 podniky (z toho 2 OS, 2 PD)
nulové mzdové náklady	3 podniky (z toho 3 OS, 0 PD)

Graf 1 Percentuálne zastúpenie veľkostných skupín podnikov

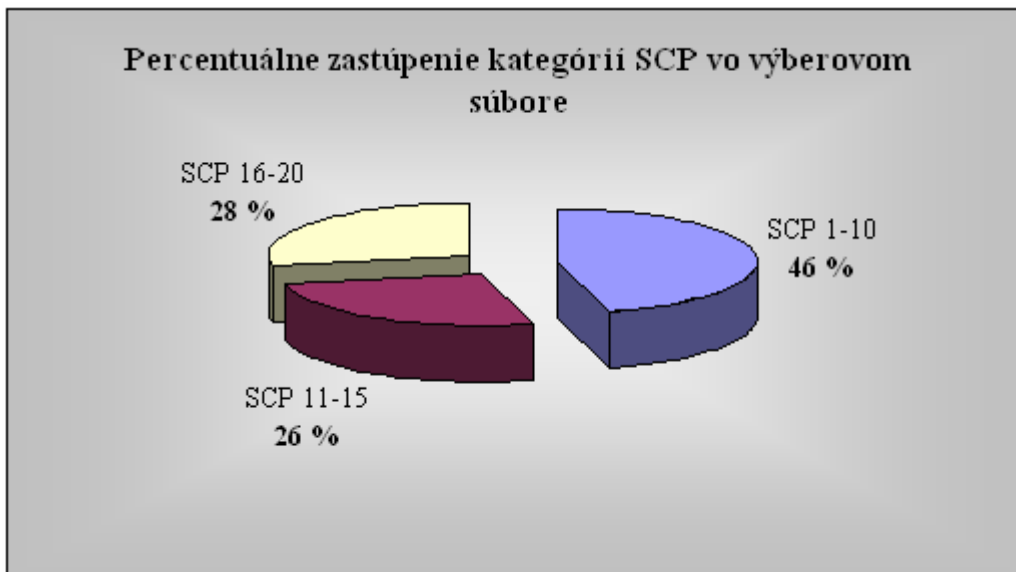


Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Výskyt ostatných dvoch environmentálnych premenných (SCP a VO) v údajovej základni spôsobil, že odlišné premenné a počty podnikov boli definované ako inkonzistentné. Z toho dôvodu bolo vo výberovom súbore pri analýze podľa SCP a VO k dispozícii 1175 podnikov (po „očistení“ však 1151 podnikov), z toho bolo 527 (45,79%) podnikov s horšími výrobnými podmienkami (SCP 1-10, HVP), 302 (26,24%) podnikov s priemernými výrobnými podmienkami (SCP 11-15, PVP) a 322 (27,98%) podnikov s lepšími výrobnými podmienkami (SCP 16-20, LVP), pozri Graf 2.

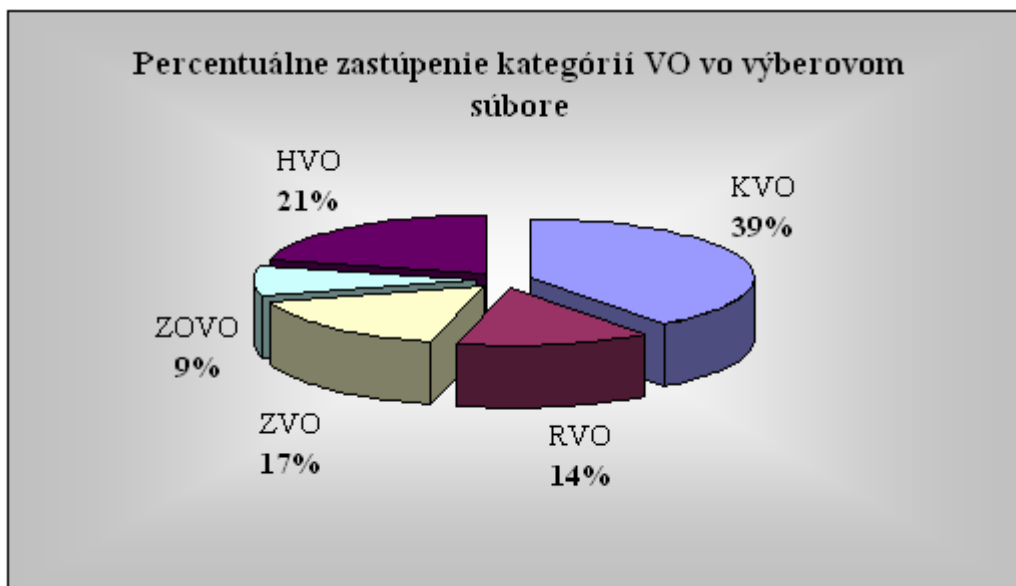
Výberový súbor podľa VO bol tvorený taktiež 1175 podnikmi (po „očistení“ 1151 podnikov), z toho hospodáril 457 (39,70%) podnikov v kukuričnej výrobní oblasti (KVO), 163 (14,16%) podnikov v repárskej výrobní oblasti (RVO), 191 (16,59%) podnikov v zemiakárskej výrobní oblasti (ZVO), 98 (8,51%) podnikov v zemiakársko-ovsenej výrobní oblasti (ZOVO) a 242 (21,03%) podnikov v horskej výrobní oblasti (HVO), pozri Graf 3.

Graf 2 Percentuálne zastúpenie skupín ceny pôdy



Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Graf 3 Percentuálne zastúpenie kategórií výrobných oblastí



Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Z hľadiska organizačno-právnej formy podnikania, boli v analyzovanej databáze podľa SCP ako aj VO poskytnuté údaje zo 438 obchodných spoločností (OS), 709 poľnohospodárskych družstiev (PD) a 2 štátnych majetkov (ŠM).

Kvôli vyššie uvedeným dôvodom bolo zo vstupnej databázy podľa SCP a VO vylúčených 24 podnikov (v relatívnom vyjadrení 2,04%). Premenné, u ktorých bola zistená inkonzistentnosť údajov, sú nasledovné:

- nulový objem výroby 4 podniky (z toho 2 OS, 2 PD)
- nulové mzdové náklady 20 podnikov (z toho 17 OS, 3 PD)

Pri výpočte mier efektívnosti boli použité tieto premenné:

Inputové premenné:

- *spotreba materiálu a energie* – časť spotreby, ktorú organizácia vynakladá v určitom časovom období v súvislosti s jej činnosťou. Patrí sem aj spotreba ostatných neskladovateľných dodávok (reálna premenná, pod kontrolou rozhodovacieho subjektu),
- *služby* – prvotné náklady t.j. externé práce, dodávky a služby (výkony od iných jednotiek, vrátane poplatkov a provízií) a aktivované služby zahrnuté do spotreby danej jednotky (reálna premenná, pod kontrolou rozhodovacieho subjektu),
- *mzdové náklady* – čiastky mzdových nákladov, ktoré sú vyplácané vlastným zamestnancom ako odmena za prácu alebo jej náhrada na základe právneho vzťahu (pracovného, štátnozamestnaneckého, služobného alebo členského pomeru) k zamestnávateľovi (reálna premenná, pod kontrolou rozhodovacieho subjektu),
- *majetok celkom* – všetky prostriedky, ktoré podnik pri svojej činnosti obstaráva, používa, prípadne vytvára, účelne s ním hospodári (reálna premenná, pod kontrolou rozhodovacieho subjektu len z dlhodobého hľadiska).

Outputová premenná:

- *výroba*⁴¹ – premena výrobných faktorov na výrobky (hmotné statky) a služby (nehmotné statky). Ide o kategóriu, ktorá implicitne nadobúda len kladné hodnoty a tak spĺňa podmienku aplikovania DEA metodológie (reálna premenná, pod kontrolou rozhodovacieho subjektu).

Inputové premenné, podobne ako outputová premenná, nadobúdali v databáze hodnotených podnikov (po vyradení rozhodovacích jednotiek nevhodných pre aplikáciu DEA prístupu) len kladné hodnoty a tým spôsobom splnili podmienku aplikovania neparametrickej metódy DEA na hodnotenie ich efektívnosti.

4.1.1 Vývoj outputovej premennej Výroba

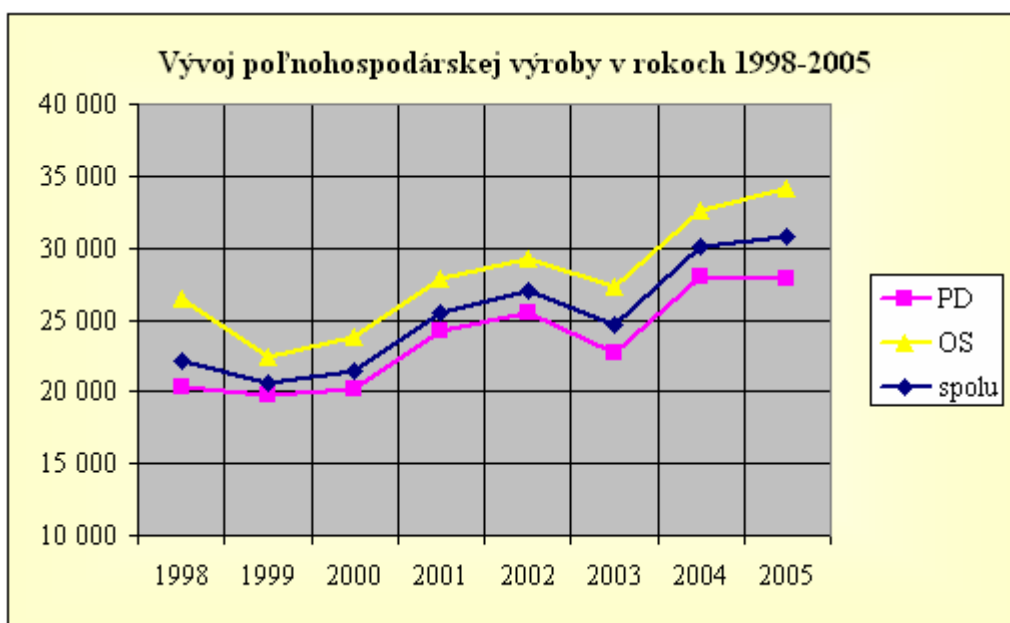
Pokračujúca reštrukturalizácia potravinárstva a dobiehajúca transformácia subjektov poľnohospodárskej prvovýroby ovplyvnili aj súčasnú podnikateľskú štruktúru v sektore. Znižuje sa počet podnikateľských subjektov poľnohospodárskych služieb pri súčasnom raste

⁴¹ Premenná Výroba je z uvedeného dôvodu „dôveryhodnou“ outputovou premennou. Pri aplikovaní DEA prístupu sa neodporúča použiť premennú Pridaná hodnota alebo Zisk ako outputovú premennú, pretože táto môže nadobúdať záporné hodnoty, aj napriek tomu, že sa očakávajú len jej kladné hodnoty.

počtu fariem a potravinárskych subjektov, najmä fyzických osôb (samostatne hospodáriaci roľníci). Z právnických osôb prevažujú obchodné spoločnosti (predovšetkým akciové spoločnosti a spoločnosti s ručením obmedzeným) spolu s poľnohospodárskymi družstvami, ktoré si aj napriek transformačným procesom udržujú stabilný 45% podiel na obhospodarovanej výmere poľnohospodárskej pôdy.

Z účtovného hľadiska je výroba definovaná ako súčet tržieb z predaja vlastných výrobkov a služieb, zmeny stavu vnútroorganizačných zásob a aktivácie (riadok 04 vo Výkaze ziskov a strát), ktorých vývoj pôsobí na jej konečnú hodnotu.

Graf 4 Zobrazenie vývoja poľnohospodárskej výroby v $\text{Sk}\cdot\text{ha}^{-1}$ p.p. v rokoch 1998-2005



Zdroj: MP SR [URL 24], VÚEPP, vlastné výpočty

Časový rad ukazovateľa je znázornený v rokoch 1998-2005 v grafe 4, z ktorého je zrejмый trend rastu poľnohospodárskej výroby prepočítaný na 1 ha poľnohospodárskej pôdy v analyzovanom období. Zlomovým obdobím sú roky 1999 a 2003, kedy došlo k výraznejším poklesom v objeme výroby tak u OS, PD ako aj v celej poľnohospodárskej prvovýrobe (v relatívnom vyjadrení bolo zaznamenané zníženie o 7,2% a 8,8% oproti rokom 1998 a 2002, v uvedenom poradí).

Dôvodov môže byť viacero:

- v roku 1999 to bolo čiastočne spôsobené vplyvom nepriaznivých klimatických podmienok, ale najmä znižovaním intenzifikácie a technologickej inovácie

v dôsledku pretrvávajúcej problematiky roztvárania cenových nožníc⁴² a opätovného zníženia podpory poľnohospodárstva,

- rok 2003 poznačilo najmä znižovanie výmery poľnohospodárskej pôdy v dôsledku úbytku ornej pôdy, chmeľníc, viníc, záhrad a ovocných sádov (celkovo poklesla výmera pôdy takmer o 1050ha) a zvýšila sa výmera trvalých trávnych porastov.

Od roku 2003 vykazuje výroba rastúcu tendenciu a podobný vývoj sa očakáva aj v blízkej budúcnosti. Uvedené dôvody sa viac-menej vzťahujú aj na nasledujúce charakterizované ukazovatele: spotreba materiálu a energie, služby, mzdové náklady a majetok celkom.

4.1.2 Vývoj inputovej premennej Spotreba materiálu a energie

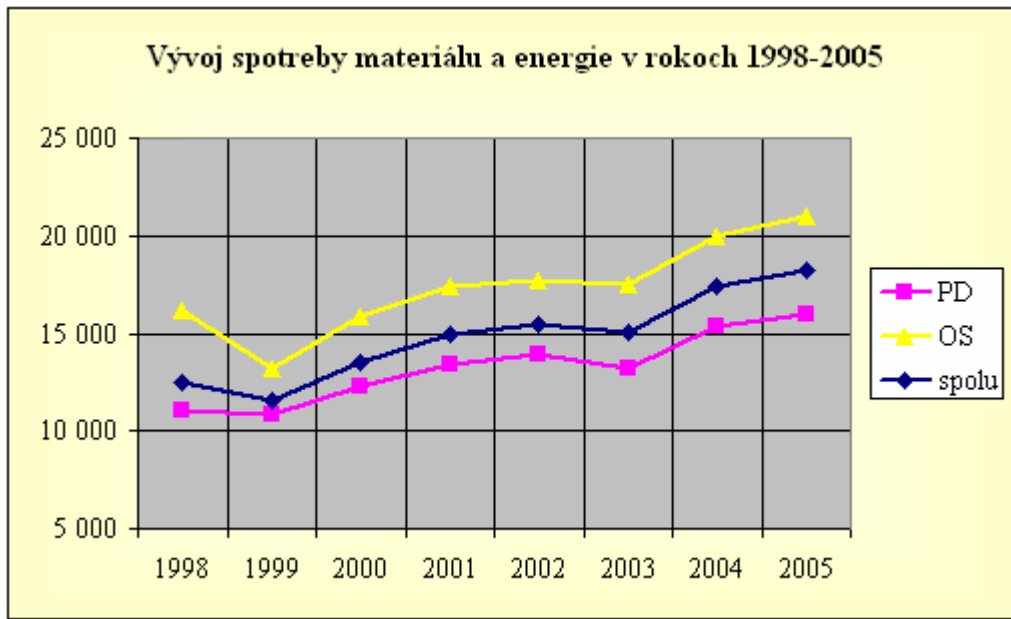
Pre každý výrobný podnik sú okrem iného dôležité ceny vstupov, nízke zásoby a kvalita produkcie. Práve ceny vstupov sú limitujúcim faktorom aj v poľnohospodárskej prvovýrobe. Roztvárajúce cenové nožnice spôsobujú neraz veľké problémy aj skúseným podnikateľom, či už právnickým alebo fyzickým osobám. Ich príčinou je hlavne nárast regulovaných cien energií a spotrebných daní. Dôsledkom zotrúvajúceho problému roztvárania cenových nožníc je neustále zvyšujúca sa hodnota výrobnej spotreby, ktorá ovplyvňuje nákladovú rentabilitu subjektu.

Spotreba materiálu, energie a ostatných neskladovateľných dodávok (riadok 09 vo Výkaze ziskov a strát) je spolu so službami súčasťou výrobnej spotreby (riadok 08 vo Výkaze ziskov a strát) a predstavuje výraznú položku prevádzkových nákladov podniku.

Grafická ilustrácia vývoja spotreby materiálu a energie v časovom horizonte siedmich rokov (1998-2005) poukázala na podobný trend vývoja, ako pri výrobe (pozri Graf 5). Po výraznom znížení spotreby materiálu a energie v roku 1999 nasleduje takmer 19% zvýšenie hodnôt ukazovateľa u OS a približne 13%-ný nárast u PD v roku 2000. Od uvedeného roku nastáva pomerne kontinuálne zvyšovanie spotreby materiálu a energie až do roku 2003, kedy síce znovu poklesne ich hodnota, no vzápätí vykazuje ďalší rast a je veľmi pravdepodobné, že v podobnom tempe bude napredovať aj v roku 2006.

⁴² Pojem cenové nožnice poukazuje na záporný rozdiel medzi trhovými cenami vstupov na jednej strane a regulovanými cenami výstupov na strane druhej. Proces roztvárania cenových nožníc signalizuje zväčšujúci sa záporný rozdiel medzi cenami vstupov a výstupov a jeho eliminácia je veľmi obtiažna (takmer nemožná).

Graf 5 Zobrazenie vývoja spotreby materiálu a energie v Sk.ha⁻¹ p.p. v rokoch 1998-2005



Zdroj: MP SR [URL 24], VÚEPP, vlastné výpočty

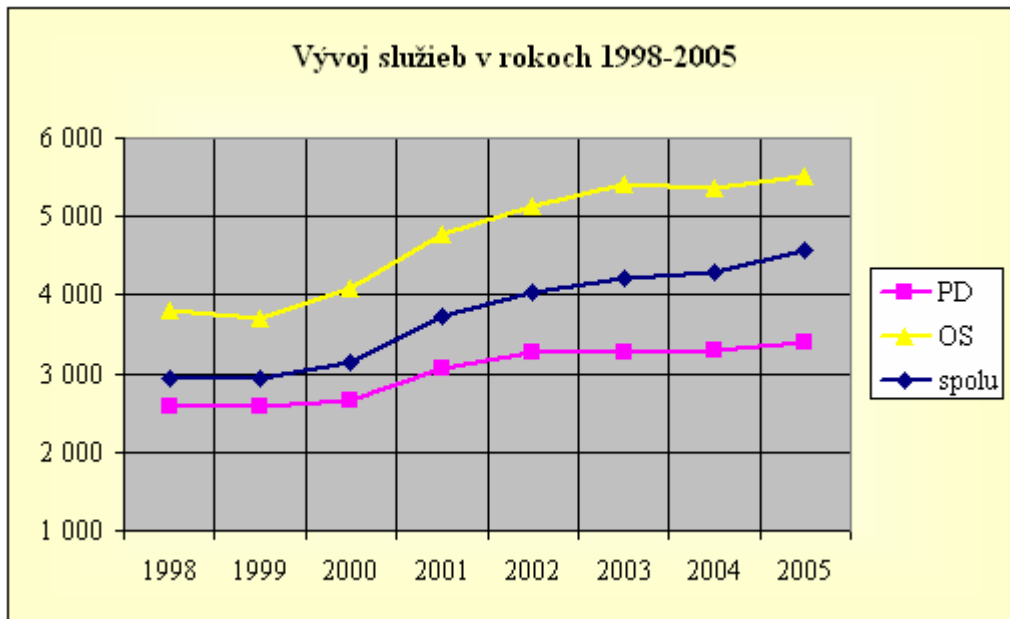
4.1.3 Vývoj inputovej premennej Služby

Náklady na služby predstavujú pre každý podnikajúci subjekt nemalé finančné prostriedky vynakladané v prevažnej miere na opravy a udržiavanie, cestovné, poštovné, náklady na telefónne účty, služby od externých dodávateľov a ostatné. Platí to aj pre poľnohospodárstvo vo všeobecnom meradle.

