

VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE

FAKULTA INFORMATIKY A STATISTIKY



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2013

Jiří Krňávek

VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE

FAKULTA INFORMATIKY A STATISTIKY



Název bakalářské práce:

**Hodnocení efektivity vysokého školství se
zaměřením na modely analýzy obalu dat**

Autor:	Jiří Krňávek
Katedra:	Katedra ekonometrie
Obor:	Matematické metody v ekonomii
Vedoucí práce:	Prof. Ing. Josef Jablonský, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Hodnocení efektivity vysokého školství se zaměřením na modely analýzy obalu dat“ zpracoval samostatně. Veškerou použitou literaturu a další podkladové materiály uvádím v seznamu použité literatury.

V Praze dne 30. března 2010

.....
Jiří Krňávek

Poděkování:

Zde bych chtěl poděkovat vedoucímu mé práce Prof. Ing. Josefu Jablonskému za mnoho podnětných rad a připomínek, které mi pomohly vylepšit mou práci. Poděkovat bych chtěl také za obstarání reálných dat vhodných k aplikaci použitých metod.

Na závěr také děkuji mé rodině, která mě při tvorbě této práce podporovala a zbytečně mne nezatěžovala, když to nebylo nezbytně nutné.

Abstrakt

Název práce: Hodnocení efektivity vysokého školství se zaměřením na modely analýzy obalu dat
Autor: Jiří Krňávek
Katedra: Katedra ekonometrie
Vedoucí práce: Prof. Ing. Josef Jablonský, CSc.

K hodnocení efektivity (efektivnosti) se využívá mnoha různých metod a přístupů. Od těch nejjednodušších, jako jsou obyčejné poměrné ukazatele různých ekonomických veličin po složitější přístupy, jimiž jsou ekonometrické modely analýzy produkční hranice (DFA a SFA) nebo lineární programování a jeho přístup nazývaný modely analýzy obalu dat (DEA). Tyto přístupy mají mnoho společného ale také velké množství aspektů, v nichž se od sebe odlišují. Tato práce je ve své teoretické části zaměřena na představení a popis těchto výše zmíněných přístupů, na jejich vzájemné porovnání. Pojednává také o možnostech aplikace DEA v oblasti školství, což je její stěžejní téma. Praktická část této práce pouze demonstruje možnosti použití modelů DEA na reálných datech, jež se týkají ekonomických fakult v České Republice.

Klíčová slova: efektivita, DEA, školství, CCR, BCC, DFA, SFA.

Abstract

Title: Efficiency measurement in education with focus on data envelopment analysis
Author: Jiří Krňávek
Department: Department of Econometrics
Supervisor: Prof. Ing. Josef Jablonský, CSc.

There are many different approaches and methods that are used for efficiency measurement. From the simplest ones like proportional indicators to more complex approaches such as econometric approach of deterministic and stochastic frontier analysis or (DFA and SFA) approaches of linear programming represented by data envelopment analysis models (DEA). These approaches have much in common but also many aspects in which differ from each other. The theoretical part of this thesis focuses on introduction and description of approaches mentioned above and also on their mutual comparison. This part also deals with means of application of DEA in education, which is its crucial topic. Practical part of the thesis demonstrates possibilities of usage of DEA models on real data that bear on economic faculties in Czech Republic.

Keywords: efficiency, DEA, education, BCC, CCR, DFA, SFA.

Obsah

ÚVOD	- 7 -
1 HODNOCENÍ EFEKTIVITY PRODUKČNÍCH JEDNOTEK	- 8 -
1.1 SIMULACE	- 10 -
1.2 EKONOMETRICKÉ METODY	- 10 -
1.3 MATEMATICKÉ PROGRAMOVÁNÍ	- 11 -
2 METODY PRO HODNOCENÍ EFEKTIVITY	14
2.1 MODEL Y ANALÝZY OBALU DAT (DEA).....	14
2.1.1 Princip modelů DEA	14
2.1.2 Základní modely analýzy obalu dat.....	15
2.1.3 Modifikace DEA modelů	18
2.2 EKONOMETRICKÝ PŘÍSTUP (ANALÝZA HRANICE PRODUKČNÍCH MOŽNOSTÍ)	19
2.3 EKONOMETRICKÉ METODY VS. MODEL Y ANALÝZY OBALU DAT.....	20
3 HODNOCENÍ EFEKTIVITY VE ŠKOLSTVÍ A VEŘEJNÉM SEKTORU	26
3.1 EFEKTIVITA VE VEŘEJNÉM SEKTORU.....	26
3.2 MĚŘENÍ EFEKTIVITY VE ŠKOLSTVÍ A OBLASTI UPLATNĚNÍ	30
3.2.1 Vzdělávací proces a pohled na něj	32
3.2.2 Problém homogenity produkčních jednotek ve školství.....	32
3.3 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ EFEKTIVITU VE ŠKOLSTVÍ	33
3.4 VĚDA A VÝZKUM VS. VÝUKA	35
3.5 HODNOCENÍ EFEKTIVITY VÝZKUMU A VÝUKY POMOCÍ DEA	39
3.6 POSTOPTIMALIZAČNÍ ÚPRAVY MODELU	42
4 VÝPOČETNÍ EXPERIMENTY.....	43
ZÁVĚR.....	46
LITERATURA	47
PŘÍLOHY	48

Úvod

Vzhledem k nelehké situaci v dnešní světové a hlavně evropské ekonomice je kladen stále větší důraz jak na efektivitu výrobních procesů v průmyslu, tak i na produkci služeb v soukromém i veřejném sektoru. Firmy a instituce jsou tedy nuceny hledat nástroje a metody, které jim pomohou této vyšší efektivity dosáhnout. Takovými metodami jsou metoda analýzy obalu dat či ekonometrické metody deterministické a stochastické analýzy produkční hranice. Všechny výše zmíněné metody patří do metod založených na konceptu efektivní hranice produkčních možností, kde jednotky ležící na této hranici jsou efektivní a ty, co se nacházejí pod ní, jsou neefektivní.

Výhodou metody analýzy obalu dat (DEA) je to, že se jedná o metodu neparametrickou a tudíž není nutno znát přesný tvar produkční funkce (PF), neboli funkčních vztahů mezi hodnotou vstupů a výstupů, charakteristikou výrobního procesu. Toto je obzvláště užitečné tam, kde tento tvar PF není známý, takovými oblastmi jsou například školství či zdravotnictví.

Toto téma jsem si zvolil z toho důvodu, že se mi zdá velmi zajímavé a přínosné, neboť je pro každý podnik a instituci stále důležitější se orientovat i na složitější kvantitativní metody, jež mu mohou pomoci v tvrdém konkurenčním boji soudobého světa.

Tato práce bude mít 4 hlavní části:

- V první je takový úvod do problematiky měření a hodnocení efektivity.
- Druhá část je zaměřena na formální definici, popsání a následné srovnání nejpoužívanějších metod k tomuto účelu využívaných.
- Třetí část pojednává o problému neefektivity ve veřejném sektoru, těžkostech při jejím měření a následně o možnostech použití metody analýzy obalu dat v oblasti školství.
- Poslední část obsahuje výpočetní experimenty, jež demonstrují použití DEA na reálná data z devatenácti ekonomických fakult na českých veřejných vysokých školách.

1 Hodnocení efektivity produkčních jednotek

Každý ekonomický subjekt se snaží o to, aby jeho fungování bylo co možná nejhospodárnější, nejefektivnější. Efektivitu (efektivnost) je možno podle (Jablonský, Dlouhý, 2004) definovat jako „stav, kdy není možno při daných zdrojích vyrobit o jednotku statku více, aniž by bylo nutné omezit výrobu statku jiného“. Jednotka tedy funguje nejlépe, jak může a nedochází k žádné neefektivnosti jako nadměrné spotřebě zásob, špatnému výrobnímu postupu a tak dále. Aby tohoto bylo možné dosáhnout, je nutné, aby daná firma či instituce co nejlépe a nejpodrobněji znala svůj výrobní proces neboli proces, během něhož transformuje určité zdroje v nějaké finální produkty. Rozeznáváme 3 typy efektivity:

1) technickou, která tkví v maximálním využití zdrojů pro tvorbu výstupů, o maximálně efektivním postupu v technologickém smyslu věci. Vypovídá o vztahu mezi použitými produktivními zdroji a výsledným produktem.

2) alokační, která bere v potaz relativní cenu použitých vstupů a snahou je zjistit, jestli jednotka používá z kombinací vstupů, jež vedou k produkci stejného množství výstupu, tu nejlevnější možnou. Neboli vybíráme mezi technicky efektivními.

3) produktivní (celková ekonomická), jež je kombinací dvou výše zmíněných. Pokud je jednotka jak technicky, tak i alokačně efektivní, potom také dosáhla celkové ekonomické efektivity. Jestliže se objeví technická nebo alokační neefektivnost, tak je tedy tato zmíněná jednotka i ekonomicky neefektivní.

Pro tyto instituce nebo firmy, jež produkují nějaký produkt, se v ekonomii používá označení **produkční jednotka**. V současné nelehké ekonomické situaci je tedy více než kdy dříve kladen důraz na to, aby fungování této produkční jednotky nemělo v sobě zahrnuto žádné zbytečné články, agendy které pouze konzumují zdroje, ať už lidské, materiální nebo finanční, ale vlastně nic nebo téměř nic nepřinášejí. Pod touto výše zmíněnou produkční jednotkou je možné si představit například malou či větší soukromou firmu v určitém odvětví, školu, nemocnici, banku, dopravní firmu a podobně. Toto platí jak v soukromé tak i ve veřejné sféře, soukromé podnikatele by v případě neefektivnosti rozdrtily konkurenční síly trhu, veřejné instituce by naopak čelily stále většímu tlaku dozorových orgánů, zřizovatelů a potažmo i veřejnosti platící daně, z nichž je činnost těchto jednotek financována. Vedoucí

pracovníci tudíž velmi naléhavě potřebují nějaká relevantní data, podle nichž by byli schopni fungování své produkční jednotky nějakým způsobem posoudit. Tuto oporu mohou najít například v nejrůznějších odborných analýzách, které jim dokáže poskytnout jejich výzkumné nebo analytické oddělení.

K hodnocení efektivity či výkonnosti výrobního procesu je možno použít velkou spoustu metod a přístupů. Od nejjednodušších, jako jsou poměrové ukazatele k těm sofistikovanějším a složitějším, jejichž aplikaci umožňují například moderní programové produkty ve spojitosti s výkonnou výpočetní technikou. Mezi tyto metody tedy patří analýza poměrových ukazatelů, která je ale značně problematická, neboť spolu velké množství ukazatelů nijak nesouvisí, nejsou spolu nijak provázány a tak nikdy nevíme, jak produkci dané firmy hodnotit, protože každý ukazatel hodnotí a kvantifikuje pouze jednu malou část výrobního procesu. Je to kvůli tomu že v praxi užívá každá trochu větší firma velké množství různých zdrojů, aby vyprodukovala celou řadu nejrůznějších výstupů. Je důležité zdůraznit, že tyto analýzy a tato práce se bude zabývat pouze **homogenními** produkčními jednotkami, což jsou jednotky jednoho odvětví, jež používají co nejpodobnější skladbu zdrojů k tomu, aby vyrobily co nejpodobnější produkt. V ekonomické praxi se zdroje často nazývají **vstupy**, zatímco produkty, výrobky a služby, jež jednotka nabízí ke spotřebě, se nazývají **výstupy**. U poměrových ukazatelů je taky velmi významný problém jejich agregace, neboť jsou velmi často vyjádřeny v úplně jiných jednotkách a i kdyby byly vyjádřeny například v penězích, lidech, materiálu, tak je nějaké sčítání či jiné matematické *de facto* nemožné. Další možností je použití matematického aparátu a počítat například volné a vázané extrémy pomocí Jakobiánu či Lagrangeovy funkce.

Ve chvíli kdy si toto ekonomové uvědomili, bylo jasné, že bude nutné najít nějaké lepší a sofistikovanější nástroje, jež budou v odborných a povoláních rukách schopné poskytnout výsledky, které mnohem lépe a komplexně zhodnotí činnost dané jednotky. Čím méně čísel k tomu bude potřeba, tím lépe. Vůbec nejlepší by bylo, pokud by toto bylo možné říci jedním číslem. A právě o to se moderní metody sloužící k měření efektivity produkčních jednotek snaží. Tyto skupiny metod či přístupů jsou podle (Jablonský, Dlouhý, 2004) vlastně tři:

1. **Simulace**
2. **Ekonometrické metody**
3. **Matematické programování**

1.1 Simulace

Simulace je používána zejména při řešení složitých reálných problémů dynamického a stochastického charakteru. To znamená, že parametry a okolnosti tohoto modelu či problému se velmi často mění a také, že je připuštěn vliv náhody (pravděpodobnosti). U takových problémů zpravidla není možné dojít k výsledkům aplikací analytických metod, a tudíž je nutné přikročit k experimentální analýze, při níž výpočetní technika podle provedených experimentů s tímto modelem navrhne možné hodnoty příslušných parametrů. Tato metoda je velmi vhodná a užitečná při vyhodnocování jednotlivých, složitých, reálných problémů, nicméně neumožňuje nějaké porovnávání či hodnocení jednotek. Jde pouze o možnosti fungování jednoho systému (jednotky), určité varianty jak tato jednotka může používat své výrobní faktory a podobně. Není tedy možné mezi sebou nějakým způsobem porovnávat více jednotek a z tohoto důvodu je tato metoda pro porovnávání jednotek nevhodná.

