

4 PROMĚNLIVOST VSTUPNÍCH ÚDAJŮ, DYNAMIZACE MODELŮ DEA

Před samotnou aplikací jakéhokoliv modelu DEA, ať již se jedná o modely měřící efektivnost či super-efektivnost, by měla být předem zajištěna stálost optimálního řešení. Pouze tehdy, pokud je řešení stabilní, lze tvrdit, zda daná jednotka je efektivní / neefektivní, resp. super-efektivní.

Téma stability řešení je jednou z nejrozsáhlejších témat většiny hlavních představitelů v oblasti modelů obalu dat, mnoho z nich se opírá o statistické testy různorodé rozsáhlosti. Několik hlavních představitelů se shodlo na jednoduchém pravidlu, které je založené na jejich empirickém zkoumání.

Součástí této kapitoly bude i podkapitola zabývající se problematikou volby vstupů a výstupů, rozhodnutí o rozšíření analýzy o další vstup či výstup. Problematika, která bez podpory managementu může mít negativní vliv na celou analýzu efektivnosti sledovaných jednotek.

Sledování vývoje efektivnosti v čase přináší další doplňující informace o srovnávaných jednotkách. To bývá v realitě nejčastější požadavek. Ke stanovení čtvrtletní odměny zaměstnancům nám postačí pouze čtvrtletní údaj. Takto nejlépe ohodnotíme stávající zaměstnance. Pokud ale je požadována informace, jak si jednotka vede dlouhodobě oproti ostatním, je nutné ji hodnotit v čase. Nemusí jít ale třeba pouze o odměny zaměstnancům, ale o predikci vývoje cen akcií a vliv čtvrtletních výsledků na její vývoj.

4.1 Počet stupňů volnosti

V analýze citlivosti došlo k výrazné změně pohledu na analýzu samotnou. Analýza citlivosti v minulých letech představovala spíše sledování změny efektivnosti jednotlivých DMU, za předpokladu vynechání či přidání jedné jednotky. Mnohem důležitější je ale znát podmínky, za kterých k žádné změně již nedojde, pokud vynecháme či přidáme jednotku. Ať již ve statistických, ekonometrických či jiných empirických analýzách má svůj význam indikátor „počet stupňů volnosti“. V modelech DEA existuje podobné pravidlo (Cooper, Seiford, Tone; 2006). Počet stupňů volnosti je definován jako následující nerovnost:

$$n \geq \max \{m \times s, 3n + s\}, \quad (4.1)$$

kde n je počet sledovaných jednotek (DMU), m počet vstupů a s počet výstupů.

Pokud předpokládáme výběr 3 vstupů a 4 výstupů, potom minimální počet sledovaných jednotek by bylo doporučováno alespoň dvacet jedna. Všeobecně ale platí, že vyšší počet sledovaných jednotek zaručuje lepší stabilitu řešení.

4.2 Výběr vstupů a výběr výstupů

V první fázi volby vstupů a výstupů je vždy snaha využít znalosti managementu, popř. jiného odborníka (např. finanční analytik, auditor). Pokud nám tato spolupráce není umožněna, lze vycházet z dostupných empirických doporučení. Vždy se musíme zaměřit na tři oblasti. Do té první patří cíl a účel samotné analýzy, do druhé zájmy managementu a v poslední oblasti je brán zřetel na doporučení vycházející z empirie.

