

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Diplomová práce

Metoda DEA při analýze činnosti farmaceutické firmy

Artem Kunich

© 2015 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra systémového inženýrství

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Artem Kunich

Systemové inženýrství

Název práce

Metoda DEA při analýze činnosti farmaceutické firmy

Název anglicky

DEA Method in the analysis of pharmaceutical company activities

Cíle práce

Cílem diplomové práce je nalezení vhodných metod pro hodnocení efektivnosti propagace farmaceutických výrobků v různých regionech Ruska a v různých odvětvích medicíny. Toto hodnocení mohlo by být velmi užitečné pro manažery vzhledem k určování aktuálního stavu životního cyklu produktu a správnému rozdělení výdajů na propagaci.

Metodika

Pro hodnocení efektivnosti je možno uplatnit metodu analýzy obalů dat (DEA – Data Envelopment Analysis).

Proto bude nejprve nastudována teorie metody DEA a možnosti její aplikace.

Dále bude zvolen vhodný model pro analýzu efektivity propagace farmaceutických výrobků a získána potřebná data.

Na základě výsledků bude navrženo doporučení pro zlepšení této propagace do dalšího období.

Doporučený rozsah práce

cca 70 stránek

Klíčová slova

Modely analýzy obalu dat, CCR model, BCC model, SBM model, vstupově orientovaný model, výstupově orientovaný model,

Doporučené zdroje informací

Josef Jablonský, Martin Dlouhý, modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek, Professional publishing, 2004

Tomáš Šubrt a kolektiv. Ekonomicko – matematické metody. Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, Plzeň 2011

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

doc. RNDr. Helena Brožová, CSc.

Elektronicky schváleno dne 9. 3. 2015

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2015

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 26. 03. 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Metoda DEA při analýze činnosti farmaceutické firmy" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.03.2015

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval paní doc. Heleně Brožové, CSc. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, kterými přispěla k vypracování této diplomové práce. Rád bych také poděkoval své rodině a přátelům, kteří mě při psaní této práce podpořily.

Metoda DEA při analýze činnosti farmaceutické firmy

DEA Method in the analysis of pharmaceutical company activities

Souhrn

Diplomová práce je zaměřena na uplatnění modelů analýzy obalu dat při hodnocení efektivnosti propagace produktů farmaceutické společnosti. Zkoumaná společnost působí na trhu Ruské federace a nabízí farmaceutické výrobky pro různé obory medicíny. V každém regionu státu společnost má své regionální manažery a zástupce, kteří provozují proces propagace. Velikost tržeb v těchto regionech je silně závislá na kvalitě práce jak manažerů, tak i zástupců. Proto nalezení míry jejich efektivnosti může být dobrou podporou pro zjištění a likvidaci slabých stran firmy. Pro dosažení hlavního cíle v práci, byla potřeba prostudovat teorii DEA modelů. Proto v práci jsou zmíněny charakterní rysy hodnocení efektivnosti pomocí DEA modelů, popsány nejdůležitější pojmy, charakterizovány základní modely analýzy obalu dat a jejich modifikace. V praktické části práce se probrané DEA modely uplatňují pro hodnocení efektivnosti procesu propagace s hlediska různých úrovní řízení tohoto procesu. Nalezené výsledky jsou pak analyzovány a pro každou úroveň řízení jsou vypočteny cílové hodnoty, jejichž dosažení umožní udělat propagaci maximálně efektivní.

Summary

Thesis work focuses on the application of DEA models in assessing efficiency in promoting the products of pharmaceutical company. Researching company operates in Russian market and provides pharmaceutical products for various areas of medicine. In every region of the country the company has

regional managers and medical representatives who are designated for the promotion of products. Size of sales in these regions is highly dependent on the quality of work of both managers and representatives. Therefore, defining of the measure of their effectiveness can be very useful to detect and eliminate weaknesses of the company. For practical usage of DEA models, first of all it was studied theory of DEA : the features of performance measurement using DEA models, the key concepts, which are used in theory, the main DEA models and their modifications. In the practical part, studied DEA models are used to evaluate the effectiveness of the promotion in terms of different levels of management. In conclusion, the results of assessing are analyzed and for each level of management is calculated optimal solution. Realization of these solutions can make the process of promoting in pharmaceutical company the most effective.

Klíčová slova: modely analýzy obalu dat, efektivní hranice, množina přípustných možností, CCR model, BCC model, GRS model, vstupově orientovaný model, výstupově orientovaný model, farmaceutická společnost, propagace.

Keywords: data envelopment analysis, production possibility set, efficient frontier, BCC model, CCR model, GRS model, the input-oriented model, the output-oriented model, pharmaceutical company, promotion.

Obsah

Úvod	9
Cíl a metodika	11
1 Efektivnost a její hodnocení.....	12
2 Základní modely analýzy obalu dat	15
2.1 Model CCR.....	15
2.2 Model BCC.....	23
2.3 Model FG (DRS)	26
2.4 Model ST (IRS)	28
2.5 Model GRS	29
2.6 Výsledky kapitoly.....	31
3 Modifikace modelů analýzy obalu dat.....	32
3.1 Modely super efektivnosti	32
3.2 DEA modely s nekontrolovatelnými vstupy a výstupy.....	32
3.3 DEA modely s omezenými váhami vstupů a výstupů.....	34
3.4 Výsledky kapitoly.....	37
4 Uplatnění analýzy obalu dat při hodnocení činnosti farmaceutické firmy	39
4.1 Definice hodnoceného systému	39
4.2 Úroveň zástupce	42
4.3 Úroveň regionálního managementu	50
4.4 Úroveň vrcholového managementu.....	57
4.5 Výsledky kapitoly.....	65
Závěr.....	68
Seznam použité literatury a dalších pramenů	71
Odborné publikace	71
Elektronické zdroje	72
Seznam obrázků	73
Seznam grafů.....	74

Úvod

Modely analýzy obalu dat (v angličtině Data Envelopment Analysis - DEA) jsou uznávaným v celém světě nástrojem pro hodnocení efektivnosti různých částí složitých systémů. Počet publikací na toto téma v mezinárodních časopisech překročil několik tisíc exemplářů. Přední světové vědecké časopisy věnují metodě analýzy obalu dat celá vydání.

Modely DEA vycházejí z Farrellova modelu pro měření efektivity jednotek s jedním vstupem a jedním výstupem (1957). V roce 1978 tento model rozšířili Charnes, Cooper a Rhodes o měření efektivity jednotek s vícenásobnými vstupy a výstupy. Pak v roce 1984 Banker, Charnes a Cooper modifikovali model DEA na případ variabilních výnosů z rozsahu a tímto způsobem byly založeny základní modely, používané pro analýzu vícerozměrných obalů dat. V české literatuře se problémy DEA zabývá Doc. Ing. Josef Jablonský, který je také uplatňoval pro hodnocení efektivnosti bakovských poboček a nemocnic v ČR. Kromě těchto autorů, v práci jsou také použity výsledky díla ruského matematika Prof. Vadima Egoroviča Krivonožka, který se zabýval analýzou a konstrukcí hranice efektivnosti v DEA modelech.

Protože se předpokládá, že vstupů a výstupů je více druhů, řadí se tyto modely mezi optimalizační modely do oblasti vícekriteriálního rozhodování. Na rozdíl od statistických metod, které porovnávají efektivitu jednotek vzhledem k průměrné efektivitě, DEA porovnává jednotky vzhledem k nejlepším jednotkám. Jde o metodu odhadu produkční funkce, založenou na teorii lineárního programování (Šubrt et al., 2011).

V současné době se modely analýzy obalu dat pro analýzu činností složitých sociálních, ekonomických nebo i technických systémů uplatňuje po celém světě. Příkladem těchto systémů mohou být různá hospodářská odvětví, regiony, obce, velké společnosti, banky, obchodní domy, zdravotnické a vzdělávací centry, univerzity atd.

Farmaceutické společnosti nejsou výjimkou. V rámci jejich fungování se také vyskytují složité systémy, pro jejichž analýzu může být uplatněna analýza obalu dat. Jedním z takovýchto systému je propagace farmaceutických výrobků, na jejíž hodnocení je zaměřena tato diplomová práce.

Objektem zkoumání je propagace ve farmaceutické společnosti, která působí na trhu Ruské federace. Z důvodu obchodního tajemství, zaměstnanci firmy poprosili nikde neuvádět název společnosti. Proto se v této práci nikde nevyskytuje. Činnost firmy probíhá ve všech federálních okruzích Ruska, jako je Centrální, Jižní, Severozápadní, Dálněvýchodní, Sibiřský, Uralský, Přivolžský a Severokavkazský federální okruh. V Moskvě má firma skutečné sídlo a svoji továrnu. Své výrobky šíří do ostatních regionů pomocí velkoobchodních distributorů. V každém regionů má firma své zástupce, kteří propagují výrobky u lékařů a vedoucích lékáren. Cílem této práce je právě zhodnotit efektivnost práce těchto zástupců a jejich manažerů pomocí DEA modelů.

Cíl a metodika

Cílem diplomové práce je praktické uplatnění modelů analýzy obalu dat pro hodnocení efektivnosti propagace výrobků farmaceutické společnosti. Vybrána společnost pracuje v různých regionech Ruské federace a nabízí produkty z různých oblastí medicíny. Hodnocení propagace výrobků by mohlo být velmi užitečné pro podporu rozhodování manažerů. Umožňuje zjistit efektivnost propagace v různých regionech státu, určit aktuální stav životního cyklu produktů a také může být podporou při sestavení plánů tržeb a rozdělení výdajů na tuto propagaci.

Pro dosažení hlavního cíle práce byly stanoveny a řešeny dílčí úlohy, umožňující probrat zkoumanou problematiku mnohem podrobněji. První úloha spočívá v rozsáhlém zkoumání teoretických aspektů metody DEA: probírání konstrukcí základních modelů analýzy obalu dat a jejich modifikací, a také vymezení společných rysů a odlišností těchto modelů. Druhá úloha má za cíl popsat systém propagace farmaceutických výrobků, jeho prvky, vstupní a výstupní parametry, vybrat vhodné modely DEA a vypočítat míru efektivnosti prvků tohoto systému. Třetí a poslední úloha diplomové práce spočívá v porovnání a analýze výsledků, a také výpočtu cílových hodnot, jejichž dosažení umožní významně zvýšit účinnost neefektivních prvků systému.

V teoretické části práce je provedeno literární šetření a prozkoumané nejdůležitější aspekty teorie modelů DEA. Dále, v praktické části se provádí analýza procesu propagace ve vybrané společnosti. Na základě této analýzy a vybrané úrovně abstrakce definovány systémy, popisující proces propagace na různých úrovních řízení. K hodnocení prvků těchto systémů zatím jsou uplatněny matematické modely analýzy obalů dat a výsledky hodnocení porovnány mezi sebou pro zjištění více a méně efektivních prvků.

1 Efektivnost a její hodnocení

Měření výkonnosti a efektivnosti produkčních jednotek a identifikace zdrojů jejich neefektivnosti jsou důležitými předpoklady pro zlepšování chování těchto jednotek v konkurenčním prostředí. Přitom, pojem produkční jednotka má velice široký význam. Produkční jednotka může být jakýkoliv objekt, který má vstupní a výstupní parametry. Toto mohou být nejenom výrobní objekty (továrny, bankovní pobočky...), ale i neziskové organizace nebo organizace, poskytující služby (školy, knihovny, nemocnice, obce nebo regiony státu), jejichž cíle nejsou spojené se ziskem nebo množstvím vyráběné produkce. Výsledky činnosti těchto organizací se týkají především kvality poskytování služeb obyvatelstvu. Nicméně, výstupy a vstupy, které takové jednotky produkují a spotřebovávají, měly by být víceméně zřejmé. Přitom se předpokládá, že všechny vstupy a výstupy mají dost silný vliv na efektivnost fungování objektů, i když některé z nich mohou být více důležité a jiné méně důležité.

Nejčastěji používanými nástroji pro měření působení jednotek systémů jsou různé poměrové ukazatele, vycházející ze standardních finančních výkazů firem. Nevýhodou těchto ukazatelů je však skutečnost, že postihují pouze jeden nebo dva faktory působení, které mají vliv na celkovou účinnost dané jednotky. Avšak je zřejmé, že efektivnost, výkonnost a produktivita jsou pojmy, které typicky závisí na celé řadě vlastností. Tyto vlastnosti jsou velmi různorodé, často obtížně měřitelné a porovnatelné. Může se jednat o finanční ukazatele, počet zaměstnanců, plochu, kterou má jednotka k dispozici nebo o různé kvalitativní znaky apod. Agregovat tyto vlastnosti je často velmi obtížné a to i v případě, že by se jednalo o ukazatele ve stejném vyjádření.

Metoda analýzy obalu dat je nástroj, který umožňuje agregovat tyto různorodé ukazatele a tímto nalézt agregovanou míru efektivnosti objektů. Metoda DEA je všeobecně přijatým způsobem hodnocení výkonnosti produkčních jednotek, jejichž základním předpokladem je homogenita všech produkčních jednotek tzn. stejnorodost vstupných a výstupných parametrů.

V modelech DEA především se předpokládá žádoucí, tedy pozitivní efekt výstupů, tzn. takové výstupy, jejichž vyšší hodnota vede, při zachování stejných podmínek, k vyšší výkonnosti dané jednotky. Pro vytváření efektů produkční jednotka spotřebovává vstupy, které svou povahou jsou naopak minimalizační (nižší hodnota vstupů vede k vyšší výkonnosti sledované jednotky). V případě, kdy má produkční jednotka jen jeden vstup a jeden výstup, lze efektivnost sledované jednotky vyjádřit následujícím poměrovým ukazatelem:

$$\frac{\text{výstup}}{\text{vstup}} \quad (1.1)$$

Tímto způsobem lze získat takové ukazatele, jako jsou například tržby nebo zisk na pracovníka, počet pacientů na jednoho lékaře atd. Pro hodnocené jednotky lze však definovat celou řadu podobných poměrových ukazatelů, které vycházejí z různých údajů a nemusí být v souladu. Při hodnocení celkové efektivnosti dané jednotky je proto třeba vzít na vědomí větší počet vstupů a výstupů (Jablonský a Dlouhý, 2004).

Uvažujeme, že máme soubor homogenních jednotek U_1, U_2, \dots, U_n , které mají r výstupů a m vstupů. Označíme tedy $X = \{x_{ij}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n\}$ matici vstupů a podobně $Y = \{y_{ij}, i = 1, 2, \dots, r, j = 1, 2, \dots, n\}$ matici výstupů. Míru efektivnosti této jednotky U_q můžeme vyjádřit obecně jako:

$$\frac{\text{vážený součet výstupů}}{\text{vážený součet vstupů}} = \frac{\sum_i u_i y_{iq}}{\sum_j v_j x_{jq}} \quad (1.2)$$

kde $v_j, j=1, 2, \dots, m$ jsou váhy přiřazené j -tému vstupu a $u_i, i = 1, 2, \dots, r$ jsou váhy přiřazené i -tému výstupu (Jablonský a Dlouhý, 2004).

Hlavní odlišnost metody analýzy obalu dat od jiných metod hodnocení, je v tom, že pro každou produkční jednotku model počítá individuální váhy vstupů a výstupů, při dodržení podmínek s maximální mírou efektivnosti všech jednotek. V jiných přístupech hodnocení efektivnosti, váhy jednotlivých vstupů a výstupů

jsou zpravidla neměnné a stejné pro všechny jednotky. Odlišnosti různých přístupů měření efektivity jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka 1: Porovnání základních přístupů k hodnocení efektivity

Přístup	Stanovení vah vstupů a výstupů	Univerzálnost vah	Neefektivní jednotky
Ekonomická teorie	Váhy stanoveny trhem (ceny)	Jednotné	Neexistují, opouštějí trh
Vícekritériální rozhodování	Váhy stanoví sám rozhodovatel nebo skupina expertů	Jednotné	Ano
FDH	V modelu nejsou váhy nutné		Ano
DEA	Váhy vypočteny modelem (možnost omezení vah)	Individuální pro každou jednotku	Ano
SFA	Váhy vypočteny modelem	Jednotné	Ano

Zdroj: Jablonský a Dlouhý, 2004, s. 177

Metoda DEA zahrnuje velkou třídu modelů, které jsou spojeny společnou metodologií. Dále přistoupíme k popsání těchto základních modelů. Model, který vznikl jako první, byl model CCR. Tímto modelem začíná další kapitola.

2 Základní modely analýzy obalu dat

2.1 Model CCR

První DEA model byl navržen Charnesem, Cooperem a Rhodesem v roce 1978. Podle autorů tohoto modelu bývá označován jako CCR model. Tento model maximalizuje míru efektivnosti hodnocené jednotky U_q , která je vyjádřena jako podíl vážených výstupů a vážených vstupů, při dodržení podmínek, že míry efektivnosti všech ostatních jednotek jsou menší nebo rovny jedné. Pro každou jednotku tak dostáváme, pomocí vah pro vstupy v_j a vektoru vstupních parametrů X_{jq} , $j=1,2,\dots,m$, virtuální vstup a pomocí vah pro výstupy u_i a vektoru výstupních parametrů Y_{jq} , $i=1,2,\dots,r$, virtuální výstup:

$$\text{virtuální vstup} = v_1x_{1q} + v_2x_{2q} + \dots + v_mx_{mq}$$

$$\text{virtuální výstup} = u_1y_{1q} + u_2y_{2q} + \dots + u_ry_{rq}$$

CCR DEA model počítá váhy vstupů a výstupů optimalizačním výpočtem tak, aby to bylo pro hodnocenou jednotku co nejpříznivější z hlediska její efektivnosti (maximalizuje se míra efektivnosti hodnocené jednotky) při dodržení podmínek maximální jednotkové efektivnosti všech ostatních jednotek. Celý model lze pro jednotku U_q formulovat jako úlohu lomeného programování následovně:

$$\begin{aligned} \text{maximalizovat} \quad & z = \frac{\sum_i^r u_i y_{iq}}{\sum_j^m v_j x_{jq}}, \\ \text{za podmíněk} \quad & \frac{\sum_i^r u_i y_{ik}}{\sum_j^m v_j x_{jk}} \leq 1, \quad k = 1, 2, \dots, n, \\ & u_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, r, \\ & v_j \geq \varepsilon, \quad j = 1, 2, \dots, m, \end{aligned} \tag{2.1}$$

kde z je míra efektivnosti jednotky U_q , ε je infinitezimální konstanta, pomocí které model zabezpečuje, že všechny váhy vstupů a výstupů budou kladné a budou tak tedy alespoň nějakou minimální měrou v modelu zahrnuty, x_{ik} , $i = 1, 2, \dots, m$, $k = 1, 2, \dots, n$ je hodnota i -tého vstupu pro jednotku U_k a y_{jk} , $j = 1, 2, \dots, r$, $k = 1, 2, \dots,$

n je hodnota j - tého výstupu pro jednotku U_k . Hodnoty vstupů a výstupů jsou uspořádány do matic X a Y , které mají rozměr (m,n) resp. (r,n) :

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{r1} & \cdots & y_{rn} \end{bmatrix}.$$

Tato úloha může být převedena na ekvivalentní standardní úlohu lineárního programování pomocí Charnes-Cooperovy transformace. Upravená úloha má potom následující podobu:

$$\begin{aligned} \text{maximalizovat} \quad & z = \sum_i^r u_i y_{iq}, \\ \text{za podmíněk} \quad & \sum_i^r u_i y_{ik} \leq \sum_j^m v_j x_{jk}, \quad k = 1, 2, \dots, n, \\ & \sum_j^m v_j x_{jq} = 1 \\ & u_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, r, \\ & v_j \geq \varepsilon, \quad j = 1, 2, \dots, m. \end{aligned} \tag{2.2}$$

Hodnocená jednotka U_q leží na CCR efektivní hranici a označuje se jako CCR efektivní v případě, že optimální hodnota míry efektivnosti, vypočtená modelem (2.2), je rovná jedné, tj. $z = 1$. Pro neefektivní bude platit, že jejich míra efektivnosti nižší než jedná. Model bývá označován jako primární CCR model orientovaný na vstupy.