1.2 Ekonometrické metody

Ekonometrických metod, jež se používají k analýze efektivnosti produkčních jednotek, je celá řada, proto uvedu pouze několik z těch nejpoužívanějších. Tyto metody by se daly rozdělit do více skupin a to ze dvou hlavních hledisek:

1) Na metody regresní a metody využívající koncept **produkční hranice**, což je hranice, na níž se vyskytují efektivní jednotky a nad kterou už není možno se s produkcí dostat.

2) Podle toho, jestli umožňují a připouštějí vliv různých vnějších, náhodných faktorů, jako jsou chyby měření, chybná specifikace modelu a podobně.

Mezi nejjednodušší metody, jež nepoužívají produkční hranici a jsou takzvaně „non-frontier“, což znamená, že nevyužívají konceptu efektivní hranice, patří nejrůznější metody a obdoby regresní analýzy. K řešení těchto analýz je používána nejčastěji metoda nejmenších čtverců, a její nejrůznější obměny, úpravy a zobecnění, jako je například zobecněná MNČ, metoda nelineárních nejmenších čtverců, metoda autoregresních nejmenších čtverců, upravených čtverců a podobně. Tyto metody jsou sice poměrně jednoduché, ale zato mají také jedno velmi podstatné mínus. Tímto nedostatkem je fakt, že po jejich aplikaci získáme pouze

odhad průměrné a nikoli tedy maximální možné produkce. Nezbude nám tedy jiná možnost než jednotky, co se nacházejí pod touto linií (mají záporné náhodné složky) označit jako neefektivní a ty co jsou nad ní a tudíž mají kladnou hodnotu náhodné složky, označit jako efektivní. Již při prvním zamyšlení je zřejmé, že tento přístup asi není příliš přesný a korektní a proto byly páni ekonometři nuceni přijít na něco lepšího.

Výsledkem této snahy byl vznik nových metod využívajících konceptu produkční hranice, jako jsou analýzy DFA (analýza deterministické hranice produkčních možností, zkratka z anglického „deterministic frontier analysis“) a SFA (analýza stochastické hranice produkčních možností, zkratka z anglického „stochastic frontier analysis“). Oba tyto přístupy mají společné, že vycházejí z konceptů produkční funkce a produkční hranice. Tyto metody dávají do poměru skutečně dosaženou produkci určité jednotky a hodnotu teoreticky dosažitelnou při maximální efektivitě, tuto „efektivní“ hodnotu produkce musíme nejdříve odhadnout pomocí funkční závislosti mezi vstupy a výstupy. Pokud jsou si tyto hodnoty rovny, pak je jednotka efektivní, pokud je produkce menší než teoreticky dosažitelná, tak je jednotka neefektivní. Obě tyto metody jsou si velmi podobné, protože mají stejný základ, liší se vlastně jenom v deterministickém charakteru jedné, a ve stochastickém charakteru druhé metody. SFA je de facto pouze rozšíření DFA v tom, že umožňuje zohlednit v modelu vliv náhody, vnějších vlivů.

1.3 Matematické programování

Z hlediska matematického programování se k hodnocení efektivity produkční jednotek používá hlavně jeden přístup a to je DEA („Data Envelopment Analysis“), neboli modely analýzy obalu dat, či modely analýzy datového obalu. Oba tyto termíny se v literatuře vyskytují, první z nich je asi používanější. Tato metoda je stejně jako výše zmíněné ekonometrické metody poměrně nová, poprvé byla představena a použita v letech 1978-1979. Existuje velká množství modifikací tohoto přístupu, ale základní princip zůstává stále stejný. Tímto principem je, že se model snaží maximalizovat efektivitu dané jednotky. Tímto optimalizačním kritériem může být podíl vážených vstupů a výstupů, nebo případně jedno z toho po úpravě do lineární formy úlohy, jež je mnohem jednodušší pro výpočetní techniku z hlediska nároků na čas a výkon. Řešitelnost nelineárních úloh je podstatně složitější.

Odlišnosti od ekonometrických metod jsou v podstatě dvě. První odlišnost je v tom, že na rozdíl od ekonometrických metod je tento přístup neparametrický, což znamená, že nemusíme při řešení odhadovat žádné hodnoty parametrů, jako je tomu například u regresní analýzy, ale i SFA a DFA. Druhým velmi podstatným rozdílem je fakt, že v modelech analýzy obalu dat dostáváme jako výsledek efektivitu relativní zatímco u ekonometrického přístupu je to efektivita absolutní. Neboli efektivita v rámci jednotek zahrnutých do pozorování, vůči efektivitě z hlediska celého odvětví, nějakého zvenčí imputovaného ideálu.

DEA je velmi cenná v tom, že se dá snadno použít například v neziskovém sektoru, kde padají některé základní axiomy produkční funkce a na ní založených metod, jako je například maximalizace zisku a podobně. Další výhodou je, že nevyžaduje žádné přesné specifikace tvaru, rozdělení, podle něhož jsou rozloženy vlivy prostředí a podobně, jako je tomu u produkční funkce. Tato svoboda velmi ulehčuje práci hlavně v tom případě, když analyzujeme nějaký proces, v němž přesně neznáme funkční závislosti mezi vstupy a výstupy. Pokud bychom se o to pokoušeli pomocí ekonometrických metod, tak by mohlo dojít k chybné specifikaci modelu a tento model by byl bezcenný. Bylo by tomu tak z toho důvodu, že by zachycoval úplně jiný proces produkce než je ten náš a tudíž by dával velmi nepřesné výsledky. Chybou ve specifikaci modelu by mohl být například předpoklad lineárního vztahu, zatímco je tento vztah ve skutečnosti mocninný. Modely DEA mohou být založeny také na různých předpokladech charakteru výnosů z rozsahu. Ty mohou být buď konstantní, nebo variabilní.

Variabilní (rostoucí, klesající, ale za předpokladů VRS mohou vyjít i konstantní) výnosy z rozsahu dovolují, aby byla efektivní i jednotka, která nedodrжуje předpoklad konstantních výnosů. Tímto předpokladem je, že aby mohla být jednotka efektivní, tak se všechny vstupy i výstupy musí změnit přesně stejným násobkem (dvakrát, na polovinu). V případě variabilních výnosů z rozsahu může být efektivní i jednotka, jejíž výstupy vzrostly více nebo méně než vstupy. Tento poměr potom určuje charakter výnosů z rozsahu, který se dá poznat z výsledků modelu.

Další skupinou modelů spadajících do „rodiny“ matematického programování jsou modely náležící do skupiny diskretních úloh LP. Základním specifíkem této podskupiny je to, že množina produkčních možností těchto úloh není konvexního charakteru. To znamená, že produkční jednotky jsou hodnoceny jenom vůči ostatním reálným jednotkám souboru ale už ne vůči jejich konvexním kombinacím. Hodnocená jednotka je tedy hodnocená pouze vůči

vybrané existující jednotce ale ne vůči bodu na nepřerušené hranici produkčních možností, jako je tomu u modelů analýzy obalu dat. Hranice produkčních možností tak má jakýsi schodovitý tvar a prochází celými čísly. Mezi tyto modely patří například FDH („Free disposable hull“) a FRH („Free replicable hull“). Přičemž FRH je rozšířením a zobecněním modelu FDH, neboť umožňuje vytváření násobných replikací produkčních jednotek a jejich vzájemné kombinace. Na tuto skupinu modelů se názory poměrně různí, ale obecně přijímaným názorem je například fakt, že tyto modely přinášejí reálnější zhodnocení efektivity produkční jednotky než modely DEA, neboť je hodnocen vůči existující jednotce a ne k nějaké hypotetické konvexní kombinaci více jednotek, jak je tomu u DEA. Požadavek na zvýšení výstupů či snížení vstupů je tedy vztažen k existující jednotce, u níž vidíme, že daný mix vstupů a výstupů je reálně možný.

2 Metody pro hodnocení efektivity

2.1 Modely analýzy obalu dat (DEA)

Modely analýzy obalu dat (někde se můžeme setkat i s názvem modely „analýzy datových obalů“) slouží k hodnocení efektivity produkčních jednotek podle velikosti jejich vstupů, jež používá a výstupů, jež tvoří. Tyto modely nachází uplatnění v široké řadě odvětví, jako je bankovníctví, zdravotnictví, školství, spotřebitelský průmysl a podobně. Počet vstupů a výstupů může být libovolně vysoký a z tohoto důvodu lze DEA považovat za metodu poměrně blízce příbuznou vícekritériálnímu rozhodování. Jako u všech metod hodnocení efektivity je nutno, aby hodnocené jednotky byly homogenní, což znamená, že používají stejné nebo velmi podobné vstupy na tvorbu stejných nebo velmi podobných výstupů.

2.1.1 Princip modelů DEA

Cílem této metody je rozdělit skupinu analyzovaných jednotek na efektivní a neefektivní, přičemž tato efektivita a neefektivita je relativní vůči ostatním jednotkám v souboru. Metoda vychází z Farelova modelu z roku 1957, tento model však umožňoval zahrnout pouze jeden vstup a jeden výstup, čili metoda DEA je jeho rozšířením.

Základní myšlenka modelů DEA je v tom, že existuje nějaká množina produkčních možností, která je tvořena všemi možnými kombinacemi vstupů a výstupů, která je omezena efektivní hranicí. Pokud daná kombinace vstupů a výstupů leží na této hranici, jedná se o jednotku efektivní, pokud je pod ní, je jednotka neefektivní. Žádná jednotka nemůže ležet nad efektivní hranicí, neboť taková se automaticky stane její součástí, pokud na nějakou takovou metoda narazí.

U této metody je možno zvolit, jestli budeme předpokládat konstantní nebo variabilní výnosy z rozsahu. U konstantních výnosů musí být růst vstupů provázen alespoň stejným proporcionálním růstem výstupů, aby mohla být jednotka efektivní. U variabilních výnosů z rozsahu, se tento nárůst produkce může například postupně snižovat. Na předpokladu konstantních výnosů z rozsahu je založen model CCR, zatímco na variabilních jeho pozdější lehká modifikace BCC.

2.1.2 Základní modely analýzy obalu dat

Model CCR:

Tento první model byl navržen Charnesem, Cooperem a Rhodesem v roce 1978 a CCR se nazývá kvůli tomu, že byl pojmenován prvními písmeny jejich příjmení. Model maximalizuje efektivitu jednotky, jež je vyjádřena podílem vážených vstupů a vážených výstupů. Toto je provedeno za předpokladu dodržení omezujících podmínek, že efektivita všech zbývajících jednotek je menší nebo rovna jedné. Tato úloha má v nelineární formě tento tvar:

$$\text{maximalizovat} \quad z = \frac{\sum_{i=1}^r u_i y_{iq}}{\sum_{j=1}^m v_j x_{jq}}, \quad (2.1)$$

za podmínek

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{i=1}^r u_i y_{ik}}{\sum_{j=1}^m v_j x_{jk}} &\leq 1, \quad k = 1, 2, \dots, n, \\ u_i &\geq \varepsilon \quad i = 1, 2, \dots, r, \\ v_j &\geq \varepsilon \quad j = 1, 2, \dots, m, \end{aligned}$$

kde z je hodnota efektivity hodnocené jednotky U_q , ε je infinitesimální konstanta zabraňující nulovým hodnotám vah u vstupů a výstupů, což znamená, že všechny vstupy a výstupy budou mít na hodnocení vliv. Hodnoty x_{ik} a y_{ik} jsou hodnotami i -tého vstupu (matice X) a i -tého výstupu (matice Y) pro k -tou jednotku.

U každé jednotky je stanoven takzvaný virtuální vstup a virtuální výstup. Váhy jsou v něm pro každou jednotku individuální a modelem určené tak, aby vyšla efektivita dané jednotky co nejvyšší. Virtuální vstup je roven jmenovateli účelové funkce výše uvedeného modelu CCR, virtuální výstup je roven čitateli tohoto podílu.

Úloha lomeného programování může být poměrně jednoduše převedena na úlohu klasického lineárního programování. Dosáhne se toho pomocí Charness-Cooperovy transformace a je to vhodné především z jednoho prostého důvodu, a sice že lineární formulace je pro optimalizační software mnohem méně výpočetně náročná.

Lineární formulace CCR modelu má poté následující tvar:

$$\text{maximalizovat} \quad z = \sum_{i=1}^r u_i y_{iq} , \quad (2.2)$$

za podmínek

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^r u_i y_{ik} &\leq \sum_{j=1}^m v_j x_{jk} , \quad k = 1, 2, \dots, n, \\ \sum_{j=1}^m v_j x_{jq} &= 1, \\ u_i &\geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, r, \\ v_j &\geq \varepsilon, \quad j = 1, 2, \dots, m. \end{aligned}$$

Jednotka je podle CCR modelu efektivní, pokud je její efektivita z rovna jedné. U neefektivních jednotek je platí $0 < z < 1$. Tento model je orientovaný na vstupy, neboli účelová funkce z udává, na jakou část ze současných hodnot by se měla výchozí hodnota vstupů snížit při zachování stávajících hodnot výstupů.