Z pohľadu účtovnej jednotky sú teda nemenej dôležitou časťou výrobnéj spotreby práve služby (riadok 10 vo Výkaze ziskov a strát).

Rastúci trend vo vývoji služieb v analyzovanom období 1998-2005 je taktiež viditeľný z grafu 6. Na rozdiel od poľnohospodárskej výroby a spotreby materiálu a energie však nezaznamenal príznačnú fluktuáciu a zlomy v rokoch 1999 a 2003. Môžeme konštatovať, že okrem rokov 1998 a 1999, kedy ich priebeh stagnoval tak u všetkých podnikov poľnohospodárskej prvovýroby ako aj u PD (u OS dosiahol mierny pokles), je obdobie po nich nasledujúce charakterizované plynulým zvyšovaním nákladov na poskytované a prijaté služby. Tempo rastu je však mierne (medziročný nárast v priemere o 6,5 %).

Graf 6 Zobrazenie vývoja služieb v Sk.ha⁻¹ p.p. v rokoch 1998-2005



Zdroj: MP SR [URL 24], VÚEPP, vlastné výpočty

4.1.4 Vývoj inputovej premennej Mzdové náklady

Produktivita práce z pridanej hodnoty je úzko spojená s jednotkovými mzdovými nákladmi⁴³. Ak ekonomike hrozí pravdepodobnosť vyššej inflácie, majú práve jednotkové mzdové náklady signifikantný vplyv na kapitálový trh. Princíp je v tom, že pokles produktivity môže vyústiť do rýchlejšieho rastu jednotkových mzdových nákladov ako priemernej hodinovej mzdy.

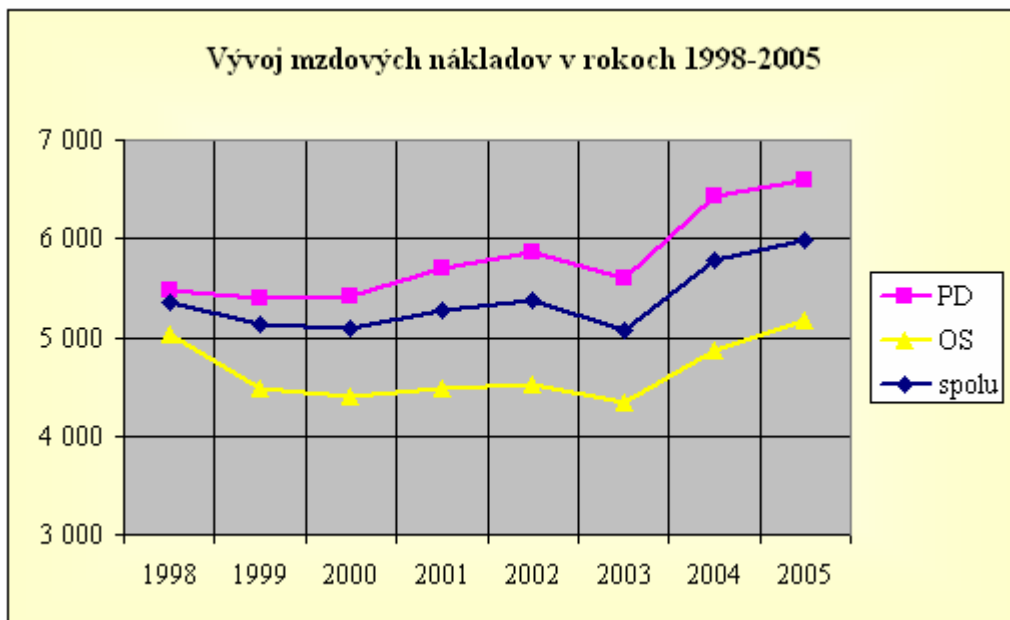
Mzdové náklady sú v rámci účtovnej osnovy pre podnikateľov prezentované ako časť osobných nákladov právnických a fyzických osôb, pod ktoré spadajú okrem nákladov na mzdy zamestnancov tiež náklady na zákonné sociálne poistenie a ostatné náklady (riadok 13 vo Výkaze ziskov a strát).

Časový rad ukazovateľa v rokoch 1998-2005 má nepatrne odlišný priebeh u všetkých podnikov poľnohospodárskej prvovýroby a PD v porovnaní s OS (pozri Graf 7). Kým u prvej skupiny pozorujeme kolísavý priebeh vývoja mzdových nákladov pozostávajúci zo stagnácie (1998-2000), rastu (2000-2002), poklesu (2002-2003) a opätovného rastu (2003-2005), je situácia u PD viac stabilnejšia. Napriek menším výkyvom sa však poľnohospodárske družstvá nevyhli zvýšeniu mzdových nákladov v poslednom období (2003-2005). Štrukturálny zlom

⁴³ Jednotkové mzdové náklady sú náklady potrebné na vyprodukovaní jednej jednotky výstupu.

v roku 2003 nasledovaný rastom nákladov na mzdy zamestnancov u analyzovanej podnikateľskej štruktúry prvovýroby bol s veľkou pravdepodobnosťou vyvolaný aktivitami spojenými so vstupom Slovenskej republiky (SR) do Európskej únie⁴⁴ (EÚ).

Graf 7 Zobrazenie vývoja mzdových nákladov v Sk.ha⁻¹ p.p. v rokoch 1998-2005



Zdroj: MP SR [URL 24], VÚEPP, vlastné výpočty

4.1.5 Vývoj inputovej premennej Majetok celkom

Bez akéhokoľvek majetku (v hmotnej či nehmotnej podobe) by žiaden podnikateľský subjekt nemohol existovať. K štruktúre svojho majetku pristupujú rôznorodo a to predovšetkým v závislosti od predmetu podnikania.

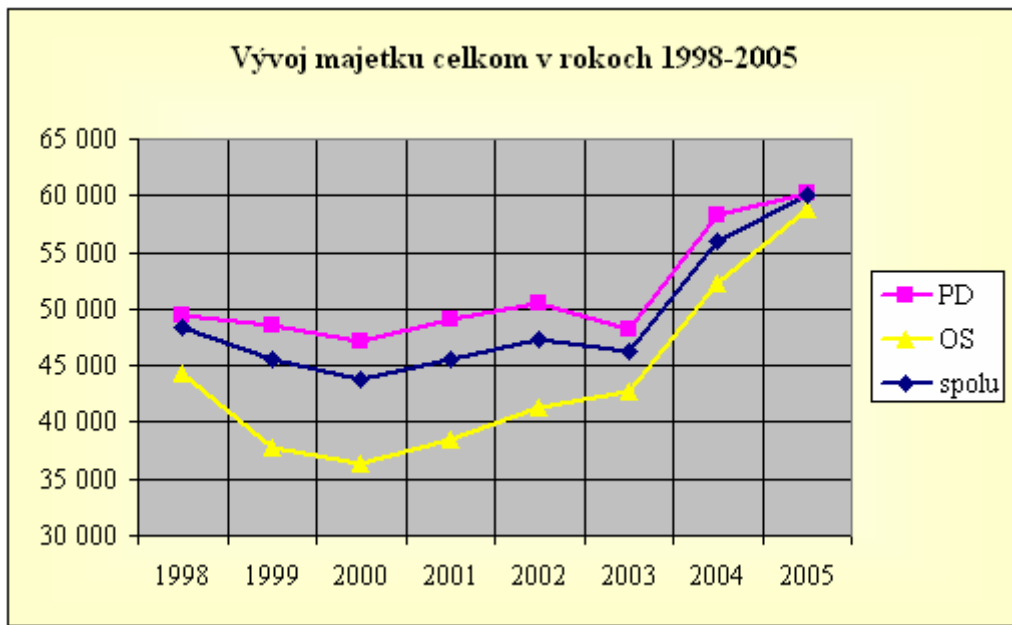
S postupným vývojom spoločnosti je podnik nútený investovať aj do modernejších a sofistikovanejších technológií, pretože si uvedomuje nevyhnutnosť ich prítomnosti v životnom cykle a svojej konkurencieschopnosti. Vzhľadom na obmedzené finančné možnosti, otázka inovácie subjektu väčšinou zaostáva za dôležitejšími činnosťami, ktorým je potrebné čeliť. Vhodným prístupom vrcholového manažmentu je možné tieto nepriaznivé faktory prinajmenšom eliminovať.

⁴⁴ Slovensko sa stalo členom Európskej únie dňa 1. mája 2004.

Majetok celkom (aktíva celkom) zvyčajne vystupuje v súvahe ako najvyššia položka podnikateľskej jednotky (riadok 01 v súvahe pre podnikateľov účtujúcich v sústave podvojného účtovníctva). Je to dané predovšetkým štruktúrou majetku (hmotný, nehmotný, dlhodobý, krátkodobý, obežný, neobežný a pod.).

Vývoj majetku celkom pre subjekty poľnohospodárskej prvovýroby v rokoch 1998-2005 je znázornený v grafe 8. Je charakteristický podobnými zlomovými obdobiami a fluktuáciami tendenciami ako mzdové náklady. Dynamika rastu majetku po roku 2003 je oveľa výraznejšia ako u ostatných skúmaných ukazovateľov. Medziročne dosahuje v priemere približne 12% a jeho ďalšie zvyšovanie sa logicky očakáva aj v budúcnosti. Zásľuhu na uvedenej skutočnosti možno pripísať aj zvýšenému záujmu investorov, ktorí vytvárajú pozitívnu makroekonomickú klímu v krajine.

Graf 8 Zobrazenie vývoja majetku celkom v Sk.ha⁻¹ p.p. v rokoch 1998-2005



Zdroj: MP SR [URL 24], VÚEPP, vlastné výpočty

4.2 Základné štatistické analýzy

Pri základných štatistických analýzach podnikov boli okrem štandardných vypočítaných mier technickej efektívnosti zahrnuté do výpočtu aj tri kategorické environmentálne premenné:

1. Veľkostná štruktúra podnikov podľa zamestnancov⁴⁵ (VŠP) s tromi kategóriami:
 - 1-49 (malé podniky s počtom zamestnancov 1-49),
 - 50-249 (stredné podniky s počtom zamestnancov 50-249),
 - viac ako 250 (veľké podniky s počtom zamestnancov 250 a viac),

2. Skupina ceny pôdy (SCP)⁴⁶ tiež s tromi kategóriami:
 - SCP 1-10 (horšie výrobné podmienky, HVP),
 - SCP 11-15 (priemerné výrobné podmienky, PVP),
 - SCP 16-20 (lepšie výrobné podmienky, LVP),

3. Výrobná oblasť (VO)⁴⁷ s piatimi kategóriami:
 - KVO (kukuričná výrobná oblasť),
 - RVO (repárska výrobná oblasť),
 - ZVO (zemiakárska výrobná oblasť),
 - ZOVO (zemiakársko-ovsená výrobná oblasť),
 - HVO (horská výrobná oblasť).

Aby sme získali určitý prehľad o charaktere výberového súboru, vykonali sme u hodnotených podnikov predbežnú štatistickú analýzu. Jej cieľom bol výpočet základných štatistických ukazovateľov premenných vstupov a výstupu kategorizovaných podľa jednotlivých environmentálnych premenných. Popisné charakteristiky údajovej základne podľa VŠP, SCP a VO sú uvedené v prílohe (pozri Príloha – Tabuľka 1 a 2).

Výsledky členené podľa environmentálnej premennej VŠP uvádzame v tabuľke 1, podľa environmentálnej premennej SCP v tabuľke 2 a podľa jednotlivých výrobných oblastí v tabuľkách 3-7.

⁴⁵ Veľkostné kategórie podnikov sú určené zákonom NR SR č. 231/1999 Z.z. o štátnej pomoci, ktorý definuje malé a stredné podniky v súlade so súčasnou metodikou Európskej komisie.

⁴⁶ Skupina ceny pôdy sa odvodzuje na základe systému bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek (BPEJ).

⁴⁷ Územie Slovenskej republiky je rozdelené na 5 výrobných oblastí predovšetkým z dôvodu pôsobenia rozmanitých fyzicko-geografických činiteľov.

Tabuľka 1 Základné štatistické charakteristiky (veľkosťná štruktúra podnikov)

Premenná	VŠP	Minimum	Maximum	Priemer	Štandardná odchýlka
Materiál (tis. Sk)	1-49	16	45559	6289	5529
	50-249	1499	251258	27461	22955
	250 +	38261	196233	101850	42422
Služby (tis. Sk)	1-49	17	37414	2391	3187
	50-249	685	43175	6065	4660
	250 +	6838	48981	18350	9789
Mzdové náklady (tis. Sk)	1-49	8	8585	2486	1798
	50-249	2282	32469	11236	5686
	250 +	22600	69033	36037	10692
Majetok (tis. Sk)	1-49	101	111472	20405	18026
	50-249	6166	329626	96093	60546
	250 +	94479	790854	308001	135933
Výroba (tis. Sk)	1-49	35	56015	9440	8702
	50-249	3743	317915	44674	34158
	250 +	71370	340511	165057	65724

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Tabuľka 2 Základné štatistické charakteristiky (skupina ceny pôdy)

Premenná	SCP	Minimum	Maximum	Priemer	Štandardná odchýlka
Materiál (tis. Sk)	1-10	59	251258	14565	22492
	11-15	451	171421	21772	26357
	16-20	16	191002	24047	27263
Služby (tis. Sk)	1-10	17	48981	3323	4220
	11-15	36	43175	4996	5720
	16-20	82	37414	6278	5668
Mzdové náklady (tis. Sk)	1-10	8	52081	6428	6653
	11-15	49	46839	7907	7658
	16-20	15	69033	9164	9848
Majetok (tis. Sk)	1-10	251	790854	55057	69091
	11-15	264	417462	67694	71154
	16-20	260	571675	76816	86066
Výroba (tis. Sk)	1-10	43	317915	22012	32665
	11-15	35	231388	33469	39397
	16-20	397	340511	42088	46744
Výmera pôdy (ha)	1-10	1	10810	1559	1315
	11-15	6	10688	1600	1461
	16-20	10	6730	1360	1110

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Z tabuľky 1 vyplýva, že sledované základné štatistické charakteristiky pre premenné vstupov a výstupu nadobúdajú vo väčšine prípadov vyššie hodnoty u veľkých podnikov, čo je dané počtom ich zamestnancov (nad 250). Uvedené vyššie hodnoty premenných môžeme vnímať tak pozitívne (premenná Výroba) ako aj negatívne (všetky inputové premenné). Hodnota premennej Výroba (tis. Sk) je napríklad pre kategóriu podnikov s počtom zamestnancov nad 250 v priemere o 55% vyššia ako u stredných podnikov (s počtom zamestnancov 50-249). Naopak, horná hranica pre spotrebu materiálu a energie je o 11% vyššia u stredných podnikov ako u veľkých podnikov.

V tabuľke 2 môžeme vidieť, že priemerná výmera poľnohospodárskej pôdy sa pohybuje od 1360 ha (podniky hospodáriace v lepších výrobných podmienkach) do 1600 ha (podniky hospodáriace v priemerných výrobných podmienkach s minimálnou výmerou pôdy 10 ha). Zaujímavým zistením sú priemerné hodnoty pri spotrebe materiálu a energie a mzdových nákladov. V kategórii podnikov s lepšími výrobnými podmienkami sa očakávajú priaznivejšie (t.j. nižšie) hodnoty týchto premenných, v skutočnosti nadobúdajú najvyššie hodnoty v porovnaní s podnikmi z ostatných kategórií výrobných podmienok. Do značnej miery to môže byť spôsobené klimatickými zmenami typickými pre posledné obdobie, vrátane skúmaného roku 2000.

Tabuľka 3 Základné štatistické charakteristiky (kukuričná výrobná oblasť)

Premenná	Minimum	Maximum	Priemer	Štandardná odchýlka
Materiál (tis. Sk)	16	191002	21960	26217
Služby (tis. Sk)	82	41615	5704	5756
Mzdové náklady (tis. Sk)	15	69033	8175	8955
Majetok (tis. Sk)	260	571675	69201	81614
Výroba (tis. Sk)	61	340511	36748	43285
Výmera pôdy (ha)	6	10688	1400	1235

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Tabuľka 4 Základné štatistické charakteristiky (repárska výrobná oblasť)

Premenná	Minimum	Maximum	Priemer	Štandardná odchýlka
Materiál (tis. Sk)	1204	171421	23904	26901
Služby (tis. Sk)	165	25359	4829	4406
Mzdové náklady (tis. Sk)	183	57520	9215	8289
Majetok (tis. Sk)	264	344926	78080	74007
Výroba (tis. Sk)	35	237084	38142	41912
Výmera pôdy (ha)	9	8140	1703	1495

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Tabuľka 5 Základné štatistické charakteristiky (zemiakárska výrobná oblasť)

Premenná	Minimum	Maximum	Priemer	Štandardná odchýlka
Materiál (tis. Sk)	193	139372	16892	22947
Služby (tis. Sk)	158	43175	4004	5343
Mzdové náklady (tis. Sk)	60	39233	6678	7108
Majetok (tis. Sk)	1338	412094	56831	67683
Výroba (tis. Sk)	141	231388	25449	34935
Výmera pôdy (ha)	1	7129	1521	1283

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Tabuľka 6 Základné štatistické charakteristiky (zemiakársko-ovsená výrobná oblasť)

Premenná	Minimum	Maximum	Priemer	Štandardná odchýlka
Materiál (tis. Sk)	657	251258	18605	31447
Služby (tis. Sk)	36	27574	3730	4444
Mzdové náklady (tis. Sk)	19	39254	7157	7274
Majetok (tis. Sk)	1020	790854	63444	95831
Výroba (tis. Sk)	69	317915	27210	43142
Výmera pôdy (ha)	114	8329	1674	1386

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Tabuľka 7 Základné štatistické charakteristiky (horská výrobná oblasť)

Premenná	Minimum	Maximum	Priemer	Štandardná odchýlka
Materiál (tis. Sk)	59	196233	12447	19204
Služby (tis. Sk)	17	48981	3131	4330
Mzdové náklady (tis. Sk)	8	52081	6246	6434
Majetok (tis. Sk)	251	453561	52767	55444
Výroba (tis. Sk)	43	283502	19511	28796
Výmera pôdy (ha)	14	10810	1531	1268

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Aj deskriptívne charakteristiky všetkých výrobných oblastí poukázali na značnú variabilitu vo vstupnej databáze podnikov (pozri Tabuľky 3-7). Najväčšiu výmeru poľnohospodárskej pôdy v priemere vykazuje repárska výrobná oblasť (1703 ha) nasledovaná zemiakársko-ovsenou výrobnou oblasťou (1674 ha). Paradoxne, oblasťou s najmenšou výmerou pôdy zostáva kukuričná (1400 ha), ale patrí jej druhé miesto v priemernom objeme výroby (po repárskej výrobnéj oblasti).