Z výpočetního hlediska i z hlediska interpretace je vhodné pracovat s modelem, který je duálně sdružený k primárnímu CCR modelu. Tento model se označuje jako duální CCR model orientovaný na vstupy a jeho formulace vypadá následovně:

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

kde $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$, $\lambda \geq 0$, je vektor vah, které jsou přiřazené jednotlivým jednotkám. Jedná se o vektor proměnných tohoto modelu. Další proměnnou je zde θ_q , která je mírou efektivnosti hodnocené jednotky U_q . Proměnná θ_q se může rovněž interpretovat jako potřebná míra redukce vstupů pro dosažení efektivní hranice a její hodnota bude menší nebo rovna jedné (Jablonský a Dlouhý, 2004).

Při hodnocení jednotky U_q se model pokouší najít virtuální jednotku charakterizovanou vstupy $X\lambda$ a výstupy $Y\lambda$, které jsou lineární kombinací vstupů ostatních jednotek daného souboru, a které nejsou horší než vstupy a výstupy hodnocené jednotky U_q . Pro vstupy a výstupy virtuální jednotky musí tedy platit $X\lambda \leq \theta_q x_q$ a $Y\lambda \geq y_q$, kde x_q a y_q jsou vektory vstupů a výstupů jednotky U_q . Jednotka U_q je označena za efektivní, pokud virtuální jednotka s uvedenými vlastnostmi neexistuje, resp. virtuální jednotka je totožná s hodnocenou jednotkou, tzn. platí $X\lambda = x_q$ a $Y\lambda = y_q$. To nastává právě tehdy, je-li proměnná $\theta_q = 1$ (Jablonský, 2004).

DEA modely vycházejí z toho, že pro daný problém existuje tzv. množina přípustných možností (production possibility set), tvořená všemi možnými (přípustnými) kombinacemi vstupů a výstupů. Množina přípustných možností je určena tzv. efektivní hranicí. Produkční jednotky, jejichž kombinace vstupů a výstupů leží na efektivní hranici, jsou efektivními jednotkami, protože se nepředpokládá, že by mohly reálně existovat jednotky, které dosáhnou stejných výstupů s nižšími vstupy nebo vyšších výstupů s nižšími vstupy (Jablonský a Dlouhý, 2004).

Množinu přípustných možností T pro model CCR lze empiricky vyjádřit pomocí následujících postulátů (Banker et al., 1984):

Postulát 1 (konvexita). Pokud $(X, Y) \in T$ a $(X', Y') \in T$, pak $(\lambda X + (1-\lambda) X'; \lambda Y + (1-\lambda) Y') \in T$ pro všechny $\lambda \in [0, 1]$.

Postulát 2 (monotónnost). Pokud $(X, Y) \in T$ a $X' > X$, $Y' < Y$, pak $(X', Y') \in T$.

Postulát 3 (konstantní výnosy z rozsahu). Pokud $(X, Y) \in T$, pak $(\mu X, \mu Y) \in T$, $\mu > 0$.

Postulát 4 (minimální extrapolace). Množina T je průsečíkem všech množin T' , které splňují předchozí postuláty, za předpokladu, že $(X_j, Y_j) \in T'$ pro všechny $j = 1, \dots, n$.

Množina T je tedy tvořena pozorovanými hodnotami vektorů (X_j, Y_j) , $j = 1, \dots, n$, a určuje ekonomické přípustné výstupy Y , odpovídající vstupům X .

V algebraické formě množství přípustných možností T pro model CCR lze zapsat následujícím způsobem (Banker et al., 1984):

$$T_{CCR} = \left\{ (X, Y) \left| \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j \leq X, \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j \geq Y, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \right. \right\} \quad (2.4)$$

Nyní si ukážeme souvislost mezi úlohou (2.3) a množstvím přípustných možností T_{CCR} . V úloze (2.3) je potřeba nalézt minimální hodnotu proměnné θ , která radiálně zredukuje vstupní vektor X_q za podmínkou, že objekt $(\theta X_q, Y_q)$ patří do množiny přípustných možností T_{CCR} . Z tvaru úlohy (2.3) vyplývá, že optimální hodnota θ^* může nabývat hodnoty levého otevřeného intervalu $(0, 1]$, protože zkoumaný objekt (X_q, Y_q) patří do souboru pozorovaných objektů (X_j, Y_j) , $j=1, \dots, n$. Když optimální hodnota proměnné $\theta^* < 1$, pak míra efektivnosti objektu $(\lambda X, \lambda Y)$ je větší než míra efektivnosti objektu $(\theta X_q, Y_q)$ (Cooper et al., 2007).

Na základě toho můžeme zavést další non-negativní přídavné proměnné s_j^- a s_j^+ :

$$\begin{aligned} s_j^- &= \theta_q x_{kq} - \sum_{j=1}^n x_{kj} \lambda_j, k=1, 2, \dots, m \\ s_j^+ &= \sum_{j=1}^n y_{ij} \lambda_j - y_{iq}, i=1, 2, \dots, r \end{aligned} \quad (2.5)$$

kteří charakterizují přebytečné vstupy a nedostatek výstupů. Po doplnění těchto proměnných do modelu bude výpočetní tvar CCR modelu při orientaci na vstupy mít následující tvar:

$$\begin{aligned}
\text{minimalizovat} \quad & z = \theta_q - \varepsilon(e^T s^+ + e^T s^-), \\
\text{za podmíněk} \quad & X\lambda + s^- = \theta_q x_q, \\
& Y\lambda - s^+ = y_q, \\
& \lambda, s^+, s^- \geq 0,
\end{aligned} \tag{2.6}$$

kde s^+ a s^- jsou vektory přídatných proměnných v omezeních pro vstupy a výstupy, $e^T = (1, 1, \dots, 1)$ a ε je infinitezimální konstanta, která se volí zpravidla číslem 10^{-8} .

Z výpočetního hlediska, použití nekonečně malé veličiny ε může vyvolat některé obtížnosti. Výpočet s malým parametrem ε lze opustit, pokud budeme provádět výpočet ve dvou etapách (Cooper et al., 2007). V první etapě se řeší následující úloha:

$$\begin{aligned}
\text{minimalizovat} \quad & \theta_q, \\
\text{za podmíněk} \quad & X\lambda + s^- = \theta_q x_q, \\
& Y\lambda - s^+ = y_q, \\
& \lambda, s^+, s^- \geq 0,
\end{aligned} \tag{2.7}$$

Ve druhé etapě se fixuje optimální hodnota θ_q^* , získaná v prvním kroku, pak se řeší druhá úloha:

$$\begin{aligned}
\text{maximalizovat} \quad & e^T s^+ + e^T s^-, \\
\text{za podmíněk} \quad & X\lambda + s^- = \theta_q^* x_q, \\
& Y\lambda - s^+ = y_q, \\
& \lambda, s^+, s^- \geq 0,
\end{aligned} \tag{2.8}$$

Z těchto dvou kroků vyplývá Defnice 1.1.

Defnice 1.1 (Cooper et al., 2007) Hodnocená jednotka U_q je efektivní podle CCR modelu, orientovaného na vstupy, jsou-li splněny následující dvě podmínky:

1. Optimální hodnota proměnné θ_q^* je rovna jedné.
2. Optimální hodnoty všech přídatných proměnných $s_i^+, i = 1, 2, \dots, r$ a $s_j^-, j = 1, 2, \dots, m$ jsou nulové.

Jednotka U_q je tedy CCR efektivní, pokud je optimální hodnota účelové funkce modelu (2.6) rovna jedné. V opačném případě jednotka není efektivní. Optimální hodnota účelové funkce z se označuje jako míra efektivnosti hodnocené jednotky (vzhledem k nekonečně malé hodnotě konstanty ε v modelu (2.6) se z v podstatě shoduje s optimální hodnotou θ_q). Je evidentní, že čím nižší je tato míra, tím méně je hodnocena jednotka efektivní v rámci uvažovaného souboru jednotek. U neefektivních jednotek je zpravidla optimální hodnota θ_q menší než jedna. Tato hodnota potom ukazuje potřebu proporcionálního snížení vstupu tak, aby se jednotka U_q stala efektivní. Výrazným rysem a výhodou DEA modelů je také skutečnost, že poskytují rozhodovateli informaci o tom, jakým způsobem by se mělo zlepšit chování hodnocené jednotky tak, aby se tato jednotka stala efektivní. Získat tyto cílové hodnoty pro dosažení efektivní hranice lze z optimálních výsledků modelu dvojím způsobem:

1. $x'_q = X\lambda^*, y'_q = Y\lambda^*$, kde λ^* je vektor optimálních hodnot vah vypočtených modelem (2.6)
2. $x'_q = \theta_q^* x_q - s^{*-}, y'_q = y_q + s^{*+}$, kde symboly s hvězdičkou (*) jsou vektory optimálních hodnot proměnných modelu (2.6) (Jablonský, 2007).

Modely (2.3) a (2.6) jsou modely, které jsou orientované na vstupy – snaží se zjistit, jakým způsobem zlepšit vstupní charakteristiky hodnocených jednotek tak, aby se jednotky stali efektivními. Analogicky lze formulovat modely orientované na výstupy. Primární CCR model orientovaný na výstupy je formulován takto:

$$\begin{aligned}
 &\text{minimalizovat} && g = \sum_j^m v_j x_{jq}, \\
 &\text{za podmíněk} && \sum_i^r u_i y_{ik} \leq \sum_j^m v_j x_{jk}, \quad k = 1, 2, \dots, n, \\
 &&& \sum_j^m u_i y_{iq} = 1
 \end{aligned} \tag{2.9}$$

$$\begin{aligned} u_i &\geq \varepsilon, & i &= 1, 2, \dots, r, \\ v_j &\geq \varepsilon, & j &= 1, 2, \dots, m. \end{aligned}$$

Duální CCR model orientovaný na výstupy se potom v maticové podobě formuluje takto:

$$\begin{aligned} \text{maximalizovat} \quad & g = \phi_q + \varepsilon(e^T s^+ + e^T s^-), \\ \text{za podmíněk} \quad & X\lambda + s^- = x_q, \\ & Y\lambda - s^+ = \phi_q y_q, \\ & \lambda, s^+, s^- \geq 0. \end{aligned} \tag{2.10}$$

Interpretace výsledků modelu (2.10) je podobná, jako tomu bylo u předcházejícího modelu (2.6).

Definice 1.2 (Cooper et al., 2007) Hodnocená jednotka U_q je efektivní podle CCR modelu, orientovaného na výstupy, jsou-li splněny následující dvě podmínky:

1. Optimální hodnota proměnné ϕ_q^* je rovna jedné.
2. Optimální hodnoty všech přídatných proměnných $s_i^+, i = 1, 2, \dots, r$ a $s_j^-, j = 1, 2, \dots, m$ jsou nulové.

Optimální hodnota účelové funkce g u efektivních produkčních jednotek je tedy také rovná jedné. Pokud je tato hodnota větší než jedna, jednotka efektivní není a optimální hodnota proměnné ϕ_q^* zde vyjadřuje potřebu proporcionálního navýšení výstupu pro dosažení efektivnosti. Cílové hodnoty vstupů a výstupů x'_q a y'_q pro CCR model orientovaný na výstupy se získají analogicky předchozím modelem

1. $x'_q = X\lambda^*, y'_q = Y\lambda^*$, kde λ^* je vektor optimálních hodnot vah vypočtených modelem (2.10)
2. $x'_q = x_q - s^{*-}, y'_q = \phi_q^* y_q + s^{*+}$, kde symboly s hvězdičkou (*) jsou vektory optimálních hodnot proměnných modelu (2.10).

Pro optimální řešení CCR modelů při orientaci na vstupy a na výstupy platí, že míry efektivnosti (hodnoty účelových funkcí obou modelů) jsou převrácené

hodnoty, tzn. $z = 1/g$. Kromě toho míra $1/g$ vyjadřuje efektivnost produkční jednotky. Ekonomický význam veličiny $1/g$ ukazuje kolikrát skutečný výstup jednotky Y_q je menší od maximálního možného výstupu gY_q , který lze nalézt při zvětšování výstupů Y_q až do dosažení hranice množiny přípustných možností.

Množina efektivních jednotek množiny T modelu CCR, orientovaného na výstupy se označuje $Eff_o T$.

Pokud v definici 1.2 je splněna podmínka 1, pak objekt (X_q, Y_q) se označuje, jako slabě efektivní podle modelu CCR, orientovaného na výstupy. Množina takových objektů je označována $WEff_o T$.

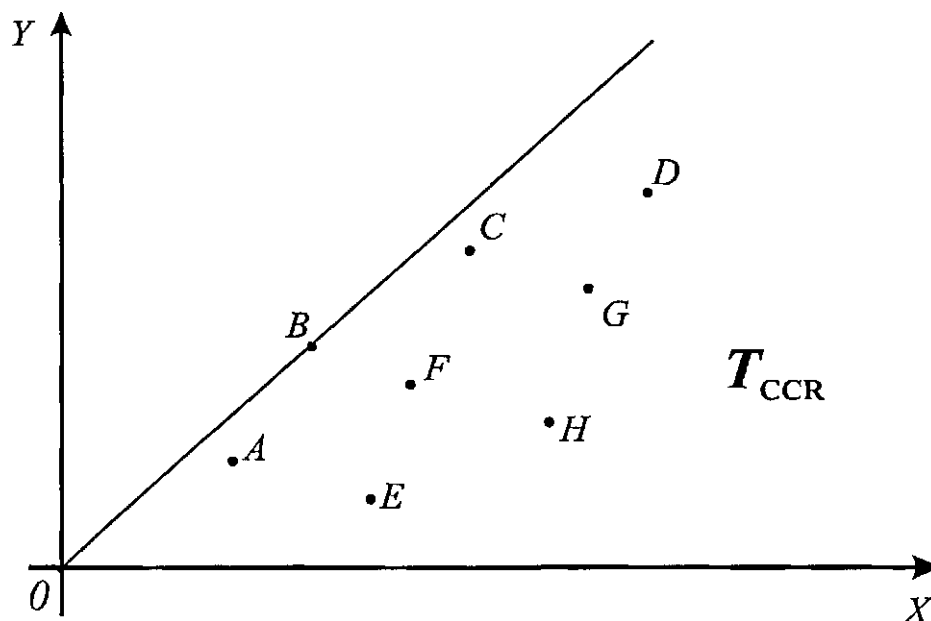
V teorii metod DEA je dokázáno, že objekt $(X_q, Y_q) \in Eff_I T$ jen když $(X_q, Y_q) \in Eff_o T$. Proto dále množina efektivních objektů může být označována jednoduše $Eff T$.

Definice 1.3 Produkční jednotka (X, Y) je efektivní nebo paretovská, pokud $(X, Y) \in T$ a neexistuje odlišný od (X, Y) vektor $(X^*, Y^*) \in T$, který by splňoval podmínky $X^* \leq X$ a $Y^* \geq Y$.

Definice 1.4 Produkční jednotka (X, Y) je slabě efektivní nebo slabě paretovská, pokud $(X, Y) \in T$ a neexistuje odlišný od (X, Y) vektor $(X^*, Y^*) \in T$, který by splňoval podmínky $X^* < X$ a $Y^* > Y$.

Množina slabě efektivních produkčních jednotek je označována $WEff_p T$. Krivonozhko et. al. (2005) dokázal že $Eff T \in WEff_o T \cap WEff_I T$ a $WEff_o T \cup WEff_I T \in WEff_p T = \text{Bound } T$, kde $\text{Bound } T$ je efektivní hranice množiny přípustných možností. Toto tvrzení nám říká, že množina slabě efektivních jednotek se shoduje s hranicí množiny přípustných možností. Právě proto množina $WEff_p T = \text{Bound } T$ má důležitou roli při analýze produkčních jednotek ve vícerozměrném ekonomickém prostoru a právě tato množina je označována jako hranice efektivnosti v DEA modelech.

Obrázek 1: Množina přípustných možností – konstantní výnosy z rozsahu



Zdroj: Cooper et. al, 2007, s. 43

Na obrázku 1 je zobrazena množina produkčních možností dvourozměrného modelu CCR. Pomocí bodů A, B, C, D, E, F, G, H jsou označeny produkční jednotky. Přímka OB je efektivní hranice množiny přípustných možností. Jednotka B je efektivní a je umístěna na efektivní hranici množiny T_{CCR} . Ostatní jednotky nejsou efektivní, jelikož jsou uvnitř množiny přípustných možností.

2.2 Model BCC

CCR model předpokládá konstantní výnosy z rozsahu a definuje tak kónický obal dat. V roce 1984 Banker, Charles a Cooper navrhli modifikaci tohoto modelu, který uvažuje variabilní výnosy z rozsahu (klesající, rostoucí nebo konstantní). Tento model bývá často označován jako BCC model. V tomto případě se kónický obal dat mění na konvexní, což vede k tomu, že při použití BCC modelu je označen za efektivní vyšší počet jednotek. Pro analýzu efektivnosti jednotek při uvažování variabilních výnosů z rozsahu stačí primární a duální CCR model rozšířit o podmínku konvexnosti. Proto v postulátech o množství přípustných možností bude vynechán postulát konstantních výnosů z rozsahu (Banker et al., 1984):

Postulát 1 (konvexita). Pokud $(X, Y) \in T$ a $(X', Y') \in T$, pak $(\lambda X + (1-\lambda) X'; \lambda Y + (1-\lambda) Y') \in T$ pro všechny $\lambda \in [0, 1]$.