Výstupně orientovaný model se změní pouze tak, že minimalizuje vážený součet vstupů a třetí podmínka je $\sum_{i=1}^r u_i y_{iq} = 1$, jinak je model úplně stejný. Tyto modely se často označují CCR-I, CCR-O. Podle toho, jestli jsou orientovány na vstupy (input) nebo na výstupy (output).

Za předpokladu, že je jednotka neefektivní, je vhodné ji analyzovat pomocí duálně sdružené úlohy k úloze (2.2). Duální CCR model nám umožní zjistit množinu takzvaných peer jednotek (anglicky peer units) a s využitím koeficientů λ_j náležících peer jednotkám analyzované jednotky (pro ostatní jednotky jsou rovny nule) také určit virtuální efektivní jednotku k jednotce q , která má vstupy a výstupy rovné součinu matice X či Y a vektoru λ_q pro q -tou jednotku (optimálního vektoru vypočteného modelem): $\mathbf{x}_q^* = X\lambda_q, \mathbf{y}_q^* = Y\lambda_q$.

Celý duální CCR-I model má potom tvar:

$$\begin{aligned} \text{minimalizovat} \quad z &= \Theta_q \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j &\leq \Theta_q x_{iq}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \\ \sum_{j=1}^n y_{ij} \lambda_j &\geq y_{iq}, \quad i = 1, 2, \dots, r, \\ \lambda_j &\geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n, \end{aligned} \quad (2.3)$$

kde $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$, $\lambda_j \geq 0$, je vektor vah odpovídajících jednotlivým „peer jednotkám“, spolu s účelovou funkcí jsou proměnnými tohoto modelu, který je pro každou jednotku optimalizuje tak, aby pro ni byly co možná nejvýhodnější.

Uvedu ještě maticovou podobu duálního CCR-I modelu, který v sobě zahrnuje přídatné proměnné. Pokud je jednotka CCR efektivní, jsou všechny přídatné proměnné rovny nule, při jejich zahrnutí do omezení z modelu (2.3) je tedy možné nerovnice přepsat na rovnice. Tento model má potom tvar:

$$\begin{aligned} \text{minimalizovat} \quad & z = \Theta_q - \varepsilon(\mathbf{e}^T \mathbf{s}^+ + \mathbf{e}^T \mathbf{s}^-), \\ & \mathbf{X} \lambda + \mathbf{s}^- = \Theta_q \mathbf{x}_q, \\ \text{za podmínek} \quad & \mathbf{Y} \lambda - \mathbf{s}^+ = \mathbf{y}_q, \\ & \lambda, \mathbf{s}^+, \mathbf{s}^- \geq 0, \end{aligned} \tag{2.4}$$

kde $\mathbf{s}^+$ a $\mathbf{s}^-$ jsou vektory přídatných proměnných odpovídající jednotlivým omezením pro vstupy a výstupy, $\mathbf{e}^T$ je řádkový jednotkový vektor a ε je infinitezimální konstanta volená většinou 10^{-6} nebo 10^{-8} . Aby bylo možno prohlásit jednotku U_q za efektivní, je nutné, aby splnila dvě následující podmínky:

1. $\Theta_q^* = 1$
2. Všechny přídatné proměnné $\mathbf{s}^{+*}$ a $\mathbf{s}^{-*}$ jsou rovny nule.

Přídatné proměnné nám jsou také nápomocny při zjišťování optimálních hodnot vstupů či výstupů, jejichž dosažení je nutno k tomu, aby jednotka dosáhla efektivní hranice a stala se tedy efektivní.

Analogicky lze určit i výstupně orientované modely, jak v lomené formě, lineárním, tak i duálním tvaru. V případě zájmu možno snadno dohledat v (Jablonský, Dlouhý, 2004). Platí že hodnoty účelových funkcí při orientaci na vstupy a na výstupy jsou převrácené hodnoty, tedy u výstupně orientovaného modelu má neefektivní jednotka hodnotu účelové funkce větší než 1 a je ji možno interpretovat jako nutné navýšení výstupů v tomto poměru k výchozím hodnotám.

Model BCC:

Tento model, který vznikl v roce 1984, umožňuje oproti modelu CCR i jinou podobu výnosů z rozsahu, než konstantní (například klesající, rostoucí, neklesající ale i konstantní). Konický obal množiny produkčních možností se mění na klasický konvexní polyedr lineárního programování a z toho důvodu je při použití modelu BCC na stejná data vždy více

efektivních jednotek a efektivita jednotky je větší nebo rovna té, jež byla získána pomocí modelu CCR. K modelu (2.4) je nutno přidat podmínku konvexnosti $\mathbf{e}^T \lambda = 1$. U primárního modelu ve tvaru (2.2) bude nutno provést změn více. Výsledný tvar bude poté následující:

$$\text{maximalizovat} \quad z = \sum_{i=1}^r u_i y_{iq} + \mu, \quad (2.5)$$

za podmínek

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^r u_i y_{ik} + \mu &\leq \sum_{j=1}^m v_j x_{jk}, \quad k = 1, 2, \dots, n, \\ \sum_{j=1}^m v_j x_{jq} &= 1, \\ u_i &\geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, r, \\ v_j &\geq \varepsilon, \quad j = 1, 2, \dots, m. \end{aligned}$$

Proměnná μ je zde zahrnuta proto, že je duální proměnou přiřazenou podmínce konvexnosti duálního modelu $\mathbf{e}^T \lambda = 1$, její hodnota je libovolná, může nabývat i záporných hodnot. U CCR modelu je její hodnota nulová a tak tedy není v modelu zahrnuta. U výstupně orientovaného modelu by byl pouze jediný rozdíl, a sice ten, že tato proměnná, označena jiným symbolem aby nedošlo k záměně, by byla přičtena k pravé straně druhého omezení modelu (2.5), která reprezentuje vážený součet vstupů.

Duální vstupně orientovaný BCC model je pak definován následujícím způsobem:

$$\text{minimalizovat} \quad z = \Theta_q - \varepsilon(\mathbf{e}^T \mathbf{s}^+ + \mathbf{e}^T \mathbf{s}^-), \quad (2.6)$$

za podmínek

$$\begin{aligned} \mathbf{X} \lambda + \mathbf{s}^- &= \Theta_q \mathbf{x}_q, \\ \mathbf{Y} \lambda - \mathbf{s}^+ &= \mathbf{y}_q, \\ \mathbf{e}^T \lambda &= 1, \\ \lambda, \mathbf{s}^+, \mathbf{s}^- &\geq 0. \end{aligned}$$

Interpretace všech omezení a proměnných je naprosto totožná jako u CCR modelu, třetí podmínka zajistí konvexní tvar hranice efektivity.

2.1.3 Modifikace DEA modelů

Dalšími modely, které byly vytvořeny pro různé nadstavbové účely, které nebyly základní modely schopny vyřešit, jsou aditivní model SMB a jeho modifikace SMBT, které

měří efektivitu přímo pomocí přídatných proměnných a není u něj nutno specifikovat orientaci na vstupy či výstupy.

Druhou skupinou, jež by zasloužila být zmíněna, jsou modely s nekontrolovatelnými a nežádoucími vstupy a výstupy. První druh modelu umožňuje určit, které hodnoty vstupů nebo výstupů se nesmí měnit, neboť je dán zvnějšku nějakým neovlivnitelným rozhodnutím, zatímco modely s nežádoucími vstupy a výstupy zase definují, které vstupy a výstupy mají být co nejmenší, neboť škodí efektivitě.

Třetí důležitou skupinou jsou takzvané „modely super efektivnosti“, které mají za úkol nějakým způsobem uspořádat efektivní jednotky, neboť i mezi nimi je nějaká jednotka lepší a jiná zase horší. Každé efektivní jednotce je přiřazena super efektivnost větší než 1, čím vyšší hodnota, tím je jednotka lepší (Toto platí u vstupně orientovaných modelů superefektivnosti, u výstupně orientovaných jsou hodnoty menší než jedna a čím nižší hodnota, tím lépe). Podle těchto hodnot už je možno jednotky uspořádat.

Čtvrtou významnou skupinou jsou modely, jež mají podobný princip jako základní modely DEA ale patří do rodiny diskrétních modelů, takzvaného „integer programming“, neboli celočíselného programování. Do tohoto oddílu patří především metody FRH a FDH, o nichž už byla krátce řeč v první kapitole.

Poslední z důležitých přístupů je metoda Malmquistova indexu, pomocí které je možno rozložit změnu efektivnosti na změnu ve výrobních technologiích a čistou změnu efektivnosti, které lze dosáhnout například lepší organizací výrobních procesů. Tento index pojmenovaný podle švédského statistika a ekonoma Malmquistova lze ještě rozšířit a modifikovat tím způsobem, že sleduje nejen změny technologie a čisté efektivnosti, ale i změnu kvality. Index umožňuje provedení analýzy i bez informací o cenách vstupů a výstupů, kde vycházíme pouze z fyzických jednotek, jako je počet kusů, hmotnost, objem a podobně.

2.2 Ekonometrický přístup (Analýza hranice produkčních možností)

Hlavními přístupy z této skupiny jsou DFA, neboli deterministická analýza produkční hranice a SFA neboli stochastická analýza produkční hranice. Tyto metody jsou založené na konceptu produkční funkce a různých obdobách metody nejmenších čtverců, pomocí níž odhadujeme ideální hodnotu výstupu.

Mají společné to, že na rozdíl od DEA dávají výsledky, jež mají podobu **absolutní** efektivity a nikoli relativní, jak je tomu u zmíněné metody matematického programování. Obě tyto metody mají společný základ a liší se pouze v tom, že DFA na rozdíl od SFA neumožňuje vzít v potaz stochastické vlivy, jež jsou exogenní (vnější) a nejsou tak pod kontrolou managementu analyzované instituce.

Původní tvar produkční funkce u **DFA** je $\ln y_j = \sum_{i=1}^m \beta_i \ln X_{ij} - \varepsilon_j$, kde y_j je výstup j -té jednotky, β_i je koeficient odhadnutý metodou nejmenších čtverců, jež náleží i -tému vstupu (elasticita vstupu i) a ε_j reprezentuje technickou neefektivitu j -té jednotky a tudíž se tuto hodnotu snaží metoda minimalizovat.

Dále platí, že $\bar{y}_j \geq y_j$, což znamená, že ideální produkce je větší nebo rovna té aktuální. Pokud je toto splněno jako rovnost, potom je jednotka efektivní. Pokud platí ostrá nerovnost, jednotka je neefektivní a její efektivita je rovna podílu $TE_j = \frac{y_j}{\bar{y}_j}$, $j = 1, 2, \dots, n$.

Stochastická funkce má tvar:

$$\ln y_j = \sum_{i=1}^m \beta_i \ln X_{ij} + v_j - u_j,$$

kde jsou všechny části vzorce obdobné jako u DFA, pouze $\varepsilon_j = v_j - u_j$. Hodnota v_j reprezentuje náhodnou stochastickou složku produkční funkce. Hodnota u_j zastupuje neefektivitu. Efektivita je analogicky rovna $TE_j = \frac{y_j}{\bar{y}_j \exp(v_j)}$, $j = 1, 2, \dots, n$.

V tomto vzorci platí totéž jako v obdobném náležitém metodě DFA, pouze navíc $\exp(v_j)$ je očekávaná hodnota náhodné složky pro j -tou jednotku, která zahrnuje chyby měření a další vnější vlivy. K odhadu efektivní hranice jsou používány různé obměny metody nejmenších čtverců. Výběr konkrétní metody závisí hlavně na tvaru produkční funkce, což znamená, jestli je lineární v parametrech a podobně.

2.3 Ekonometrické metody vs. modely analýzy obalu dat

První ze tří hlavních metod používaných k hodnocení efektivity je metoda **deterministické produkční hranice**, která vychází společně se stochastickou analýzou produkční hranice z konceptu produkční funkce. Jak už napovídá její název deterministická, tak je zřejmé, že zde není možnost žádného exogenního (vnějšího) vlivu, všechny odchylky od odhadnuté efektivní hranice jsou tedy přičteny na vrub neefektivnosti. To znamená, že není předpokládána existence chyb měření či jiných vnějších vlivů. V primární produkční formě je velice těžké do modelu zahrnout více výstupů, pokud je použita duální nákladová hranice, tak je takové zobecnění možné. Nicméně v tom to případě není možné neefektivnost rozložit na technickou a alokační složku a celý vliv je tedy připsán celkové nákladové neefektivnosti.

Pokud se zaměříme na výpočetní nároky a předpoklady této metody (jež jsou v podstatě totožné se stochastickým přístupem), tak je nutné zdůraznit, že vyžaduje poměrně velmi rozsáhlá data. Tento požadavek je zapříčiněn určitými statistickými předpoklady této metody, jež jsou velmi problematicky aplikovatelné u malých výběrů. Dalším faktem, který je zmiňován jako nevýhoda, je skutečnost, že je nutno specifikovat statistické rozdělení technických neefektivností (normální, log-normální, exponenciální, atd.). Toto může být poměrně palčivý problém, pokud nám není známa ekonomická síla či proces, který za existenci zmíněné neefektivnosti stojí. V tomto případě je to řešeno tím způsobem, že se toto rozdělení určí empiricky podle analýzy jeho tvaru. Dále je důležitý fakt, že volba konkrétního tvaru produkční funkce, jež je použit, zapříčiní často poměrně striktní omezení ve smyslu analýzy, již je možno po získání výsledků provést. Tato skutečnost může ztížit provedení analýzy potřebné k určitým účelům, jež byla například zadána odněkud z vyšších pater analyzované instituce, protože analytik si poté musí zvolit a prosadit jednu ze dvou možností. Buďto přesvědčí vedení, že analýza tohoto typu není možná, nebo ji provede při záměrně chybné specifikaci modelu a bude doufat, že tento fakt příliš neovlivní výsledky této analýzy.