Keďže jedným z čiastkových cieľov diplomovej práce je zistenie existencie štatisticky (vysoko) preukazných rozdielov v priemerných mierach technickej efektívnosti podnikov medzi dvojicami skupín environmentálnych premenných, považujeme za žiadúce najprv overiť, či analyzované dáta spĺňajú podmienku normality rozdelenia. Tento fakt budeme

verifikovať tak prostredníctvom štandardného štatistického Shapiro-Wilkovho testu (pozri Tabuľka 8), ako aj ilustráciou s využitím histogramov (pozri Príloha – Grafy 1-5) a grafu typu normal probability plot (pozri Príloha – Grafy 6-10).

Tabuľka 8 Testovacia štatistika Shapiro-Wilkovho testu a jej prislúchajúce hodnoty p-value

Premenná	W	p-value
Materiál (tis. Sk)	0,6463	0,0000
Služby (tis. Sk)	0,6979	0,0000
Mzdové náklady (tis. Sk)	0,7758	0,0000
Majetok (tis. Sk)	0,7391	0,0000
Majetok (tis. Sk)	0,6795	0,0000

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Porovnaním hodnôt p-value z tabuľky 8 s hladinou významnosti 0,05 resp. 0,01 môžeme konštatovať, že zamietame nulovú hypotézu o normálnom rozdelení a tvrdíme, že výberový súbor nemá normálne rozdelenie.

Z uvedeného zistenia vyplýva, že v práci ďalej nemôžeme využívať štandardné parametrické testy (napr. t testy alebo analýzu rozptylu), ale musíme siahnuť po ich neparametrických ekvivalentoch. Na testovanie zhody dvoch priemerných hodnôt nezávislých súborov teda namiesto nepárového t testu použijeme Mann-Whitney U test. Podobne budeme aplikovať na testovanie zhody viac ako dvoch priemerných hodnôt nezávislých súborov s jednou úrovňou faktora Kruskal-Wallisov test, ktorý je analógiou jednofaktorovej ANOVY.

4.3 Výsledky analýzy efektívnosti

Pri prvotnej analýze a porovnávaní dosiahnutých výsledkov efektívnosti podnikov za rok 2000 sme vychádzali z riešenia úloh lineárneho programovania týchto troch DEA modelov:

- konštantné výnosy z rozsahu (CRS/BCC/KVR DEA model)
- variabilné výnosy z rozsahu (VRS/CCR/VVR DEA model)
- nerastúce výnosy z rozsahu (NIRS/NrVR DEA model) – výpočet efektívnosti z rozsahu.

Keďže ide o riešenie úloh lineárneho programovania, muselo byť zostavených toľko modelov, koľko je podnikov, t.j. 1150 (resp. 1151 pre SCP a VO) úloh lineárneho programovania (ÚLP) pre každý typ DEA modelu. Bolo teda riešených 1150 (resp. 1151 pre SCP a VO) úloh lineárneho programovania za podmienok konštantných

výnosov z rozsahu, 1150 (resp. 1151 pre SCP a VO) úloh lineárneho programovania za podmienok variabilných výnosov z rozsahu a 1150 (resp. 1151 pre SCP a VO) úloh lineárneho programovania za podmienok nerastúcich výnosov z rozsahu.

Spolu bolo treba vyriešiť 3450 (resp. 3453 pre SCP a VO) úloh lineárneho programovania. Ak by sme všetky modely riešili len v prostredí tabuľkového procesoru MS Excel, bolo by to časovo veľmi náročné a okrem toho z počítačného hľadiska aj značne neefektívne. Z tohto dôvodu bol pri výpočte mier technickej efektívnosti definovaných ÚLP použitý softvér EMS v.1.3, ktorý nám poskytol výsledky v priebehu niekoľkých desiatok sekúnd (čas výpočtu mier technickej efektívnosti je priamo úmerný zložitosti DEA modelu a počtu hodnotených rozhodovacích jednotiek).

Získané miery efektívnosti za celý súbor podnikov sú zobrazené v tabuľke 9 a zotriedené podľa veľkostnej štruktúry podnikov v tabuľke 10.

Tabuľka 9 Základné štatistické charakteristiky mier technickej efektívnosti v roku 2000

	Konštantné výnosy z rozsahu	Variabilné výnosy z rozsahu	Efektívnosť z rozsahu
Priemer	0,583	0,623	0,940
Štandardná odchýlka	0,184	0,195	0,106
Minimum	0,005	0,022	0,057
Maximum	1,000	1,000	1,000
Podiel efektívnych podnikov [v %]	1,83	3,83	2,26

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Priemerná hodnota technickej efektívnosti všetkých podnikov za podmienok konštantných výnosov z rozsahu vykazuje hodnotu 0,583 a za podmienok variabilných výnosov z rozsahu 0,623 (pozri Tabuľka 9). Najväčší podiel efektívnych podnikov je dosahovaný za podmienok variabilných výnosov z rozsahu (3,83%), čo je zrejmé z princípov DEA metodológie. Analýza efektívnosti podnikov poukázala aj na priemernú hodnotu efektívnosti z rozsahu 0,940.

V tabuľke 10 sú znázornené miery technickej efektívnosti KVR, VVR a ER v členení podľa veľkostnej štruktúry podnikov. Veľké podniky s počtom zamestnancov nad 250 sú v priemere najefektívnejšie podľa KVR a VVR (0,7279, resp. 0,8741 v uvedenom poradí), nie však podľa ER. Zároveň sa vyznačujú aj najvyšším percentuálnym podielom efektívnych podnikov za podmienok variabilných výnosov z rozsahu. Najmenej efektívne sú podľa analýzy malé podniky s počtom zamestnancov do 50.

Tabuľka 10 Základné štatistické charakteristiky mier technickej efektívnosti v roku 2000 kategorizované podľa veľkostnej štruktúry podnikov

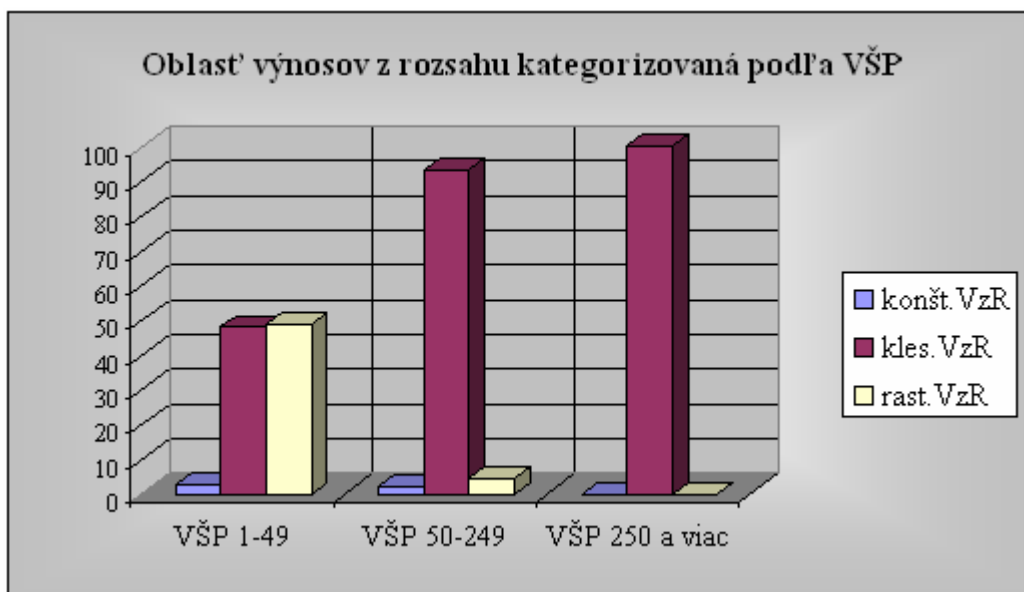
	VŠP	Konštantné výnosy z rozsahu	Variabilné výnosy z rozsahu	Efektívnosť z rozsahu
Priemer	1-49	0,5315	0,5633	0,9412
	50-249	0,6300	0,6711	0,9451
	250 +	0,7279	0,8741	0,8355
Štandardná odchýlka	1-49	0,201	0,202	0,128
	50-249	0,148	0,165	0,067
	250 +	0,125	0,105	0,119
Minimum	1-49	0,005	0,022	0,057
	50-249	0,230	0,231	0,527
	250 +	0,424	0,644	0,438
Maximum	1-49	1,000	1,000	1,000
	50-249	1,000	1,000	1,000
	250 +	1,000	1,000	1,000
Podiel efektívnych podnikov [v %]	1-49	2,76	4,49	2,94
	50-249	1,49	2,43	2,24
	250 +	0,00	14,29	0,00

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

DEA model za podmienok nerastúcich výnosov z rozsahu slúži pre výpočet oblasti výnosov z rozsahu, v ktorej skúmaný podnik operuje. Zatiaľčo u veľkých a stredných podnikov prevládajú klesajúce výnosy z rozsahu (pričom veľké podniky operujú výlučne v oblasti klesajúcich výnosov z rozsahu, pozri Graf 4), u malých podnikov mierne prevyšujú rastúce výnosy z rozsahu (49,05%) nad klesajúcimi (48,01%). Zanedbateľné je percento podnikov pôsobiacich v oblasti konštantných výnosov z rozsahu v jednotlivých veľkostných kategóriách (2,94%, 2,24% a 0%).

Podobne sme podrobili analýze súbor s údajmi podnikov s výskytom environmentálnej premennej SCP vyjadrujúcej kvalitu poľnohospodárskej pôdy. Z tabuľky 11 vyplýva, že podniky hospodáriace v lepších výrobných podmienkach dosahujú vyššie priemerné miery technickej efektívnosti ako podniky v priemerných či horších výrobných podmienkach (platí to tak pre KVR ako aj VVR). Dôvod je jednoduchý a pritom logický – čím je lepšia kvalita poľnohospodárskej pôdy, tým podnik dokáže vyprodukovať väčší objem pri nižších nákladoch, pretože devíza kvalitnej pôdy v sebe implicitne nezahŕňa potrebu substitúcie živín v prirodzenom stave živinami umelými (chemické hnojivá). Táto skutočnosť sa odzrkadľuje aj na percentuálnom podiele efektívnych podnikov – najviac ich je sústredených práve v oblasti s lepšími výrobnými podmienkami (6,21% podnikov je efektívnych za podmienok variabilných výnosov z rozsahu).

Graf 4 Percentuálne zobrazenie oblastí výnosov z rozsahu podľa veľkostnej štruktúry



Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Tabuľka 11 Základné štatistické charakteristiky mier technickej efektívnosti v roku 2000 kategorizované podľa skupín ceny pôdy

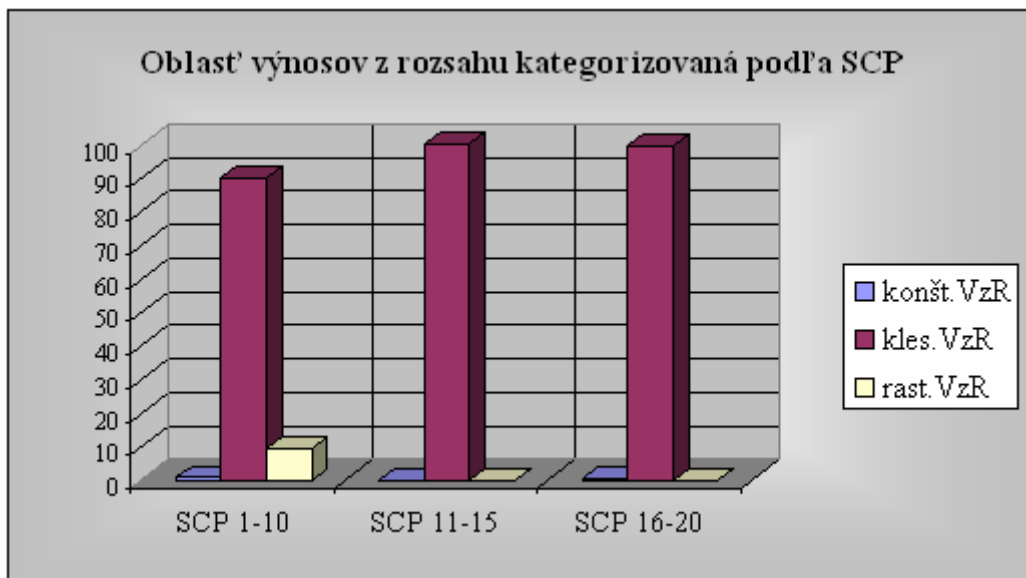
	SCP	Konštantné výnosy z rozsahu	Variabilné výnosy z rozsahu	Efektívnosť z rozsahu
Priemer	1-10	0,530	0,565	0,943
	11-15	0,587	0,624	0,942
	16-20	0,665	0,716	0,932
Štandardná odchýlka	1-10	0,185	0,194	0,113
	11-15	0,174	0,184	0,110
	16-20	0,158	0,171	0,086
Minimum	1-10	0,044	0,124	0,060
	11-15	0,005	0,048	0,057
	16-20	0,013	0,022	0,527
Maximum	1-10	1,000	1,000	1,000
	11-15	1,000	1,000	1,000
	16-20	1,000	1,000	1,000
Podiel efektívnych podnikov [v %]	1-10	1,52	3,43	2,48
	11-15	0,99	1,99	0,99
	16-20	3,11	6,21	3,11

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Ako je znázornené na grafe 5, rastúce výnosy z rozsahu nevykazujú jednak ani podniky s priemernými výrobnými podmienkami a prekvapujúco ani podniky s lepšími výrobnými podmienkami. Iba približne 9% podnikov v horších výrobných podmienkach operuje v oblasti

rastúcich výnosov z rozsahu. Klesajúce výnosy z rozsahu sú dominantné vo všetkých troch kategóriách aj pri tejto environmentálnej premennej.

Graf 5 Percentuálne zobrazenie oblasti výnosov z rozsahu podľa skupín ceny pôdy



Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Analýza výsledkov efektívnosti upriamila našu pozornosť v neposlednom rade na jednotlivé výrobné oblasti a ich priemerné miery technickej efektívnosti. Ako sme predpokladali, najvyššie hodnoty mier technickej efektívnosti v roku 2000 boli dosiahnuté v kukuričnej výrobnjej oblasti (0,6792, pozri Tabuľka 12) a repárskej výrobnjej oblasti (0,6530); najnižšie hodnoty štandardne v horskej výrobnjej oblasti (0,5503). Poradie výrobných oblastí, počet podnikov im prislúchajúcich, ako aj priemerné miery technickej efektívnosti podnikov za podmienok VVR uvádza tabuľka 12.

Tabuľka 12 Priemerné miery technickej efektívnosti v jednotlivých výrobných oblastiach

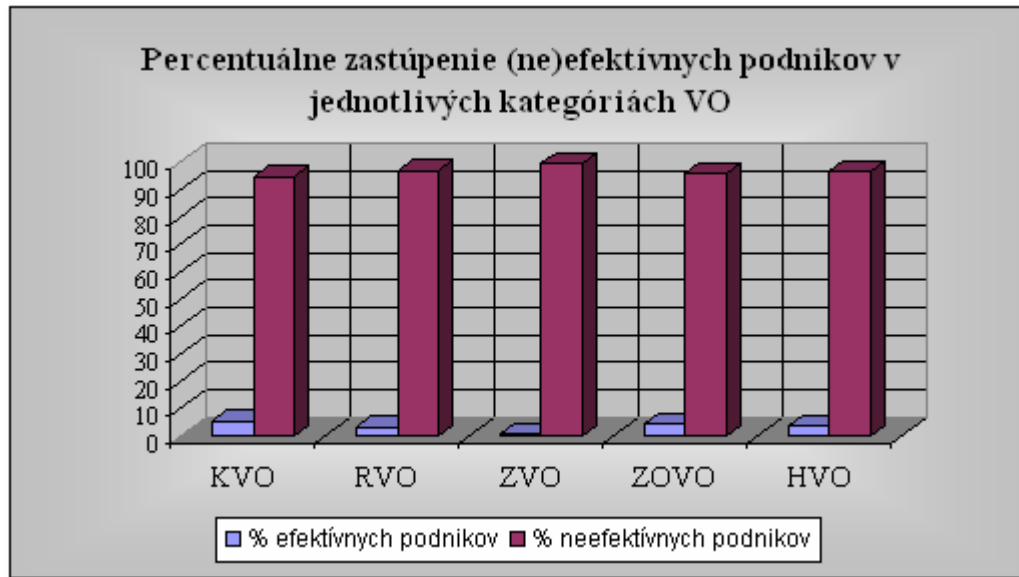
Výrobná oblasť	VVR TE	Počet podnikov	Poradie
KVO	0,6792	456	1
RVO	0,6530	163	2
ZVO	0,5733	190	4
ZOVO	0,5784	98	3
HVO	0,5503	240	5

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Z pohľadu počtu efektívnych, resp. neefektívnych podnikov pripadá najväčší percentuálny podiel efektívnych podnikov do očakávanej kukuričnej výrobnjej oblasti (5,48%, pozri Graf 6). Relatívne vysoký je aj podiel efektívnych podnikov v zemiakársko-ovsenej výrobnjej oblasti (4,08%). Naopak, najväčšie percento neefektívnych podnikov je detekovaných

v zemiakárskej (99,47%), repárskej (96,93%) a horskej výrobnjej oblasti (96,23%), pozri Graf 6.