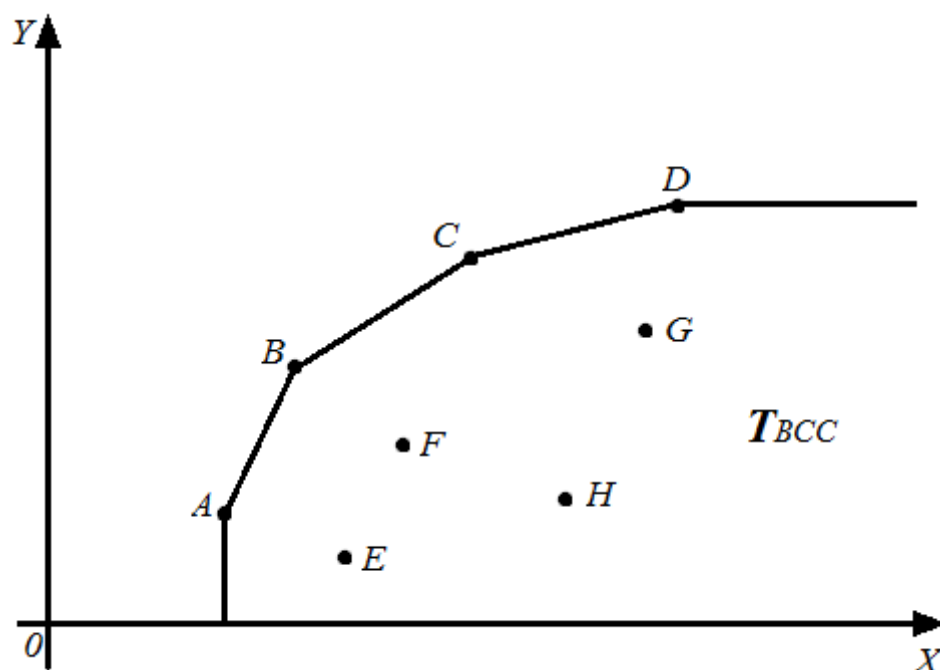
Postulát 2 (monotónnost). Pokud $(X, Y) \in T$ a $X' > X, Y' < Y$, pak $(X', Y') \in T$

Postulát 3 (minimální extrapolace). Množina T je průsečíkem všech množin T' , které splňují předchozí postuláty, za předpokladu, že $(X_j, Y_j) \in T'$ pro všechny $j = 1, \dots, n$.

Množina přípustných možností T pro model BCC má následující tvar (Banker et al., 1984):

$$T_{BCC} = \left\{ (X, Y) \left| \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j \leq X, \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j \geq Y, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \right. \right\} \quad (2.11)$$

Obrázek 2: Množina přípustných možností – variabilní výnosy z rozsahu



Zdroj: Кривоножко а Лычев, 2010, s. 31

V primárním modelu vznikne nová proměnná μ , vyjadřující variabilitu výnosu z rozsahu. Primární BCC model orientovaný na vstupy bude mít následující podobu:

$$\begin{aligned}
\text{maximalizovat} \quad & z = \sum_i^r u_i y_{iq} + \mu, \\
\text{za podmíněk} \quad & \sum_i^r u_i y_{ik} + \mu \leq \sum_j^m v_j x_{jk}, \quad k = 1, 2, \dots, n, \\
& \sum_j^m v_j x_{jq} = 1 \\
& u_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, r, \\
& v_j \geq \varepsilon, \quad j = 1, 2, \dots, m. \\
& \mu - \text{libovolné,}
\end{aligned} \tag{2.12}$$

kde všechny symboly použité v této formulaci mají stejnou interpretaci jako v modelu (2.2).

Z výpočetního hlediska je vhodnější pracovat s duálně sdruženým modelem, který v rovnicovém tvaru bude doplněn o podmínku variability:

$$\begin{aligned}
\text{minimalizovat} \quad & z = \theta_q - \varepsilon(e^T s^+ + e^T s^-), \\
\text{za podmíněk} \quad & X\lambda + s^- = \theta_q x_q, \\
& Y\lambda - s^+ = y_q, \\
& e^T \lambda = 1, \\
& \lambda, s^+, s^- \geq 0,
\end{aligned} \tag{2.13}$$

kde všechny symboly použité v této formulaci mají stejnou interpretaci jako v modelu (2.6). Naprosto shodným způsobem lze zde získat i cílové hodnoty vstupů a výstupů pro neefektivní jednotky. Stejně tak lze definovat BCC efektivní jednotky. Musí opět platit, že hodnota radiální proměnné θ_q je rovná jedné a současně všechny přídatné proměnné s^+, s^- jsou rovné nule, tzn. optimální hodnota účelové funkce modelu $z = 1$. Jednotky, které nejsou efektivní, mají hodnotu $z < 1$. CCR a BCC modely se liší právě jen v tom, jakých hodnot může nabývat proměnná μ . V CCR modelu je hodnota této proměnné rovná nule, v BCC modelu může být tato proměnná libovolná (může nabývat kladných i záporných hodnot a samozřejmě i nulové hodnoty). Analogicky modelu CCR primární BCC model, orientovaný na výstupy, má následující tvar:

$$\begin{aligned}
\text{minimalizovat} \quad & z = \sum_i^r v_j x_{jq} + v, \\
\text{za podmíněk} \quad & \sum_i^r u_i y_{ik} \leq \sum_j^m v_j x_{jk} + v, \quad k = 1, 2, \dots, n, \\
& \sum_i^r u_i y_{ik} = 1 \\
& u_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, r, \\
& v_j \geq \varepsilon, \quad j = 1, 2, \dots, m. \\
& v - \text{libovolné},
\end{aligned} \tag{2.14}$$

kde v je duální proměnná příslušná podmínce konvexnosti $e^T \lambda = 1$ duálního BCC modelu orientovaného na výstupy, který má následující podobu:

$$\begin{aligned}
\text{maximalizovat} \quad & g = \phi_q + \varepsilon(e^T s^+ + e^T s^-), \\
\text{za podmíněk} \quad & X\lambda + s^- = x_q, \\
& Y\lambda - s^+ = \phi_q y_q, \\
& e^T \lambda = 1, \\
& \lambda, s^+, s^- \geq 0.
\end{aligned} \tag{2.15}$$

Pro výstupově orientované BCC modely, efektivní jednotky mají optimální hodnotu účelové funkce g , rovné jedné. Pro neefektivní jednotky účelová funkce je větší než jedná a udává míru navýšení výstupů pro dosažení efektivní hranice.

2.3 Model FG (DRS)

Malou úpravou podmínek pro součet proměnných λ v duálních modelech nebo úpravou podmínek pro hodnoty proměnné μ primárního modelu orientovaného na vstupy a proměnné v modelu orientovaného na výstupy, lze dostat další modifikaci těchto modelů, předpokládající neklesající výnosy z rozsahu (DRS – decreasing return to scale). Model se také označuje FG podle jmen autorů (Fare, Grosskopf).

$$\begin{aligned}
\text{minimalizovat} \quad & z = \theta_q - \varepsilon(e^T s^+ + e^T s^-), \\
\text{za podmíněk} \quad & X\lambda + s^- = x_q,
\end{aligned} \tag{2.16}$$

$$Y\lambda - s^+ = \phi_q y_q,$$

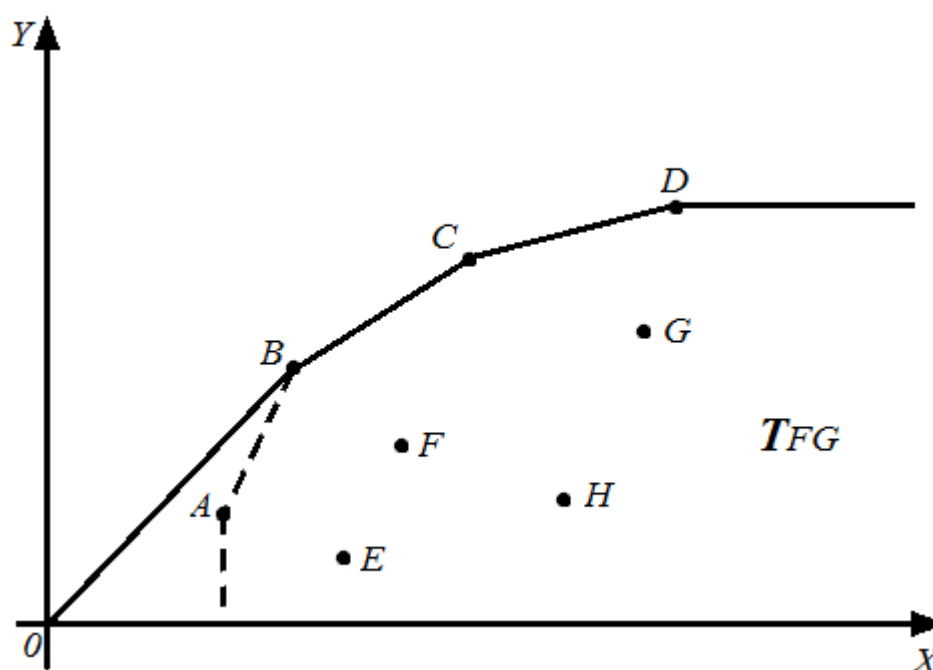
$$e^T \lambda \leq 1,$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0.$$

Množina přípustných možností T pro model FG má následující tvar:

$$T_{FG} = \left\{ (X, Y) \left| \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j \leq X, \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j \geq Y, \sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \right. \right\} \quad (2.17)$$

Obrázek 3: Množina přípustných možností – neklesající výnosy z rozsahu



Zdroj: Кривоножко а Лычев, 2010, s. 43

Na obrázku 3 je zobrazena množina přípustných možností dvourozměrného modelu FG, který byl odvozen z BCC modelu (obrázek 2). Produkční jednotka A se stala neefektivní. Míra efektivnosti jednotek E, F a H se zmenšila podle modelu, orientovaného na vstupy a pro jednotku G efektivnost se nezměnila. Podle modelu, orientovaného na výstupy, míra efektivnosti všech produkčních jednotek, kromě A se nezměnila.

2.4 Model ST (IRS)

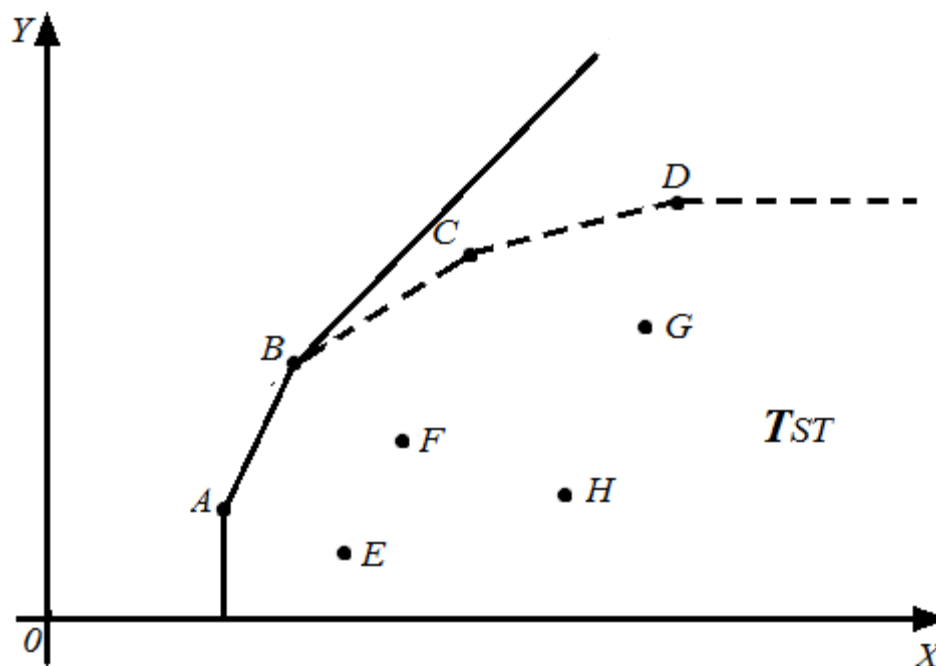
Kromě modelu FG s neklesajícími výnosy z rozsahu lze dostat modifikace modelu BCC, předpokládající nerostoucí výnosy z rozsahu (IRS – increasing return to scale). Model se také označuje ST (Seiford and Thrall).

$$\begin{aligned}
 \text{minimalizovat} \quad & z = \theta_q - \varepsilon(e^T s^+ + e^T s^-), \\
 \text{za podmínek} \quad & X\lambda + s^- = x_q, \\
 & Y\lambda - s^+ = \phi_q y_q, \\
 & e^T \lambda \geq 1, \\
 & \lambda, s^+, s^- \geq 0.
 \end{aligned} \tag{2.18}$$

Množina přípustných možností T pro model ST má tedy následující tvar:

$$T_{ST} = \left\{ (X, Y) \left| \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j \leq X, \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j \geq Y, \sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 1, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \right. \right\} \tag{2.19}$$

Obrázek 4: Množina přípustných možností – nerostoucí výnosy z rozsahu



Zdroj: Кривоножко а Лычев, 2010, s. 45

Na obrázku 4 je zobrazena množina přípustných možností dvourozměrného modelu ST, který byl odvozen z BCC modelu na obrázku 2. Produkční jednotky C

a D se staly neefektivní. Podle modelu, orientovaného na výstupy, míra efektivnosti jednotek C, D, E, F, G a H zredukovala. Podle modelu, orientovaného na vstupy, míra efektivnosti zredukovala jen u produkčních jednotek C D a G. Efektivita ostatních jednotek u modelu, orientovaného na vstupy se nezměnila.

2.5 Model GRS

Případ, když $L \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j \leq U$, L ($0 \leq L \leq 1$) a U ($1 \leq U$) je další modifikace BCC modelu, která předpokládá tak zvané generalizované výnosy z rozsahu. Ukázané dolní a horní omezující podmínky součtu proměnných $\sum_{j=1}^n \lambda_j$ je možné použít pro ovládání charakteru výnosů z rozsahu. Tak když $L = 0,8$ a $U = 1,2$ výnosy z rozsahu mohou být sníženy na nejvíce v poměru $L = 0,8$ a zvýšeny nejvíce v poměru $U = 1,2$ (Cooper, 2007). Model, orientovaný na vstupy bude tedy mít následující tvar:

$$\begin{aligned}
 \text{minimalizovat} \quad & z = \theta_q - \varepsilon(e^T s^+ + e^T s^-), \\
 \text{za podmíněk} \quad & X\lambda + s^- = \theta_q x_q, \\
 & Y\lambda - s^+ = y_q, \\
 & L \leq e^T \lambda \leq U, \\
 & \lambda, s^+, s^- \geq 0,
 \end{aligned} \tag{2.20}$$

Množina přípustných možností T pro model GRS lze vyjádřit pomocí následující analytické podoby:

$$\begin{aligned}
 T_G = \\
 \{ (X, Y) \mid \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j \leq X, \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j \geq Y, L \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j \leq U, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \} \tag{2.21}
 \end{aligned}$$

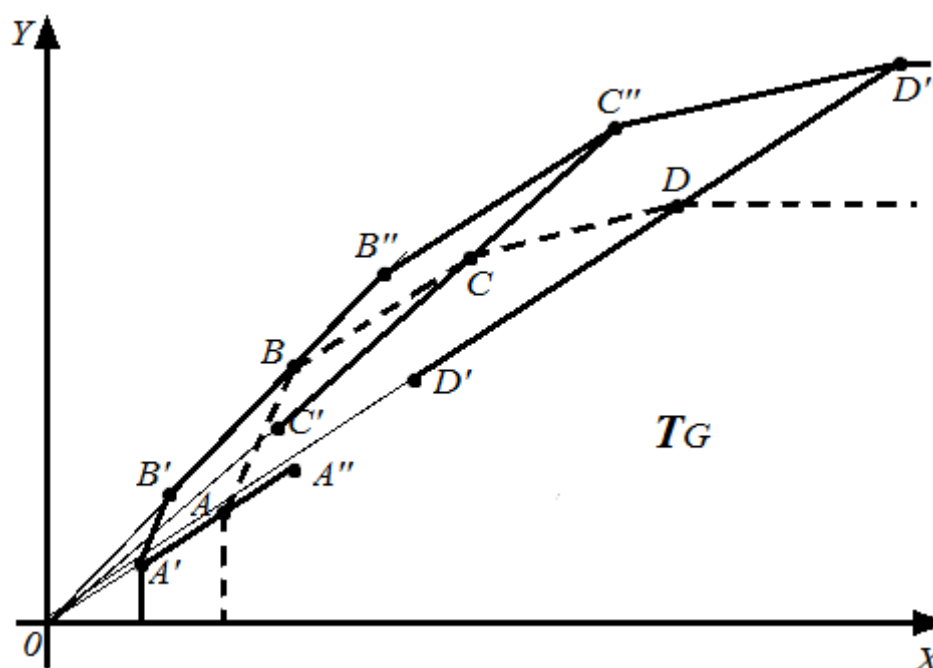
Množinu přípustných možností (2.21) je také možné odvodit z množiny přípustných možností BCC modelu. Pro tuto produkční jednotku je vhodné označit jedním písmenkem $Z_j \in (X_j, Y_j) \in E^{m+r}$.

Množina přípustných možností modelu GRS bude tedy vyjádřena pomocí objektů množiny T_{BCC} následujícím způsobem:

$$F(Z) = \{(Z) | Z = \rho \check{Z}, L \leq \rho \leq U, \check{Z} \in T_{BCC}\} \quad (2.22)$$

Na obrázku 5 je zobrazena množina přípustných možností dvourozměrného modelu GRS pomocí produkčních jednotek A, B, C a D. Tečkovanou čarou ABCD je označována efektivní hranice modelu BCC. Plnou čarou je označována hranice množiny přípustných možností modelu GRS. Úsečky $A'A''$, $B'B''$, $C'C''$, $D'D''$ jsou odvozené z původních produkčních jednotek A, B, C a D pomocí $F(Z)$. Je vidět, že všechny BCC efektivní jednotky, kromě B se stali neefektivní a tedy leží uvnitř množiny přípustných možností modelu GRS.

Obrázek 5: Množina přípustných možností – generalizované výnosy z rozsahu



Zdroj: Кривоножко а Лычев, 2010, s. 48

Je logicky správně, že pro každé optimální řešení modelu DEA platí relace:

$$\theta_{CCR}^* \leq \theta_{IRS}^*, \theta_{DRS}^*, \theta_{GRS}^* \leq \theta_{BCC}^*$$

2.6 Výsledky kapitoly

V druhé kapitole byly popsány konstrukce primárních a duálních základních modelů analýzy obalu dat s konstantními, neklesajícími, nerostoucími, variabilními a generalizovanými výnosy z rozsahu. Pro všechny modely byla definována množina přípustných možností a popisující tyto množiny empiricky definované postuláty. Každý model byl také doplněn obrázkem, který znázorňuje množinu přípustných možností a hranice efektivnosti pro dvourozměrný případ.

Lze shrnout, že hlavní odlišnost prozkoumaných modelů spočívá v znacích proměnných μ nebo ν u primárních modelů a v podmínce konvexity $e^T \lambda$ – u duálních modelů. Proto, všechny možné varianty výnosu z rozsahu různých modelů DEA a příslušné jim modifikace podmínek je možné pro pohodlnost uvést v jedné tabulce, která je dále uvedena.

Tabulka 2: Modifikace podmínek pro různé výnosy z rozsahu

Výnosy z rozsahu	Primární model (orientovaný na vstupy)	Primární model (orientovaný na výstupy)	Duální model (orientovaný na vstupy nebo výstupy)
konstantní	$\mu = 0$	$\nu = 0$	$e^T \lambda$ – libovolné
variabilní	μ – libovolné	ν – libovolné	$e^T \lambda = 1$
nerostoucí	$\mu \leq 0$	$\nu \geq 0$	$e^T \lambda \leq 1$
neklesající	$\mu \geq 0$	$\nu \leq 0$	$e^T \lambda \geq 1$
generalizované			$L \leq e^T \lambda \leq U$

Zdroj: Jablonský a Dlouhý, 2004, s. 86

Kromě popisu konstrukcí základních modelů DEA byly také definované tzv. efektivní (paretovské) a slabě efektivní (slabě paretovské) produkční jednotky. Tyto definice pak pomohly popsat souvislost mezi množinou slabě paretovských jednotek a hranicí efektivnosti modelů analýzy obalu dat.