Druhým diskutovaným přístupem je model **stochastické hranice produkčních možností**. Tento přístup odstraňuje a překračuje některá omezení deterministické metody. Hlavním kladem a výhodou tohoto přístupu oproti výše jmenovanému je, že zavádí možnost specifikace složky nevysvětlené modelem, chyb měření a podobných vnějších vlivů mimo kontrolu dané testované produkční jednotky. Nicméně analogicky s deterministickým přístupem je nutno u těchto náhodných vlivů určit jejich rozdělení společně s rozděleními pro neefektivnosti a specifikaci tvaru produkční funkce, potažmo hranice. Toto ukazuje hlavní nevýhodu těchto přístupů, a sice že musíme tato rozdělení určit a jejich chybná specifikace

vede často ke znehodnocení výsledků provedené analýzy. Z výše uvedených faktů je zřejmé, že stochastická metoda je sice o něco složitější, nicméně, při splnění všech předpokladů správné specifikace, je lepší a komplexnější než metoda deterministická.

Třetí metoda, která se velmi podstatně liší od dvou zmíněných, je **analýza obalu dat**, jež patří do rodiny matematického programování. Největší odlišností tohoto přístupu je fakt, že je konceptuálně neparametrický. Model neurčuje žádnou průměrnou nebo standardní výrobní technologii, jež by měla být v odvětví obvyklá. Pouze zjišťuje, jestli se v souboru nachází jednotka, která je v produkční činnosti lepší, neboli produkuje stejný nebo vyšší výstup za použití stejného nebo nižšího vstupu. Kombinace stejný výstup a stejný vstup je zbytečná, neboť by se jednalo o jednotku totožnou, ostatní kombinace znamenají, že nalezená je jednotka efektivnější, než jednotka analyzovaná.

Výhodou tohoto přístupu je, že není nutné, aby bylo předem specifikováno jakékoli rozdělení, jak tomu bylo u ekonometrických metod. Není ani nutné určovat tvar žádné produkční funkce. Z této výhody nicméně plyne nevýhoda oproti stochastické analýze produkční hranice, která tkví v tom, že všechny odchylky od efektivní hranice mají u tohoto přístupu formu neefektivnosti. Tato skutečnost tak může vést, a v drtivé většině případů i povede, k podcenění nebo přecenění hodnot neefektivnosti, neboť za horším výkonem mohou velmi často stát exogenní vlivy, které tato metoda neumí nijak postihnout a eliminovat. Jelikož je tato metoda nestochastická, tak ani není možné určit pravděpodobnost různých poloh hranice efektivity.

Velmi podstatná výhoda metody DEA je její neparametrický koncept, neboť je analytikovi dána poměrně velká svoboda, co se týká formulace vstupů a výstupů, není nutné řešit jednotky, v nichž jsou tyto veličiny měřeny a tak dále. Tato výhoda se jeví obzvláště podstatnou v neziskovém sektoru, ať už ve veřejných institucích nebo různých veřejně prospěšných organizacích, protože je zde problém s platností některých axiomů produkční funkce (např. maximalizace zisku a podobně). Je tedy možno zkoumat efektivitu institucí, u nichž by to bylo při použití jiných metod přinejmenším velice problematické. Dále je také možná situace, že je obtížné získat data potřebná k provedení analýzy založené na statistických základech. V tomto případě je vítaným plusem absence všemožných restrikcí a požadavků nutných u jiných přístupů. Další zajímavou možností, kterou nabízejí modely analýzy obalu dat je zaměření se na takzvané „slack variables“, neboli přidatné proměnné,

neboť ty umožňují získat o každé jednotce mnoho užitečných informací. Například které vstupy a výstupy je nejvhodnější zvyšovat či redukovat a podobně.

Jako slabina a nevýhoda je některými autory uváděna problematika validity a stability výsledků při zvýšeném výskytu chyb v datech. Různé výpočetní experimenty a analýzy také prokázaly poměrně silnou citlivost DEA na změnu mixu vstupů a výstupů, zvláště pokud se jedná například o vynechání velmi důležité proměnné. Vyřazení nebo náhrada důležitého vstupu či výstupu, jež má velký vliv na produkční proces, tak může velmi podstatně změnit výsledky celé analýzy. Některé analýzy také ukazují, že lomená produkční hranice lineárního programování je flexibilnější, než ty nejflexibilnější formy parametrické produkční funkce. Metoda tedy „*nechává data mluvit sama za sebe*“ (Bates, Baines & Whynes, 1996).

Z výše zmíněných faktů lze odvodit myšlenku, že DFA představuje nepříliš dobrý kompromis mezi DEA a SFA. Ekonometrické metody jsou si podobné, co se týče vymezení efektivní hranice, DEA a DFA zase v tom, jakým způsobem definují neefektivitu (všechny odchylky od efektivní hranice, neexistence vnějšího nekontrolovatelného vlivu). DFA má tedy obě hlavní nevýhody, je nestochastická a parametrická. Je tedy zřejmé, že při analýze a porovnání výsledků po dvojicích z výše zmíněných metod se budou pravděpodobně nejvíce lišit DEA a SFA, neboť se liší v obou hlavních konceptuálních aspektech (stochastický vs. deterministický; parametrický vs. neparametrický). Podle některých simulačních studií je DEA za předpokladu variabilních výnosů z rozsahu většinou přesnější než metoda deterministické analýzy produkční hranice, nicméně při použití modelu předpokládajícího konstantní výnosy z rozsahu se situace obrátí. Ve většině případů jsou výsledky metody DEA přesnější a stabilnější. Pokud je DFA zvolena místo DEA jako metoda použitá pro určitou analýzu, přicházíme o flexibilitu v modelování produkčního prostředí, ale nedostaneme nic, co by tuto nevýhodu kompenzovalo.

Pokud porovnáváme DEA a SFA, tak se dostáváme na půdu nerozhodnějšího souboje, neboť každá z metod má „svoje“. DFA mívá lepší výsledky, pokud jsou použita data s nepříliš velkým množstvím chyb. Stochastický přístup získává navrch ve velkých výběrech, pokud se počet testovaných jednotek dostává k padesáti a více. Dalším případem, kdy bývá SFA přesnější, je situace, když se podaří zvolit tvar produkční funkce a rozdělení neefektivností a stochastických vlivů velmi přesně odpovídající skutečnému reálnému prostředí. Čím silnější je vliv prostředí, neboli faktorů, které nemůže management dané jednotky ovlivnit, tím vhodnější je použití SFA. Některé analýzy také ukazují, že DEA modely jsou méně přesné

v oblastech efektivní hranice, kde se nachází málo, nebo téměř žádná pozorování. Toto je také zapříčiněno faktem, že DEA nedokáže eliminovat vlivy chyb měření a pokud je takto vychýleno jedno z mála pozorování v dané oblasti, tak to značně ovlivní i skóre okolních jednotek. Nicméně parametrické metody se s podobným problémem potýkají také, neboť je obtížné specifikovat přesnou polohu hranice nad oblastmi, jež jsou téměř prázdné. Další případ kdy nejsou modely DEA příliš úspěšné, je situace, kdy jsou některé části množiny produkčních možností nekonvexní, neboť to porušuje axiom konvexity u DEA a metodu tedy správně nelze ani použít. Naopak metoda analýzy obalu dat získává navrch, pokud je obtížné specifikovatelný tvar produkční funkce, pokud příliš detailně nevíme, jak daný proces přeměny vstupů na výstupy probíhá. Stejný případ nastává, pokud neumíme specifikovat rozdělení neefektivností a náhodných vlivů. V těchto případech také SFA nepřináší příliš dobré výsledky. Nicméně je spousta analýz, které dospěly k opačným výsledkům: DEA nebo DFA dosahují o poznání lepších výsledků než stochastická metoda i při použití „noisy“ dat, nebo dat s velkým množstvím chyb měření, kdy SFA modely připisují většinu odchylek od efektivní hranice neefektivnosti, místo aby správně odhalily například chyby měření. SFA často nedokáže separovat neefektivnost od náhodných vlivů, což by měla být její hlavní zbraň, tento fakt tedy naznačuje, že DFA nemusí vždy být pouze tím „chudým a ostrčeným, nepovedeným bratříčkem“.

Další skutečností je úroveň změny výsledků při zahrnutí dodatečné nedůležité proměnné a při opomenutí důležité proměnné. Zatímco v prvním případě je situace téměř neměnná a na skóre testovaných jednotek nemá vliv, v druhém případě mohou nastat poměrně velmi výrazné změny. Častá je situace, že při analýze metodou DEA je nalezeno více efektivních jednotek, než při použití ekonometrického přístupu. K tomuto dochází, hlavně pokud je použit předpoklad variabilních výnosů z rozsahu nebo je do modelu zahrnuto velké množství proměnných.

Ať už je naše analýza koncipována jakkoli, tak pokud je komplexní, nikdy nemůže dospět k výsledku, že jeden přístup je lepší, než ten druhý. Tak to prostě není a díky zvyšujícímu se množství studií porovnávajících tyto výše zmíněné a hlavní používané metody se dozvídáme stále detailnější informace o silných stránkách jednotlivých přístupů. Jsou určité situace a skutečnosti, které nahrávají a indikují použití jedné z metod a jiné, jež vyzdvihují zase pozitiva metody jiné. Problémem je, že tento výběr je jednoznačný v určitých modelových, zjednodušených situacích, nicméně v reálném světě jsou vždy přítomny těžko

analyzovatelné spletné všech možných vlivů a skutečností. Některé z nich mohou nahraovat jednomu, jiné zase druhému přístupu a tak je v mnohých reálných případech velice obtížné, ne-li nemožné vybrat některou metodu s tím, že je pro daný účel jasné lepší. Každá ze dvou skupin metod má jiné předpoklady, jiná východiska a je také vhodná k trochu jinému typu analýzy. Každý tedy spíš používá metodu, jež mu nejvíce přirostla k srdci, či je z nějakého důvodu nejvhodnější v oblasti jeho činnosti

3 Hodnocení efektivity ve školství a veřejném sektoru

V předchozí kapitole byl vymezen jakýsi teoretický základ a pozadí k tématu této práce, zatímco v tomto bude tato obecná charakteristika metod pro měření efektivity produkčních jednotek zkonkretizována a aplikována na oblast školství. Bude zmíněna řada úskalí a specifík, na něž si musí dát člověk pozor, pokud se do analýzy v této oblasti hodlá pustit. Tato specifika a charakteristiky platí z velké části v celém veřejném sektoru a proto by bylo dobré se nejdříve podívat na tyto skutečnosti obecně z pohledu celého „státního aparátu“, všech institucí, které jsou při své činnosti financovány z veřejných zdrojů.

Následovat budou podkapitoly pojednávající o různých oblastech a možnostech při hodnocení efektivity v sektoru školství, jak se vyrovnat s určitými problémy. Na každou tuto oblast a otázku samozřejmě existuje mnoho názorů a budu se tedy snažit zmiňovat převládající a nejvíce používané metody či postupy

3.1 Efektivita ve veřejném sektoru

Celý veřejný sektor inklinuje k neefektivnosti a to hned z několika důvodů:

- U většiny institucí veřejného sektoru je aplikován **neziskový princip**
- **Neexistence** stálého **ohrožení bankrotem**, jak tomu je u subjektů působících v sektoru soukromém
- Problém vyjádření užitku v odvětví, které funguje na **netržním principu**
- **Absence hodnotícího prvku** zákazníka, přičemž občan nemá často možnost volby a musí vzít zavedenou službou, jež je mu z veřejných zdrojů nabízena
- **Majetková nezainteresovanost** rozhodujících subjektů a případná korupce

Jistě by se dala vymyslet spousta dalších příčin neefektivnosti veřejného sektoru, ale tyto považuji za hlavní a významné. Tyto skutečnosti by bylo vhodné dále rozebrat a podívat se na jejich vlivy a důsledky.

Neziskový princip, jenž je zakotven ve fungování převážné většiny veřejných institucí sebou přináší určité problémy a obtíže, se kterými se nějak management těchto subjektů musí vypořádat. Zisk je kategorie a kritérium, pomocí něhož subjekty v soukromém sektoru poměřují strukturu vstupů a výstupů, výnosů a nákladů, podle kterého určují svou další politiku a činnost. Zisk je důvodem a motorem k neustálému hledání optimálního výrobního procesu, při němž bude jeho hodnota nejvyšší. Kategorii zisku není v tomto případě možno definovat, neboť ani produkt nabízený institucemi státního sektoru není oceněn žádnou **tržní cenou**, služby jsou poskytovány z prostředků, jež jsme předem odvedli ve formě všemožných daní a pojištění.