Graf 6 Zobrazenie (ne)efektívnych podnikov v jednotlivých výrobných oblastiach

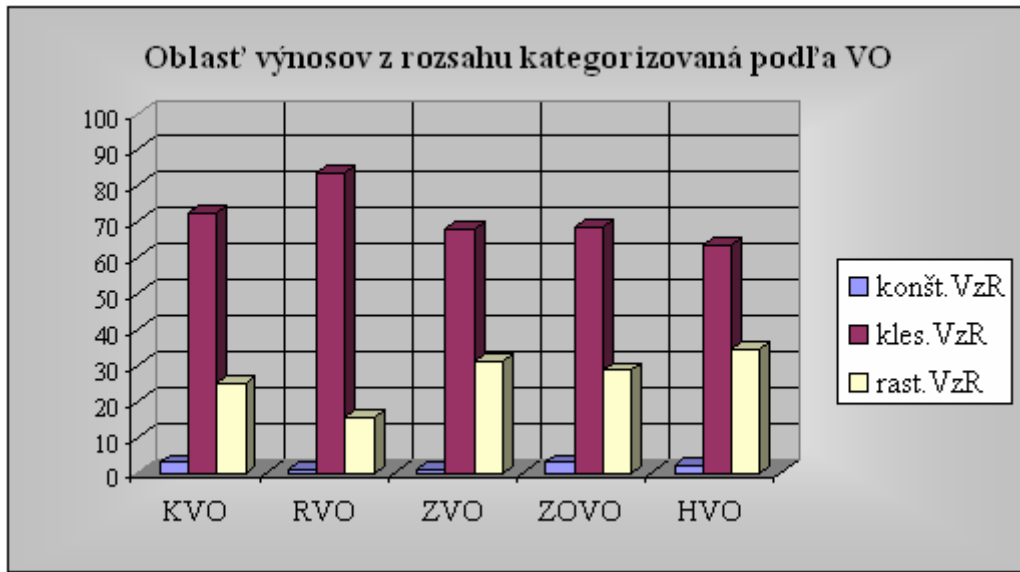


Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Na rozdiel od skupín predchádzajúcich environmentálnych premenných VŠP a SCP, oveľa vyššie percento všetkých výrobných oblastí operuje v oblasti rastúcich výnosov z rozsahu (pozri Graf 7). Až 34,58% podnikov z horskej výrobnjej oblasti, 31,05% podnikov zo zemiakárskej výrobnjej oblasti a 28,57% podnikov v zemiakársko-ovsenej výrobnjej oblasti pôsobí v oblasti rastúcich výnosov z rozsahu. Takmer rovnaké zastúpenie podnikov v oblasti konštantných výnosov z rozsahu nachádzame u kukuričnej a zemiakársko-ovsenej výrobnjej oblasti (3,07%, resp. 3,06%, v uvedenom poradí). Tento ekonomicky prívetivý fakt tak zjemňuje výrazné rozdiely v podieloch daných výrobných oblastí na oblasti výnosov z rozsahu, v ktorých podniky pôsobia.

Z uvedených výsledkov efektívnosti môžeme konštatovať, že najvyššie priemerné miery technickej efektívnosti KVR a VVR boli zaznamenané u lepších kategórií jednotlivých environmentálnych premenných. Faktom však zostáva, že prevažná väčšina všetkých podnikov (odhliadnuc od druhu environmentálnej premennej) operuje v oblasti klesajúcich výnosov z rozsahu.

Graf 7 Percentuálne zobrazenie oblasti výnosov z rozsahu podľa výrobných oblastí



Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

4.3.1 Analýza vplyvu veľkostnej štruktúry podniku na technickú efektívnosť

Vplyv veľkostnej štruktúry podniku na jeho technickú efektívnosť sme hodnotili prostredníctvom premennej Veľkostná štruktúra podnikov podľa počtu zamestnancov (VŠP). Neparametrickými testami sme skúmali, či je preukazný rozdiel v priemernej technickej efektívnosti medzi dvojicami veľkostných skupín podnikov (Mann-Whitney U test) ako aj celým hodnoteným súborom podnikov (Kruskal-Wallisov test). Všetky miery technickej efektívnosti boli počítané za podmienok variabilných výnosov z rozsahu a to z toho dôvodu, že slovenská ekonomika ešte takmer ani po 15 rokoch sústavných reforiem nemôže byť považovaná za trhovú ekonomiku, skôr transformujúcu sa. Práve VVR DEA modely zohľadňujú túto skutočnosť pri výpočtoch mier technickej efektívnosti.

Vzhľadom k výskytu premennej vo vstupných údajoch, ktorá vyjadruje vplyv prostredia na podnik, sme analýzu efektívnosti podnikov realizovali tromi metódami, ktoré sú určené práve pre riešenie DEA modelov s environmentálnymi premennými. Metóda 3 nebola použitá pri výpočtoch mier efektívnosti, pretože charakter environmentálnej premennej môže viesť pre každú rozhodovaciu jednotku minimálne k trom typom úloh lineárneho programovania, čo je značne náročné z hľadiska výpočtu. Navyše, metóda 3 implicitne vyžaduje spojité environmentálne premenné a v našej práci sa vo vstupnej databáze údajov vyskytovali len kategorické environmentálne premenné. Štandardná metóda, t.j. miery technickej efektívnosti bez zohľadnenia environmentálnej premennej, bola aplikovaná výlučne pre transparentnejšiu komparáciu dosiahnutých výpočtov (pozri Tabuľka 13).

Tabuľka 13 Popisné charakteristiky metód merania technickej efektívnosti v členení podľa environmentálnej premennej VŠP

Veľkostná štruktúra podnikov	Štandardná metóda	Metóda 1	Metóda 2	Metóda 4
VŠP 1-49	0,5633	0,5735	0,9858	0,5633
VŠP 50-249	0,6711	0,6792	0,6711	0,6711
VŠP 250 a viac	0,8741	0,8741	0,9102	0,8741
Minimum	0,0224	0,0224	0,0000	0,0224
Priemer	0,6230	0,6319	0,8368	0,6230
Štandardná odchýlka	0,1957	0,2014	0,1956	0,1957

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Z tabuľky 13 je zrejmé, že takmer podľa všetkých metód (okrem metódy 2) dosahujú veľké podniky s počtom zamestnancov nad 250 najvyššie hodnoty technickej efektívnosti (čo sme aj predpokladali, keďže vykazovali najväčší podiel efektívnych podnikov z hľadiska VVR, pozri Tabuľka 10). Najnižšie hodnoty technickej efektívnosti v priemere poskytuje štandardná metóda (hoci vypočítané miery technickej efektívnosti sú rovnaké aj u metód 1 a 4), čo je z veľkej miery podmienené absenciou environmentálnej premennej v DEA modeli. Na druhej strane, najvyššie miery technickej efektívnosti v priemere môžeme pozorovať pri metóde 2 (s výnimkou stredných podnikov). Je to pravdepodobne dané metodikou výpočtu, ktorá v sebe zahŕňa premietnutie neefektívnych rozhodovacích jednotiek na hranicu produkčných možností a opätovný výpočet mier technickej efektívnosti (už ako jeden DEA model). Relatívne vysoké hodnoty mier technickej efektívnosti dosahujeme aj pri metóde 1 v kategórii veľkých podnikov, čo signalizuje vysoký počet efektívnych podnikov v tejto skupine. Túto skutočnosť možno považovať za určitú nevýhodu tejto metódy, pretože rozdelením výberového súboru na skupiny (v našom prípade kategórie 1-49, 50-249 a viac ako 250) sa zníži počet podnikov v jednotlivých skupinách, čo vedie k tomu, že veľký podiel z nich je identifikovaných ako efektívnych. Tým sa významne redukuje diskriminačná sila analýzy.

Štandardná metóda a metóda 4 dosahujú rovnaké miery technickej efektívnosti z dôvodu totožnej metodiky výpočtu (keďže hodnoty technickej efektívnosti vypočítané štandardnou metódou sú závislou premennou v Tobit regresii, vysvetlenej nižšie, v druhej etape metódy 4).

Použitím vhodných neparametrických testov sme zistili, že medzi priemernými vypočítanými mierami technickej efektívnosti podnikov kategorizovaných podľa veľkostnej štruktúry existujú štatisticky vysoko preukazné rozdiely pri aplikácii všetkých vyššie uvedených metód (pozri hodnoty p-value v tabuľke 14).

Tabuľka 14 Výsledky neparametrických testov pri daných metódach merania efektívnosti

	Typ testu	Test. kritérium, p-value	Štand. metóda	Metóda 1	Metóda 2	Metóda 4
VŠP 1-49 a 50-249	M-W	test.kritérium	103234	105515,5	7784,5	103234
		p-value	4,16E-22	2,41E-20	3,28E-21	4,16E-22
VŠP 50-249 a 250+	M-W	test.kritérium	2858	3214,5	1891,5	2858
		p-value	5,32E-12	7,04E-11	2,40E-15	5,32E-12
VŠP 1-49 a 250+ ⁴⁸	M-W	test.kritérium	2011	2374,5	3365	2011
		p-value	1,60E-15	2,69E-14	3,13E-11	1,60E-15
všetky kategórie VŠP	K-W	test.kritérium	146,9	133,8	809,5	146,9
		p-value	5,04E-34	2,29E-30	4,51E-30	5,04E-34

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Kvôli podrobnejším informáciám sme tieto neparametrické testy ďalej použili aj pri zisťovaní rozdielov v mierach technickej efektívnosti medzi dvojicou kategórií (1-49 a 50-249; 50-249 a viac ako 250; 1-49 a viac ako 250). Podobne ako pri výsledkoch neparametrických testov za celú skupinu (Kruskal-Wallisov test), aj medzi jednotlivými kategóriami environmentálnej premennej (Mann-Whitney U test) existujú štatisticky vysoko preukazné rozdiely pri aplikácii všetkých analyzovaných metód (pozri hodnoty p-value v tabuľke 14). Môžeme teda tvrdiť, že v sledovaných údajoch medzi spomínanými kategóriami existuje veľká variabilita.

V práci sme ďalej využili aj testy kontrastov (tzv. post hoc testy), ktorými sme chceli overiť výsledky Mann-Whitney U testu v tabuľke 14, t.j. či existuje štatisticky vysoko preukazný rozdiel v priemerných mierach technickej efektívnosti v rámci skupiny (medzi dvojicami kategórií). Z dôvodu nerovnakého rozsahu súborov podnikov kategorizovaných podľa environmentálnej premennej, sme v práci uplatnili len dva testy: Scheffeho a Unequal N HSD test (Tukey-Kramer HSD test). Výsledky testov kontrastov potvrdili už uvádzané výsledky neparametrického testu z tabuľky 14 (pozri Príloha – Tabuľky 3-8).

Zaujímavým zistením zostáva fakt, že pri metóde 2 existujú podľa Unequal N HSD testu len štatisticky preukazné rozdiely v priemerných mierach technickej efektívnosti medzi malými a veľkými podnikmi (kategória 1-49 a viac ako 250), nie však štatisticky vysoko preukazné (p-value=0,021129, pozri Tabuľka 16). Scheffeho test však aj naďalej vykazuje štatisticky vysoko preukazné rozdiely v priemerných mierach technickej efektívnosti pre všetky kategórie podnikov (pozri Tabuľka 15). Dôvodom môže byť skutočnosť, že Unequal N HSD test je modifikáciou Tukeyovho HSD testu, ktorý je síce viac konzervatívnejší ako Fisherov LSD test, ale zároveň menej konzervatívnejší (prísnejší) ako Scheffeho test.

⁴⁸ Poznámka: 250+ je označenie pre veľké podniky s počtom zamestnancov nad 250.

Tabuľka 15 Výsledky Scheffeho testu – metóda 2 (premenná VŠP)

Scheffe test; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,01412, df = 1147,0				
Cell No.	VŠP	{1}	{2}	{3}
		,98582	,67106	,91016
1	1 az 49		0,00	0,001293
2	50 az 249	0,000000		0,000000
3	viac ako 250	0,001293	0,00	

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Tabuľka 16 Výsledky Unequal N HSD testu – metóda 2 (premenná VŠP)

Unequal N HSD; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,01412, df = 1147,0				
Cell No.	VŠP	{1}	{2}	{3}
		,98582	,67106	,91016
1	1 az 49		0,000022	0,021129
2	50 az 249	0,000022		0,000022
3	viac ako 250	0,021129	0,000022	

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

V metóde 4 sme realizovali výpočet mier technickej efektívnosti pomocou tzv. cenzorovaného regresného modelu Tobit. Ide o špeciálny typ regresie, v ktorej závislou premennou sú vypočítané miery technickej efektívnosti bez environmentálnej premennej (štandardná metóda) a nezávislou premennou sú kategórie environmentálnej premennej (v našom prípade kategórie veľkostných skupín podnikov) formulované cez techniku umelých premenných⁴⁹.

Tobit regresia sa aplikuje z toho dôvodu, že technická efektívnosť pri inputovo-orientovaných DEA modeloch vždy nadobúda hodnoty z intervalu $<0,1>$. V literatúre sa pre túto skutočnosť často používa označenie useknutá premenná (truncated variable). Je teda zrejmé, že nemôže byť aplikovaná klasická regresia, pretože nie je splnená požiadavka normálneho rozdelenia a teda koeficienty vypočítané pomocou tejto regresie by mohli poskytovať skreslené hodnoty parametrov.

Z výsledkov Tobit regresie (pozri Tabuľka 17) vyplýva, že priemerná miera technickej efektívnosti rozhodovacích jednotiek s počtom zamestnancov nad 250 je 87,41%. Malé

⁴⁹ Umelé premenné (dummy variables) používame najčastejšie na kvantifikáciu kvalitatívnych premenných a sú im pridelené iba hodnoty 0 (skúmaný atribút sa nevyskytuje u hodnoteného podniku) alebo 1 (skúmaný atribút sa u hodnoteného podniku vyskytuje). Keďže premenné nadobúdajú hodnoty 0 alebo 1, označujú sa aj ako nula-jednotkové premenné, resp. proxy premenné. Treba však poznamenať, že na kvantifikáciu m kategórií použijeme iba m-1 umelých premenných, pretože tá posledná je implicitne vyjadrená ako kombinácia predchádzajúcich premenných.

podniky s počtom zamestnancov do 50 dosahujú v priemere technickú efektívnosť nižšiu o 31,08% (t.j. 56,33%) a stredné podniky s počtom zamestnancov do 250 vykazujú technickú efektívnosť nižšiu v priemere o 20,3% (t.j. 67,11%) v porovnaní s veľkými podnikmi. Koeficienty pri všetkých parametroch sú štatisticky vysoko významné (p-value 2,89E-15, resp. 2,01E-10, pozri tabuľka 17).

Tabuľka 17 Koeficienty Tobit regresie a im prislúchajúce hodnoty p-value

Parametre	Odhad	Pravdepodobnosť
β_1 (250 a viac)	0,8741	2,89E-15
β_2 (1-49)	-0,3108	2,89E-15
β_3 (50-249)	-0,2030	2,01E-10

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Na základe týchto skutočností môžeme konštatovať, že pracovná hypotéza o vplyve environmentálnej premennej charakterizovanej veľkostí štruktúrou podnikov sa potvrdila, t.j. efektívnosť podniku je významne ovplyvnená počtom jeho zamestnancov.

4.4 Analýza vplyvu prírodných podmienok na technickú efektívnosť

V podkapitole budeme skúmať vplyv prírodných podmienok na technickú efektívnosť prostredníctvom dvoch environmentálnych premenných – skupiny ceny pôdy (SCP) a výrobné oblasti (VO). Aplikáciou podobného prístupu ako pri analýze vplyvu veľkostnej štruktúry podniku na technickú efektívnosť potvrdíme, resp. vyvrátíme formulované hypotézy, ktoré predpokladajú signifikantný vplyv kvality pôdy vyjadrenej SCP a výrobné oblasti na technickú efektívnosť.

4.4.1 Analýza vplyvu kvality pôdy na technickú efektívnosť

Pri ekonomickom ohodnotení pôdy sa v úvahu berie množstvo faktorov, či už prírodného alebo fyzicko-geografického charakteru, ktoré pôsobia na jej produkčnú schopnosť. Jeho výsledkom je tzv. bonitácia pôdy⁵⁰ využívajúca klasifikačný systém bonitovaných pôdno-ekologických jednotiek.

⁵⁰ Proces bonitácie vykonáva Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy so sídlom v Bratislave zriadený Ministerstvom pôdohospodárstva Slovenskej republiky.

Keďže pedologické vlastnosti pôdy nie sú z krátkodobého hľadiska ovplyvniteľné človekom, je aj kvalita pôdy charakterizovaná SCP zahrnutá do DEA modelov ako kategorická environmentálna premenná. Popisné charakteristiky vypočítaných mier technickej efektívnosti porovnávané za jednotlivé metódy zotriedené podľa skupín ceny pôdy sú uvedené v tabuľke 18.

Tabuľka 18 Popisné charakteristiky metód merania technickej efektívnosti v členení podľa environmentálnej premennej SCP

Skupina ceny pôdy	Štandardná metóda	Metóda 1	Metóda 2	Metóda 4
SCP 1-10	0,5642	0,5592	0,8337	0,5644
SCP 11-15	0,6235	0,6323	0,8249	0,6235
SCP 16-20	0,7161	0,7176	0,9687	0,7161
Minimum	0,0224	0,0224	0,4213	0,0224
Priemer	0,6225	0,6174	0,8692	0,6223
Štandardná odchýlka	0,1956	0,1951	0,1045	0,1952

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Z tabuľky 18 vyplýva, že najvyššiu priemernú efektívnosť za celý súbor dosahujú podniky podľa metódy 2 (86,92%). Je to spôsobené procesom výpočtu, ktorý v sebe zahŕňa premietnutie neefektívnych podnikov na hranicu produkčných možností a opätovný výpočet mier technickej efektívnosti za všetky rozhodovacie jednotky. Z pohľadu jednotlivých skupín ceny pôdy pozorujeme pomerne vysoké hodnoty technickej efektívnosti u podnikov hospodáriacich v lepších výrobných podmienkach (SCP 16-20) a najmenej efektívne sú podniky v horších výrobných podmienkach (SCP 1-10). Uvedená skutočnosť platí pri všetkých analyzovaných metódach výpočtu technickej efektívnosti pre environmentálne premenné v DEA modeloch.

Vybrané neparametrické testy boli následne použité na skúmanie rozdielov v priemerných mierach technickej efektívnosti medzi dvojicami kategórií SCP (Mann Whitney U test), ako aj za celý súbor (Kruskal-Wallisov test, pozri Tabuľka 19). Jednoduchou komparáciou hodnôt p-value s hladinou významnosti 0,05, resp. 0,01 sme dospeli k záveru, že medzi priemernou technickou efektívnosťou rozhodovacích jednotiek existujú štatisticky vysoko významné rozdiely pri vzájomnom porovnávaní daných skupín ceny pôdy podľa všetkých štyroch metód. Jedinú výnimku tvoria podniky hospodáriace v horších a priemerných výrobných podmienkach pri metóde 2, pretože rozdiely v ich priemerných mierach technickej efektívnosti sú štatisticky nevýznamné (p-value 0,194643, pozri Tabuľka 19).

Tabuľka 19 Výsledky neparametrických testov pri daných metódach merania efektívnosti

	Typ testu	Test. kritérium, p-value	Štand. metóda	Metóda 1	Metóda 2	Metóda 4
SCP 1-10 a 11-15	M-W	test.kritérium	64113,5	63977,5	75274	64113,5
		p-value	3,00E-06	2,58E-06	0,194643	3,15E-06
SCP 11-15 a 16-20	M-W	test.kritérium	34731	34731	8507,5	34731
		p-value	6,73E-10	6,73E-10	1,43E-10	6,73E-10
SCP 1-10 a 16-20	M-W	test.kritérium	46287,5	46194	16102	46287,5
		p-value	9,93E-29	7,34E-29	1,05E-28	9,93E-29
všetky kategórie SCP	K-W	test.kritérium	127,5	128,2	41,2	127,5
		p-value	2,72E-28	1,71E-28	1,38E-28	2,72E-28

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

V snahe verifikovať zistenia predchádzajúcich testov uvedených v tabuľke 19 (konkrétne Mann-Whitney U testu) sme vykonali viacnásobné porovnávanie medzi dvojicami kategórií SCP využitím vhodných testov pre analýzu kontrastov (Scheffeho test a Unequal N HSD test, pozri Príloha – Tabuľky 11-16). Oba aplikované testy potvrdili dosiahnuté výsledky zobrazené v tabuľke 19, t.j. nepreukazné rozdiely medzi podnikmi v horších a priemerných výrobných podmienkach podľa metódy 2 zostali nevýznamné na rovnakých hladinách významnosti aj na základe riešenia Scheffeho testu (p-value 0,346954, pozri Tabuľka 20) a Unequal N HSD testu (p-value 0,400227, pozri Tabuľka 21).