Nakonec bylo ukázáno, že model GRS lze odvodit z BCC modelu pomocí přidání do množiny přípustných možností nových umělých produkčních jednotek.

3 Modifikace modelů analýzy obalu dat

3.1 Modely super efektivity

V základních DEA modelech je efektivním jednotkám přiřazena jednotková míra efektivity. V závislosti na typu zvoleného modelu, ale především na vztahu mezi počtem jednotek a počtem vstupů a výstupů, může být ale efektivních jednotek poměrně velký počet. Kvůli možnosti klasifikace efektivních jednotek bylo navrženo několik definic tzv. super efektivity. V DEA modelech super efektivity získávají původní efektivní jednotky míru super efektivity vyšší než jedna (Jablonský a Dlouhý, 2004).

Všechny modely super efektivity jsou založeny na tom, že se při výpočtu míry super efektivity váha původní efektivní jednotky položí rovna nule (hodnocená jednotka se takto v podstatě vyjme ze souboru jednotek), což má za následek změnu původní efektivní hranice. Model super efektivity potom měří vzdálenost mezi vstupy a výstupy hodnocené jednotky od nové efektivní hranice. Prvním modelem této kategorie byl model Andersena a Petersena (1993), který je pro konstantní výnosy z rozsahu formulován následovně:

$$\begin{aligned} \text{minimalizovat} \quad & \theta_q, \\ \text{za podmíněk} \quad & \sum_{j=1, \neq q}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{iq}, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & \sum_{j=1, \neq q}^n y_{ij} \lambda_j - s_i^+ = y_{iq}, \quad i = 1, 2, \dots, r \\ & \lambda_j, s_i^+, s_i^- \geq 0, \end{aligned} \tag{3.1}$$

Pro nerostoucí, neklesající, variabilní či generalizované výnosy z rozsahu je tento model doplněn příslušnou podmínkou součtu proměnných λ s tím, že $\lambda_q = 0$.

3.2 DEA modely s nekontrolovatelnými vstupy a výstupy

Jedním ze způsobů, jak z hlediska rozhodovatele klasifikovat vstupy a výstupy, je jejich dělení na kontrolovatelné a nekontrolovatelné. Kontrolovatelné charakteristiky rozhodovatel schopen nějakým způsobem ovlivňovat nebo řídit, nekontrolovatelné rozhodovatel neschopen ovlivňovat. U nekontrolovatelných

charakteristik nemá smysl počítat cílové hodnoty, protože jich nelze reálně dosáhnout a do modelu musí být zahrnuty poněkud jiným způsobem. Označíme-li množinu všech vstupů a množinu všech výstupů, každou z těchto množin lze rozdělit na dvě disjunktivní podmnožiny kontrolovatelných a nekontrolovatelných charakteristik $I = I_K \cup I_N$ a $O = O_K \cup O_N$ (Jablonský a Dlouhý, 2004).

V modelech orientovaných na vstupy jde o to určit, o kolik se mají zlepšit vstupy, aby se neefektivní jednotka dostala na efektivní hranici. Toto zlepšení zde lze provést ale pouze pomocí kontrolovatelných vstupů. Proto standardní CCR DEA model v orientaci na vstupy modifikuje se následovně:

$$\begin{aligned}
 &\text{minimalizovat} && z = \theta_q - \varepsilon(\sum_{i \in I_K} s_i^- + \sum_{i \in O} s_i^+), \\
 &\text{za podmíněk} && \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta_q x_{iq} && i \in I_K \\
 &&& \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{iq} && i \in I_N \\
 &&& \sum_{j=1}^n y_{ij} \lambda_j - s_i^+ = y_{iq} && i \in O \\
 &&& \lambda_j \geq 0, s_i^- \geq 0, s_i^+ \geq 0.
 \end{aligned} \tag{3.2}$$

Z modelu je patrné, že na míru efektivnosti z nemají žádný vliv nekontrolovatelné vstupy, protože jejich příslušné přídavné proměnné nejsou v modelu zahrnuty. Uvedený model lze dále modifikovat tak, že se všechny přídavné proměnné, příslušející nekontrolovatelným vstupům, položí rovny nule, $s_i^- = 0, i \in I_N$ (Jablonský a Dlouhý, 2004).

Analogicky modelu, orientovaného na vstupy lze definovat model, orientovaný na výstupy. Zde jde o to, že efektivní hranici může rozhodovatel dosáhnout pouze zvýšením kontrolovatelných výstupů. Původní CCR model se tak modifikuje následovně:

$$\begin{aligned}
 &\text{maximalizovat} && z = \theta_q - \varepsilon(\sum_{i \in I_K} s_i^- + \sum_{i \in O} s_i^+), \\
 &\text{za podmíněk} && \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{iq} && i \in I \\
 &&& \sum_{j=1}^n y_{ij} \lambda_j - s_i^+ = \phi_q y_{iq} && i \in O_K \\
 &&& \sum_{j=1}^n y_{ij} \lambda_j - s_i^+ = y_{iq} && i \in O_N \\
 &&& \lambda_j \geq 0, s_i^- \geq 0, s_i^+ \geq 0.
 \end{aligned} \tag{3.3}$$

I tento model lze upravit tak, že se všechny přidavné proměnné, příslušející nekontrolovatelným výstupům, položí rovny nule, tj. $s_i^+ = 0, i \in O_N$. Cílové hodnoty vstupů a výstupů lze získat následovně:

1. $x'_q = X\lambda^*, y'_q = Y\lambda^*$, kde λ^* je vektor optimálních hodnot vah vypočtených modelem (3.2), případně (3.3).

2. $x'_{iq} = x_{iq} - s_i^{*-}, i \in I_N, x'_{iq} = \theta_q^* x_{iq} - s_i^{*-}, i \in I_K \quad y'_{iq} = y_{iq} + s_i^{*+}, i \in O$
kde symboly s hvězdičkou (*) jsou vektory optimálních hodnot proměnných modelu (3.2).

$y'_{iq} = y_{iq} + s_i^{*+}, i \in O_N, y'_{iq} = \phi_q^* y_{iq} + s_i^{*+}, i \in O_K \quad x'_{iq} = x_{iq} - s_i^{*-}, i \in I$
kde symboly s hvězdičkou (*) jsou vektory optimálních hodnot proměnných modelu (3.3).

Oba modely lze modifikovat pro případ variabilních, rostoucích, klesajících či generalizovaných výnosů z rozsahu přidáním omezující podmínky pro součet proměnných λ : $e^T \lambda \leq 1$.

3.3 DEA modely s omezenými váhami vstupů a výstupů

V některých modelech DEA pro 100% efektivní jednotky optimální hodnoty vah v_j^*, u_j^* mohou nabývat nulové hodnoty, což ukazuje na slabou efektivnost těchto jednotek. Proto, aby se zbavit slabé efektivnosti, byla navržena tak zvaná metoda jistých oblastí (anglický: assurance region method). Tato metoda nakládá omezení na podíly hodnot některých vah. Například, k základnímu modelu DEA lze dodat podmínku, která by omezila podíl dvou vstupných vah v_1 a v_2 :

$$L_{1,2} \leq \frac{v_2}{v_1} \leq U_{1,2}, \quad (3.4)$$

Kde $L_{1,2}$ a $U_{1,2}$ jsou dolní a horní hranice pro relace $\frac{v_2}{v_1}$. Samotný název metody je odvozen ze způsobu omezení rozsahu hodnot, které mohou přijmout dvojí odhady (dolní a horní). Při dodání takových omezení, míra efektivnosti produkčních jednotek může zredukovat a jednotka, která byla efektivní, se stát neefektivní. Mohli bychom poznamenat, že poměr vah se může shodovat s horní nebo dolní

hranice optimálního řešení. Proto, při výběru těchto hranic, je vhodné použít pomocnou informaci, jako je například ceny, jednotkové náklady atd.

Ve skutečnosti, jak se da později vidět, tento přístup je zobecněním metod nalezení efektivností rozmístění zdrojů "allocative efficiency" a efektivností cen "price efficiency", které vyžadují přesnou znalost cen a nákladů (Cooper et al., 2007).

Omezení (3.4) lze vyjádřit v ekvivalentní lineární formě:

$$v_1 L_{1,2} \leq v_2 \leq v_1 U_{1,2} \quad (3.5)$$

Někteří autoři místo omezení (3.5) používají absolutní omezení na dvojí odhady ve formě $L_j \leq v_j \leq U_j$. Takové omezení je v souladu s konceptem "míry hodnocení" (angl. numeraire), který definuje váhu v_j jako základní bazickou míru, pomocí které se měří veškeré ostatní vstupy (Cooper et al., 2007).

V obecném případě můžeme definovat kromě bazické míry vstupů také bazickou míru výstupů. Pokud považujeme váhy v_1 a u_1 za bazické, všechny podmínky tedy lze zapsat v následující formě:

$$\begin{aligned} v_1 l_{1,j} \leq v_j \leq v_1 u_{1,j}, \quad j=2,3,\dots,m \\ u_1 L_{1,r} \leq u_r \leq u_1 U_{1,r}, \quad r=2,3,\dots,s \end{aligned} \quad (3.6)$$

Jelikož v_1 a u_1 jsou bazické proměnné vah, považujeme je za jednotné, tj. $v_1 = u_1 = 1$, dostaneme tedy $m+s-2$ omezení v absolutní formě. Pokud některé nejsou zapotřebí, můžeme je vynechat z omezení (Cooper et al., 2007).

Model CCR s dodatečnými podmínkami jistých oborů se nazývá CCR-AR a má následující podobu:

$$\begin{aligned} \text{maximalizovat} \quad & z = \sum_i^r u_i y_{iq}, \\ \text{za podmíněk} \quad & \sum_i^r u_i y_{ik} \leq \sum_j^m v_j x_{jk}, \quad k = 1, 2, \dots, n, \\ & \sum_j^m v_j x_{jq} = 1 \\ & \sum_j^m v_j p_{jk} \leq 0, \sum_i^r v_i q_{ik} \leq 0, \quad k = 1, 2, \dots, n, \\ & u_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, r, \\ & v_j \geq \varepsilon, \quad j = 1, 2, \dots, m., \end{aligned} \quad (3.7)$$

Kde p_{jk} a q_{ik} jsou prvky matic:

$$P = \begin{pmatrix} l_{1,2} & u_{1,2} & l_{1,3} & u_{1,3} & \dots & \dots \\ -1 & 1 & 0 & 0 & \dots & \dots \\ 0 & 0 & -1 & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix} \text{ a } Q = \begin{pmatrix} L_{1,2} & U_{1,2} & L_{1,3} & U_{1,3} & \dots & \dots \\ -1 & 1 & 0 & 0 & \dots & \dots \\ 0 & 0 & -1 & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}$$

Nicméně volba základního produktu v_1 v (3.6) je libovolná, proto můžeme použít také omezení typu:

$$v_1 L_{1,2} \leq v_2 \leq v_1 U_{1,2}, \quad v_2 L_{2,3} \leq v_3 \leq v_2 U_{2,3}, \text{ s příslušnou změnou matice } P \text{ a } Q.$$

Dále zapíšeme duální CCR-AR úlohu:

$$\begin{aligned} \text{minimalizovat} \quad & z = \theta \\ \text{za podmíněk} \quad & \theta x_q - X\lambda + P\pi - s^- = 0, \\ & Y\lambda + Q\tau - s^+ = y_q, \\ & \lambda, \pi, \tau \geq 0, \end{aligned} \tag{3.8}$$

Pokud $(\theta^*, \lambda^*, \pi^*, s^{-*}, s^{+*})$ jsou proměnně, příslušné optimálnímu řešení, pak přídatné proměnné s^{-*} a s^{+*} mohou být vyjádřeny ve vektorové formě:

$$\begin{aligned} s^{-*} &= \theta^* x_q - X\lambda^* + P\pi^*, \\ s^{+*} &= Y\lambda^* + Q\tau^* - y_q. \end{aligned} \tag{3.9}$$

Na základě toho lze definovat AR-efektivnost. Hodnocená jednotka U_q je efektivní podle CCR-AR modelu, orientovaného na vstupy, jsou-li splněny následující dvě podmínky:

1. Optimální hodnota proměnné θ^* je rovna jedné.
2. Optimální hodnoty všech přídatných proměnných s^{+*} a s^{-*} jsou nulové.

Cílové hodnoty pro dosažení efektivní hranice lze získat z optimálních výsledků modelu dvojím způsobem (Jablonský a Dlouhý, 2004):

1. $x'_q = X\lambda^*$, $y'_q = Y\lambda^*$, kde λ^* je vektor optimálních hodnot vah vypočtených modelem (4)
2. $x'_q = \theta^* x_q - s^{-*} + P\pi^*$, $y'_q = y_q + s^{+*} - Q\tau^*$, kde symboly s hvězdičkou (*) jsou vektory optimálních hodnot proměnných modelu (3.8).

CCR-AR model, orientovaný na výstupy je definován analogicky modelu, orientovanému na vstupy.

Pokud všechny vstupní a výstupní parametry jsou technologické (nejsou vyjádřeny v penězích), můžeme tedy interpretovat v_j jako jednotku nákladů vstupů x_{iq} . Taková interpretace je v souladu s principem duality pro proměnné v a s^- , kde optimální hodnota v_j vyjadřuje podmíněnou cenu (imputed price) j -ho vstupu. Stejným způsobem u_j je interpretována jako cena výstupu y_{iq} , což je v souladu s principem duality pro proměnné u a s^+ , kde optimální hodnota u je stínovou cenou (shadow price) j -ho výstupu (Cooper et al., 2007).

Pokud definujeme $c_{j,k}$ jako faktickou cenu (actual unit cost) vstupu produkční jednotky $x_{j,k}$, pak je vhodné vypočítat dolní a horní hranice pro podíl $\frac{v_2}{v_1}$ následujícím způsobem:

$$l_{i,j} = \min \frac{c_{j,k}}{c_{i,k}}, k = 1, 2 \dots n \text{ a } u_{i,j} = \max \frac{c_{j,k}}{c_{i,k}}, k = 1, 2 \dots n. \quad (3.10)$$

Stejným způsobem lze definovat omezení pro výstupy pomocí faktických výrobních cen. Nicméně často faktické ceny nejsou známy přesně, ale i v tomto případě můžeme použít omezení typu (3.3). Dostaneme si tak množinu různých úrovně cen nebo jednotných nákladů. Pokud tyto hodnoty nejsou vhodné, mohou být užity pro výběr nových hranic (Cooper et al., 2007).

Pro definice omezení na dvojité hodnoty je tedy možno užívat jak expertní hodnocení, tak i přídatné údaje o tržních cenách a faktických nákladech na výrobu produktu.

3.4 Výsledky kapitoly

V této kapitole byly popsány nejdůležitější modifikace základních modelů DEA, které pak budou použity v praktické části práci při hodnocení efektivnosti činnosti farmaceutické společnosti. Nejprve byla ukázaná modifikace modelu DEA pro výpočet super efektivnosti produkčních jednotek. Tento nástroj umožňuje

kromě určení efektivních a neefektivních jednotek, nalézt také tzv. míru super efektivnosti efektivních jednotek a tím způsobem sestavit jejich pořadí. Druhá modifikace DEA modelů, uvedená v této kapitole je použitelná na případ nekontrolovatelných vstupů či výstupu. Ona umožňuje zahrnout do modelu nekontrolovatelné parametry, které však mají vliv na efektivnost hodnocených objektů. Poslední nástroj, popsáný v této kapitole a doplňující základní DEA modely spočívá v omezení vah vstupů nebo výstupů. Tento nástroj dává možnost zahrnout do modelu doplňující informace o významu různých vstupných či výstupných parametrů a tím způsobem ovlivňovat efektivnost jednotek hodnoceného systému. Tento nástroj ale je dost složitý a v této práci byla popsána jen jeho nejjednodušší strana - metoda jistých oblastí (assurance region method). Pro každou z těchto modifikací byly ukázány příslušné změny konstrukce duálního CCR modelu, orientovaného na vstupy. Tyto změny však mohou být uplatněny také pro modifikace ostatních základních modelů analýzy obalu dat.

4 Uplatnění analýzy obalu dat při hodnocení činnosti farmaceutické firmy

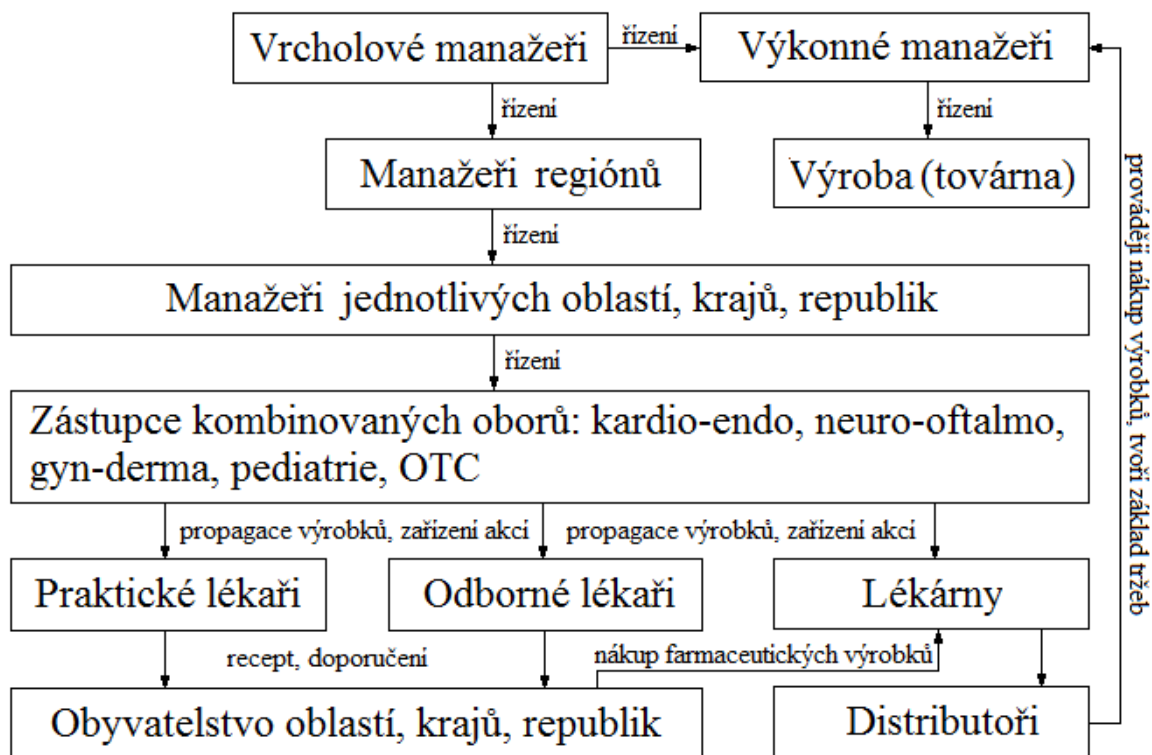
4.1 Definice hodnoceného systému

Objektem zkoumání praktické části diplomové práce je činnost zástupců farmaceutické společnosti, která pracuje na trhu Ruské federace a nabízí farmaceutické výrobky pro následující odvětví medicíny: kardiologii, endokrinologii, neurologii, oftalmologii, pediatrii, gynekologii, dermatologii a zvláště produkty pro lékárny (OTC). Činnost zástupců společnosti probíhá ve všech regionech Ruské federace, které vedení firmy dělí na Severozápadní, Centrální a Jižní region, Horní a Dolní Volhu, Ural, Západní a Východní Sibiř a samostatně hlavní město Moskvu. V Moskvě firma má skutečné sídlo a v Moskevské oblasti má svoji továrnu. Své výrobky šíří do ostatních regionů pomocí velkoobchodních distributorů. V každém regionu má firma své zástupce, kteří propagují výrobky u odborných a praktických lékařů a také u vedoucích lékáren.