Neexistence a nemožnost nepřetržité kalkulace **náklad** → **zisk** u všech procesů vede ke dvěma skutečnostem:

- a) Instituce veřejného sektoru není ohrožena bankrotem, neboť má jistý příjem ze státního rozpočtu a pouze musí s těmito přidělenými prostředky vyjít. Má tak možnost se koncentrovat na vytváření určité užitné hodnoty, aby byl její produkt co nejhodnotnější a nejlepší vzhledem k použitým nákladům. Tento úkol a smysl fungování veřejného sektoru se ale někdy velice těžko měří, neboť je často obtížné určit která služba je objektivně lepší a která horší, nebo která pobočka instituce lépe funguje a tak dále.
- b) Je kladen menší důraz na správnou a efektivní alokaci zdrojů a na kvalitu nabízené služby či zboží. Toto je zapříčiněno skutečností, že na rozdíl od soukromých subjektů není takový tlak na nabídku co nejlepšího a nejlevnějšího možného produktu. Majetková nezainteresovanost řídících a rozhodujících úředníků či pracovníků má za následek to, že je nabízen pouze produkt vyhovující určitým požadavkům či normám místo toho, aby byla snaha poskytnout to nejlepší co je za určitou částku možné.

Problémem při poměřování efektivnosti a hodnoty jednotlivých veřejných služeb je hlavně fakt, že náklady sice můžeme kvantitativně přesně vyjádřit v naturálních nebo případně finančních jednotkách, ale u výstupů je to často problém. Výstup ve veřejném sektoru se neprodává, nemá tedy svou tržní cenu, jež by byla určena nabídkou a poptávkou střetávajícími se na trhu zboží a služeb. V tomto případě je tedy nutno poměřovat náklady na určitou službu

přímo s jejím užitekem. Kvantifikace něčeho takového je u většiny metod mikroekonomické analýzy prakticky nemožná, pokud musíme vzít v potaz neziskový charakter těchto procesů.

Ziskový sektor takový problém neřeší, je zde zákazník, který určí, za jakou cenu je ochoten daný produkt koupit. Určí tak jakou má daný statek hodnotu, jaký přináší užitek. V sektoru veřejném určuje hodnotu statku neboli míru uspokojení potřeb přímo producent statků. Činí tak z toho důvodu, že se uchází o peníze ze státního rozpočtu a čím smysluplnější a hodnotnější činnost vykáže, tím na ni pravděpodobně dostane více prostředků.

Dalším problémem veřejných výdajů je neekvivalence toho, čeho se mi z veřejných zdrojů dostává s tím, co jsem do státního rozpočtu formou různých odvodů vložil. V drtivé většině dostávají všichni stejně, nebo dokonce dostanete i v absolutní částce méně, než člověk, který do rozpočtu přispěl nižší částkou (sociální transfery). Lidé z vyšších příjmových skupin jsou tak nespokojeni, že se jim toho za jejich daně dostává málo a často si hledají raději komerční cestu jak uspokojit své potřeby na vyšší úrovni, než aby „konzumovali“ službu poskytovanou státem.

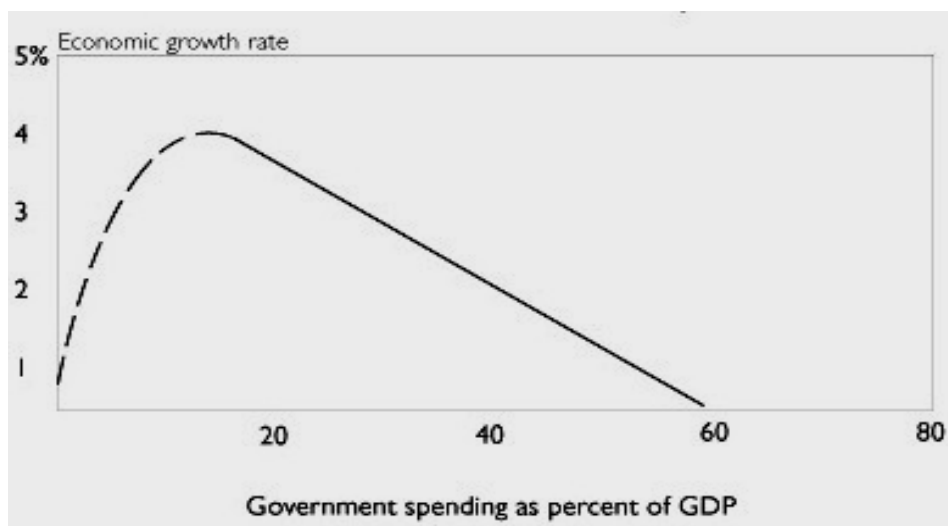
Z hlediska úspor ve veřejných výdajích je možno vysledovat tendenci vytvářet na zajištění určité služby pouze jednu instituci a ne více, neboť by to bylo dražší. Takto je tedy potlačována ve veřejném sektoru konkurence a je vytvářen další tlak na menší efektivnost či kvalitu. Veřejný sektor z výše zmíněných důvodů inklinuje k **maximalizaci vstupů a minimalizaci výstupů**. Naprosto zřejmá je snaha vytvořit si co nejvíce agend, aby mě nebylo možno zrušit, mít co nejvyšší rozpočet a produkovat pouze to, co je ze zákona nutné, nic navíc. Důsledky chybné alokace zdrojů ve veřejném sektoru jsou podle [7] následující:

„Veřejné finance nejsou alokovány do těch bloků a odvětví veřejného sektoru, kde mohou přinést v konkrétním čase nejvyšší užitek. V rámci jednotlivých bloků a odvětví není zvolen takový způsob uspokojování potřeb, který přináší vzhledem k velikosti vstupů nejvyšší užitek. Produkovávané statky nejsou spotřebovávány buď proto, že byla nadhodnocena potřeba nebo špatně odhadnut nabídnutý způsob uspokojované potřeby vzhledem k vlastnostem spotřebitele. Menší intenzita tlaku na růst užitku a snižování nákladů se projevuje v menší inovační aktivitě při vyhledávání nových způsobů uspokojování potřeb, které zvyšují užitek při stejných nákladech nebo snižují náklady při stejném užitku nebo dokonce zvyšují užitek při snížených nákladech. Ve veřejném sektoru se z titulu zmíněných příčin projevuje určitá pohodlnost a princip „natažené ruky“. Tedy tlak na zvyšování příjmů z veřejných

rozpočtů, aniž by bylo obecně považováno za nutné argumentovat vyšším dosaženým efektem.“

Pokud hledáme optimální velikost veřejného sektoru, tak je nutno poměřovat ztráty veřejného a soukromého sektoru při zajišťování určitých služeb. Pokud by byly makroekonomické ztráty veřejného sektoru větší, než u sektoru soukromého, potom nemá smysl, aby takové služby byly zajišťovány z veřejných zdrojů. Podle analýz, jež se zaměřují na zjištění vztahu mezi poměrem veřejných výdajů na HDP a ekonomickým růstem, dochází k nejvyššímu růstu při veřejných výdajích kolem 15 - 20 % HDP dané ekonomiky.

Vztah mezi velikostí veřejných výdajů v poměru k hrubému domácímu produktu a růstem ekonomiky v procentech vyjadřuje takzvaná „Rahnova křivka (angl. Rahn curve)“, která má následující tvar:



Obr. 2.1 – Rahnova křivka

Pro představu o dnešním stavu věci je velikost vládních výdajů v HDP v USA okolo 40 % a průměr Evropské unie se nachází někde u 49 %. Česká Republika má poměr veřejných výdajů k HDP 43,4 %. Pro většinu lidí bude asi velice překvapující skutečnost, že i ve Švýcarsku je to okolo 34 procent (Eurostat za rok 2011).

V podstatě všechny vyspělé západní země mají příliš vysoké výdaje na svůj veřejný sektor a tak by bylo vhodné je do budoucna nějakým způsobem snížit. Tyto výdaje je možno rozdělit na dvě skupiny, z nichž je vhodné omezit pouze jednu a spořené prostředky přesunout do skupiny druhé. První skupinou jsou výdaje na spotřebu, jako jsou sociální transfery, provozní výdaje a podobně. Do druhé skupiny patří výdaje investiční, mezi které se dá počítat

například výstavba dopravní infrastruktury, podpora vědy a výzkumu, ale i například dostatečně finančně zajištěné školství, které bude produkovat dostatek světově konkurenceschopných absolventů. Spousta ekonomů je toho názoru, že kvalitní školství, zejména to vysoké, je jedním ze stavebních kamenů prosperující ekonomiky, jež má perspektivu pozitivního budoucího vývoje. Orientace na odvětví s vysokou přidanou hodnotou je recept, jak být na světovém trhu úspěšní a nebýt pouze montéry polotovarů, přičemž smetanu v podobě přidané hodnoty za finální produkt slízne někdo jiný.

Jelikož je školství jedním ze základních kamenů a základních předpokladů pro existenci silné ekonomiky, je nutno mu věnovat pozornost, pojmenovávat jeho nedostatky a navrhnout cesty k jeho zlepšení. V následujícím textu bude následovat charakteristika edukačního procesu a možnosti či přístupy k měření jeho efektivity.

3.2 Měření efektivity ve školství a oblasti uplatnění

Metody, jež byly zmíněny a srovnávány v první kapitole této práce mohou být použity v oblasti školství k analýze mnoha různých typů institucí. Mezi ně patří základní a střední školy, vzdělávací centra a oddělení podniků, vysoké školy, případně jejich fakulty či dokonce jednotlivé katedry. Nejdříve se na toto téma objevovaly práce zejména z prostředí Spojených států amerických, nicméně zejména během počátečních let 21. století došlo k všeobecnému rozvoji tohoto tématu po celém světě, hlavně co se týká západní Evropy a Japonska či Austrálie.

Výběr subjektů, jež budou analyzovány, má celou řadu dopadů. Musíme si uvědomit, jak která organizace funguje, porozumět jejímu chodu a vybrat určité proměnné, které budou během naší analýzy chod této instituce reprezentovat. Musíme vybrat takové znaky a údaje, které mají pro chod této firmy či instituce co největší význam, ty, jež její fungování co nejlépe a nejpřesněji charakterizují. Těchto proměnných musí být také vybráno správné množství, neboť čím více vstupů a výstupů bude bráno v potaz, tím více bude efektivních jednotek s efektivitou rovnou jedné.

Pokud dojde k opomenutí důležitých proměnných, nebo naopak k zahrnutí proměnných bezvýznamných pro tvorbu sledovaných výstupů, může dojít k velmi markantnímu pokřivení výsledků celé analýzy, jež se mohou změnit u některých sledovaných jednotek třeba i v řádu desítek procent. Analýza může být zaměřena na velké množství cílů a sledovat řadu

rozličných aspektů z oblasti fungování vzdělávací instituce. Může se tak zaměřovat například na tyto oblasti:

- **Efektivita edukačního procesu**
- **Technická efektivita fungování instituce.** Zde je hodnoceno pouze, jestli škola přeměňuje použité vstupy na vstupy nejlepším možným způsobem, nebo existují jiné, které to zvládají lépe a jsou tedy efektivnější.
- **Celková ekonomická efektivita.** Zde je problém s netržním charakterem odvětví a obtížným vyjádřením cen jednotlivých vstupů a výstupů. Potažmo s konstrukcí izokvanty nebo jiného podobného instrumentu, jež by sloužil k určení nákladově nejefektivnější varianty z kombinací vedoucích k produkci stejné hodnoty výstupu.
- **Změna efektivnosti sledovaných jednotek v průběhu času a její rozklad na různé vlivy.**
- **Analýza takzvané „scale efficiency“,** neboli efektivní velikosti dané instituce. Tato analýza zjistí, jestli by bylo vhodné instituci zmenšit, rozšířit nebo ponechat ve stávající velikosti. Určí, její MPSS („most productive scale size“), což znamená nejproduktivnější, nebo nejefektivnější velikost a jestli se v tomto pásmu tato jednotka nachází.
- **Rozklad fungování instituce vysokého školství na vědu a výzkum** a hodnocení obou těchto funkcí (K tomuto účelů slouží několik metod, jež budou dále v práci rozebrány a zanalyzovány).
- **Analýza zaměřená na zhodnocení fungování instituce ze strany více hodnotících subjektů.** Například stát či ministerstvo, instituce samotná a její vedení, případně student nebo zájemce o studium. Každý z těchto subjektů může mít úplně jinou představu o fungování této instituce a vytyčil by jí diametrálně odlišné cíle.

Nejčastěji jsou prováděny analýzy technické efektivity a v případě vysokoškolských institucí také hodnocení oblastí výzkumu a výuky zvlášť. Oddělení těchto dvou funkcí je prováděno kvůli tomu, že spolu příliš nesouvisí a také z toho důvodu, že jsou univerzity rozdílně zaměřeny a tudíž jsou některé vynikající v jednom ohledu a horší v druhém. Při hodnocení obou oblastí zvlášť je tak možno získat detailnější obrázek o fungování dané instituce.

3.2.1 Vzdělávací proces a pohled na něj

Na fungování vzdělávací instituce a edukační proces, který zajišťuje je možno nahlížet ze dvou úhlů pohledu. Buďto hodnotíme pouze výuku samu o sobě a potom se jedná o takzvanou efektivitu pedagogickou, nebo bereme v úvahu i náklady a jiné ekonomické ukazatele a potom mluvíme o efektivitě ekonomické. Dále se bude tato práce zabývat v drtivé většině případů už jen ekonomickou efektivitou, hodnocení samotné výuky bude lepší přenechat pedagogům, kteří jsou odborníky na danou oblast.