Tabuľka 20 Výsledky Scheffeho testu – metóda 2 (premenná SCP)

Scheffe test; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00706, df = 1148,0				
Cell No.	SCP	{1}	{2}	{3}
		,83372	,82489	,96873
1	SCP 1-10		0,346954	0,00
2	SCP 11-15	0,346954		0,00
3	SCP 16-20	0,000000	0,000000	

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Tabuľka 21 Výsledky Unequal N HSD testu – metóda 2 (premenná SCP)

Unequal N HSD; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00706, df = 1148,0				
Cell No.	SCP	{1}	{2}	{3}
		,83372	,82489	,96873
1	SCP 1-10		0,400227	0,000022
2	SCP 11-15	0,400227		0,000022
3	SCP 16-20	0,000022	0,000022	

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Metóda 4 si vyžaduje výpočet parametrov funkcie prostredníctvom cenzorovaného regresného modelu Tobit. Na základe vykonanej analýzy uvedenej v tabuľke 22, nadobúdajú podniky hospodáriace v lepších výrobných podmienkach priemernú mieru technickej efektívnosti na úrovni 71,61%. V poradí druhú najlepšiu hodnotu technickej efektívnosti v priemere vykazujú subjekty pôsobiace v priemerných výrobných podmienkach, avšak je nižšia o 9,26% (t.j. 62,35%) v porovnaní s podnikmi v lepších výrobných podmienkach. Horšia kvalita pôdy ovplyvnila aj konečnú priemernú technickú efektívnosť podnikov, pretože v horších výrobných podmienkach dosahovala len 56,38%, čo predstavuje približne 15%-ný pokles oproti podnikom hospodáriacim v lepších výrobných podmienkach.

Tabuľka 22 Koeficienty Tobit regresie a im prislúchajúce hodnoty p-value

Parametre	Odhad	Pravdepodobnosť
β_1 (LVP)	0,7161	2,89E-15
β_2 (HVP)	-0,1523	2,89E-15
β_3 (PVP)	-0,0926	4,80E-10

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Regresné koeficienty sú pri všetkých troch skúmaných parametroch funkcie vysoko preukazné (p-value 2,89E-15, resp. 4,80E-10, pozri Tabuľka 22), t.z., že sa potvrdila aj hypotéza o signifikantnom vplyve kvality pôdy na technickú efektívnosť podniku.

4.4.2 Analýza vplyvu výrobných oblastí na technickú efektívnosť

Špecifiká každej z piatich výrobných oblastí⁵¹ na Slovensku predpokladajú individuálny prístup k hospodáreniu na poľnohospodárskej pôde. Za najproduktívnejšiu je považovaná kukuričná výrobná oblasť vďaka priaznivým klimatickým podmienkam, produkčnej schopnosti pôdy a ľahšiemu obhospodarovaniu, ktoré významne znižujú nutnosť náročnejších intenzifikačných zásahov do pôdy.

Vplyv prostredia na efektívnosť podniku bola hodnotená aj prostredníctvom výrobných oblastí. Prehľad základných štatistických analýz je zobrazený v tabuľke 23.

Pre výberový súbor podnikov je príznačná výrazná variabilita v údajovej základni, ktorá sa prejavila predovšetkým pri štandardnej metóde, metóde 1 a 4 (pozri Tabuľka 23). Dôvodom pre jej nižšie hodnoty zistené pri použití metódy 2 je už spomínaná metodika výpočtu, ktorá zodpovedá aj za najvyššie priemerné hodnoty technickej efektívnosti. Pri metóde 1 sme

⁵¹ Jednotlivé výrobné oblasti sú definované vo vládnom nariadení č. 183/1947 Zb.

dospeli k zaujímavému zisteniu – keďže nediskriminuje neefektívne podniky, ako druhá v poradí poskytuje pomerne vysoké hodnoty technickej efektívnosti v priemere (0,7106). Z pohľadu jednotlivých výrobných oblastí zaznamenávajú miery technickej efektívnosti klesajúcu tendenciu od najlepšej výrobnjej oblasti (KVO) po najhoršiu (HVO) pri výpočte podľa štandardnej metódy, metódy 2 a metódy 4. Opačný priebeh vo všeobecnosti bol získaný použitím metódy 1, opätovne zapríčinený spôsobom riešenia.

Tabuľka 23 Popisné charakteristiky metód merania technickej efektívnosti v členení podľa environmentálnej premennej VO

Výrobná oblasť	Štandardná metóda	Metóda 1	Metóda 2	Metóda 4
KVO	0,6792	0,6794	0,9668	0,6792
RVO	0,6530	0,7613	0,7985	0,6530
ZVO	0,5733	0,7188	0,7745	0,5733
ZOVO	0,5784	0,7355	0,7163	0,5784
HVO	0,5503	0,7187	0,7703	0,5503
Minimum	0,0224	0,0224	0,3842	0,0224
Priemer	0,6223	0,7106	0,8484	0,6223
Štandardná odchýlka	0,1956	0,1897	0,1326	0,1956

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Diferencie v priemerných mierach technickej efektívnosti medzi dvojicou kategórií skúmaných výrobných oblastí boli testované použitím Mann-Whitney U testu; rozdiely v hodnotách priemernej technickej efektívnosti za celý súbor podnikov analogicky využitím Kruskal-Wallisovho neparametrického testu. Riešenia testov sú prezentované v tabuľke 24.

Z globálneho hľadiska existujú štatisticky vysoko preukazné rozdiely medzi všetkými kategóriami výrobných oblastí a metód hodnotenia pre environmentálne premenné v DEA modeloch. Podrobnejším skúmaním však zisťujeme, že rozdiely v priemernej technickej efektívnosti sú medzi ZVO a HVO pri všetkých metódach nevýznamné (pozri p-value v Tabuľke 24). Z analýzy vyplynuli podobné závery aj pri dvojici oblastí ZVO-ZOVO a ZOVO-HVO s výnimkou metódy 2, u ktorej je rozdiel významný (p-value 5,9E-05). Ostatné kategórie výrobných oblastí, ktoré vykazujú nevýznamné diferencie v priemerných mierach technickej efektívnosti, sú KVO-RVO pri štandardnej metóde a metóde 4 (p-value 0,2339) a RVO-ZOVO podľa metódy 1 (p-value 0,2289). Signifikantné rozdiely (hladina významnosti 0,05) boli detekované medzi dvojicami KVO-ZVO (p-value 0,0138), RVO-ZVO (p-value 0,0179) a RVO-HVO (p-value 0,0258, pozri Tabuľka 24).

Tabuľka 24 Výsledky neparametrických testov pri daných metódach merania efektívnosti

	Typ testu	Test. kritérium, p-value	Štand. metóda	Metóda 1	Metóda 2	Metóda 4
KVO-RVO	M-W	test.kritérium	34831,5	26513	6510	34831,5
		p-value	0,2339	4,6E-08	5,42E-87	0,2339
KVO-ZVO	M-W	test.kritérium	29285,5	38294	3654	29285,5
		p-value	8,4E-11	0,0138	7,99E-134	8,4E-11
KVO-ZOVO	M-W	test.kritérium	15276	18357,5	2572	15276
		p-value	8,82E-07	0,0051	9,30E-125	8,82E-07
KVO-HVO	M-W	test.kritérium	26252	48389	6661,5	26252
		p-value	2,87E-15	0,0065	7,89E-174	2,87E-15
RVO-ZVO	M-W	test.kritérium	11319	13295	12806	11319
		p-value	1,31E-05	0,0179	0,0040	1,31E-05
RVO-ZOVO	M-W	test.kritérium	5923	7276,5	4810	5923
		p-value	0,0005	0,2289	7,47E-08	0,0005
RVO-HVO	M-W	test.kritérium	13184,5	17148,5	14779	13184,5
		p-value	2,77E-08	0,0258	1,87E-05	2,77E-08
ZVO-ZOVO	M-W	test.kritérium	9284,5	8824	6657,5	9284,5
		p-value	0,9696	0,4263	5,9E-05	0,9696
ZVO-HVO	M-W	test.kritérium	21028	22934,5	21051,5	21028
		p-value	0,1662	0,8914	0,1112	0,1662
ZOVO-HVO	M-W	test.kritérium	10739,5	11330,5	8808	10739,5
		p-value	0,2106	0,5205	0,0002	0,2106
všetky kategórie VO	K-W	test.kritérium	97,5	31,8	289,8	97,5
		p-value	8,44E-20	2,22E-05	1,61E-194	8,44E-20

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Hodnoty získané aplikáciou Mann-Whitney U testu boli overované aj prostredníctvom zodpovedajúcich testov pre analýzu kontrastov (Scheffe, Unequal N HSD test). Vo viacerých prípadoch však post-hoc testy podali informácie o významnosti, resp. nevýznamnosti v rozdieloch priemerných hodnôt technickej efektívnosti, ktoré boli v rozpore s výsledkami Mann-Whitney U testu. Napríklad, Scheffeho a Unequal N HSD test zhodne pri metóde 1 zistili významné diferencie medzi priemernou mierou technickej efektívnosti len pri dvojici výrobných oblastí KVO-RVO (p-value 0,000148 a 0,000790 v uvedenom poradí, pozri Tabuľka 25, 26). Avšak, Mann-Whitney U test vo svojom výstupe (okrem spomínanej dvojice) definuje významné rozdiely v priemernej technickej efektívnosti ďalej medzi výrobnými oblasťami KVO-ZOVO (p-value 0,0051, pozri Tabuľka 24) a KVO-HVO (p-value 0,0065). Podobné nezrovnalosti boli zistené aj u ostatných dvojíc a metód (pozri Prílohy – Tabuľka 17-22).

Tabuľka 25 Výsledky Scheffeho testu – metóda 1 (premenná VO)

Scheffe test; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet1) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,03528, df = 1146,0						
Cell No.	VO	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		,67935	,76130	,71879	,73549	,71870
1	KVO		0,000148	0,204589	0,126084	0,139773
2	RVO	0,000148		0,342568	0,885293	0,286900
3	ZVO	0,204589	0,342568		0,972284	1,000000
4	ZOVO	0,126084	0,885293	0,972284		0,967625
5	HVO	0,139773	0,286900	1,000000	0,967625	

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Tabuľka 26 Výsledky Unequal N HSD testu – metóda 1 (premenná VO)

Unequal N HSD; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet1) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,03528, df = 1146,0						
Cell No.	VO	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		,67935	,76130	,71879	,73549	,71870
1	KVO		0,000790	0,241394	0,223368	0,143444
2	RVO	0,000790		0,245383	0,872224	0,243342
3	ZVO	0,241394	0,245383		0,971553	1,000000
4	ZOVO	0,223368	0,872224	0,971553		0,970978
5	HVO	0,143444	0,243342	1,000000	0,970978	

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Pri hodnotení efektívnosti environmentálnej premennej VO podľa metódy 4 sme použili Tobit regresiu. Ako sme očakávali, najvyššiu priemernú technickú efektívnosť vykazuje kukuričná výrobná oblasť (67,92%, pozri Tabuľka 27). Priemerná technická efektívnosť podnikov v zvyšných výrobných oblastiach sa pohybuje v intervale <0,5503;0,653>. Je to spôsobené ich nižšími hodnotami priemernej technickej efektívnosti (v RVO o 2,62%, v ZVO o 10,58%, v ZOVO o 10,07% a v HVO o 12,89%, pozri Tabuľka 27) v porovnaní s KVO.

Tabuľka 27 Koeficienty Tobit regresie a im prislúchajúce hodnoty p-value

Parametre	Odhad	Pravdepodobnosť
β_1 (KVO)	0,6792	2,89E-15
β_2 (RVO)	-0,0262	0,1264
β_3 (ZVO)	-0,1058	6,24E-11
β_4 (ZOVO)	-0,1007	1,40E-06
β_5 (HVO)	-0,1289	2,89E-15

Zdroj: VÚEPP, vlastné výpočty

Koeficienty parametrov regresného modelu Tobit sú okrem repárskej výrobnéj oblasti (p-value 0,1264) štatisticky vysoko preukazné (pozri p-value v tabuľke 27). Môžeme teda konštatovať, že aj výrobná oblasť je determinujúcim faktorom technickej efektívnosti podniku.

Ak by sme mali zhodnotiť všetky použité metódy, odporúčali by sme aplikáciu dvojfázovej metódy (metóda 4), pretože poskytuje presnejšie informácie a povoľuje inkorporáciu viacerých environmentálnych premenných do jedného modelu. Prostredníctvom tejto metódy (Tobit regresia) sme zároveň potvrdili všetky formulované hypotézy v práci a dokázali sme signifikantný vplyv tak veľkostnej štruktúry podniku, kvality pôdy ako aj výrobnéj oblasti na technickú efektívnosť podniku.

5 Záver a návrh na využitie poznatkov

Predkladaná diplomová práca sa zameriavala na analýzu vplyvu environmentálnych premenných na efektívnosť poľnohospodárskej výroby prostredníctvom metodológie analýzy dátových obalov. Vzhľadom k výskytu troch kategorických environmentálnych premenných vo vstupnej databáze údajov (menovite Veľkostná štruktúra podnikov podľa počtu zamestnancov, Skupina ceny pôdy a Výrobná oblasť), sme zo širokej škály DEA modelov siahli po tých modeloch, ktoré povoľujú výskyt takýchto typov premenných v zostavenom modeli lineárneho programovania. Existuje niekoľko metód hodnotenia efektívnosti rozhodovacích jednotiek s environmentálnymi premennými vstupov, my sme sa rozhodli uplatniť pri výpočtoch tri z nich.

Aplikovaním metód hodnotenia efektívnosti pre environmentálne premenné v radiálnych DEA modeloch sme dospeli k hodnotám technickej efektívnosti za každý analyzovaný podnikateľský subjekt zvlášť, dokonca v členení podľa kategórií vyššie uvedených environmentálnych premenných. Kvôli zachovaniu komprehensívnosti a transparentnosti dosiahnutých výsledkov bola v práci zakomponovaná aj metóda komparácie vypočítaných mier technickej efektívnosti podľa metód prezentovaných v časti týkajúcej sa metodiky práce. Tieto miery sa porovnávali s mierami technickej efektívnosti, ktoré boli vypočítané štandardnou metódou s absentovanými environmentálnymi faktormi a taktiež medzi sebou navzájom.

Základné deskriptívne charakteristiky výberového súboru poukázali na značnú variabilitu údajovej základne, ktorá navyše nevykazovala normálne rozdelenie (Shapiro-Wilkov test). Ako sme očakávali, táto skutočnosť sa prejavila pri štandardných neparametrických testoch, ktorými sme testovali významnosť rozdielov v priemerných mierach technickej efektívnosti jednak celého súboru podnikov (Kruskal-Wallisov test) a jednak aj dvojice skupín environmentálnych premenných (Mann-Whitney U test).

Po zistení štatisticky (vysoko) významných rozdielov sme ďalej v práci použili testy kontrastov (Scheffeho test a Unequal N HSD test), ktoré riešenia uvedeného testu zhody stredných hodnôt dvoch nezávislých výberových súborov vo väčšine prípadov potvrdili (s výnimkou environmentálnej premennej Výrobná oblasť). Zaujímavosťou je prípad, kedy rôzne štatistické softvéry (Statistica v.6.0 a SAS v.9.1) priniesli diametrálne odlišné výsledky post-hoc testov. Je to pravdepodobne spôsobené metodikou ich výpočtu a tým, že každý štatistický balík je inak naprogramovaný a teda aj iným spôsobom maximalizuje funkciu hustoty pravdepodobnosti.

Špecifický charakter inputovo-orientovaných mier technickej efektívnosti pôsobí v neprospech aplikácie klasickej regresie pri detekovaní závislosti technickej efektívnosti od kategórií environmentálnej premennej vyjadrených technikou umelých premenných. Tento nedostatok bol odstránený prostredníctvom cenzorovaného regresného modelu Tobit, ktorým sme zároveň potvrdili všetky formulované hypotézy v diplomovej práci a dokázali sme signifikantný vplyv tak veľkostnej štruktúry podniku, kvality pôdy ako aj výrobné oblasti na technickú efektívnosť podniku.

Ak by sme mali zhodnotiť všetky použité metódy, odporúčali by sme aplikáciu dvojfázovej metódy (metóda 4), pretože poskytuje presnejšie informácie a povoľuje inkorporáciu viacerých environmentálnych premenných do jedného modelu.

Analýza dátových obalov je pre svoje silné stránky čoraz častejšie využívaná pri hodnotení efektívnosti rozhodovacích jednotiek v rôznych sférach národného hospodárstva. Nielenže dokáže pracovať s viacerými vstupmi a výstupmi naraz, nevyžaduje ani splnenie požiadaviek normality rozdelenia, v prevažnej miere je nezávislá na použitých merných jednotkách a predovšetkým nepotrebuje vstupné informácie o cenách inputov, resp. outputov. Veľkou devízou metodológie je aj jednoduchá identifikácia neefektívnych podnikov a ich okamžité porovnanie k referenčnej skupine podnikov, ktoré sú efektívne, t.j. ktoré sú pre ne vzorom.