Úlohou zástupců je pravidelně navštěvovat doktory a vyprávět jim o výhodách užití produktů společnosti. Kromě toho zástupce a manažeři regionů zařizují různé akce, do nichž patří tzv. farmaceutické kroužky, lekce, konference, výstavy atd. Tradiční reklama v televizi nebo rádiu je dost často zakázaná pro recepturní léky. Proto množství prodaných produktů společnosti je silně ovlivněno kvalitou práce zástupců a kontrola efektivnosti této práce je důležitou podmínkou úspěšného rozvoje společnosti.

Pro pochopení, proces propagace lze vyjádřit pomocí následujícího obrázku, ve kterém je také uvedena jeho hierarchie řízení, a způsob šíření produktů do jednotlivých oblastí státu.

Obrázek 6: Proces propagace



Zdroj: Vlastní zpracování

Jak je vidět na tomto obrázku, v procesu řízení se propagace zúčastňují tři úrovně manažerů a zástupce. Vrcholové manažeři neboli top manažeři koordinují všechny činnosti a vytvářejí koncepce společnosti. Oni rozhodují o tom, jaký produkt v současné době je nutno prosazovat u lékařů a farmaceutů a tímto způsobem vybírají zaměření firmy. Kromě toho, jejich činnost se vztahuje nejenom k procesu propagace, ale ke všem jiným činnostem firmy.

Manažeři regionů jsou tzv. středními manažery. Jejich činnost je přímo souvislá s regulováním procesu propagace a oni jsou zodpovědní za výsledky práce ve všech subjektech státu, které patří do jejich regionu.

Manažeři jednotlivých oblastí, krajů či republik (subjektů RF) jsou analogií manažerů první linie ve výrobě. Oni přímo regulují činnost zástupců, sestavují plány provádění různých akcí, schvalují rozpočet, oznamují zástupcům úlohy pro dosažení cílů vrcholového managementu a kontrolují jejich splnění.

Manažeři regionů a manažeři subjektů RF jsou analogií výkonného managementu ve výrobě (Veber, 2009).

Zástupce se bezprostředně zabývají samotným procesem propagace. Každý zástupce se přitom specializuje na zvláštním oboru medicíny. V zkoumané společnosti práce zástupců se dělí na tři kombinované obory: kardio-endo, neuro-oftalmo, gyn-derma, a dva samostatné obory: pediatrie a OTC. Každý zástupce patří k jednomu z těchto oborů a zabývá se propagací jen jemu příslušných výrobků. To ale neplatí pro lékárny (OTC). Tady zástupce kromě speciálních produktů pro lékárny, propagují také nejdůležitější výrobky ze všech ostatních oborů.

V předchozích kapitolách práce, které byly věnovány zkoumání teoretických aspektů hodnocení efektivnosti metodou DEA, bylo uvedeno, že celkovou účinnost prvků jakéhokoli systému lze vyjádřit jako podíl vážených výstupů a vážených vstupů těchto prvků. Proto, předtím, než se začne hodnotit, je nutné definovat na zkoumaném objektu vhodný abstraktní systém, určit jeho prvky a příslušné jim vstupy a výstupy.

Na zkoumaném objektu je možné definovat za účelem popsání propagace několik systémů, každý z nich přitom bude mít odlišnou úroveň abstrakce a vyjadřovat proces řízení propagace, vhodný pro analýzu činnosti určité úrovně manažerů nebo zástupců. Prvky těchto systému však budou pořad vyjadřovat propagace, ale z různých hledisek. Toto může být propagace určitého výrobku u různých lékařů v určitém městě nebo obci, propagace určitého výrobků v různých obcích jednoho regionu nebo různých regionech státu, propagace výrobků z hlediska různých oborů medicíny, propagace všech výrobků v různých regionech atd. Je zřejmé, že definice těchto systémů budou mít odlišné cíle a tedy i význam. V této diplomové práci vymezení systémů za účelem hodnocení efektivnosti jejich prvků provedeme z hlediska různých úrovní řízení. Proto v dalších částech kapitoly budou prozkoumány a ohodnoceny systémy, popisující proces provozu a řízení propagace na úrovni jednoho zástupce, na úrovni regionálního manažera a na úrovni vrcholového manažera.

Pro hodnocení efektivnosti prvků každého z těchto systémů budou definovány příslušné jim vstupy a výstupy a vybrán vhodný DEA model, který by nejlépe

odrážel skutečnou míru efektivnosti hodnocených prvků a tedy mohl podpořit práci jednotlivých zástupců, manažerů regionů či vrcholových manažerů.

4.2 Úroveň zástupce

Jak už bylo řečeno každý zástupce ve své oblasti, kraji či republice se zabývá propagací výrobků z jednoho nebo maximálně dvou oborů medicíny. Prozkoumáme tak proces propagace produktů z oboru kardiologie v Krasnodarském kraji, který patří do Jižního regionu. Zástupce, který se zabývá tímto oborem, propaguje také výrobky z oboru endokrinologie, ale pro vybranou úroveň abstrakce nejsou pro nás důležité. V oboru kardiologie společnost nabízí tři farmaceutické produkty, které označíme jako produkt A, produkt B a produkt C. Úkolem zástupce je propagace těchto výrobků u kardiologů a praktických lékařů. Tito lékaři pak doporučují a předepisují ukázané produkty lidem se srdečními problémy. Na každého doktora zástupce vymezuje stejné množství času a nákladů. Nicméně, každý doktor má různý počet pacientů a předepisuje různé množství produktů A, B a C. Tento rozdíl může být důvodem ke komplexnímu hodnocení efektivnosti práce zástupce s každým doktorem ve vícerozměrném prostoru výstupů. Právě proto v tomto případě by bylo vhodné použít metodu analýzy obalu dat.

Nutno podotknout, že kardiology a praktické lékaři budou mít různou výkonnost. Jelikož praktické lékaři se zabývají nejenom problémy kardiologie, uvedené výrobky nebudou mít pro ně tak silný význam, jak pro kardiology. Proto, z důvodu zachování homogenity prvků systému, je vhodné provádět hodnocení efektivnosti propagace u různých oborů lékařů zvlášť. V této práci se analýza bude týkat jen efektivnosti propagace u kardiologů. Zástupce má ve svém plánu třicet jeden kardiologů, které on musí dvakrát za měsíc navštěvovat a vyprávět jim o výhodách užití produktů společnosti. Jakýkoli jiný způsob jednání s doktory je zakázán zákonem. Zástupce nemůže sponzorovat doktory a ani dělat pro něj žádné dárky. Jakákoli podobná akce bude považována za zkorumpování doktora a může vyvolat trestní řízení. Proto lze říct, že výdaje na každého doktora jsou stejné. Co

se týče času, zástupce věnuje každému doktorovi stejné množství času. Proto jediný možný vstup lze definovat jako počet pacientů, které každý kardiolog přijímá za určitý čas (měsíc). Výstupy propagace lze definovat jako množství předepsaného za měsíc produktu A, produktu B a produktu C. Vstupní a výstupní parametry propagace každého lékaře jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka 3: Vstupní datový soubor – charakteristiky propagace u kardiologů

Doktor	Vstupy	Výstupy		
	Počet pacientů	Produkt A	Produkt B	Produkt C
1	550	28	155	4
2	253	16	50	3
3	385	20	60	4
4	225	21	60	2
5	550	26	122	3
6	550	22	105	4
7	550	30	90	2
8	220	12	50	2
9	330	16	82	2
10	161	15	40	1
11	330	18	50	2
12	550	31	146	2
13	220	18	80	1
14	176	16	50	2
15	550	30	150	2
16	440	23	99	2
17	440	30	135	3
18	440	20	80	2
19	440	30	100	3
20	440	20	110	2
21	440	27	115	2
22	440	29	120	3
23	330	15	80	2
24	330	16	105	2
25	440	20	100	2

Pokračování tabulky 3

Doktor	Vstupy	Výstupy		
	Počet pacientů	Produkt A	Produkt B	Produkt C
26	407	16	100	1
27	407	30	100	3
28	161	12	60	2
29	429	30	120	4
30	198	16	60	2
31	407	32	93	2

Zdroj: Vlastní zpracování

Vstupní a výstupní hodnoty byly sestaveny samým zástupcem na základě dlouhé spolupráce s každým doktorem a často prováděných dotazování doktorů.

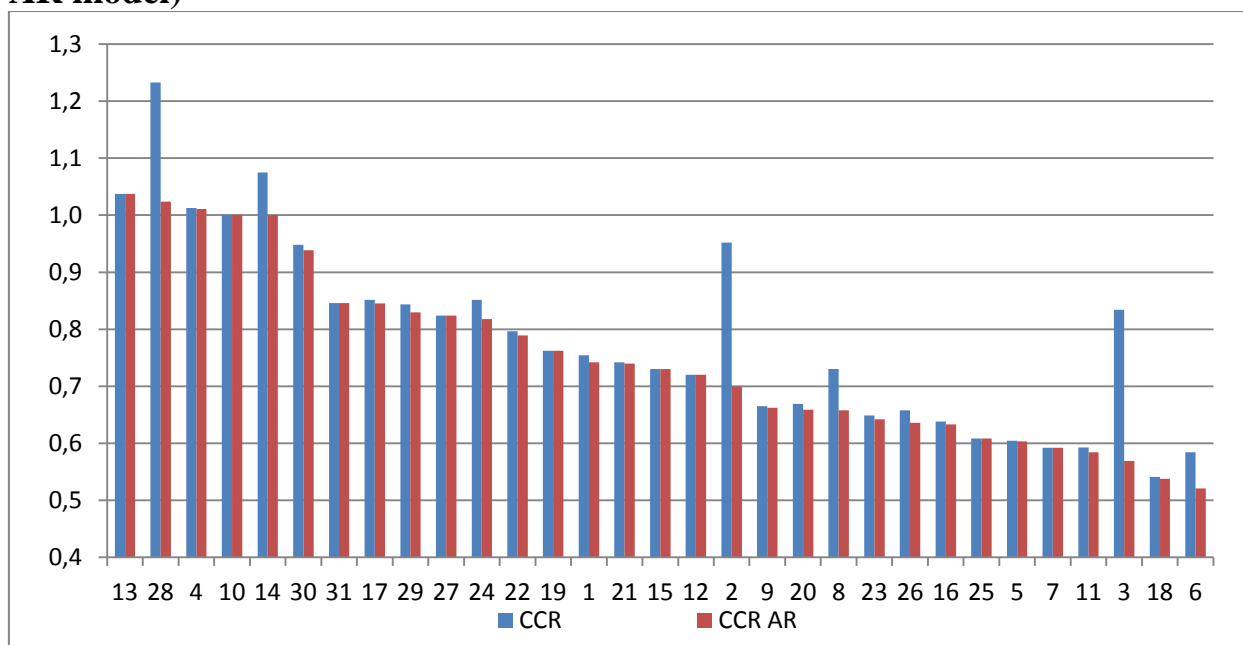
Předtím než začít hodnotit efektivitu lékařů všimneme si také, že jednotlivé produkty A, B a C mají v současné době různý význam pro společnost. Produkt A z hlediska šíření produktů je nejdůležitější. Proto management firmy potřebuje od zástupců z oboru kardiologie především propagaci tohoto výrobku. Propagace produktu B je méně významná pro společnost, protože stadia jeho životního cyklu lze ohodnotit podle BCG matice (Tichá, 2002) jako dojná kráva. Propagace produktu C je u zástupce nejméně významná z toho důvodu, že tento lék se uplatňuje primárně u neurologů. Ale v některých případech ho také předepisují i kardiologové. Tato skutečnost určitě musí být odražena při hodnocení efektivnosti propagace. Uskutečnit toto v modelech DEA lze přidáním dodatečných omezení na váhy výstupních parametrů v_1, v_2 a v_3 . Toto omezení musí mít relativní charakter a podle ohodnocení zástupce musí zachovávat fakt, že váha v_1 by měla být nemenší než v_2 a v_2 následně nemenší než v_3 . Proto pro splnění těchto požadavků k základnímu DEA modelu dodáme ještě dvě podmínky, které budou splňovat uvedené omezení:

$$v_2 \leq v_1$$

$$v_3 \leq v_2$$

Pokud budeme považovat výnosy z rozsahu za konstantní, dostaneme pak CCR AR model, jehož míry efektivity spolu s míry efektivity CCR modelu jsou uvedeny na následujícím obrázku.

Graf 1: Výsledky analýzy – míry efektivity propagace u kardiologů (CCR AR model)



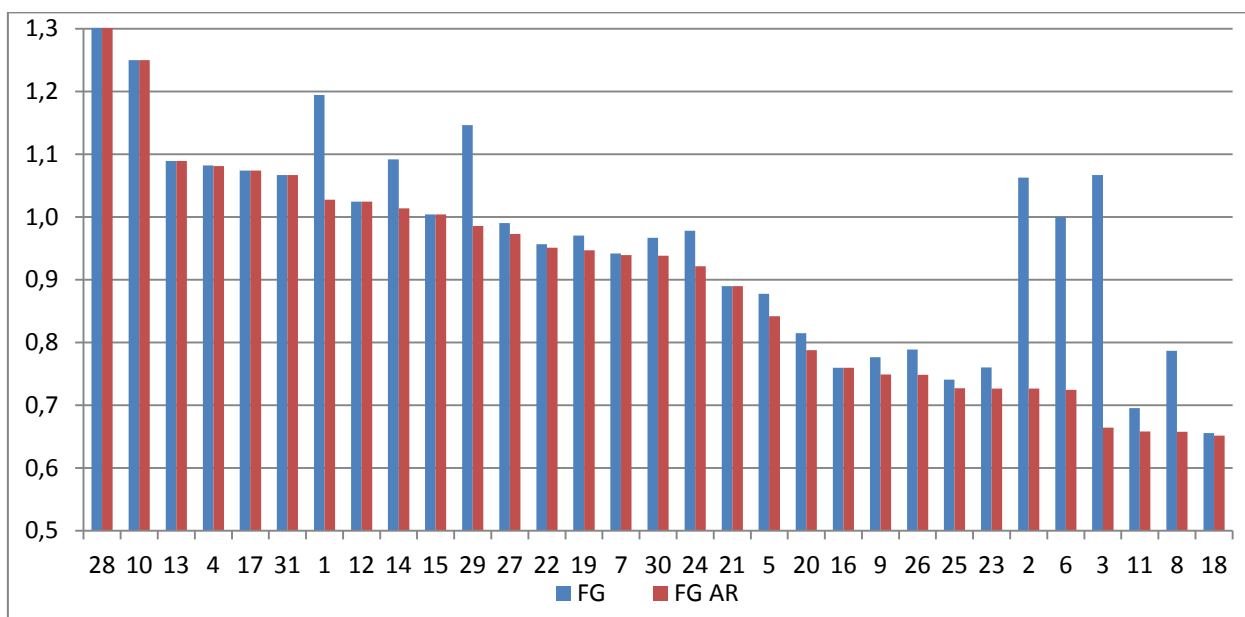
Zdroj: Vlastní zpracování

Pro efektivní jednotky také byla vypočtena míra super efektivity, což umožňuje porovnávat je mezi sebou. Jak je vidět, žádná jednotka nemá míru efektivity menší než 0,5, což znamená, že v systému nejsou příliš neefektivní jednotky. Nejméně efektivními jednotky podle CCR AR modelu jsou propagace u doktorů číslo 6 a 18. Jejich míra efektivity je 0,52 a 0,54. Efektivními jednotkami je práce s doktory 4, 10, 13, 14 a 28. A to jak z hlediska CCR modelu, tak i z hlediska CCR AR modelu. Lze také podotknout, že míra efektivity CCR AR modelu je vždycky menší nebo rovná efektivity CCR modelu bez dodatečných omezení. Důvodem tomu je menší množina přípustných řešení při nalezení vah jednotlivých vstupů a výstupů.

Nicméně uplatňovat CCR model pro hodnocení efektivity není v tomto případě moc vhodné. CCR model předpokládá konstantní výnosy z rozsahu a neodpovídá skutečné povaze výnosu z rozsahu propagace u doktorů. Nadprůměrně

potenciální doktoři, kteří mají více pacientů, jsou předmětem zájmu i jiných farmaceutických firem, jichž zástupce také pravidelně navštěvují a ukazují výhody použití svých výrobků. Proto nelze očekávat od doktorů konstantních výnosů z rozsahu. Z tohoto hlediska je vhodnější vypočítat míru efektivnosti pomocí FG modelu, předpokládajícího nerostoucí výnosy z rozsahu. Avšak, v našem případě míra efektivnosti FG modelu se bude úplně shodovat s efektivností BCC modelu. Příčinou toho je skutečnost, že součet vah každého doktora v duálním CCR modelu je větší nebo roven 1. Proto FG model bude mít součet vah u každého doktora rovný 1, což zároveň odpovídá podmínkám BCC modelu. Na následujícím obrázku je zobrazen diagram, ukazující míry efektivnosti komunikace zástupců s kardiology při uvažování nerostoucích výnosů z rozsahu.

Graf 2: Výsledky analýzy – míry efektivnosti propagace u kardiologů (FG AR model)



Zdroj: Vlastní zpracování

Je vidět, že míra efektivnosti u všech jednotek podle FG, či v našem případě zároveň BCC, modelu je větší než u CCR modelu. Důvodem toho je změněna hranice efektivnosti. Hodně prvků, které nebyly efektivní podle CCR modelu, se staly FG efektivní. Tak v FG AR modelu už 10 prvků jsou efektivní oproti 5 u CCR AR modelu. Takové hodnocení více odpovídá skutečnosti a shoduje se

s míněním zástupce. Doktoři, kteří mají větší počet pacientů, jsou vždycky významné z hlediska šíření produktů, i když předepisují relativně menší počet léků. V tomto případě absolutní hodnoty mají také význam.

Pro výpočet cílových hodnot výstupů použijeme váhové koeficienty, vypočtené pomocí FG AR modelu, orientovaného na výstupy. Tyto hodnoty jsou uvedené v následující tabulce a mohou být plánem pro zástupce, který by mu říkal, kterému doktorovi on musí věnovat více pozornosti při návštěvě.