3.2.2 Problém homogenity produkčních jednotek ve školství

Problém homogenity je poměrně význačný, neboť jak ekonometrické metody, tak i metody matematického programování požadují, aby si byly hodnocené jednotky co nejvíce podobné. To znamená, aby jejich fungování mělo co nejvíce stejných znaků, aby jejich rozpočet a počty studentů v jednotlivých stupních a typech výuky mely podobnou strukturu, a podobně.

Z tohoto hlediska je například velmi obtížné a nekorektní srovnávat různé univerzity či fakulty s odlišným zaměřením. Srovnání celých univerzit je možné, pokud by to byly například univerzity zahrnující téměř všechny obory a oblasti lidského vědění, jako je třeba Univerzita Karlova. Případně by bylo možno analyzovat společně například univerzity zabývající se zemědělstvím, nebo fyzikálně technickými disciplínami a podobně. Nicméně velmi těžko můžeme podle jednotných kritérií porovnávat třeba Vysokou školu ekonomickou a ČVUT, neboť jejich fungování a zaměření je tak odlišné, že by při analýze takto odlišných subjektů chybělo srovnání, neboť se dané jednotky nacházejí úplně v jiných oblastech číselné osy, jejich mix vstupů a výstupů je úplně odlišný. Technické obory mají například méně studentů, než obory humanitní a vyžadují větší množství finančních prostředků k výuce jednoho žáka, nebo při realizaci výzkumných projektů, jež jsou obvykle také finančně výrazně náročnější. Tato nevýhoda technických oborů může být vyrovnána například volbou určitých koeficientů na přepočet počtu studentů a podobně. Byly vypracovány také studie srovnávající například ekonomické, matematické či fyzikální katedry na jednotlivých školách, případně práce, jež hodnotí katedry či studijní obory na jedné fakultě či škole.

Pokud jsou charakteristiky testovaných jednotek odlišné, je také možné je rozřadit do několika skupin, takzvaných „clusterů“ a hodnotit tyto skupiny odděleně. Můžeme potom

provádět analýzu v rámci skupiny, ale není už možné porovnávat výsledky jednotek z různých skupin, neboť výsledkem metody DEA je relativní efektivita vůči ostatním jednotkám ve skupině. Není tedy možné porovnávat efektivnost dvou jednotek, které měly úplně jiný referenční set, vůči kterému byla posuzována jejich výkonnost. V tomto případě je pouze možné porovnávat různé statistické míry polohy a variability, jako kvantily, průměrnou hodnotu, či medián v rámci jednotlivých skupin a hodnotit tak celkově skupiny vůči sobě jako celek.

U metody DEA je také velmi důležité hodnotit a testovat stabilitu výsledků při změnách vstupů a výstupů, neboť tyto změny mohou být velice podstatné. Pokud je tato stabilita velká a výsledky jednotlivých specifikací modelu se pro danou jednotku liší jenom málo, potom je možné tyto jednotky brát jako homogenní, neboť se výsledky jednotlivých jednotek nemění a méně efektivní jednotka není najednou při změně proměnných modelu efektivnější než jednotka, jež měla efektivitu vyšší. (Sexton, 1986)

Když jsou změny těchto efektivností velké, tak jsou vidět rozdíly mezi jednotkami, například jinak zaměřenými katedrami, kde je pro určitou skupinu jeden z faktorů mnohem důležitější než pro jinou skupinu jednotek. Takto je možno zjistit, která proměnná má jakou důležitost pro určitou jednotku či jejich skupinu. Takováto analýza britských vysokých škol byla provedena například v Thanassoulis et. al. (2010). Tato studie hledá různé možnosti pro zvýšení efektivity jednotlivých skupin vysokých škol, či přímo každé jednotky zvlášť. Například jestli má optimální velikost, jaká změna v mixu vstupů a výstupů by vedla k lepším výsledkům či analyzuje změnu efektivnosti během víceletého období a pokouší se ji vysvětlit a rozložit na jednotlivé faktory pomocí Malmquistova indexu.

3.3 Faktory ovlivňující efektivitu ve školství

Aby byly výsledky jednotlivých jednotek srovnatelné, je vždy dobré se snažit eliminovat vliv co nejvíce faktorů, jež nejsou pod kontrolou dané analyzované jednotky. Nejdůležitějšími faktory jsou, podle literatury zabývající se efektivitou ve školství, socioekonomické prostředí žáků a jejich vstupní kvalifikace neboli úroveň znalostí před nástupem na školu. Existují dva hlavní přístupy, jak se s těmito vlivy mimo kontrolu managementu dané jednotky vyrovnat.

První přístup je založený na dvoufázovém modelu, když v první fázi používáme pouze vstupy pod kontrolou dané jednotky a výsledky jsou poté v druhé fázi analyzovány pomocí

regresní analýzy, jež hodnotí závislost skóre daných jednotek na vnějších faktorech. Porovnáním výsledků z první fáze a regresí získaných odhadů nám vznikne index, s jehož pomocí přepočítáme původní výsledky na takzvanou čistou technickou efektivitu neboli efektivitu, u níž byl eliminován vliv vnějších faktorů.

Druhý a používanější způsob má následující podobu: Bere proměnné prostředí a vnější vlivy za nimi stojící v potaz už během počítání efektivity výchozím modelem. Je možno také použít různá rozšíření základních modelů DEA, která spočívají v tom, že efektivita může být ovlivněna všemi vstupy, jež sice mají vliv na efektivitu, ale nejsou brány v potaz při hodnocení potenciálních zlepšení ve fungování dané jednotky, není totiž možné dosáhnout nějaké cílové hodnoty nekontrolovatelné proměnné, kterou management nemůže ovlivnit.

V rámci obou jmenovaných přístupů je možno použít k charakteristice prostředí celou řadu nejrozumnějších proměnných. Mezi tyto proměnné patří například socioekonomické prostředí, výdělky rodičů. Kde toto není možné, používají se proměnné jako podíl neúplných nebo neanglicky mluvících rodin na škole, podíl dětí dostávajících jídlo zdarma či index podílu rodičů s vysokoškolským vzděláním, neboť podle Ruggiera (1996) je podíl dospělých absolventů vysoké školy dobrá proxy proměnná pro vzdělanost rodičů. Charnes, Cooper a Rhodes (1981) vytvořili index interakce rodičů se školou, který v sobě zahrnuje množství konzultací, které rodiče navštívili, návštěvy na škole, různé schůze a podobně.

V kontrastu k zájmu, jež je věnován nekontrolovatelným proměnným, bylo publikováno pouze minimum prací, jež by například porovnávaly dva výše zmíněné přístupy k zahrnutí těchto proměnných do uvažování. V práci (McCarty, T. A. & Yaisawarng, S., 1993) byly tyto postupy porovnány a autoři dospěli k závěru, že výsledky jsou poměrně blízké, že mezi nimi existuje poměrně silná pozitivní korelace. Bylo nicméně zjištěno, že u dvofázového modelu může dojít k problému a velmi nepřesným výsledkům, pokud existuje silná korelace mezi vstupy z první fáze a nezávislými proměnnými použitými ve fázi druhé. Pokud tomu tak je, výsledky z první fáze už vlastně berou v potaz jak kontrolovatelné, tak nekontrolovatelné vstupy a boří celý teoretický základ tohoto přístupu, že v každé fázi je zahrnuta pouze jedna z těchto skupin.

Mimo tyto studie, jež se snaží nějakým způsobem zachytit kvalitu studentů při vstupu do školy a odhadnout jejich potenciál existuje ještě menší skupina článků, která se zabývá institucionálními aspekty, jako je velikost vlády, velikost byrokratického systému školy, bohatství daného regionu, výnosu daní, jež region dosahuje a podobně. Nicméně v těchto

oblastech nejsou ještě přijímány nějaké obecné názory, na nichž by se odborná veřejnost shodla. Někteří tvrdí to, jiní zase došli k jinému závěru. Proto je toto téma pouze okrajově zmíněno

3.4 Věda a výzkum vs. výuka

Rozdělení činnosti edukační instituce na dvě základní oblasti, výzkum a výuku se týká především vysokého školství, kde je většina vyučujících i výzkumnými pracovníky. Bádají nad různými granty, věcmi, které potřebují vyzkoumat soukromé firmy a podobně. Především propojení s byznysem je u nás kritizováno jako nedostatečné, firmy mají určité potřeby a školy se chovají, jako kdyby byly samostatný svět, a vychovávají absolventy se znalostmi, jež například nejsou pro praxi potřeba. Naopak dovednosti, které by soukromé firmy velmi potřebovaly, u nich vůbec pěstovány nejsou. Proto by bylo velmi prospěšné navázat užší spolupráci jak na výzkumné, tak na vzdělávací úrovni. Různé stáže v posledním ročníku u partnerských firem a podobné formy získání praxe a zkušeností v konkrétním oboru by byly opravdu užitečným nástrojem, jak „produkovat“ absolventy použitelné pro pracovní proces.

Z těchto důvodů je nutno těmto oblastem věnovat velkou pozornost a hodnotit nejlépe každou zvlášť, neboť obě jsou velmi důležité a každá má svá určitá specifika, jež je odlišují. Některé školy, fakulty či katedry jsou velmi dobré v obou těchto oblastech, nicméně je častější, že jsou v jedné kategorii výborní a v druhé horší. Je to stejné jako u člověka, taky není nejlepší úplně ve všem.

Dříve, než je možno takovou analýzu provést, je nutno si rozmyslet, které vstupy jsou spotřebovávány za účelem tvorby výstupů v rámci edukační činnosti a které jsou užívány při výzkumu. Stejná situace je i s výstupy, některé je možno použít při hodnocení jedné oblasti, nicméně s tou druhou nijak nesouvisí. Například počet studentů bakalářského studijního programu, nebo průměrné výsledky studentů u nějakých testů nesouvisí s výzkumem, zatímco počet citací u prací a článků vyučujících pedagogů zase nijak nesouvisí s výukou na dané škole či fakultě. Z tohoto důvodu je možno vstupy a výstupy rozdělit do těchto dvou skupin:

a) Vstupy a výstupy obvykle spojované s výukou

b) Vstupy a výstupy obvykle spojované s výzkumnou činností.

Poté, co si toto člověk pověřený danou analýzou rozmyslí, je nutno, aby vybral ty správné proměnné, které jsou důležité pro fungování daného typu institucí, nesmí jich být příliš mnoho, ale také není dobré, pokud je nějaký důležitý faktor opomenut. Toto rozdělení je

nutno řešit především u výstupů, neboť vstupy jsou většinou stejné a výzkum a výuková činnost se o ně dělí v nějakém poměru. Proto je dalším úkolem výše zmíněné analýzy, aby zjistila jaké je optimální rozdělení určitých prostředků, tento vstup může být jeden, ale může jich být i více. O způsobech maximalizace efektivity výzkumu a výuky bude řeč po vymezení proměnných, jež se používají k charakteristice těchto oblastí.

Proměnné používané k měření efektivity ve školství a jejich rozdělení na výzkum a výukovou činnost

V literatuře věnované tématu měření efektivity ve školství je možno nalézt širokou škálu použitých proměnných. Jejich mix je často velmi odlišný, a to z několika možných důvodů.

- Studie mohou určit k jinému účelu, jsou vypracovány pro jinou instituci či člověka, jenž by měl jejich výsledky nějakým způsobem použít při svém rozhodování
- Liší se typ a zaměření škol či fakult, které jsou analyzovány.
- Analýzy probíhají v mnoha rozličných zemích, a tudíž vyvstává problém, že ve všech zemích nejsou dostupné určité údaje, jež by byly pro danou práci ideální a je tedy nutné je substituovat jinými proměnnými, které reprezentují podobný znak či skutečnosti při fungování dané instituce.
- Jsou různé názory a přístupy, jež se týkají toho, jaké proměnné jsou vhodné při určitém typu analýzy. (Někdy je například možno stejnou proměnou jako vstup i výstup, samozřejmě ne v jednom modelu. Příkladem mohou být třeba granty a suma na ně získaná)

Ohledně vstupů panuje v literatuře vcelku pevný konsenzus a u většiny těchto vstupů se předpokládá, že jsou používány jak na vědu, tak na výzkum. Školy a fakulty také většinou nevedou evidenci, jestli byly dané zdroje spotřebovány na výzkumnou nebo výukovou činnost a tudíž je možné tyto celkové náklady teoreticky rozdělit a určit kolik by bylo vhodné alokovat do jedné a druhé oblasti. Realizace tohoto přístupu nicméně může být poněkud obtížná.

Výběr proměnných modelu je jednou z nejdůležitějších, ne-li nejdůležitější, součástí celé analýzy, je nutno vybrat takové proměnné, jež co nejlépe charakterizují celý proces přeměny vstupů na výstupy u hodnocených jednotek. Z tohoto důvodu je nutné a vhodné této práci věnovat maximální možnou pozornost a péči.