6 Použitá literatúra

- [1] ASMILD, M. – HOUGAARD, J.L.: Economic and environmental efficiency of Danish pig farms. CMTE Working Paper, University of Toronto, 2004
- [2] BALL, V.E. – LOVELL, C.A.K. – NEHRING, R.F. – SOMWARU, A.: Incorporating undesirable outputs into models of production: an application to US agriculture. In *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, zv.31, 1994, s.59-74
- [3] BANKER, R. D. – MOREY, R. C.: Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs. In *Operations Research*, zv.34, 1986a, č.4, s.513–521
- [4] BANKER, R. D. – MOREY, R. C.: The use of categorical variables in data envelopment analysis. In *Management Science*, zv.32, 1986b, č.12, s.1613–1627
- [5] BANKER, R.D. – CHARNES, A. – COOPER, W.W.: Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. In *Management Science*, zv.30, 1984, s.1078-1092
- [6] BRÁZDIK, F.: Metódy vnútorného bodu v DEA modeloch lineárneho programovania. Diplomová práca. Bratislava: UK, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Katedra ekonomických a finančných modelov, 2001, 74 s. Dostupné na Internete: <http://www.iam.fmph.uniba.sk/studium/efm/diplomovky/2001/brazdik/brazdik.pdf>
- [7] CAVES, D.W. – CHRISTENSEN, L.R. – DIEWERT, W.F.: Multilateral comparisons of output, input and productivity using superlative index numbers. In *The Economic Journal*, zv.92, 1982, s.73-86
- [8] CAZALS, C. – FLORENS, J. P. – SIMAR, L.: Nonparametric frontier estimation: a robust approach. In *Journal of Econometrics*, zv.106, 2002, s.1–25
- [9] CHARNES, A. – COOPER, W. – RHODES, E.: Measuring the efficiency of decision making units. In *European Journal of Operations Research*, zv.2, 1978, s.429-444
- [10] COELLI, T. – RAO, D.S. Prasada – BATTESE, G.E.: An introduction to efficiency and productivity analysis. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998, 273 s. ISBN 978-0792-38062-7
- [11] COELLI, T. – RAO, D.S. Prasada – O'DONNELL, CH.J. – BATTESE, G.E.: An introduction to efficiency and productivity analysis, 2nd edition. New York: SpringerBusiness, 2005, 341 s. ISBN 978-0387-24265-1

- [12] COGGINS, J.S. – SWINTON, J.R.: The price of pollution: a dual approach to valuing SO₂ allowances. In *Journal of Environmental Economics and Management*, zv.30, 1996, s.58-72
- [13] COOPER, W. W – SEIFORD, L. M – TONE, K.: Data Envelopment Analysis. A comprehensive text with models, applications, references and Dea-Solver software. Boston: Kluwer Academic Publishers. 2000. 318 s. ISBN 0792386930
- [14] DARAIIO, C. – SIMAR, L.: Introducing environmental variables in nonparametric frontier models: a probabilistic approach. In *Journal of Productivity Analysis*, zv.24, 2005, s.93–121
- [15] DEBREU, G.: The coefficient of resource utilization. In *Econometrica*, zv.19, 1951, č.3, s.273-292
- [16] DOLINCOVÁ, D.: Environmentálne faktory podmieňujú zdravie Európanov. In *Enviromagazín*, roč.11, 2006, č.2, s.12-13. ISSN 1335-1877
- [17] FANDEL, P.: Analýza faktorov efektívnosti poľnohospodárskych podnikov neparаметrickými metódami (subetapa). In *Faktory výkonnosti a dôchodkovosti poľnohospodárskych podnikov SR. Záverečná správa výskumnej úlohy VÚEPP Bratislava*, 2002
- [18] FANDEL, P.: Environmentálne faktory v hodnotení efektívnosti poľnohospodárskej výroby. In *Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie "Medzinárodné vedecké dni 2001 - sekcia Kvantitatívny manažment a informatika"*, Nitra: SPU Nitra, 2001, s.609-614. ISBN 80-7137-868-2
- [19] FANDEL, P.: Využitie matematického programovania v hodnotení efektívnosti výroby. In *Acta oeconomica et informatica*, roč.2, 1999, s.5-7
- [20] FARRELL, M. J.: The measurement of productive efficiency. In *Journal of the Royal Statistical Society*, zv.120, 1957, č.3, s.253-290
- [21] FÄRE, R. – GROSSKOPF, S. - LOVELL, C. A. K.: Production frontiers. London: Cambridge University Press, 1994
- [22] FÄRE, R. – GROSSKOPF, S. - LOVELL, C. A. K.: The measurement of efficiency of production. Boston: Kluwer-Nijhoff Publishing, Kluwer Academic Publishers, 1985

- [23] FÄRE, R. – GROSSKOPF, S. – LOVELL, C.A.K. – YAISAWARNG, S.: Derivation of shadow prices for undesirable outputs: a distance function approach. In *The Review of Economics and Statistics*, zv.75, 1993, s.374-380
- [24] FÄRE, R. – GROSSKOPF, S. – PASURKA, C.: Accounting for air pollution in measures of state manufacturing growth. In *Journal of Regional Sciences*, zv.41, 2001, s.381-409
- [25] FÄRE, R. – GROSSKOPF, S. – PASURKA, C.: The effect of environmental regulations on the efficiency of electric utilities: 1969 versus 1975. In *Applied Economics*, zv.21, 1989, s.225- 235
- [26] FÄRE, R. – GROSSKOPF, S. – TYTECA, D.: An activity analysis model of the environmental performance of firms – application to fossil-fuel-fired electric utilities. In *Ecological Economics*, zv.18, 1996, s.161-175
- [27] FÄRE, R., – GROSSKOPF, S. – LOVELL, C.A.K. – PASURKA, C.: Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: A non-parametric approach. In *The Review of Economics and Statistics*, zv.71, 1989, s.90-98
- [28] FRIED, H.O. – LOVELL, C.A.K. – SCHMIDT, S.S. – YAISAWARNG, S.: Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis. In *Journal of Productivity Analysis*, zv.17, 2002, s.157–174
- [29] FRIED, H.O. – SCHMIDT, S.S. – YAISAWARNG, S.: Incorporating the operating environment into a nonparametric measure of technical efficiency. In *Journal of Productivity Analysis*, zv.12, 1999, s.249–267
- [30] GOLLOP, F. – ROBERTS, M.J.: Environmental regulations and productivity growth: the case of fossil-fuelled electric power generation. In *Journal of Political Economy*, zv.91, 1983, s.654-674
- [31] GREENE, W.: *Econometric Analysis*, 2nd ed.. New York: Macmillan Publishing Company, 1993
- [32] HANULÁKOVÁ, E. – PROČKOVÁ, A. Spoločenský marketing – súčasná koncepcia marketingu. In *Ekonomický časopis*, roč.49, 2001, č.6. ISSN 0013 - 3035
- [33] CHARNES, A. – COOPER, W. – RHODES, E.: Measuring the efficiency of decision making units. In *European Journal of Operations Research*, zv.2, 1978, s.429-444

- [34] CHARNES, A. – COOPER, W. W. – RHODES, E.: Data Envelopment Analysis as an approach for evaluating program and managerial efficiency – with an illustrative application to the program follow through experiment in U.S. public school education. In *Management Science*, zv.27, 1981, s.668–697
- [35] CHRISTAINSEN, G.B. – HAVEMAN, R.H.: The contribution of environmental regulations to the slowdown in economic growth. In *Journal of Environmental Economics and Management*, zv.8, 1981, s.381-390
- [36] CHUNG Y.H - FÄRE, R. – GROSSKOPF, S.: Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach. In *Journal of Environmental Management*, zv.51, 1997, s.229-240
- [37] JURIŠOVÁ, M.: Environmentálne orientovaná marketingová stratégia. Záverečný projekt. Bratislava: STU, Materiálovotechnická fakulta, 2002, 53 s.
- [38] KMENTA, J.: Elements of econometrics. New York: Macmilan Publishing Company, 1986, 786 s. ISBN 0-02-365070-2
- [39] KOOPMANS, T. C.: Analysis of production as an efficient combination of activities. In *Activity analysis of production and allocation*. New York: Wiley, 1951
- [40] KORHONEN, P.J. – SYRJÄNEN, M.J.: Evaluation of cost efficiency in Finnish electricity distribution. In *Annals of Operations Research*, zv.121, 2003, s.105–122
- [41] LOZANO-VIVAS, A. – PASTOR, J.T. – PASTOR, J.M.: An efficiency comparison of European banking systems operating under different environmental conditions. In *Journal of Productivity Analysis*, zv.18, 2002, s.59–77
- [42] PASHIGIAN, B.P.: The effect of environmental regulation on optimal plant size and factor shares. In *Journal of Law and Economics*, zv.27, 1984, s.1-28
- [43] PIOT-LEPETIT, I. – VERMERSCH, D.: Pricing organic nitrogen under the weak disposability assumption: an application to the French pig sector. In *Journal of Agricultural Economics*, zv.49, 1998, s.85-99
- [44] PITTMAN, R.W.: Issues in pollution control: interplant cost differences and economies of scale. In *Land Economics*, zv.57, 1981, s.1-17
- [45] PITTMAN, R.W.: Multilateral productivity comparisons with undesirable outputs. In *Economic Journal*, zv.93, 1983, s.883-891

- [46] REINHARD, S. – LOVELL, C.A.K. – THIJSSSEN, G.: Environmental efficiency with multiple environmentally detrimental variables; estimated with SFA and DEA. In *European Journal of Operational Research*, zv.121, 2000, s.287-303
- [47] SHADBEGIAN, R.J. – GRAY, W.J.: Assessing multi-dimensional performance: environmental and economic outcomes. In *Journal of Productivity Analysis*, zv.26, 2006, s.213–234
- [48] SHAIK, S. – HELMERS, G.A. – LANGEMEIER, M.R.: Direct and indirect shadow price and cost estimates of nitrogen pollution abatement. In *Journal of Agricultural and Resource Economics*, zv.27, 2002, s.420-432
- [49] SCHEEL, H.: Undesirable outputs in efficiency valuations. In *European Journal of Operational Research*, zv.132, 2001, s.400-410
- [50] SPIELMAN, K.: Handbook for statistical analysis of environmental background data. California: Naval Facilities Engineering Command, 1999. 137 s.
- [51] Steering committee for the review of commonwealth/state service provision: Data Envelopment Analysis: A technique for measuring the efficiency of government service delivery. Canberra: AGPS, 1997, 149 s. ISBN 0 646 33533 2
- [52] TYTECA, D.: Linear programming models for the measurement of environmental performance of firms – concepts and empirical results. In *Journal of Productivity Analysis*, zv.8, 1997, s.183-197
- [53] TYTECA, D.: On the measurement of the environmental performance of firms – a literature review and a productive efficiency perspective. In *Journal of Environmental Management*, zv.46, 1996, s.281-308
- [54] WAGNER, B. – ENZLER, S.: Material flow management. Improving cost efficiency and environmental performance. Heidelberg: Physica-Verlag (A Springer company). 2006. 212 s. ISBN 978-3-7908-1591-7
- [55] ZHU, J.: Quantitative models for performance evaluation and benchmarking: Data envelopment analysis with spreadsheets and DEA Excel Solver. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2003, 328 s. ISBN 1402070829
- [URL 1] Produktivita práce. In *Filit–Otvorená filozofická encyklopédia, verzia 3.0.* [online]. [cit. 2007-03-29]. Dostupné na Internetete: http://ii.fmph.uniba.sk/~filit/fvp/produktivita_prace.html

- [URL 2] Slovenská ekonomika a produktivita práce vykazuje v poradí už piaty rok rýchlejšiu rast ako americká. In *Vaša Európa*. [online]. [cit. 2007-03-29]. Dostupné na Internete: <<http://www.vasaeuropa.sk/index.php?i=894>>
- [URL 3] Data envelopment analysis (DEA): A glossary of terms. In *Banxia Software*. [online]. [cit. 2007-03-29]. Dostupné na Internete: <<http://www.banxia.com/frontier/glossary.html>>
- [URL 4] Environmental factors. In *SYSTANAL: a checklist for analysing ecosystems for the conservation of biological diversity*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <http://www.virtualcentre.org/fr/res/int/atelier_niamey/atelier_niamey18.htm#10>
- [URL 5] Environmental Factors. In *Small Business BC*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <<http://www.smallbusinessbc.ca/bizstart-marketResearch2.php#enviro>>
- [URL 6] Environmental Factors. In *Gesellschaft für Umweltsimulation GUS*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <http://www.gus-ev.de/gus_en.html>
- [URL 7] What Factors Influence the Business? In *WikiEducator, free elearning content*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <http://www.wikieducator.org/index.php?title=VUSSC/Content/Entrepreneurship/Starting_Up_a_Business/What_Factors_Influence_the_Business%3F&oldid=13232>
- [URL 8] The Impact of Various Factors on the Economic Cost of Environmental Pollution. In *University of Toronto Libraries*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <<http://www.library.utoronto.ca/pcs/state/chinaeco/pollut.htm>>
- [URL 9] PEST analysis explanation. In *UK-STUDENT.net*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <<http://www.uk-student.net/modules/wfsection/article.php?articleid=45>>
- [URL 10] Factors influencing public opinion: Environmental factors. In *Encyklopaedia Britannica*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <<http://www.britannica.com/eb/article-258759/public-opinion>>
- [URL 11] Calculating the Efficiency of Different Working Environments. In *Microsoft UK Press Centre*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <<http://www.microsoft.com/uk/press/content/presscentre/releases/2004/05/pr03262.msp>>
- [URL 12] Environmental Factors Affecting Health. In *AthenaGlobal, wisdom in business*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <http://www.athenaglobal.com/pdf/7_environmental_factors_affecting_health.pdf>

- [URL 13] Environmental factor. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Environmental_factor&oldid=118675602>
- [URL 14] Názov: Príčiny SM. In *Skleróza multiplex*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <<http://www.skleroza-multiplex.sk/index.php?module=articles&func=display&aid=48&ptid=10&theme=print>>
- [URL 15] Environmental Chemistry. Glossary of Important Terms. In *Northern Arizona University*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <http://jan.ucc.nau.edu/doetqp/courses/env440/env440_2/glossary/glossary1-6.html>
- [URL 16] Emissions Factors & AP 42. In *U.S. Environmental Protection Agency*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html>>
- [URL 17] DERKA, T.: Ekosystémy Zeme. In *Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <<http://www.fns.uniba.sk/prifuk/skripta/kek/t2.htm>>
- [URL 18] Guidelines for defining financial, economic, environmental and social information. In *FAO Corporate document repository*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <<http://www.fao.org/docrep/w8212e/w8212e06.htm#2.3%20environmental%20considerations>>
- [URL 19] Trvalo udržateľný rozvoj. In *Úrad vlády SR*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <<http://www.tur.vlada.gov.sk/>>
- [URL 20] Environmental variable. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. [online]. [cit. 2007-04-03]. Dostupné na Internete: <http://en.wikipedia.org/wiki/Environment_variable>
- [URL 21] Shapiro-Wilk test. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. [online]. [cit. 2007-03-29]. Dostupné na Internete: <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Shapiro-Wilk_test&oldid=111433985>
- [URL 22] JONES, J.: Scheffe' and Tukey Tests. In: *James Jones website, the Professor of Mathematics*. [online]. [cit. 2007-03-29]. Dostupné na Internete: <<http://www.richland.edu/james/lecture/m170/ch13-dif.html>>
- [URL 23] ELDER, J.: Multiple Comparisons. In *James Elder, Associate Professor, York University*. [online]. [cit. 2007-03-29]. Dostupné na Internete: <<http://elderlab.yorku.ca/~elder/teaching/psyc6130/index.php>>

Analýza vplyvu environmentálnych faktorov na efektívnosť poľnohospodárskej výroby radiálnymi modelmi DEA

- [URL 24] Zelená správa 1999-2006. In *Ministerstvo pôdohospodárstva Slovenskej republiky*. [online]. [cit. 2007-03-29]. Dostupné na Internete: <<http://www.land.gov.sk/>>
- [URL 25] CEPA Software – DEAP (Ver 2.1). In *The Centre for Efficiency and Productivity Analysis*. [online]. [cit. 2007-03-29]. Dostupné na Internete: <<http://www.uq.edu.au/economics/cepa/deap.htm>>
- [URL 26] EMS: Efficiency Measurement System (Ver. 1.3). A Data Envelopment Analysis (DEA) Software. In *Universität Dortmund - Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät*. [online]. [cit. 2007-03-29]. Dostupné na Internete: <<http://www.wiso.uni-dortmund.de/lsg/or/scheel/ems/>>

7 Prílohy

Tabuľka 1	Základné štatistické charakteristiky údajov podľa veľkostnej štruktúry podnikov	82
Tabuľka 2	Základné štatistické charakteristiky údajov podľa kvality pôdy a výrobnjej oblasti	82
Tabuľka 3	Výsledky Scheffeho testu – štandardná metóda (premenná VŠP).....	82
Tabuľka 4	Výsledky Unequal N HSD testu – štandardná metóda (premenná VŠP).....	82
Tabuľka 5	Výsledky Scheffeho testu – metóda 1 (premenná VŠP)	82
Tabuľka 6	Výsledky Unequal N HSD – metóda 1 (premenná VŠP)	83
Tabuľka 7	Výsledky Scheffeho testu – metóda 4 (premenná VŠP)	83
Tabuľka 8	Výsledky Unequal N HSD testu – metóda 4 (premenná VŠP).....	83
Tabuľka 9	Výsledky Scheffeho testu – metóda 2 (premenná VŠP, softvér SAS).....	83
Tabuľka 10	Výsledky Unequal N HSD – metóda 2 (premenná VŠP, softvér SAS)	84
Tabuľka 11	Výsledky Scheffeho testu – štandardná metóda (premenná SCP).....	84
Tabuľka 12	Výsledky Unequal N HSD – štandardná metóda (premenná SCP)	84
Tabuľka 13	Výsledky Scheffeho testu – metóda 1 (premenná SCP)	84
Tabuľka 14	Výsledky Unequal N HSD – metóda 1 (premenná SCP).....	85
Tabuľka 15	Výsledky Scheffeho testu – metóda 4 (premenná SCP)	85
Tabuľka 16	Výsledky Unequal N HSD testu – metóda 4 (premenná SCP)	85
Tabuľka 17	Výsledky Scheffeho testu – štandardná metóda (premenná VO)	85
Tabuľka 18	Výsledky Unequal N HSD testu – štandardná metóda (premenná VO)	85
Tabuľka 19	Výsledky Scheffeho testu – metóda 2 (premenná VO).....	86
Tabuľka 20	Výsledky Unequal N HSD testu – metóda 2 (premenná VO)	86
Tabuľka 21	Výsledky Scheffeho testu – metóda 4 (premenná VO).....	86
Tabuľka 22	Výsledky Unequal N HSD testu – metóda 4 (premenná VO)	86
Graf 1	Histogram pre outputovú premennú Výroba (v tis. Sk).....	87
Graf 2	Histogram pre inputovú premennú Spotreba materiálu a energie (v tis. Sk)	87
Graf 3	Histogram pre inputovú premennú Spotreba služieb (v tis. Sk)	88
Graf 4	Histogram pre inputovú premennú Mzdové náklady (v tis. Sk)	88
Graf 5	Histogram pre inputovú premennú Majetok celkom (v tis. Sk).....	89
Graf 6	Normal probability plot pre outputovú premennú Výroba (v tis. Sk).....	89
Graf 7	Normal probability plot pre inputovú premennú Spotreba materiálu a energie (v tis. Sk)	90
Graf 8	Normal probability plot pre inputovú premennú Spotreba služieb (v tis. Sk)	90
Graf 9	Normal probability plot pre inputovú premennú Mzdové náklady (v tis. Sk)	91
Graf 10	Normal probability plot pre inputovú premennú Majetok celkom (v tis. Sk).....	91

Tabuľka 1 Základné štatistické charakteristiky údajov podľa veľkostnej štruktúry podnikov

Premenná	Minimum	Maximum	Priemer	Štandardná odchýlka
Materiál (tis. Sk)	16	251258	19071	25253
Služby (tis. Sk)	17	48981	4591	5222
Mzdové náklady (tis. Sk)	8	69033	7588	8001
Majetok (tis. Sk)	251	790854	64453	75280
Výroba (tis. Sk)	35	340511	30606	39718

Tabuľka 2 Základné štatistické charakteristiky údajov podľa kvality pôdy a výrobnjej oblasti