Tabulka 4: Výsledky analýzy – cílové hodnoty propagace u kardiologů

Doktor	Vstupy	Výstupy		
	Počet pacientů	Produkt A	Produkt B	Produkt C
1	550	28	155	4
2	253	22	70,9	2,1
3	385	30,1	94,2	2,1
4	225	21	60	2
5	550	30,9	146	2
6	550	30,4	148	2
7	550	31,9	96	2
8	220	18,2	78	1,1
9	330	24	108	2
10	161	15	40	1
11	330	27,3	79	2
12	550	31	146	2
13	220	18	80	1
14	176	16	50	2
15	550	30	150	2
16	440	30,3	130	2,8
17	440	30	135	3
18	440	30,7	123	2,6
19	440	31,7	107	2,1
20	440	30	135	3
21	440	30,3	129	2,8
22	440	30,5	127	2,7
23	330	24	108	2
24	330	24	108	2

Pokračování tabulky 4

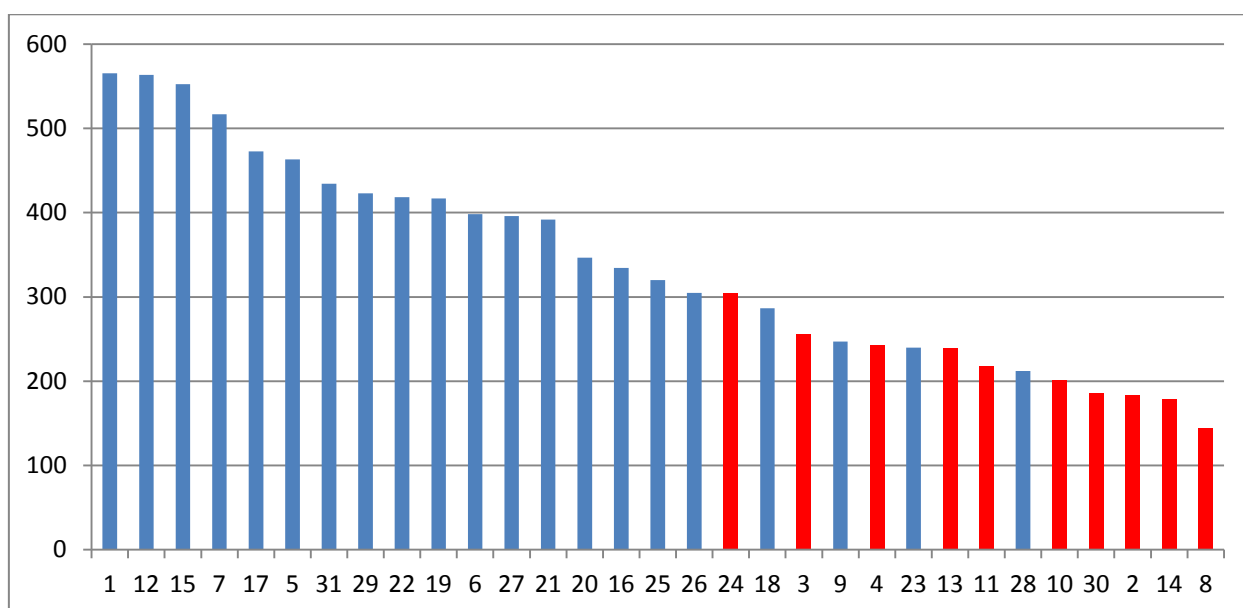
Doktor	Vstupy	Výstupy		
	Počet pacientů	Produkt A	Produkt B	Produkt C
25	440	30	135	3
26	407	28,2	127	2,7
27	407	30,8	104	2,3
28	161	12	60	2
29	429	30,4	123	2,7
30	198	17,1	64,6	1,5
31	407	32	93	2

Zdroj: Vlastní zpracování

V našem případě nedoporučujeme vynechat žádného doktora z báze zástupce, jelikož žádný doktor není příliš neefektivní. Nicméně, každý půlrok zástupce musí provádět rotaci své báze lékařů. Tento proces spočívá v nahrazení deseti stávajících lékařů za nové. Cílem tohoto nahrazení je pokrytí většího rozsahu lékařů v obcích. V tomto případě, hodnocení metodou DEA mohlo by být velmi užitečným nástrojem pro podporu rozhodování při výběru lékařů, kteří by měli opouštět bázi zástupce. V našem případě by bylo možné podle míry efektivity, spočítanou modelem DEA sestavit pořadí lékařů a deset nejhorších z nich zástupce by mohl nahradit novými. Avšak takový výběr nebyl by správný z hlediska maximalizace tržeb společnosti. Potenciální lékaři, kteří nejsou efektivní, díky tomu, že mají více pacientů, mohou předepisovat více produktů společnosti a tímto způsobem mají vliv na přírůstek tržeb společnosti. Přitom zástupce vyděluje na ně stejné množství času a výdajů, jak i na méně potenciální, ale efektivnější doktory. Proto tito lékaři budou mít větší úspěch u zástupce. Kromě toho, lékaři s větším počtem pacientů teoreticky mohou předepisovat více produktů společnosti, i když to v současné době nedělají. Proto, pro podporu rozhodování zástupce bude správnější využít jiný ukazatel, který by určoval zároveň potenciál a efektivnost lékařů. Tímto ukazatelem může být míra efektivity, vypočtená vhodným modelem DEA a vynásobena počtem pacientů u každého lékaře. Podle hodnot tohoto ukazatele lze sestavit pořadí doktorů a deset nejhorších z nich zástupce

může vybrat a nahradit. Ale určitě, výběr zástupce mohou ovlivnit i jiné faktory, jako je například skutečnost, že lékař je jediný ve vesnici a jeho nelze nahradit někým jiným. Proto, pokud zástupce nesouhlasí s náhradou nějakého doktora ze své báze, může si pak prohlédnout další kandidaturu v sestaveném pořadí a nakonec vybrat tak deset doktorů pro rotaci. Na následujícím obrázku je ukázáno pořadí, sestavené násobením míry efektivity propagace u doktorů podle FG AR modelu a počtu pacientů každého doktora.

Graf 3: Pořadí kardiologů podle vybraného ukazatele



Zdroj: Vlastní zpracování

Poslední deset lékařů podle pořadí hodnot vypočteného ukazatelů mohou být doporučeny k rotaci v následujícím období. Ale ve skutečnosti, při ukázce tohoto hodnocení, zástupce nesouhlasil s rotací doktorů číslo 28 a 18 z toho důvodu, že jsou jedinečné kardiology ve vesnicích a doktoři 9 a 23 ještě nejsou dost rozpracované. Proto, za účelem rotace, podle pořadí byly vybrány další čtyři kardiology, s jejichž záměnou zástupce souhlasil.

4.3 Úroveň regionálního managementu

Analogií výkonného managementu ve sféře propagace farmaceutických výrobků mohou být manažeři regionů a manažeři jednotlivých subjektů federace (oblastí, krajů či republik).

Každý z těchto manažerů je zodpovědný za všechny obory medicíny ve svém území. Proto, pro ně by bylo velmi užitečné vědět efektivnost propagace různých firemních specializací v různých oblastech, krajích či republikách jednoho regionu.

Možnost užití analýzy obalu dat pro hodnocení této efektivnosti si ukážeme na příkladu Jižního federálního okruhu. Činnost zástupců Jižního federálního okruhu probíhá v územích, které lze rozdělit na Krasnodarský kraj, Rostovskou oblast, Stavropolský kraj a Volgogradskou oblast. Každý zástupce se specializuje a propaguje výrobky jen z jednoho kombinovaného oboru a to může být: kardiologie a endokrinologie, neurologie a oftalmologie, gynekologie a dermatologie, a zvlášť pediatrie a OTC (produkty pro lékárny).

Nicméně, tyto obory mají různý význam pro společnost. Firma se více specializuje na výrobě produktů pro kardiologii, než na výrobě produktů pro endokrinologii. Proto zástupce kombinovaného oboru kardio-endo by měl ve své práci preferovat propagaci kardiologie. To samé lze říct o oboru neuro-oftalmo. Společnost je více zaměřena na výrobu neurologických léků. Oftalmologie má tedy menší význam pro společnost a proto zástupci se více zaměřují na propagaci produktů neurologie. Preference v propagaci spočívá v počtu návštěv lékařů příslušných oborů a v počtu výdajů na zařízení různých akcí pro odborné lékaře.

Použití metody analýzy obalu dat by umožnilo pro výkonný management určit efektivnost jednotlivých specializací v různých oblastech, korigovat rozdělení výdajů na propagaci, sestavit plán a požadavky na tržby v následujících obdobích, přiložit více úsilí na rozvoj zaostalých oborů.

V následující tabulce jsou uvedeny vstupní data, na základě nichž řešíme DEA model a vyhodnocujeme efektivnost produkčních jednotek.

Za vstupy byly zvoleny: celkový počet návštěv u odborných lékařů, které zástupci provádějí za rok, roční výdaje na zařízení akcí (konferencí, přednášek, prezentací, výstav atd.) a celkový počet různých odborných lékařů v příslušné oblasti či kraji (pro obor OTC je uveden počet lékáren). Poslední vstup byl označen jako nekontrolovatelný a důvod jeho zvolení je spojen s předpokladem, že počet odborných lékařů v různých subjektech RF reprezentuje celkovou potřebnost nebo poptávku obyvatelstva ve farmaceutických výrobcích, příslušných těmto lékařům oblastí.

Jako výstupy byly zvoleny tržby produktů různých oborů medicíny v jednotlivých subjektech RF a počet lékařů, kteří se zúčastnili zařízené akce.

Tabulka 5: Vstupní datový soubor – charakteristiky propagace v různých oborech medicíny

Oblast	Obor	Vstupy			Výstupy	
		Počet návštěv	Výdaje na akce	Počet odborníků	Tržby	Počet zúčastněných lékařů na akcích
KK	Kard	2286	722400	674	46094496	1161
	Endo	200	25000	201	681883	75
	Neur	2068	380600	989	20204772	930
	Oft	420	22000	438	2185199	40
	Derm	1274	511600	334	43186205	1001
	Gyn	1152	389050	1503	16124453	1251
	OTC	8560	974200	1074	44742992	1130
	Ped	2318	766600	1748	26588865	2093
RO	Kard	2286	582400	495	28465457	1275
	Endo	200	35000	152	2695518	50
	Neur	1034	388700	824	20042533	1074
	Oft	210	52000	314	3423697	120
	Derm	1274	301800	235	29129644	738
	Gyn	1152	338000	1100	12137872	979
	OTC	2140	640700	635	33809537	740
	Ped	1159	629800	1477	21782714	1562

Zdroj: Vlastní zpracování

Pokračování tabulky 5

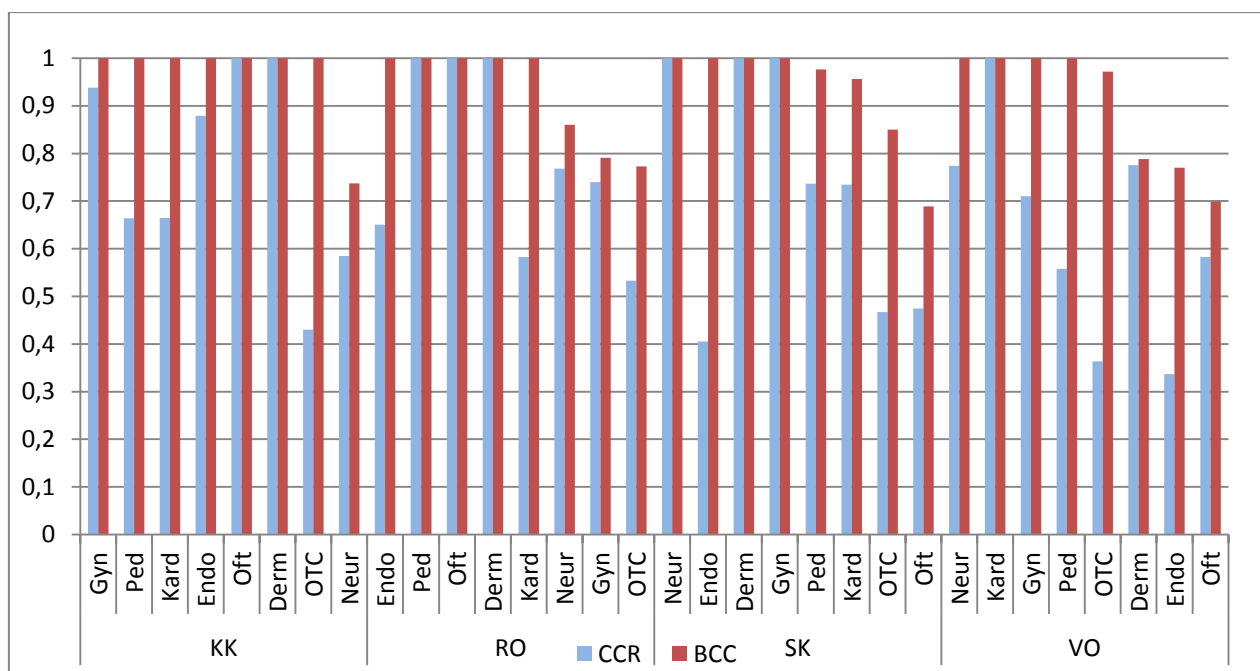
Oblast	Obor	Vstupy			Výstupy	
		Počet návštěv	Výdaje na akce	Počet odborníků	Tržby	Počet zúčastněných lékařů na akcích
SK	Kard	1143	414400	280	18271120	1160
	Endo	100	35000	92	981202	40
	Neur	1034	240600	459	31807635	820
	Oft	210	28000	180	320011	50
	Derm	637	304800	151	21253913	1130
	Gyn	576	353800	669	10445815	1470
	OTC	2140	652000	683	21868670	1210
	Ped	1159	672800	867	22107996	1460
VO	Kard	2286	178400	567	28745636	950
	Endo	200	35000	128	107388	50
	Neur	2068	158200	748	10142385	607
	Oft	420	25000	346	416054	45
	Derm	1274	236900	356	21942023	480
	Gyn	1152	189200	1044	10111575	470
	OTC	6420	727060	1543	28365052	1240
	Ped	2318	653850	1707	15989034	1542

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro volbu vhodného modelu si všímáme, že charakter závislosti tržeb na počtu návštěv a počtu výdajů nejlépe odpovídá variabilním výnosům z rozsahu. To je spojeno s tím, že příliš malé výdaje na propagaci a nečasté návštěvy budou mít nepatrný vliv na velikost tržeb. Lékaři nebudou dost přesvědčení o výhodách užití produktů společností a radši budou předepisovat známější produkty konkurentů.

Na druhou stranu, příliš velké výdaje na propagaci budou zbytečné a mezní produkt bude klesat. Proto měření výkonnosti propagace je nejlépe provádět pomocí BCC modelu, určujícího variabilní výnosy z rozsahu.

Graf 4: Výsledky analýzy – míry efektivnosti propagace v různých oborech medicíny



Zdroj: Vlastní zpracování

Z uvedeného obrázku, můžeme odvodit, že podle BCC modelu propagace v oboru kardiologie je efektivní ve všech územích, kromě Stavropolského kraje. Aby se tento obor stal aspoň slabě efektivní, musí proporcionálně zredukovat vstupy nebo navýšit výstupy o 5%. Obor endokrinologie je také efektivní ve všech územích s výjimkou Volgogradské oblasti. Obor neurologie je efektivní jenom v Stavropolském kraji a to jak podle BCC modelu, tak i podle CCR modelu. Oftalmologie je efektivní v Krasnodarském kraji a Rostovské oblasti. V ostatních regionech tento obor by měl zvýšit svou efektivnost přibližně o 30%. Obor Dermatologie je jeden z nejefektivnějších oborů. V Rostovské oblasti, Krasnodarském a Stavropolském kraji je tento obor efektivní nejen z hlediska BCC modelu, ale také i z hlediska CCR modelu. Propagace produktů z oboru gynekologie je efektivní jen v Stavropolském kraji. Propagace jednotlivých produktů pro lékárny je nejméně efektivní: jen v Krasnodarském kraji můžeme považovat tuto propagaci za efektivní. Poslední obor pediatrie je velice efektivní. V Krasnodarském kraji, Rostovské a Volgogradské oblasti míra jeho efektivnosti

je rovná 100%. V Stavropolském kraji je tento obor efektivní na 98%, což je také dost vysoká míra účinnosti. Obecně, lze říct, že všechny produkční jednotky nejsou příliš neefektivní. Každý z oborů v různých územích má efektivnost podle BCC modelu aspoň větší než 0,5.

Všechny základní modely analýzy obalu dat mohou být orientovány na vstupy či výstupy. Proto každá produkční jednotka může dosáhnout hranice efektivity dvěma způsoby: cestou zredukování vstupů nebo zvyšování výstupů.

Nalézt cílové hodnoty primárně pomocí zredukování vstupů lze v případě, kdy používáme BCC model, orientovaný na vstupy. Nalezené při výpočtu míry efektivity vektory optimálních hodnot vah λ^* lze pak použít pro získání cílových efektivních hodnot vstupu $x'_q = X\lambda^*$ a výstupu $y'_q = Y\lambda^*$.

V následující tabulce jsou uvedeny cílové hodnoty, vypočtené pomocí BCC modelu orientovaného na vstupy.

Tabulka 6: Výsledky analýzy – cílové hodnoty propagace v různých oborech medicíny (orientace na vstupy)

Oblast	Obor	Vstupy			Výstupy	
		Počet návštěv	Výdaje na akce	Počet odborníků	Tržby	Počet přihlášených lékařů na akce
KK	Kard	2286	722400	674	46094496	1161
	Endo	200	25000	201	681883	75
	Neur	1431	263276	989	20204772	930
	Oft	420	22000	438	2185199	40
	Derm	1274	511600	334	43186205	1001
	Gyn	1152	389050	1503	16124453	1251
	OTC	8560	974200	1074	44742992	1130
	Ped	2318	766600	1748	26588865	2093
RO	Kard	2286	582400	495	28465457	1275
	Endo	200	35000	152	2695518	50
	Neur	887	333439	824	20042533	1074
	Oft	210	52000	314	3423697	120
	Derm	1274	301800	235	29129644	738
	Gyn	979	287280	1100	12945909	979
	OTC	1309	391913	635	33809537	1065
	Ped	1159	629800	1477	21782714	1562

Pokračování tabulky 6

Oblast	Obor	Vstupy			Výstupy	
		Počet návštěv	Výdaje na akce	Počet odborníků	Tržby	Počet přihlášených lékařů na akce
SK	Kard	820	297178	280	20422738	1160
	Endo	100	35000	92	981202	40
	Neur	1034	240600	459	31807635	820
	Oft	181	26927	180	739550	68
	Derm	637	304800	151	21253913	1130
	Gyn	576	353800	669	10445815	1470
	OTC	1068	325510	683	21868670	1210
	Ped	1070	491060	867	22107996	1460
VO	Kard	2286	178400	567	28745636	950
	Endo	133	31697	128	882344	52
	Neur	2068	158200	748	10142385	607
	Oft	335	23165	346	1601633	54
	Derm	870	170620	356	21942023	591
	Gyn	1152	189200	1044	10111575	470
	OTC	2312	703708	1543	28365052	1903
	Ped	2318	653850	1707	15989034	1542

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výsledné tabulky je vidět, že pro dosažení efektivní hranice, všechny neefektivní jednotky propagace musí v závislosti na míře své efektivnosti zredukovat výdaje na akce a počet návštěv u odborných lékařů. To ale může způsobit v dalších obdobích zredukování tržeb a ztrátu pozice na trhu. Proto je často vhodnější hodnotit dosažení efektivní hranice pomocí zvýšení výstupních parametrů. Cílové hodnoty, kterých nabývá výstupově orientovaný DEA model lze interpretovat jako plán či zadání pro zástupce neefektivních oborů a pro regionální manažery. V následující tabulce jsou uvedeny cílové hodnoty, vypočtené BCC modelem, orientovaném na výstupy.