Vstupy:

Tyto charakteristiky udávají, čeho instituce využívá a co spotřebovává při tvorbě svých produktů. Jejich správná specifikace a měření jsou obzvláště důležité. Mezi vstupy jsou nejčastěji zahrnovány prostředky, které mají největší vliv na tvorbu výsledného produktu, zdroje, které jsou k jeho vytvoření spotřebovávány. Většinou se dělí na 3 hlavní skupiny:

- Lidské zdroje:

Tato kategorie zaznamenává, jakou hodnotu utrací fakulta či škola na své personální obsazení, mzdové náklady, příplatky, odměny a podobně. Jedná se buďto pouze o pedagogické pracovníky, nebo i výzkumné pracovníky (pokud tam čistě takoví jsou), případně také o nepedagogické, pomocné profese, jako například techniky, uklízečky, zahradníky a podobně. Tato kategorie vstupů může být dále zpřesněna o strukturu pedagogického sboru, neboli předpokládáme závislost výstupu na akademické kvalitě vyučujících. Můžeme rozdělit pedagogy například na doktorandy a doktory, docenty či profesory a každá z těchto kategorií bude parametrem modelu.

- Finanční náklady:

V rámci této proměnné či skupiny proměnných můžou být zahrnuty personální náklady, pokud nepoužijeme jako proměnou strukturu personálu, neboť tyto dvě proměnné jsou jistě velmi silně korelované (Lepší a erudovanější pedagogický sbor pravděpodobně bude dražší). Dále bude tento oddíl čítat všemožné výdaje, jež se platí z rozpočtu fakulty, školy nebo katedry. Těmito výdaji může být například reklama, náklady na výzkum nebo granty poskytnuté škole k financování výzkumných projektů, provozní náklady či náklady na údržbu vybavení a podobně.

- Materiální a ostatní zdroje:

Tyto náklady zahrnují buď hodnotu majetku používaného k činnosti instituce, jež slouží k produkci jejích výstupů, tedy při výuce, nebo náklady na jeho pořízení za nějaký časový úsek (může mít také hodnotu amortizace movitého a nemovitého majetku za určitý časový úsek neboli hodnotu, jež byla za danou dobu spotřebována a o kterou se hodnota majetku snížila).

Jako další vstupy mohou být uvažovány různé charakteristiky prostředí, ale toto se týká spíš případu, když porovnáváme vzdělávací systémy různých zemí a podobně. V rámci jedné země je socioekonomické prostředí bráno jako stejné nebo podobné do té míry, že jeho odlišnosti nemají vliv na efektivitu zkoumaných jednotek.

Výstupy spojené s výukou:

Mezi výstupy charakterizující kvalitu a efektivitu výuky patří kvantitativní ukazatele, jako jsou počty studentů na jednotlivých programech, či stupních vzdělávání (bakalářské, magisterské a doktorské studium). Použít se dají také počty absolventů a podobně. Některé práce místo počtu studentů používají počet kreditů zapsaných studenty na každé katedře nebo programu kvůli přesnějšímu kvantitativnímu určení objemu výuky, jež musí instituce obstarat, neboť mohou existovat značné rozdíly v průměrném počtu předmětů na studenta. Toto platí hlavně, pokud jsou evaluovány programy či katedry s odlišnou charakteristikou a zaměřením.

Dále sem patří různé proměnné zobrazující kvalitu výuky, jako například různé dotazníky spokojenosti studentů týkající se kvality učitelů nebo výuky samotné, nástupní platy či výše zaměstnanosti absolventů studijního oboru či fakulty (zaměstnanost je vhodnější než nezaměstnanost, neboť odpovídá předpokladu metody u výstupů, že čím více, tím lépe).

Další možností, jež je využívána k zachycení kvality edukačního procesu, jsou různé výstupní testy, nicméně toho je využíváno spíše v oblasti středního, než vysokého školství. Při tomto přístupu je velice důležité tato skóre, jež jsou žáky dosažena, očistit od jejich vstupních hodnot a narovnat tak kvalitu studentů při nástupu do školy.

Výstupy spojené s výzkumem:

Při hodnocení efektivity výzkumné činnosti je možno využít několika různých charakteristik. Můžeme brát jako výstup počet publikací v jednotlivých kategoriích, jako jsou knihy, skripta, články v různých odborných časopisech a sbornících z konferencí a podobně. Takto můžeme hodnotit fakulty, katedry ale i jednotlivé výzkumné týmy a skupiny. Tyto výstupy zohledňují kvantitativní hledisko, neboli čím více prací, tím lépe. Takové charakteristiky je vhodné kombinovat s kvalitativními, jako je například průměrný počet citací prací jednotlivých výzkumníků nebo kateder, jež se objeví v další literatuře zahrnuté do nějaké databáze.

Objem prostředků, které instituce získá jako příjem z výzkumné činnosti, je další možností, jak zachytit produktivitu výzkumu. Podívat se na to, jestli jsou příjmy vyšší, než prostředky na daný výzkum vynakládané. Tento pohled bere v potaz jak kvantitativní, tak kvalitativní hledisko, neboť čím je publikací a prací (patentů) více a jsou kvalitnější, tím více peněz za ně výzkumníci obdrží. Ukazuje, jak je jednotka v této oblasti úspěšná, jak je její výzkumná činnost praktická a upotřebitelná v praxi.

Další charakteristikou může být počet doktorských prací obhájených na jednotlivých katedrách, neboli schopnost a snahu těchto jednotek vychovávat nové vědecké a výzkumné síly.

3.5 Hodnocení efektivity výzkumu a výuky pomocí DEA

Jsou určité vstupy, které ovlivňují obě dvě hlavní funkce institucí vyššího školství, výzkum a výuku. Je tedy nutné si položit otázku. „Jak určí proporcí prostředků, jež se používají k jednomu a druhému účelu?“ Na tuto otázku se snaží odpovědět například Beasley (2004), který nabízí dvě cesty, z nichž jednu doporučuje a druhou nikoli.

Odpovědí je, že zavedeme proměnné q_i pro i -tý vstup, který se v nějakém poměru dělí mezi vědu a výzkum. Přiřadíme tyto proměnné například výzkumu a potom $(1-q_i)$ bude procentuální část daného stupu vyjádřená desetinným číslem.

Protože chceme, aby se daný vstup používal v obou oblastech tak k modelu přidáme nerovnost:

$$\varepsilon \leq q_i \leq 1 - \varepsilon.$$

Tato nerovnost nám zabezpečí, aby byla na druhý nebo případně další vstupy použita alespoň podíl celku o velikosti ε . Pokud by takových vstupů, které chceme rozdělit, bylo více než dva, tak by bylo ještě nutné přidat podmínku, že suma hodnot q_i je rovna jedné.

Poté definujeme efektivitu výuky a výzkumu (*teaching efectivity* a *research efectivity*). Označíme je t_k a r_k , neboli efektivita výuky (teaching) a výzkumu (research) pro k -tou jednotku. Hodnoty t_k a r_k jsou samozřejmě jako všechna vyjádření efektivity mezi 0 a 1.

$$t_k = \frac{\sum_{i=1}^q u_i y_{ik}}{\sum_{j=1}^m q_j v_j x_{jk}} \quad k = 1, 2, \dots, n,$$

$$r_k = \frac{\sum_{i=q+1}^r u_i y_{ik}}{\sum_{j=1}^m (1 - q_j) v_j x_{jk}} \quad k = 1, 2, \dots, n.$$

V tomto modelu bylo použito q výstupů, které se váží k výuce a $(r-q)$ výstupů, jež charakterizují výzkumnou činnost. Co je ale na tomto modelu podstatné, jsou proměnné q_j , které nabývají hodnot z intervalu $(\varepsilon, 1 - \varepsilon)$ a udávají, jaká část vstupů má být použita na financování výzkumu $(1 - q_j)$ a jaká na financování výuky (q_j) .

Jak je vidět ze jmenovatelů obou výrazů, k vyjádření obou základních funkcí vzdělávací instituce je možno přidat libovolný počet vstupů, jež se pojí pouze k jedné z nich, a tudíž není potřeba tento vstup dělit pomocí proměnné q_i .

Přístupy k hodnocení výuky a výzkumu

Oddělená maximalizace

U tohoto přístupu zvolíme jako účelovou funkci jednu ze dvou veličin r_k a t_k , což vede k tomu, že se model bude snažit přidělit na tuto funkci co nejmenší část prostředků. Toto totiž bude vést k nejvyšší efektivitě, nicméně pokud maximalizujeme efektivitu druhé funkce katedry či fakulty, tak nám vyjdou diametrálně odlišné proporce využití dělených vstupů.

Tyto informace jsou tedy vcelku bezcenné, jestliže chceme maximalizovat obě kategorie, protože dávají odpověď pouze na otázku, která se ptá, jak mám maximalizovat efektivitu výzkumu bez ohledu na efektivitu výuky a opačně. Z tohoto důvodu je tento přístup nevhodný a bylo by mnohem lepší použít nějakou cestu, jak optimalizovat obě kategorie najednou. Možnost, jak toho dosáhnout podle (Beasley, 1993) bude představena dále.

Společná maximalizace

Prvním krokem tohoto přístupu je nutnost určit jaké podíly všech vstupů budou použity na výzkum a na výuku. U výuky to bude podíl

$$\lambda = \left(\frac{\sum_{j=1}^q q_j v_j x_{jk}}{\sum_{j=1}^n v_j x_{jk}} \right)$$

V čitateli je jmenovatel z vyjádření t_k , neboli podíl nákladů na výuku na celkových nákladech. Index j má obecně v čitateli jiný počet prvků, než ve jmenovateli, neboť se na vytváření výstupů v oblasti výuky (resp. výzkumu) nemusí podílet všechny vstupy zahrnuté do analýzy, ale pouze některé. Analogicky hodnotu $(1 - \lambda)$ tedy bude mít podíl, v jehož čitateli bude jmenovatel z podílu vyjadřující r_k . Bude to tedy podíl nákladů využitých k zabezpečení výzkumné funkce na celku.

Tyto podíly celkových nákladů jsou přeměňovány na výstupy s efektivnostmi t_k a r_k . Celková efektivita bude mít tedy hodnotu $\lambda t_k + (1 - \lambda) r_k$, kde je efektivita výzkumu a efektivita výuky vážena podílem vstupů z celku, jež k těmto dvěma kategoriím náleží.

Pokud si za tyto symboly dosadíme z výše definovaných vzorců, tak po určitých algebraických úpravách dojdeme k vyjádření:

$$\lambda t_k + (1 - \lambda) r_k = \frac{\sum_{i=1}^r u_i y_{ik}}{\sum_{j=1}^m v_j x_{jk}},$$

což je e_p , neboli celková efektivita dané jednotky. Z toho vyplývá, že pokud maximalizujeme společně efektivitu výuky a výzkumu, jednoduše maximalizujeme celkovou efektivitu. Na závěr je možno dodat, že tento přístup je možno použít i v situaci, kdy chceme optimalizovat efektivitu rozloženou na libovolný počet komponent (funkcí), nemusí tedy být pouze dvě.

3.6 Postoptimalizační úpravy modelu

Po provedení optimalizace, může dojít k tomu, že pro některé z hodnocených jednotek vyjdou z praktického hlediska nevhodné nebo nesmyslné váhy jednotlivých vstupů a výstupů. Z důvodu, že jsme se rozhodli pro tyto váhy vytvořit určité „mantinely“, je nutno tento případ ošetřit přidáním několika dalších omezení, kde budeme definovat vzájemné vazby mezi jednotlivými vstupy či výstupy.

Je možno také určit relativní důležitost jednotlivých vstupů a výstupů. Například, že jeden postgraduální student má větší váhu a ovlivňuje tedy také více efektivitu, než student magisterského studijního programu a ten má zase větší váhu než bakalář. Dále je možno zohlednit jakési kvalitativní hledisko, jež by se uplatnilo zejména u výstupů spojených s výzkumem, jako jsou různé typy publikací. Tyto typy publikací by bylo vhodné seřadit podle důležitosti a složitosti jejich vytvoření a mezi vahami sousedních kategorií by platilo například $v_{(i-1)} \geq 1,5v_i \geq 1,5^2v_{(i+1)} \geq 1,5^3v_{(i+2)}$, což by znamenalo, že jsou tyto publikace, nebo libovolné jiné charakteristiky seřazeny vzestupně podle důležitosti a jednotka i má alespoň 2,25krát větší váhu, než jednotka $i+2$.

Další kategorie, jež by si zasloužily určité upravení možných hodnot je hodnota koeficientů q_i , které dělí vstupy mezi výzkum a výuku. Mohly by být omezeny třeba tak že mohou být mezi 0,2 a 0,8. Jinými slovy, že může být na jednotlivou funkci spotřebováno maximálně 80% každého děleného vstupu a zároveň tento podíl musí dosahovat minimálně 20%, přičemž součet dohromady musí dávat hodnotu 1.

Neméně opodstatněné by mohlo být zabezpečení toho, aby byl u všech jednotek podíl libovolného jednoho vstupu nebo výstupu na jejich váženém součtu roven alespoň nějaké hodnotě. Tato hodnota by mohla být například 0,1 a toto omezení by platilo jak u vstupů a výstupů spojených s výzkumem, tak i u těch, jež se týkají výuky.

Každá analýza si žádá její postupné několikanásobné úpravy a zdokonalování, až je vypracována do podoby, jež nejlépe vyhovuje autorově představě a účelu či cíli dané práce.