Premenná	Minimum	Maximum	Priemer	Štandardná odchýlka
Materiál (tis. Sk)	16	251258	19109	25276
Služby (tis. Sk)	17	48981	4589	5220
Mzdové náklady (tis. Sk)	8	69033	7581	8000
Majetok (tis. Sk)	251	790854	64460	75247
Výroba (tis. Sk)	35	340511	30634	39713

Tabuľka 3 Výsledky Scheffeho testu – štandardná metóda (premenná VŠP)

Scheffe test; variable VRS RAD IN (Spreadsheet)				
Probabilities for Post Hoc Tests				
Error: Between MS = ,03357, df = 1147,0				
Cell No.	Velkost podnikov	{1}	{2}	{3}
		,56332	,67106	,87410
1	1 az 49		0,000000	0,000000
2	50 az 249	0,00		0,000000
3	viac ako 250	0,00	0,000000	

Tabuľka 4 Výsledky Unequal N HSD testu – štandardná metóda (premenná VŠP)

Unequal N HSD; variable VRS RAD IN (Spreadsheet)				
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests				
Error: Between MS = ,03357, df = 1147,0				
Cell No.	Velkost podnikov	{1}	{2}	{3}
		,56332	,67106	,87410
1	1 az 49		0,000022	0,000022
2	50 az 249	0,000022		0,000031
3	viac ako 250	0,000022	0,000031	

Tabuľka 5 Výsledky Scheffeho testu – metóda 1 (premenná VŠP)

Scheffe test; variable VRS RAD IN (Spreadsheet)				
Probabilities for Post Hoc Tests				
Error: Between MS = ,03607, df = 1147,0				
Cell No.	Velkost podnikov	{1}	{2}	{3}
		,57349	,67921	,87410
1	1 az 49		0,000000	0,000000
2	50 az 249	0,00		0,000000
3	viac ako 250	0,00	0,000000	

Tabuľka 6 Výsledky Unequal N HSD testu – metóda 1 (premenná VŠP)

Unequal N HSD; variable VRS RAD IN (Spreadsheet Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,03607, df = 1147,0					
Cell No.	Velkost podnikov	{1}	{2}	{3}	
		,57349	,67921	,87410	
1	1 az 49		0,000022	0,000022	
2	50 az 249	0,000022		0,000071	
3	viac ako 250	0,000022	0,000071		

Tabuľka 7 Výsledky Scheffeho testu – metóda 4 (premenná VŠP)

Scheffe test; variable VRS RAD IN (Spreadsheet Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,03357, df = 1147,0					
Cell No.	Velkost podnikov	{1}	{2}	{3}	
		,56332	,67106	,87410	
1	1 az 49		0,000000	0,000000	
2	50 az 249	0,00		0,000000	
3	viac ako 250	0,00	0,000000		

Tabuľka 8 Výsledky Unequal N HSD testu – metóda 4 (premenná VŠP)

Unequal N HSD; variable VRS RAD IN (Spreadsheet Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,03357, df = 1147,0					
Cell No.	Velkost podnikov	{1}	{2}	{3}	
		,56332	,67106	,87410	
1	1 az 49		0,000022	0,000022	
2	50 az 249	0,000022		0,000031	
3	viac ako 250	0,000022	0,000031		

Tabuľka 9 Výsledky Scheffeho testu – metóda 2 (premenná VŠP, softvér SAS)

Scheffe's Test for TE					
NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than Tukey's for all pairwise comparisons.					
Alpha		0.01			
Error Degrees of Freedom		1147			
Error Mean Square		0.033565			
Critical Value of F		4.62371			
Comparisons significant at the 0.01 level are indicated by ***.					
VSP Comparison	Difference Between Means	Simultaneous 99% Confidence Limits			
tretia - druha	0.20304	0.10584	0.30024	***	
tretia - prva	0.31078	0.21380	0.40775	***	
druha - tretia	-0.20304	-0.30024	-0.10584	***	
druha - prva	0.10774	0.07434	0.14113	***	
prva - tretia	-0.31078	-0.40775	-0.21380	***	
prva - druha	-0.10774	-0.14113	-0.07434	***	

Tabuľka 10 Výsledky Unequal N HSD testu – metóda 2 (premenná VŠP, softvér SAS)

```

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for TE

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate.

Alpha                                0.01
Error Degrees of Freedom              1147
Error Mean Square                     0.033565
Critical Value of Studentized Range   4.12868

Comparisons significant at the 0.01 level are indicated by ***.

      VSP          Difference          Simultaneous 99%
      Comparison    Between          Confidence Limits
      Means

tretia - druha      0.20304      0.10972  0.29635  ***
tretia - prva      0.31078      0.21768  0.40388  ***
druha - tretia     -0.20304     -0.29635 -0.10972  ***
druha - prva       0.10774      0.07568  0.13980  ***
prva - tretia      -0.31078     -0.40388 -0.21768  ***
prva - druha       -0.10774     -0.13980 -0.07568  ***
    
```

Tabuľka 11 Výsledky Scheffeho testu – štandardná metóda (premenná SCP)

Scheffe test; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet)				
Probabilities for Post Hoc Tests				
Error: Between MS = ,03452, df = 1148,0				
Cell No.	SCP	{1}	{2}	{3}
		,56385	,62349	,71610
1	SCP 1-10		0,000055	0,000000
2	SCP 11-15	0,000055		0,000000
3	SCP 16-20	0,000000	0,000000	

Tabuľka 12 Výsledky Unequal N HSD testu – štandardná metóda (premenná SCP)

Unequal N HSD; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet)				
Approximate Probabilities for Post Hoc Tests				
Error: Between MS = ,03452, df = 1148,0				
Cell No.	SCP	{1}	{2}	{3}
		,56385	,62349	,71610
1	SCP 1-10		0,000252	0,000022
2	SCP 11-15	0,000252		0,000022
3	SCP 16-20	0,000022	0,000022	

Tabuľka 13 Výsledky Scheffeho testu – metóda 1 (premenná SCP)

Scheffe test; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet)				
Probabilities for Post Hoc Tests				
Error: Between MS = ,03479, df = 1148,0				
Cell No.	SCP	{1}	{2}	{3}
		,56267	,62349	,71610
1	SCP 1-10		0,000041	0,000000
2	SCP 11-15	0,000041		0,000000
3	SCP 16-20	0,000000	0,000000	

Tabuľka 14 Výsledky Unequal N HSD testu – metóda 1 (premenná SCP)

Unequal N HSD; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,03479, df = 1148,0				
Cell No.	SCP	{1}	{2}	{3}
		,56267	,62349	,71610
1	SCP 1-10		0,000199	0,000022
2	SCP 11-15	0,000199		0,000022
3	SCP 16-20	0,000022	0,000022	

Tabuľka 15 Výsledky Scheffeho testu – metóda 4 (premenná SCP)

Scheffe test; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,03452, df = 1148,0				
Cell No.	SCP	{1}	{2}	{3}
		,56385	,62349	,71610
1	SCP 1-10		0,000055	0,000000
2	SCP 11-15	0,000055		0,000000
3	SCP 16-20	0,000000	0,000000	

Tabuľka 16 Výsledky Unequal N HSD testu – metóda 4 (premenná SCP)

Unequal N HSD; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,03452, df = 1148,0				
Cell No.	SCP	{1}	{2}	{3}
		,56385	,62349	,71610
1	SCP 1-10		0,000252	0,000022
2	SCP 11-15	0,000252		0,000022
3	SCP 16-20	0,000022	0,000022	

Tabuľka 17 Výsledky Scheffeho testu – štandardná metóda (premenná VO)

Scheffe test; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet1) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,03530, df = 1142,0						
Cell No.	VO	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		,67916	,65301	,57332	,57844	,55027
1	KVO		0,676020	0,000000	0,000128	0,000000
2	RVO	0,676020		0,003470	0,047565	0,000009
3	ZVO	0,000000	0,003470		0,999717	0,809408
4	ZOVO	0,000128	0,047565	0,999717		0,815203
5	HVO	0,000000	0,000009	0,809408	0,815203	

Tabuľka 18 Výsledky Unequal N HSD testu – štandardná metóda (premenná VO)

Unequal N HSD; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet1) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,03530, df = 1142,0						
Cell No.	VO	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		,67916	,65301	,57332	,57844	,55027
1	KVO		0,717879	0,000018	0,001650	0,000017
2	RVO	0,717879		0,001225	0,043480	0,000024
3	ZVO	0,000018	0,001225		0,999706	0,753841
4	ZOVO	0,001650	0,043480	0,999706		0,832204
5	HVO	0,000017	0,000024	0,753841	0,832204	

Tabuľka 19 Výsledky Scheffeho testu – metóda 2 (premenná VO)

Scheffe test; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet1) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00802, df = 1146,0						
Cell No.	VO	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		,96678	,79846	,77454	,71632	,77033
1	KVO		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	RVO	0,00		0,180291	0,000000	0,048129
3	ZVO	0,00	0,180291		0,000019	0,993554
4	ZOVO	0,00	0,000000	0,000019		0,000048
5	HVO	0,00	0,048129	0,993554	0,000048	

Tabuľka 20 Výsledky Unequal N HSD testu – metóda 2 (premenná VO)

Unequal N HSD; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet1) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,00802, df = 1146,0						
Cell No.	VO	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		,96678	,79846	,77454	,71632	,77033
1	KVO		0,000017	0,000017	0,000017	0,000017
2	RVO	0,000017		0,112152	0,000017	0,036900
3	ZVO	0,000017	0,112152		0,000068	0,990845
4	ZOVO	0,000017	0,000017	0,000068		0,000248
5	HVO	0,000017	0,036900	0,990845	0,000248	

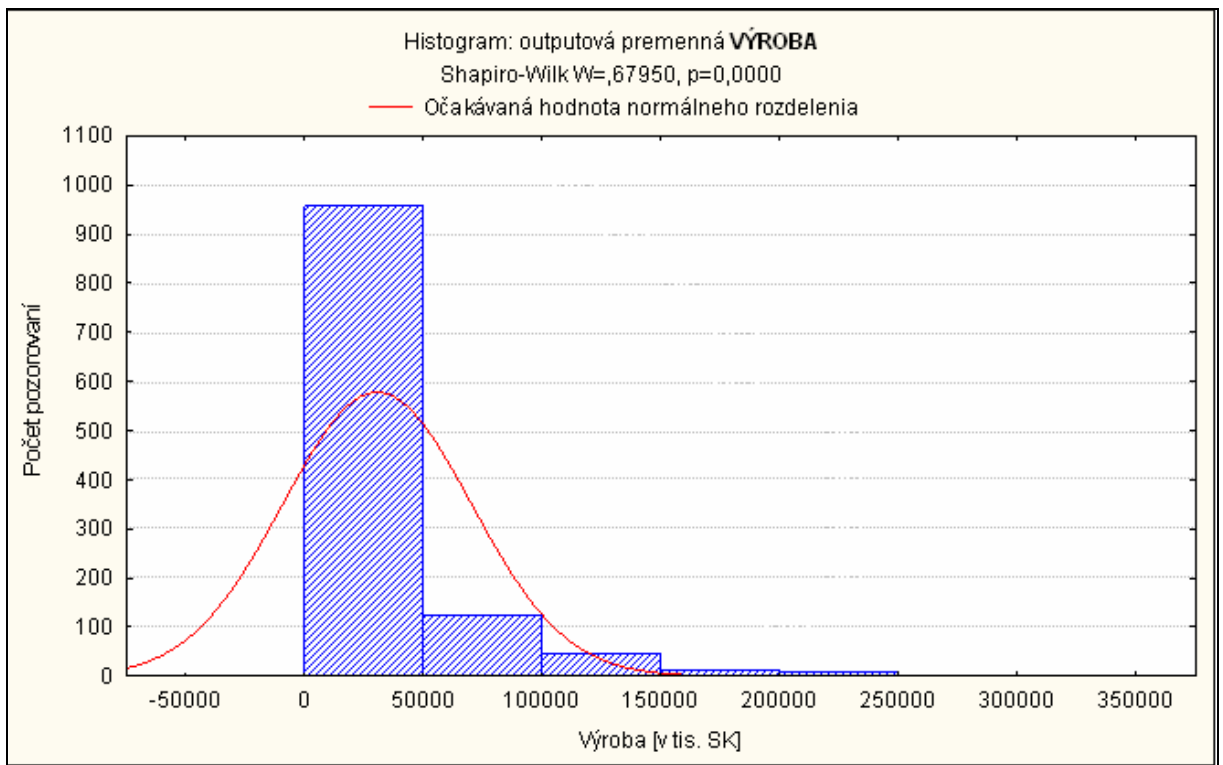
Tabuľka 21 Výsledky Scheffeho testu – metóda 4 (premenná VO)

Scheffe test; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet1) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,03530, df = 1142,0						
Cell No.	VO	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		,67916	,65301	,57332	,57844	,55027
1	KVO		0,676020	0,000000	0,000128	0,000000
2	RVO	0,676020		0,003470	0,047565	0,000009
3	ZVO	0,000000	0,003470		0,999717	0,809408
4	ZOVO	0,000128	0,047565	0,999717		0,815203
5	HVO	0,000000	0,000009	0,809408	0,815203	

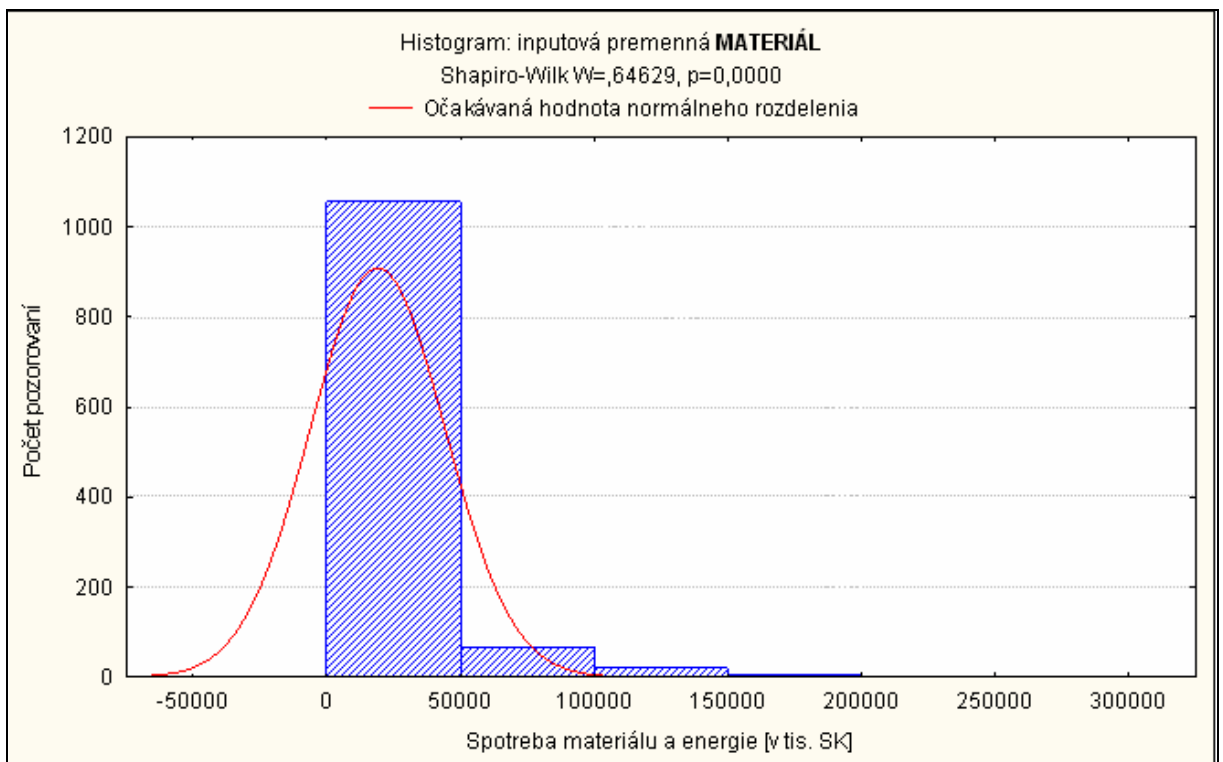
Tabuľka 22 Výsledky Unequal N HSD testu – metóda 4 (premenná VO)

Unequal N HSD; variable TE VRS RAD IN (Spreadsheet1) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,03530, df = 1142,0						
Cell No.	VO	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		,67916	,65301	,57332	,57844	,55027
1	KVO		0,717879	0,000018	0,001650	0,000017
2	RVO	0,717879		0,001225	0,043480	0,000024
3	ZVO	0,000018	0,001225		0,999706	0,753841
4	ZOVO	0,001650	0,043480	0,999706		0,832204
5	HVO	0,000017	0,000024	0,753841	0,832204	

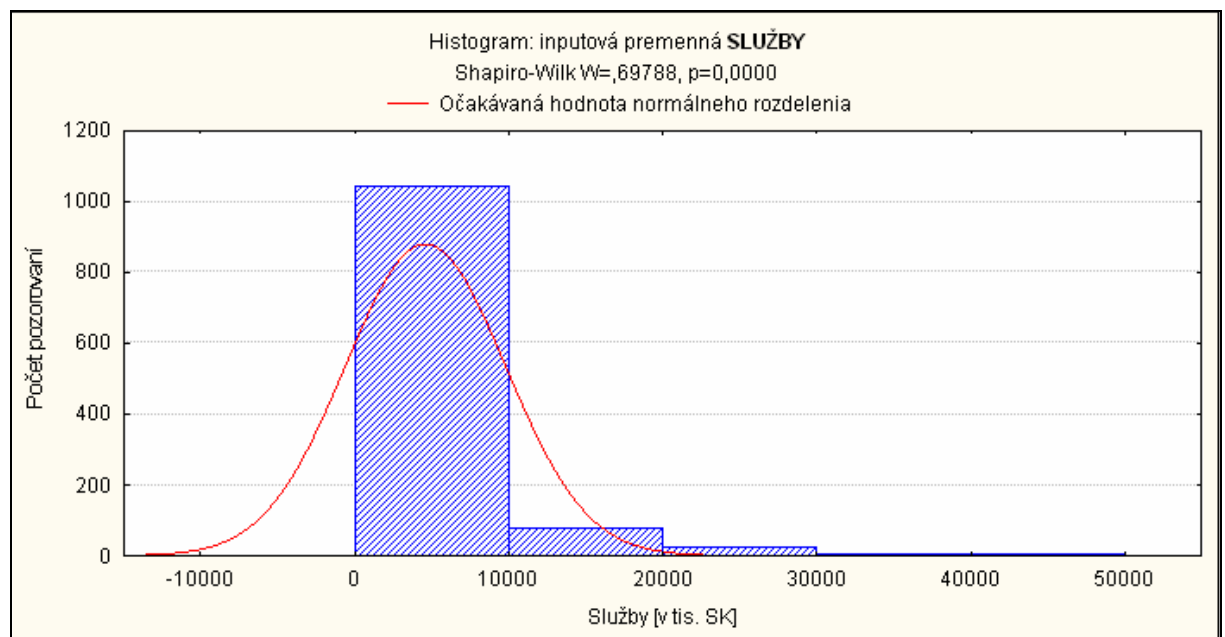
Graf 1 Histogram pre outputovú premennú Výroba (v tis. Sk)