Tabulka 7: Výsledky analýzy – cílové hodnoty propagace v různých oborech medicíny (orientace na výstupy)

Oblast	Obor	Vstupy			Výstupy	
		Počet návštěv	Výdaje na akce	Počet odborníků	Tržby	Počet přihlášených lékařů na akce
KK	Kard	2286	722400	674	46094496	1161
	Endo	200	25000	201	681883	75
	Neur	2068	380600	989	27406969	1307
	Oft	420	22000	438	2185199	40
	Derm	1274	511600	334	43186205	1001
	Gyn	1152	389050	1503	16124453	1251
	OTC	8560	974200	1074	44742992	1130
	Ped	2318	766600	1748	26588865	2093
RO	Kard	2286	582400	495	28465457	1275
	Endo	200	35000	152	2695518	50
	Neur	1034	388700	824	23306186	1249
	Oft	210	52000	314	3423697	120
	Derm	1274	301800	235	29129644	738
	Gyn	1152	338000	1100	16197766	1238
	OTC	2140	640700	635	43744940	1113
	Ped	1159	629800	1477	21782714	1562
SK	Kard	648	321430	280	19113127	1213
	Endo	100	35000	92	981202	40
	Neur	1034	240600	459	31807635	820
	Oft	191	28000	180	906427	73
	Derm	637	304800	151	21253913	1130
	Gyn	576	353800	669	10445815	1470
	OTC	1768	537648	683	25720184	1423
	Ped	1159	497934	867	22642199	1495
VO	Kard	2286	178400	567	28745636	950
	Endo	164	35000	128	1395812	65
	Neur	2068	158200	748	10142385	607
	Oft	355	25000	346	1900611	64
	Derm	1006	236900	356	27823951	715
	Gyn	1152	189200	1044	10111575	470
	OTC	2312	727060	1543	29199972	1908
	Ped	2318	653850	1707	15989034	1542

Zdroj: Vlastní zpracování

4.4 Úroveň vrcholového managementu

Zkoumaná farmaceutická společnost šíří své výrobky skoro do všech regionů Ruské federace. Proto, ve vrcholovém managementu často vzniká problém hodnocení efektivnosti propagace produktů v těchto regionech.

V Ruské federaci je celkem devět federálních okruhů: Centrální, Jižní, Severozápadní, Dálněvýchodní, Sibiřský, Uralský, Přivolžský a Severokavkazský. Nicméně, pro účel řízení manažerů společnosti je pohodlnější definovat hranice regionů jinak. Tak firma má zvlášť vymezené hlavní město Moskvu, Severokavkazský okruh, který je spojen s Jižním a Přivolžským okruhem, který je rozdělen na Horní a Dolní Volhu.

V současné době firma má ve svém portfoliu několik dynamicky se rozvíjících produktů, které vyžadují silnou podporu propagace u doktorů. Proto otázka měření efektivnosti této propagace je velice aktuální. Jeden z takových rozvíjejících se výrobků je určen pro podporu života lidí se srdečními problémy. Problém srdečních nemocí je v dnešní době jeden z nejrozšířenějších. Je nejčastější příčinou smrti jak v Ruské federaci, tak i v celém světě. Proto prodej a šíření uvedeného produktu má význam jak z komerčního hlediska, tak i z hlediska podpory zdraví obyvatelstva.

Zástupci hrají důležitou roli v šíření tohoto výrobku. Měření efektivnosti jejich práce v každém regionu státu je nutno provádět na základě několika kritérií, které budou vyjadřovat vstupní a výstupní parametry propagace. Jedním z nejdůležitějších vstupních parametrů je počet zástupců, kteří propagují ukázaný výrobek. Druhým vstupním parametrem v každém regionu mohou být výdaje na propagaci ukázaného léku. Tyto výdaje jsou zaměřeny hlavně na provádění konferencí s praktickými lékaři a kardiology, na jejich školení, lekce atd. Posledním vstupním parametrem, který také významně ovlivňuje efektivnost propagace, je úroveň poptávky v různých regionech státu. Tento ukazatel může být ohodnocen pomocí velikosti cílového trhu, tj. počtu lidí s problémy srdce. Bohužel taková informace není k dispozici. V současné době statistický úřad RF může

poskytnout informace jen o tom, u kolika lidí se objevily problémy kardiologie za rok. Nicméně se tento ukazatel skoro nemění s každým rokem, proto ho lze použít pro porovnání regionů z hlediska poptávky. Je evidentní, že pokud v regionu se srdeční problémy nevyskytují dost často, pak není smysl očekávat příliš velké tržby i když jiné faktory jsou na vysoké úrovni.

Výstupními parametry propagace budou ukazatele tržeb (počet prodaných kusů produktů) a index DI, který vyjadřuje podíl obratu lékáren, které nabízejí hodnocený výrobek, k celkovému obratu všech lékáren regionu.

Tabulka 8: Vstupní datový soubor – charakteristiky propagace produktu A v regionech RF

Region	Vstupy			Výstupy	
	Výdaje na propagaci	Počet zástupců	Nově registrované lidé s nemocemi srdce	Tržby	DI,%
Moskva	480000	13	186243	26658	37,19
Severozápad	330000	8	345542	22016	39,85
Centr	225000	12	712229	85060	62,34
Jih	220000	6	443975	42738	67,65
Horní Volha	210000	6	488891	25742	22,81
Dolní Volha	210000	5	366542	14206	39,58
Ural	330000	6	272908	19627	31,86
Západní Sibiř	250000	4	631508	40418	62,42
Východní Sibiř	250000	4	141365	37354	49,53

Zdroj: Vlastní zpracování

Přítomnost vícerozměrných vstupů a výstupů je hlavním důvodem k uplatnění modelu analýzy obalu dat pro hodnocení efektivity propagace.

Charakter výnosu z rozsahu by měl v tomto případě být variabilní, stejně jak to bylo u modelu hodnotícího různé obory medicíny v jednom regionu. Nicméně, použití BCC modelu by přivedlo k tomu, že příliš mnoho regionů by byly považovány za efektivní, i když nejsou. To je spojeno s tím, že velikost každého vstupu ve všech regionech nenabývá příliš malých hodnot, které by mohly ovlivnit charakter výnosů z rozsahu. Charakter výnosů z rozsahu by se mohl změnit jen v těch regionech, které mají větší výdaje. K těmto regionům patří: Moskva,

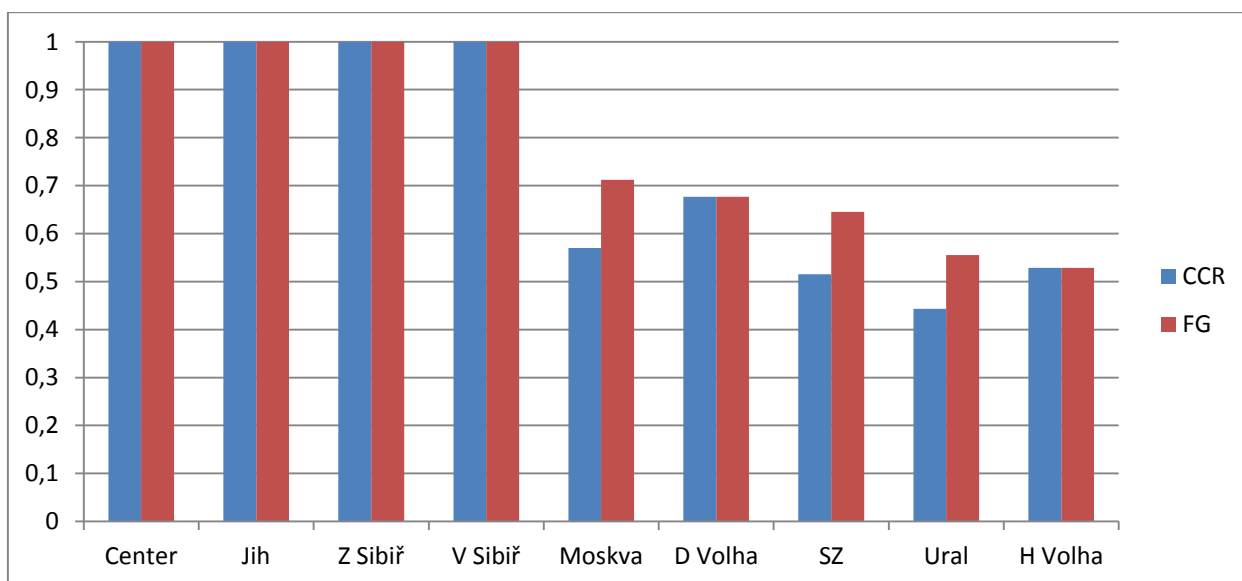
Severozápad a Ural. Proto, skutečné účinnosti regionů budou lépe odpovídat míry efektivity, vypočteny pomocí FG modelu, předpokládajícího neklesající výnosy z rozsahu nebo GRS modelu s omezením typu: $L \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1$, L ($0 \leq L < 1$). Pomocí nastavení hodnoty L v GRS modelu lze regulovat míru efektivity jednotek se součtem proměnných λ menší než 1. Tato míra však nemůže být menší než míra, vypočtena modelem FG.

V našem případě jen dva regiony jsou se součtem proměnných λ , menší než 1. Tento součet přitom nabývá hodnot 0,87 a 0,92, což nám říká, že produkční jednotky jsou dost blízké k hranici efektivity CCR modelu a proto není třeba měnit tuto hranici. Proto bude dostatečné provést hodnocení efektivity propagace v různých regionech RF pomocí jednoduššího modelu FG.

Kromě toho, v našem případě nelze ovlivnit vstupní parametr: počet nově registrovaných lidí se srdečními problémy. Proto, výchozí model FG je vhodné upravit podle postupu, který byl uveden v podkapitole 3.2, na model FG s jedním nekontrolovatelným vstupem.

Výsledky hodnocení jsou uvedeny na následujícím obrázku.

Graf 5: Výsledky analýzy - míry efektivity propagace produktu A v regionech RF



Zdroj: Vlastní zpracování

Pro lepší přehlednost na obrázku také uvedeme hodnoty efektivity, vypočtené pomocí CCR modelu. Je vidět, že CCR efektivní regiony jsou zároveň FG efektivní. Co se týče neefektivních regionů, jejich míry efektivity podle FG modelu se shodují s CCR míry efektivity jen u těch regionů, které mají méně výdajů na propagaci. Pro regiony, které mají větší počet výdajů, FG míra efektivity je větší, než CCR efektivnost.

Nalézt optimální výsledky primárně pomocí zredukování vstupu lze v případě, kdy používáme DEA model orientovaný na vstupy. Nalezené při výpočtu míry efektivity vektory optimálních hodnot vah λ^* lze pak použít pro získání cílových efektivních hodnot vstupu $x'_q = X\lambda^*$ a výstupu $y'_q = Y\lambda^*$.

V následující tabulce jsou uvedeny cílové hodnoty, vypočtené FG modelem, orientovaným na vstupy.

Tabulka 9: Výsledky analýzy – cílové hodnoty propagace produktu A v regionech RF (orientace na vstupy)

Region	Vstupy			Výstupy	
	Výdaje na propagaci	Počet zástupců	Nově registrované lidé s nemocí srdce	Tržby	DI,%
Moskva	177054	3	186243	26658	37,19
Severozápad	144679	4	345542	28418	39,85
Centr	225000	12	712229	85060	62,34
Jih	220000	6	443975	42738	67,65
Horní Volha	178339	5	488891	41826	46,17
Dolní Volha	147692	4	366542	29335	39,58
Ural	141456	3	272908	19627	31,86
Západní Sibiř	250000	4	631508	40418	62,42
Východní Sibiř	250000	4	141365	37354	49,53

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výsledné tabulky je vidět, že pro dosažení efektivní hranice, všechny neefektivní regiony musí významně zredukovat své výdaje. Jejich velikost by měla být menší dvou set tisíc rublů. Kromě toho, v těchto regionech vedení by mělo zmenšit počet zástupců, což není moc příjemné ze sociálního hlediska. Proto je mnohem vhodnější posuzovat o dosažení efektivní hranice pomocí zvýšení

výstupních parametrů. Cílové hodnoty, kterých nabývá výstupově orientovaný DEA model lze interpretovat jako plán či zadání pro zástupce a regionální manažery neefektivních regionů. V následující tabulce jsou uvedeny cílové hodnoty, vypočtené FG modelem, orientovaném na výstupy.

Tabulka 10: Výsledky analýzy – cílové hodnoty propagace produktu A v regionech RF (orientace na výstupy)

Region	Vstupy			Výstupy	
	Výdaje na propagaci	Počet zástupců	Nově registrované lidé s nemocemi srdce	Tržby	DI,%
Moskva	245551	4	186243	38152	52,22
Severozápad	229758	5	345542	40987	61,76
Centr	225000	12	712229	85060	62,34
Jih	220000	6	443975	42738	67,65
Horní Volha	210000	6	488891	48709	52,09
Dolní Volha	210000	5	366542	38130	58,48
Ural	236959	5	272908	39694	57,41
Západní Sibiř	250000	4	631508	40418	62,42
Východní Sibiř	250000	4	141365	37354	49,53

Zdroj: Vlastní zpracování

Z této tabulky je vidět, že i podle modelu, orientovaném na výstupy, veličina výdajů a počtu zaměstnanců v regionech Moskva, Severozápad a Ural je příliš velká. Proto, v těchto regionech, kromě dosažení větších tržeb a hodnoty indexu distribuce, měly by se také zredukovat výdaje a počet zástupců. Avšak, toto zredukování nemusí být tak silné, jak podle cílových hodnot, vypočtených modelem orientovaném na vstupy.

Kromě informace o míře efektivity propagace jednoho farmaceutického produktu, pro vrcholový management by byla užitečná také informace o celkové efektivity propagace v různých regionech. Proto uvedeme zde také model hodnotící celkovou propagaci všech produktů společnosti. V tomto případě, analogicky předchozímu modelu definujeme vstupy systému: celkové výdaje na propagaci všech výrobků ze všech oborů medicíny, počet zástupců a počet obyvatelstva v různých regionech Ruské federace. Počet obyvatelstva v tomto

případě zase reprezentuje úroveň poptávky společností po výrobcích a je nekontrolovatelným vstupem. Jako výstupy zvolíme jen jeden parametr - tržby. Vstupní a výstupní parametry všech regionů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 11: Vstupní datový soubor – charakteristiky propagace v regionech RF

Region	Vstupy			Výstupy
	Výdaje	Počet zástupců	Obyvatelstvo regionů	Tržby
Moskva	10077000	67	12184015	451306969,7
Severozápad	6762000	39	12982932	227719125,4
Centr	5810000	36	26760822	356486776
Jih	5105000	30	16805445	299459419,5
Horní Volha	4665000	37	16166169	277316015,5
Dolní Volha	4655000	29	13551644	174079250,7
Ural	7430000	30	12276228	237977860,6
Západní Sibiř	4655000	28	19313880	193602220,1
Východní Sibiř	4655000	21	6211384	234800950

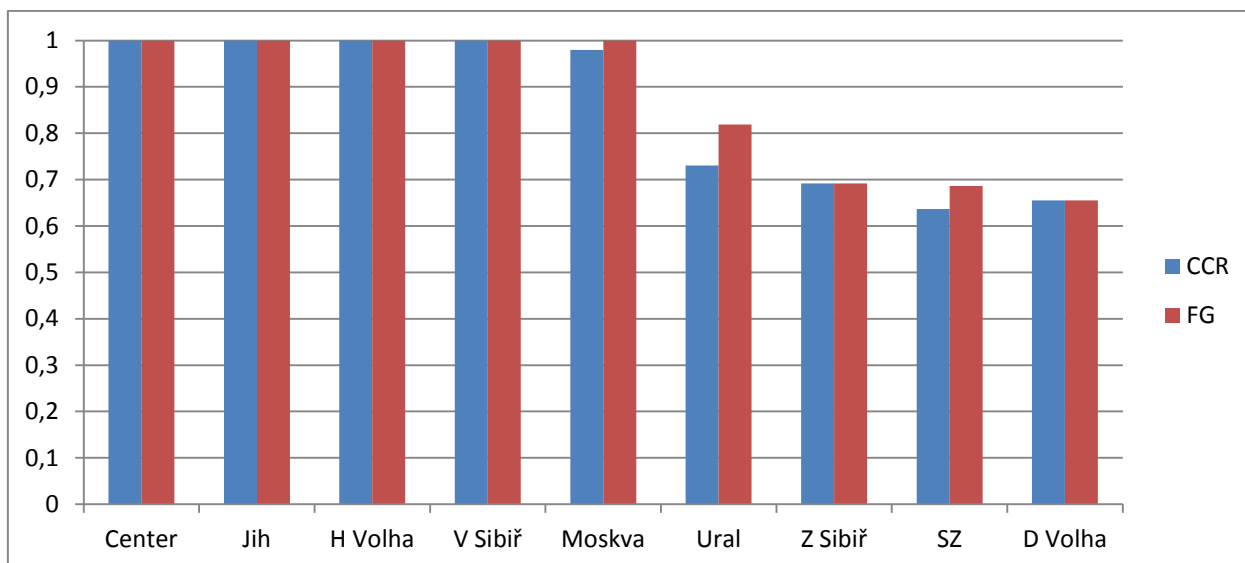
Zdroj: Vlastní zpracování

Jelikož velikost obyvatelstva je nekontrolovatelným vstupem, pro hodnocení efektivnosti je vhodné zvolit modifikovaný model, upravený o příslušné podmínky nekontrolovatelnosti vstupu.

Co se týče charakteru výnosů z rozsahu, zase zvolíme FG model z toho důvodu, že žádný region nemá natolik malé výdaje nebo počet pracovníků, kteří by mohli, z důvodu malého rozsahu, významně ovlivnit povahu výnosů. Na druhou stranu takové regiony, jako Moskva, Severozápad a Centr v porovnání s ostatními regiony, mají významně větší výdaje na propagaci a počet zástupců. Proto, pro tyto regiony by bylo vhodné vzít v úvahu vliv velkého rozsahu.

Výsledky výpočtu efektivnosti regionů modelem FG jsou uvedeny v následujícím grafu.

Graf 6: Výsledky analýzy - míry efektivity propagace v regionech RF



Zdroj: Vlastní zpracování

Je vidět, že podle FG modelu k efektivním regionům patří Moskva, Centr, Jih, Horní Volha a Východní Sibiř. Cílové hodnoty vstupů a výstupu každého regionu dostaneme pomocí vynásobení matice optimálními hodnotami vah λ^* , nalezených pomocí FG modelu a původních hodnot vstupů a výstupů regionů RF. V následující tabulce jsou uvedeny cílové hodnoty, vypočtené pomocí vah FG modelu, orientovaného na vstupy.