4 Výpočetní experimenty

Cílem této části práce je ukázat možnosti použití modelů analýzy obalu dat v oblasti školství, nicméně stejně tak je možno tento přístup použít v kterémkoli jiném odvětví. Jako vhodné údaje jsem zvolil data charakterizující činnost ekonomických fakult na vysokých školách v České republice v letech 2006 až 2010, pro tyto výpočty jsou zvoleny hodnoty za rok 2010. Činnost každé fakulty je reprezentována dvěma vstupy, kterými jsou průměrný počet přepočtených plných úvazků během roku u akademických pracovníků (odborní asistenti, docenti, profesori) a mzdové náklady dané fakulty za rok, jež jsou vyjádřeny v tisících Kč. Dále jsou zahrnuty tři výstupy, jimiž jsou počty absolventů v bakalářském a magisterském stupni studia a body přidělené podle metodiky MŠMT za publikace vydané příslušnou fakultou.

Fakulta	Škola	Vstupy		Výstupy		
		Plné úvazky	Mzdové náklady (tis. Kč)	Absol. bakaláři	Absol. magistři	Body za publikace
<i>Fakulta sociálních věd</i>	<i>UK</i>	137,316	57830,8	355	346	14136
<i>Ekonomická fakulta</i>	<i>JČU</i>	68,984	26841,7	245	144	3362
<i>Fakulta sociálně ekonomická</i>	<i>UJEP</i>	67,152	26245,8	243	114	321
<i>Ekonomicko-správní fakulta</i>	<i>MU</i>	92,822	49738,9	193	115	3060
<i>Obch. podnikatel. f. v Karviné</i>	<i>SU</i>	107,633	44907,6	402	227	2581
<i>Fakulta ekonomická</i>	<i>ZČU</i>	61,164	20063,2	283	118	492
<i>Hospodářská fakulta</i>	<i>TUL</i>	83,067	32509,8	285	133	2037
Fakulta ekonom.-správní	UPAR	78,455	35977,4	251	147	3925
Fakulta podnikatelská	VUT	81,204	30279,7	335	294	1961
Ekonomická fakulta	VŠB-TUO	175,45	71448,5	876	708	4995
F. managementu a ek. ve Zlíně	UTB	83,922	28277,2	348	256	2927
Fakulta financí a účet.	VŠE	81,576	42898,9	480	306	5392
Fakulta mezinár. vztahů	VŠE	171,764	71074,1	741	441	5252
Fakulta podnikohospodářská	VŠE	105,937	47112,8	520	399	3435
Fakulta inform. a statist.	VŠE	100,343	43880,2	385	229	4809
Národohospodářská fakulta	VŠE	65,249	28621, 2	269	146	3936
Fakulta managementu JH	VŠE	38,633	16542,3	106	107	1201
Provozně ekonomická fakulta CZU	ČZU	185,678	121546,1	967	537	5276
Provozně ekonomická fakulta MZLU	MZLU	113,927	49360,6	513	330	5636

Tab. 4.1: Zdrojová data

K výpočtu efektivností jednotlivých fakult byl použit základní duální CCR a BCC model (modely 2.4 a 2.6 uvedené výše). Tabulka 4.2 obsahuje tyto vypočtené hodnoty.

Fakulta	Škola	Efektivnost		Pořadí	
		CCR	BCC	CCR	BCC
<i>Fakulta sociálních věd</i>	<i>UK</i>	1,000	1,000	1	1
<i>Ekonomická fakulta</i>	<i>JČU</i>	0,869	0,982	7	2
<i>Fakulta sociálně ekonomická</i>	<i>UJEP</i>	0,720	0,826	12	6
<i>Ekonomicko-správní fakulta</i>	<i>MU</i>	0,426	0,590	15	11
<i>Obch. podnikatel. f. v Karviné</i>	<i>SU</i>	0,722	0,723	11	10
<i>Fakulta ekonomická</i>	<i>ZČU</i>	1,000	1,000	1	1
<i>Hospodářská fakulta</i>	<i>TUL</i>	0,707	0,755	13	9
Fakulta ekonom.-správní	<i>UPAR</i>	0,702	0,806	14	8
Fakulta podnikatelská	<i>VUT</i>	0,980	1,000	2	1
Ekonomická fakulta	<i>VŠB-TUO</i>	1,000	1,000	1	1
F. managementu a ek. ve Zlíně	<i>UTB</i>	1,000	1,000	1	1
Fakulta financí a účet.	<i>VŠE</i>	1,000	1,000	1	1
Fakulta mezinár. vztahů	<i>VŠE</i>	0,848	0,873	8	5
Fakulta podnikohospodářská	<i>VŠE</i>	0,947	0,981	3	3
Fakulta inform. a statist.	<i>VŠE</i>	0,810	0,821	9	7
Národohospodářská fakulta	<i>VŠE</i>	0,920	1,000	4	1
Fakulta managementu JH	<i>VŠE</i>	0,725	1,000	10	1
Provozně ekonomická fakulta CZU	<i>ČZU</i>	0,885	1,000	6	1
Provozně ekonomická fakulta MZLU	<i>MZLU</i>	0,919	0,933	5	4

Tab. 4.2: Míra a pořadí CCR a BCC efektivností jednotlivých fakult

Z hodnot uvedených v tabulce je možno vypočítat několik důležitých charakteristik a vztahů mezi CCR a BCC modelem. Zaprvé platí, že pokud je jednotka CCR efektivní tak také musí být BCC efektivní, nicméně opačně to neplatí. Ne všechny BCC efektivní jednotky jsou efektivní také podle modelu CCR. Dále platí, že efektivita vypočtená pomocí BCC modelu je větší nebo rovna CCR efektivitě (rovnost platí u efektivních jednotek). Nicméně jsou zde výrazné rozdíly v pořadí podle efektivity, například u fakulty sociálně ekonomické na UJEP, nebo fakulty managementu VŠE, která je BCC efektivní, ale CCR efektivita je pouze 0,725. Pět fakult z devatenácti vyšlo CCR efektivní, podle BCC modelu je efektivních jednotek 9. Toto může být zapříčiněno faktem, že pro některé fakulty chybí ve výběru taková, která by měla podobný mix vstupů a výstupů a tak je prohlášena za efektivní. Z fakult Vysoké školy ekonomické v Praze vyšla jako efektivní v obou modelech fakulta financí a účetnictví, dále jako BCC efektivní vyšly fakulta Národohospodářská a fakulta managementu

v Jindřichově Hradci. Fakulta informatiky a statistiky, na které studuji, nevyšla efektivní ani v jednom modelu, můžeme se nicméně utěšovat, že to bylo špatnou či nevýhodnou volbou vstupů a výstupů ☺.

Dále ještě uvedu tabulku 4.3, která ukazuje cílové hodnoty vstupů a výstupů, jichž by musela fakulta dosáhnout, aby byla efektivní (K tomuto byl použit BCC model a efektivní jednotky nejsou v tabulce zahrnuty, neboť mají hodnoty stejné, jako jsou v realitě).

Fakulta	Škola	Vstupy		Výstupy		
		Plné úvazky	Mzdové náklady (tis. Kč.)	Absol. bakaláři	Absol. magistři	Body za publikace
<i>Ekonomická fakulta</i>	<i>JČU</i>	67,7	26356,9	245	186	3362
<i>Fakulta sociálně ekonomická</i>	<i>UJEP</i>	55,5	21682,6	243	138	1379
<i>Ekonomicko-správní fakulta</i>	<i>MU</i>	54,7	24742,3	193	163	3060
<i>Obch. podnikatel. f. v Karviné</i>	<i>SU</i>	77,8	32450,8	402	234	2621
<i>Hospodářská fakulta</i>	<i>TUL</i>	62,7	24544,9	285	144	2037
Fakulta ekonom.-správní	UPAR	63,2	28996,6	251	183	3925
Fakulta mezinár. vztahů	VŠE	144,7	62053,6	741	573	5252
Fakulta podnikohospodářská	VŠE	104,0	46237,0	535	399	4344
Fakulta inform. a statist.	VŠE	82,4	36017,7	385	259	4809
Provozně ekonomická fakulta MZLU	MZLU	92,1	46047,8	513	345	5636

Tab. 4.3: Cílové hodnoty vstupů a výstupů u neefektivních jednotek

Při porovnání této tabulky s tabulkou obsahující vstupní data není obtížné si všimnout skutečnosti, že v některých řádcích jsou změny pouze velmi malé, zatímco v jiných velmi markantní. To se odvíjí od toho, jak moc je daná jednotka neefektivní, pokud má efektivitu blízkou hodnotě 1 a tedy efektivitě, tak jsou změny malé, na druhé straně když má efektivitu kolem 0.5, jak je tomu například u Ekonomicko-správní fakulty Masarykovy univerzity v Brně, tak jsou změny hodnot vstupů a výstupů opravdu hodně velké.

Závěr

Cílem této práce bylo přiblížit problematiku efektivnosti produkčních jednotek, popsat přístupy, jež se k tomu používají a hlavně shrnout možnosti takovéto analýzy v oblasti školství, neboť se domnívám, že na toto téma toho bylo v českém jazyce napsáno opravdu velmi málo. Cílem praktické části nebyla nějaká hluboká a důkladná analýza vysokého školství, ale pouze demonstrace použití modelů analýzy obalu dat jakožto přístupu, na který je tato práce zaměřena v oblasti školství.

V moderní ekonomii se většina přístupů velmi rychle vyvíjí a z tohoto důvodu jsem se zaměřil pouze na základní techniky a principy daných modelů, neboť některé dnešní aplikace svou složitostí a sofistikovaností dalece přesahují mé znalosti a tudíž ani nejsem příliš schopen jim porozumět.

Tato práce určitě není hodnotná svou praktickou částí, ale spíše tím, že porovnává na teoretické hladině metody pro hodnocení efektivity produkčních jednotek a shrnuje jejich použití v sektoru školství (hlavně školství vysokého).

Téma mě nicméně poměrně zaujalo a je tedy velmi pravděpodobné, že bych se mu mohl věnovat i v práci diplomové, jež by mohla být zaměřena více prakticky a obsahovat nějakou hlubší a rozsáhlejší analýzu, na kterou jsem se v současné době necítil dostatečně erudovaný.

Literatura

- [1] BEASLEY, J.E. (1995): Determining Teaching and Research Efficiencies. *Journal of Operational Research Society*, 46(4), s. 441-452.
- [2] JABLONSKÝ, J., DLOUHÝ, M. (2004): Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek. *Praha: Professional Publishing*
- [3] MORTIMER, D. (2002): Competing Methods for Efficiency Measurement. *West Heidelberg: Centre for Health Program Evaluation*
- [4] CHARNES, A., COOPER, W.W., & RHODES, E. (1981): Evaluating program and managerial efficiency: An application of data envelopment analysis to Program Follow Through. *Management Science*, 27, s. 668–697.
- [5] CHARNES, A., COOPER, W.W., & RHODES, E. (1978): Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, s. 429–444.
- [6] MCCARTY, T. A. & YAISAWARNG, S. (1993): Technical efficiency in New Jersey school districts, *New York: Oxford University press*.
- [7] WORTHINGTON, A.(2001): An Empirical Survey of Frontier Efficiency Measurement Techniques in Education. *Education Economics* 9(3):s. 245-268.

Internetové zdroje:

- [8] [HTTP://WWW.ECON.MUNI.CZ/~IVAN/XXX/SUBJECTS/VER_ECON/PREDNES14.HTM](http://www.econ.muni.cz/~ivan/xxx/subjects/ver_econ/prednes14.htm):
Důsledky chybné alokace zdrojů ve veřejném sektoru.

Přílohy

Příloha 1: Zdrojový kód pro BCC model v MPL for Windows

```

title BCC
options
    excelworkbook="test.xlsx"

index
    i :=excelrange("i");
    j :=excelrange("j");
    k :=excelrange("k");

data
    q=?;
    x[j,i]=excelrange("vstup");
    y[j,k]=excelrange("vystup");
    epsilon=0.0000000001
decision variables
    theta;
    lambda[j];
    splus[k];
    sminus[i];
    vimp[i] export to excelrange("vimp");
    voutp[k] export to excelrange("voutp");
model
    min z export to excelrange ("z") =
    theta=epsilon*(sum(k:splus)+sum(i:sminus));

subject to

    omez[k]:sum(j:y*lambda)-splus=y[j:=q,k];
    omez[i]:sum(j:x*lambda)+sminus=x[j:=q,i]*theta;
    sum(j:lambda[j])=1;
    vx[i]:sum(j:x[j,i]*lambda[j])=vimp;
    vy[k]:sum(j:y[j,k]*lambda[j])=voutp;
end

```

Příloha 2: Zdrojový kód pro CCR model v MPL for Windows

```

title CCR
options
    excelworkbook="test.xlsx"
index
    i :=excelrange("i");
    j :=excelrange("j");
    k :=excelrange("k");

data
    q=?;
    x[j,i]=excelrange("vstup");
    y[j,k]=excelrange("vystup");
    epsilon=0.0000000001

decision variables

    theta;
    lambda[j];
    splus[k];
    sminus[i];
    vimp[i];
    voutp[k];

model
    min z export to excelrange ("z") = theta-
epsilon*(sum(k:splus)+sum(i:sminus));

subject to
    omez[k]:sum(j:y*lambda)-splus=y[j:=q,k];
    omez[i]:sum(j:x*lambda)+sminus=x[j:=q,i]*theta;
    vx[i]:sum(j:x[j,i]*lambda[j])=vimp;
    vy[k]:sum(j:y[j,k]*lambda[j])=voutp;

end

```