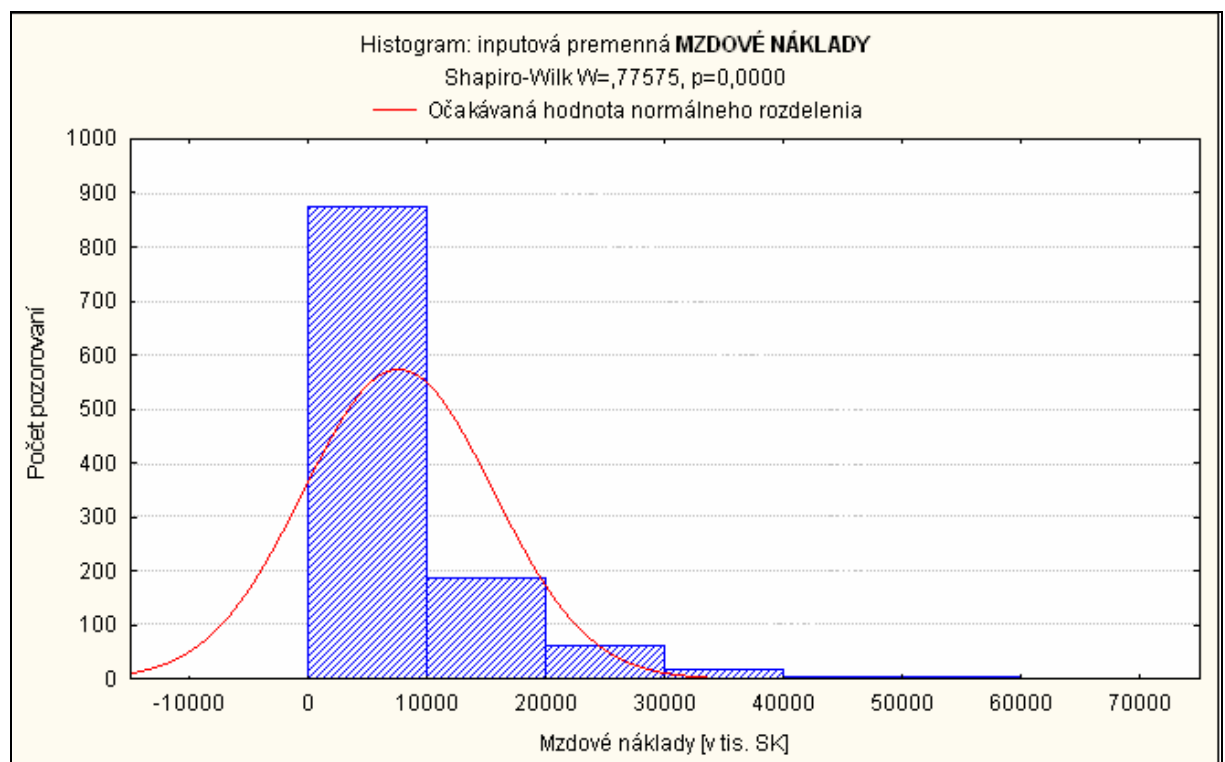
Graf 2 Histogram pre inputovú premennú Spotreba materiálu a energie (v tis. Sk)



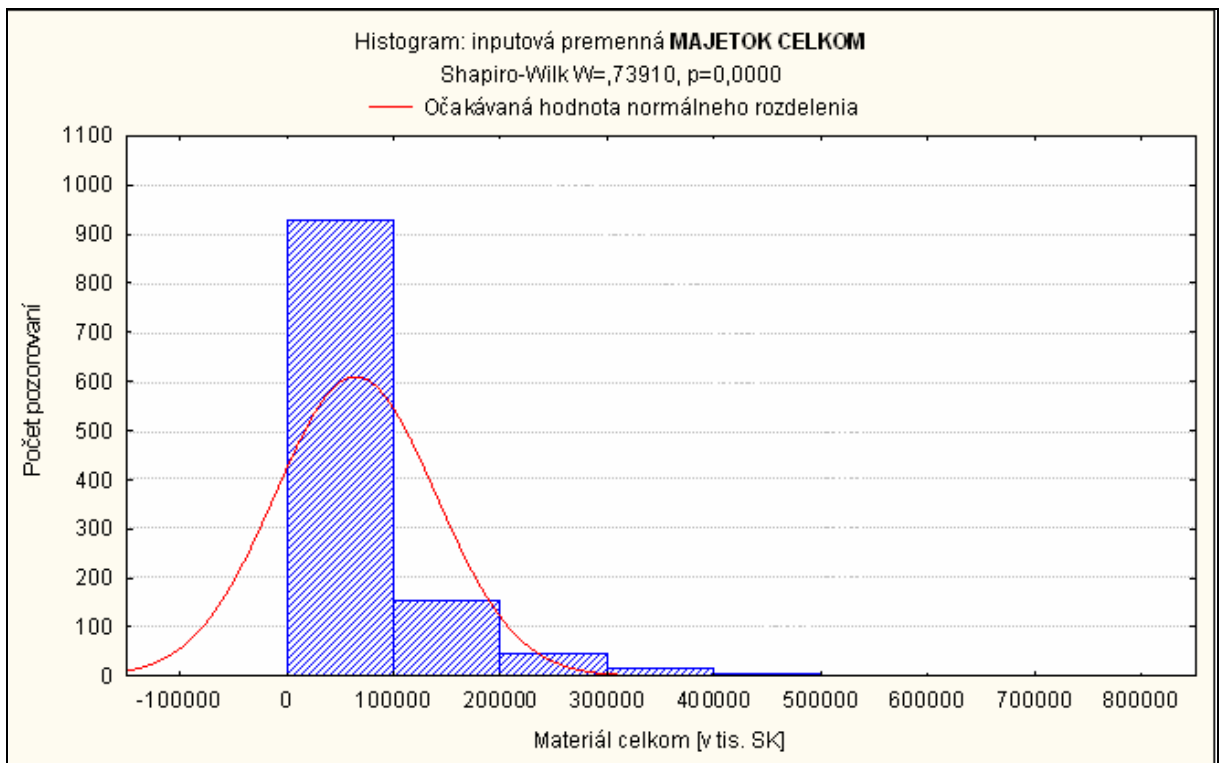
Graf 3 Histogram pre inputovú premennú Spotreba služieb (v tis. Sk)



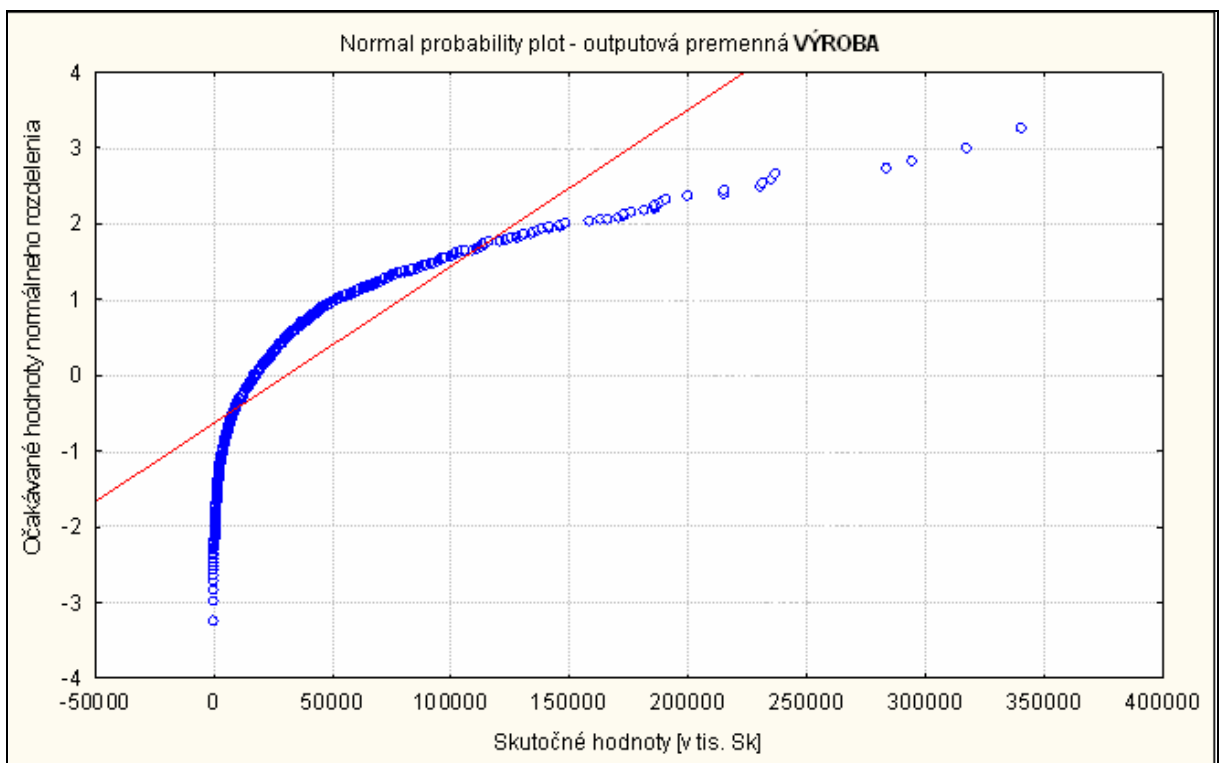
Graf 4 Histogram pre inputovú premennú Mzdové náklady (v tis. Sk)



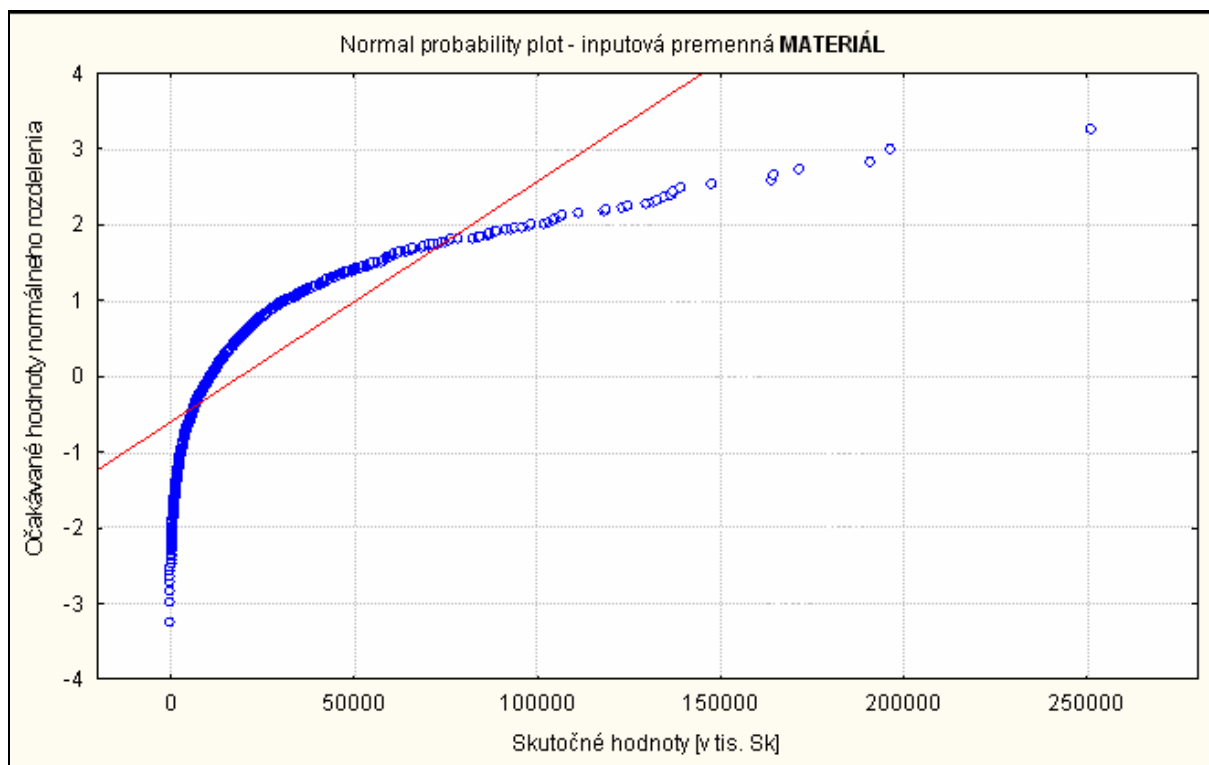
Graf 5 Histogram pre inputovú premennú Majetok celkom (v tis. Sk)



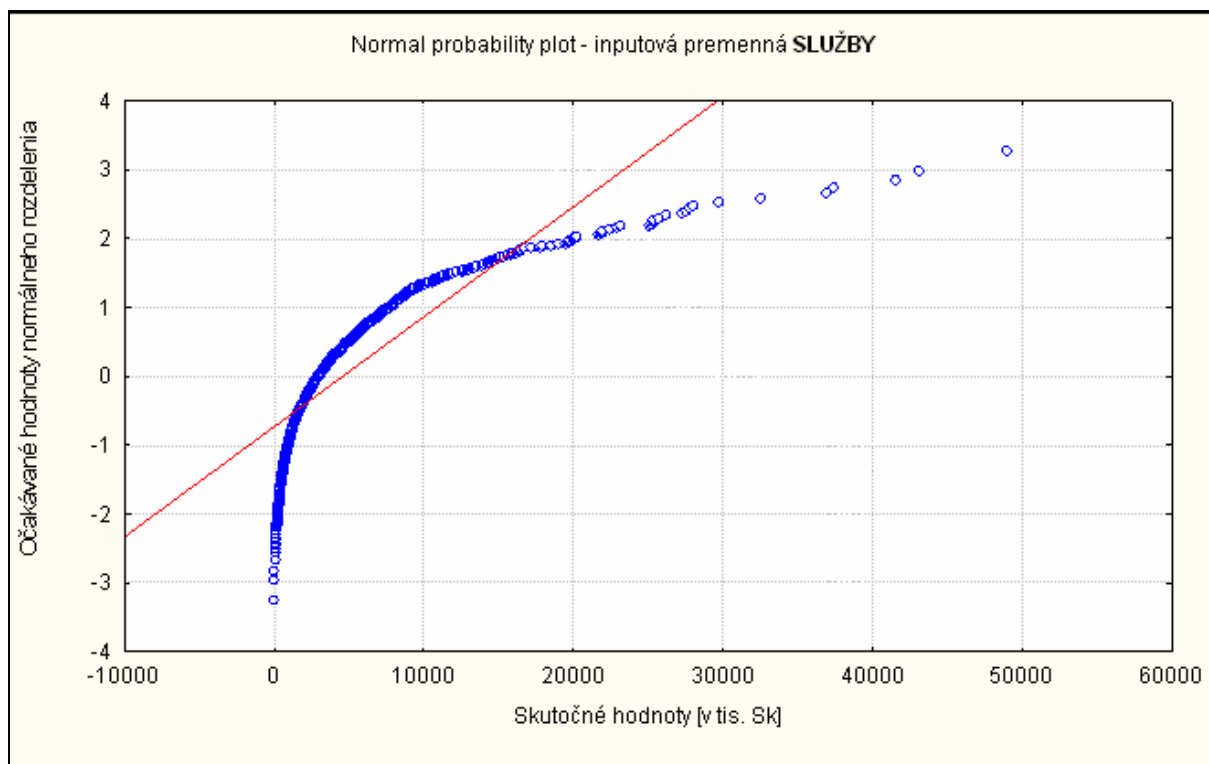
Graf 6 Normal probability plot pre outputovú premennú Výroba (v tis. Sk)



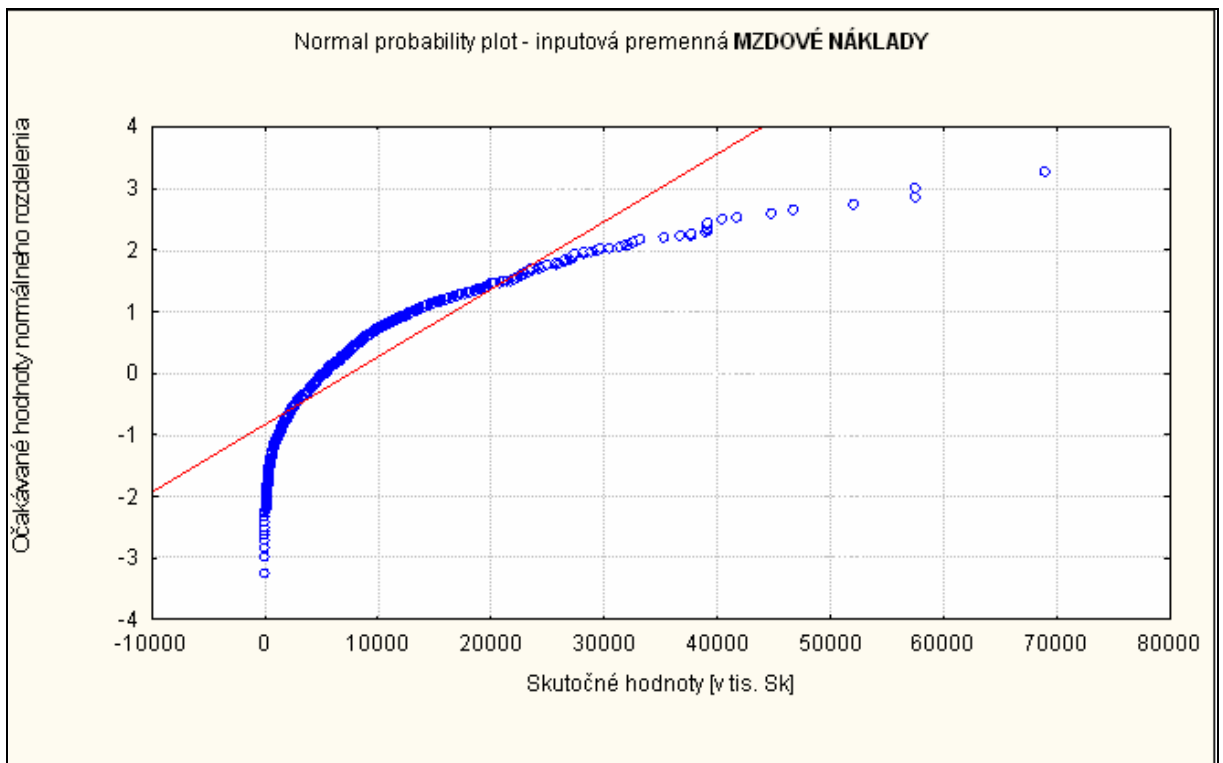
Graf 7 Normal probability plot pre inputovú premennú Spotreba materiálu a energie (v tis. Sk)



Graf 8 Normal probability plot pre inputovú premennú Spotreba služieb (v tis. Sk)



Graf 9 Normal probability plot pre inputovú premennú Mzdové náklady (v tis. Sk)



Graf 10 Normal probability plot pre inputovú premennú Majetok celkom (v tis. Sk)