Tabulka 12: Výsledky analýzy – cílové hodnoty propagace v regionech RF (orientace na vstupy)

Region	Vstupy			Výstupy
	Výdaje	Počet zástupců	Obyvatelé regionů	Tržby
Moskva	10077000	67	12184015	451306969,7
Severozápad	3914941	23	12982932	227719125,4
Centr	5810000	36	26760822	356486776,0
Jih	5105000	30	16805445	299459419,5
Horní Volha	4665000	37	16166169	277316015,5
Dolní Volha	2942176	18	13551644	180524420,3
Ural	4284028	23	12276228	237977860,6
Západní Sibiř	4193206	26	19313880	257284429,2
Východní Sibiř	4655000	21	6211384	234800950,0

Zdroj: Vlastní zpracování

Z uvedené tabulky lze usoudit, že pro dosažení efektivní hranice, všechny neefektivní regiony musí významně zredukovat své výdaje a zmenšit počet zástupců. Omezení výdajů a propuštění zaměstnanců však velmi často není vhodným způsobem pro zvětšení výkonnosti. Proto pro dosažení efektivní hranice by bylo vhodné zvýšení výstupních parametrů, v našem případě tržeb. Proto, identickým způsobem, jak to bylo u FG modelu, orientovaného na vstupy, zjistíme cílové hodnoty tržeb regionů pro dosažení jimi efektivní hranice.

Tabulka 13: Výsledky analýzy – cílové hodnoty propagace v regionech RF (orientace na výstupy)

Region	Vstupy			Výstupy
	Výdaje	Počet zástupců	Obyvatelé regionů	Tržby
Moskva	10077000	67	12184015	451306970
Severozápad	6630511	39	12982932	331698929
Centr	5810000	36	26760822	356486776
Jih	5105000	30	16805445	299459420
Horní Volha	4665000	37	16166169	277316020
Dolní Volha	4655000	29	13551644	265706586
Ural	5554464	30	12276228	290607441
Západní Sibiř	4655000	28	19313880	279712380
Východní Sibiř	4655000	21	6211384	234800950

Zdroj: Vlastní zpracování

Z této tabulky je však vidět, že i podle modelu, orientovaného na výstupy, velikost výdajů a počtu zaměstnanců v Severozápadním regionu a na Uralu je příliš velká. Proto, v těchto regionech, kromě dosažení větších tržeb, by se měly také zredukovat výdaje. Avšak, podle modelu, orientovaného na výstupy, pro dosažení cíle není nutno propouštět žádného zástupce. Proto tato varianta je sociálně výhodnější. Všichni manažeři by měl motivovat personál méně efektivních regionů pro výkonnější práci a dosažení nových a lepších hodnot tržeb.

4.5 Výsledky kapitoly

V praktické části práce se nám podařilo uplatnit základní modely analýzy obalů dat pro ohodnocení efektivnosti procesu propagace výrobků farmaceutické společnosti z hlediska různých úrovní řízení tohoto procesu. Bylo ukázáno, že na propagaci má vliv několik úrovní manažerů, z nichž každý vyžaduje zvláštní informaci o účinnosti prvků podřízeného jim systému.

Nejnižší úroveň řízení v procesu propagace provádějí zástupci. Přímo oni vykonávají proces propagace a komunikují s lékaři nebo lékárnou. Podřízený jim systém lze definovat jako propagace výrobků společnosti u lékařů určitých oborů, v určitém území. Prvky podřízeného jim systému jsou doktoři určitého území a určitého oboru, z nichž každý má určité vstupní a výstupní parametry, jako je počet pacientů a počet předepsaných léků. Každého z těchto doktorů zástupce musí pravidelně navštěvovat a vyprávět o výhodách užití produktů společnosti. Proto, na této úrovni řízení bylo velmi užitečné provést analýzu efektivnosti propagace farmaceutických výrobků u různých doktorů z jeho báze. Taková analýza byla provedena u zástupců, kteří propagují výrobky oboru kardiologie v Krasnodarském kraji. U tohoto zástupce byla ohodnocena efektivnost propagace u 31 kardiologů podle jednoho vstupního parametru – počtu pacientů za měsíc a třech výstupních parametrů – počtu předepsaných výrobků A, B a C také za měsíc. Dále byly vypočteny cílové hodnoty, dosažení kterých by umožnilo říct, že propagace u všech doktorů je efektivní. Nakonec bylo navrženo řešení pro podporu výběrů zástupcem doktorů při rotaci jeho báze.

Vyšší úroveň řízení procesu propagace vykonávají manažeři území regionů a manažeři regionů RF. Manažeři území řídí činnost zástupců všech oborů medicíny a lékáren ve svém území. Proto jejich podřízený systém lze definovat, jako propagace v určitém území státu. Prvky systémů jsou přitom týmy zástupců různých oborů medicíny. Každý z těchto týmu má určité vstupy, jako počet členů v týmu, celkový počet návštěv k odborným lékařům, výdaje na zařízení akcí pro doktory a určité výstupy, jako tržby a počet lékařů, kteří se zúčastnili akce.

Z tohoto hlediska, manažerů území zajímá hodnocení efektivnosti propagace výrobků společnosti v těchto týmech. Avšak, pro manažery regionů taková informace by také mohla být užitečná, ale nejen z hlediska různých oborů, ale také z hlediska různých území regionu. Proto, v této práci pro manažery území a manažery celého regionu byl definován jeden systém, který odráží propagaci v celém regionu státu a prvky kterého jsou týmy zástupců určitých oborů medicíny v určitých územích regionu. Na základě této definice prvků systému dále byl zvolen, nejlépe odpovídající variabilním výnosům z rozsahu, DEA model a vypočteny míry efektivnosti každého prvku Jižního okruhu RF. Pro neefektivní týmy byly pak také vypočteny cílové hodnoty pro zvýšení efektivnosti, a to jak z hlediska zredukování vstupů, tak i navýšení výstupů.

Nejvyšší úroveň managementu tvoří vrcholové manažeri. Oni řídí činnost regionálních manažerů a proto jejich podřízený systém lze definovat, jako propagaci farmaceutických výrobků v celé Ruské federaci. Prvky systému přitom byly zvoleny jako propagace v různých regionech státu. Celkem ve farmaceutické společnosti se vymezuje devět regionů státu, proto v podřízeném systému bylo definováno devět prvků. Hodnocení každého regionů lze provést z různých hledisek, které záleží na tom, propagaci čeho chce vedení právě ohodnotit. V této práci byly uvedeny dvě možnosti takového hodnocení. První spočívala v měření efektivnosti propagace určitého výrobku z oboru kardiologie v různých regionech RF. Vstupy každého regionu v tomto případě byly zvoleny, jako počet zástupců, kteří propagují tento výrobek v každém regionu, výdaje na zařízení akce pro podporu prodeje tohoto výrobku a počet nově registrovaných lidí s nemocemi srdce (vstup, který vyjadřuje poptávku). Za výstupy byly vybrány takové parametry, jako tržby tohoto produktu v různých regionech a index distribuce, vyjadřující úroveň naplnění lékáren regionů tímto výrobkem. Dále, pomocí zvoleného DEA modelu, byly vypočítány míry efektivnosti propagace ukázaného kardiologického výrobku a cílové hodnoty, dosažení kterých by umožnilo považovat všechny regiony za efektivní.

Druhá možnost hodnocení regionů, která byla prozkoumána v této práci, je celkové hodnocení propagace všech výrobků ze všech oborů medicíny. V tomto případě za vstupy byl zvolen celkový počet zástupců v regionech, výdaje na akce a počet obyvatelstva regionů, který vyjadřuje celkovou poptávku po farmaceutických výrobcích. Jako výstup byly zvoleny jen tržby. Dále stejným způsobem, jak to bylo u předchozích systémů, byly vypočteny míry efektivnosti a cílové hodnoty pro dosažení efektivní hranice všemi regiony.

Na závěr lze říct, že definované a ohodnocené čtyři systémy v této práci, které řídí zástupce nebo manažeri určité úrovně, mohou popsat jen malou část možných případů a procesu propagace, které se vyskytují v práci. Činnost zaměstnanců farmaceutické firmy ve sféře propagace je mnohem rozsáhlejší a pro každou její stranu lze definovat odlišný podřízený systém. Prvky těchto systémů však mohou být neměnné, ale definice systému musí mít vždycky odlišný cíl, a tedy zvláštní vstupy a výstupy. K hodnocení efektivnosti prvků takovýchto systémů, v případě kvantifikovatelné měřitelnosti vstupů a výstupů, může být vždycky uplatněna metoda analýzy obalu dat.

Závěr

Na závěr lze říct, že cíl diplomové práce byl splněn a nám se podařilo ohodnotit efektivnost propagace farmaceutických výrobků vybrané společnosti. Pro dosažení tohoto cíle původně byl prozkoumán samotný pojem efektivnost, různé přístupy a způsoby jeho měření. Mezi těmito přístupy byla zvláště vymezena metoda hodnocení efektivnosti modely analýzy obalu dat a byly zobrazeny její výhody a konceptuální odlišení od jiných metod vícekritériálního hodnocení efektivnosti.

Dále byly popsány základní konstrukce primárních a duálních modelů analýzy obalu dat s konstantními, neklesajícími, nerostoucími, variabilními a generalizovanými výnosy z rozsahu. Byly přivedeny definice efektivnosti a slabé efektivnosti u různých DEA modelů. Pro všechny modely byla zformulována hranice efektivnosti, množina přípustných možností, popisující tyto množiny postuláty. Kromě toho, byla ukázána souvislost mezi hranicí efektivnosti DEA modelů a množinou slabě efektivních jednotek.

Kromě základních DEA modelů, v diplomové práci byly také charakterizovány jejich nejdůležitější modifikace, které pak byly použity v praktické části při hodnocení efektivnosti činnosti farmaceutické společnosti. Nejprve byla ukázána modifikace modelu DEA pro výpočet super efektivnosti produkčních jednotek. Tento nástroj umožňuje nalézt tzv. míru super efektivnosti efektivních jednotek a tím pádem sestavit pořadí podle efektivnosti všech jednotek. Druhá modifikace DEA modelů, uvedená v práci, je zaměřena na případ nekontrolovatelných vstupů či výstupů a umožňuje zahrnout do modelu nekontrolovatelné parametry, které rozhodovatel nemůže ovlivnit. Poslední modifikace, doplňující základní DEA modely, spočívá v omezení vah vstupů nebo výstupů. V této práci byla popsána jen její nejjednodušší strana - metoda jistých oblastí (assurance region method). Tento nástroj dává možnost zahrnout do modelu doplňující informace o významu různých vstupných či výstupných parametrů a tím způsobem ovlivnit efektivnost jednotek hodnoceného systému.

V praktické části práce byly uplatněny prozkoumané modely analýzy obalů dat a jejich modifikace pro ohodnocení efektivnosti procesu propagace výrobků farmaceutické společnosti z hlediska různých úrovní řízení tohoto procesu. Bylo uvedeno, že na propagaci má vliv několik úrovní manažerů a každý z nich vyžaduje speciální informaci o účinnosti prvků, podřízeného jim systému.

Proto, pro každou úroveň managementu byl definován příslušný podřízený systém a efektivnost jeho prvků byla ohodnocena pomocí modelů analýzy obalů dat.

Základní a nejnižší úroveň řízení v procesu propagace provádějí zástupci. Oni přímo komunikují s doktory, a proto podřízený jim systém byl definován, jako propagace výrobků společnosti u odborných lékařů v určitém území. Prvky tohoto systému pak byly určeny jako propagace výrobků společnosti různých doktorů určitých území a určitých oborů medicíny. Pro hodnocení efektivnosti každý z těchto prvků musí mít určité vstupy a výstupy. Proto v tomto případě vstupy byly vybrány, jako počet pacientů, které každý doktor přijme za měsíc a výstupy, jako počet výrobků společnosti, které tito doktoři předepisují.

Vyšší úroveň řízení v procesu propagace vykonávají manažeři územních regionů a manažeři regionů RF. Pro ně byl definován a ohodnocen jediný podřízený systém, prvky kterého se skládají z týmů zástupců, kteří propagují výrobky určitého oboru medicíny v určitém území regionu. Vstupy tohoto systému byly zvoleny jako počet členů v týmu, celkový počet návštěv k odborným lékařům, výdaje na zařízení akcí pro doktory a celkový počet odborných lékařů v různých územích regionu. Jako výstupy byly zvoleny tržby a počet lékařů, kteří se zúčastnili akcí.

Nejvyšší úroveň managementu tvoří vrcholové manažeři. Oni řídí činnost regionálních manažerů, a proto jejich podřízený systém byl určen jako celková propagace farmaceutických výrobků v Ruské federaci. Z této definice systému vyplývá, že prvky systému mohou být jednotlivé regiony státu. Avšak, hodnocení každého regionů bylo provedeno dvěma způsoby. První spočíval v měření efektivnosti propagace jednoho výrobku z oboru kardiologie v různých regionech

RF a druhý v celkovém hodnocení propagace všech výrobků ze všech oborů medicíny.

Na závěr lze říct, že definované a ohodnocené v této práci čtyři systémy, které řídí zástupci nebo manažeři určité úrovně, mohou popsat jen malou část možných případů, které se vyskytují v práci a procesu propagace. Činnost zaměstnanců farmaceutické firmy ve sféře propagace je mnohem rozsáhlejší a pro každou její stranu lze definovat odlišný podřízený systém. Prvky, nebo vstupy a výstupy, takových systémů však mohou být neměnné, ale jejich definice musí mít vždycky odlišný cíl. K hodnocení efektivnosti prvků těchto systémů, v případě kvantifikovatelné měřitelnosti vstupních a výstupních parametrů, může být vždycky uplatněna metoda analýzy obalu dat.

Seznam použité literatury a dalších pramenů

Odborné publikace

1. Banker, R. D., Charnes A., Cooper W. W.: Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*. 1984, vol. 30, n. 9, s. 1078-1092.
2. Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes E.: Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 1978, vol. 2, n. 6, s. 429-444.
3. Cooper, W. W., Lawrence, M., Seiford a Kaoru Tone. *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. 2nd ed. New York: Springer, c2007, xxxviii, 490 p. ISBN 03-874-5283-4.
4. Dlouhý, M., Jablonský, J., Novosádová, I., “Využití analýzy obalu dat pro hodnocení efektivnosti českých nemocnic.“ *Politická ekonomie*. 2007, vol. 54, n. 1, s. 60–71.
5. Färe, R. and Grosskopf, S. (1985), “A non parametric cost approach to scale efficiency”, *Scandinavian Journal of Economics*, 87, 594-604.
6. Farrell M. J.: The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 1957, Series A (General) 120 (III), s. 253-281(290).
7. Jablonský, J., a Dlouhý, M.: *Modely hodnocení efektivnosti produkčních jednotek*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2004, 183 s. ISBN 80-86419-495.
8. Krivonozhko V. E., Førsund F. R. Lychev A. V. Terminal units in DEA: Definition and Determination // University of Oslo. Memorandum. 2011. № 4. P. 1–29.
9. Krivonozhko, V. E., Utkin, O. B., Volodin, A. V., Sablin I. A.: About the structure of boundary points in DEA. *Journal of the Operational Research Society*. 2005, vol. 56, n. 12, s. 1373-1378. DOI: 10.1057/palgrave.jors.2602009.

10. Ray, Subhash C.: Data envelopment analysis: theory and techniques for economics and operations research. 1st ed. Cambridge: Cambridge University Press, c2004, xii, 353 s. ISBN 0521802563.
11. Seiford, L. M., Thrall, R. M.: Recent developments in DEA: Recent Developments. Journal of Econometrics. 1990, vol. 46, s. 7-38.
12. Šubrt, Tomáš a kolektiv. Ekonomicko-matematické metody. Vyd. 1. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.
13. Tichá, I., a Jan Hron, J.: Strategické řízení. Vyd. 1. Praha: Provozně ekonomická fakulta ČZU v Praze ve vydavatelství Credit, 2002, 235 s. ISBN 978-80-213-0922-7.
14. Veber, J. Management: základy, moderní manažerské přístupy, výkonnost a prosperita. 2., aktualiz. vyd. Praha: Management Press, 2009, 734 s. ISBN 978-80-7261-200-0.
15. Кривоножко В.Е., Лычев А.В: Анализ деятельности сложных социально-экономических систем. – М. Издательский отдел факультета ВМиК МГУ имени М. В. Ломоносова, МАКС Пресс, 2010, 208с. ISBN 978-5-89407-427-6

Elektronické zdroje

1. АЛЕКСАНДРОВА, Г.А., Г.С. ЛЕБЕДЕВ а Е.В. ОГРЫЗКО. Ресурсы и деятельность учреждений здравоохранения: I Часть (Медицинские кадры) [online]. Москва, 2013[cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.rosminzdrav.ru/documents/8029-statisticheskaya-informatsiya-2012>
2. АЛЕКСАНДРОВА, Г.А., Г.С. ЛЕБЕДЕВ а Е.В. ОГРЫЗКО. Заболеваемость всего населения России в 2012 году: Статистические материалы [online]. Москва, 2013[cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.rosminzdrav.ru/documents/8029-statisticheskaya-informatsiya-2012>

Seznam tabulek

Tabulka 1: Porovnání základních přístupů k hodnocení efektivnosti	14
Tabulka 2: Modifikace podmínek pro různé výnosy z rozsahu	31
Tabulka 3: Vstupní datový soubor – charakteristiky propagace u kardiologů.....	43
Tabulka 4: Výsledky analýzy – cílové hodnoty propagace u kardiologů	47
Tabulka 5: Vstupní datový soubor – charakteristiky propagace v různých oborech medicíny	51
Tabulka 6: Výsledky analýzy – cílové hodnoty propagace v různých oborech medicíny (orientace na vstupy)	54
Tabulka 7: Výsledky analýzy – cílové hodnoty propagace v různých oborech medicíny (orientace na výstupy)	55
Tabulka 8: Vstupní datový soubor – charakteristiky propagace produktu A v regionech RF	57
Tabulka 9: Výsledky analýzy – cílové hodnoty propagace produktu A v regionech RF (orientace na vstupy)	60
Tabulka 10: Výsledky analýzy – cílové hodnoty propagace produktu A v regionech RF (orientace na výstupy)	60
Tabulka 11: Vstupní datový soubor – charakteristiky propagace v regionech RF	61
Tabulka 12: Výsledky analýzy – cílové hodnoty propagace v regionech RF (orientace na vstupy)	63
Tabulka 13: Výsledky analýzy – cílové hodnoty propagace v regionech RF (orientace na výstupy)	64

Seznam obrázků

Obrázek 1: Množina přípustných možností – konstantní výnosy z rozsahu	23
Obrázek 2: Množina přípustných možností – variabilní výnosy z rozsahu	24
Obrázek 3: Množina přípustných možností – neklesající výnosy z rozsahu.....	27
Obrázek 4: Množina přípustných možností – nerostoucí výnosy z rozsahu	28
Obrázek 5: Množina přípustných možností – generalizované výnosy z rozsahu	30
Obrázek 6: Proces propagace	40

Seznam grafů

Graf 1: Výsledky analýzy – míry efektivity propagace u kardiologů (CCR AR model)	45
Graf 2: Výsledky analýzy – míry efektivity propagace u kardiologů (FG AR model)	46
Graf 3: Pořadí kardiologů podle vybraného ukazatele	49
Graf 4: Výsledky analýzy – míry efektivity propagace v různých oborech medicíny	53
Graf 5: Výsledky analýzy - míry efektivity propagace produktu A v regionech RF	59
Graf 6: Výsledky analýzy - míry efektivity propagace v regionech RF	63