Zcela odlišní zástupci vstupů a výstupů jsou vybrány, pokud je zkoumána efektivnost zdravotních středisek, či jiných ozdravoven, nebo pokud je sledována

efektivnost bankovních poboček. Již cíl se může lišit. Prvotním cílem je sice měřit efektivnost, ale měřitelnou pro danou oblast. Zatímco počet sester je jedním z častých vstupů při srovnávání zdravotních zařízení, náklady na marketing mohou být vstupem při měření efektivnosti bankovních poboček. Součástí cíle je i účel samotné analýzy. V případě hodnocení zdravotních center se může jednat o zavedení mobilních poraden v různých částech regionů, které by měnily svou polohu v jednotlivých dnech z důvodu malého zájmu vyšetření v dané obci či města. V bankovním sektoru může být jedním z účelů určení odměn jednotlivým úsekům či podpory při rozhodování rozšíření nabízených služeb. Ne vždy jsou ale v daném cílu, popř. cílech, a účelu, popř. účelech, obsaženy zájmy managementu. Účelem analýzy může být definování pásma odměňování zaměstnanců, ale management chce tyto pásma definovat předem dle počtu uzavřených hypotečních úvěrů či počtu přírůstku klientů. Jiný management ale požaduje nastavit pásma odměňování dle rentability všech typů uzavřených obchodů. Strategie managementu nebývá stálá a analytické zadání se postupně vytváří.

Následně po výběru vhodných vstupů či výstupů je třeba zjistit typ informace o daném vstupu, např. zda se jedná o hodnotu, která pro některou jednotku je nulová či záporná, zda se jedná o informaci kardinálního či ordinálního typu, popř. zda se jedná o nekontrolovatelnou proměnnou. Různými typy vstupů a výstupů se budeme zabývat až v následující kapitole. Modifikace modelu super-efektivnosti obsahující vstupy s nulovými proměnnými byla již obsažena v podkapitole 2.3.

4.2.1 Změny ve výběru vstupů, výstupů

Změny ve výběru vstupů či výstupů jsou sice očekávány, ale nedochází k nim často. Může nastat změna ve vedení a nové vedení navrhne rozšíření nebo snížení vstupů či výstupů. Celkově mohou nastat následující situace: snížení počtu vstupů / výstupů, zvýšení počtu vstupů / výstupů, nahrazení jednoho vstupu / výstupu jiným, tak že se počet změní / nezmění. Každá ze změn, která změní počet vstupů a výstupů, změní prostor, ve kterém je definována množina produkčních možností.

Pokud je zařazen do analýzy obalu dat nový vstup nebo výstup, musíme porovnat nový vstup se všemi výstupy nebo nový výstup se všemi vstupy. Jelikož se ve všech zmíněných situacích mění množina produkčních možností, je vždy nutné znovu porovnat všechny sledované jednotky. Znovu získané hodnoty efektivnosti nemusejí být příliš rozdílné, pokud reprezentanti vstupů a výstupů byly vhodně vybrány. Velmi zřídka mění status jednotky (např. z efektivní na neefektivní).

4.2.2 Nevhodný výběr vstupu, výstupu

Nejjednodušší způsob, jak je zjištěn nevhodný výběr vstupů či výstupů, je, že je provedena základní finanční analýza s doporučenými vstupy a výstupy. A výsledky získané z této jednoduché analýzy jsou porovnány s předchozími výsledky. Pokud se výrazně liší, potom se pravděpodobně může jednat o nějaký chybný údaj u některých ze sledovaných jednotek a je nutné si znovu ověřit pravost dat. Pokud jsou data správná, potom je třeba najít doplněk na straně druhé. Znamená to, že pokud existuje významný vstup měnící hodnoty efektivnosti, potom musí existovat i výstup určující, popř. vyvolávající, tuto změnu. Taková situace může nastat v případě porovnání vstupů, jako jsou aktiva a vlastní kapitál, s výstupy, jako jsou tržby a čistý zisk. Pokud je přidána do vstupů informace o nákladech na výzkum a vývoj, potom může být vhodné doplnit výstupy o počet nově získaných patentů z vlastního výzkumu a vývoje. Doplnění vstupů a výstupů nemusí být vždy pravidlem. Pokud doplnění nezmění pořadí jednotek, potom není třeba navyšovat celkový počet vstupů a výstupů.

4.3 Zahrnutí dodatečné sledované jednotky

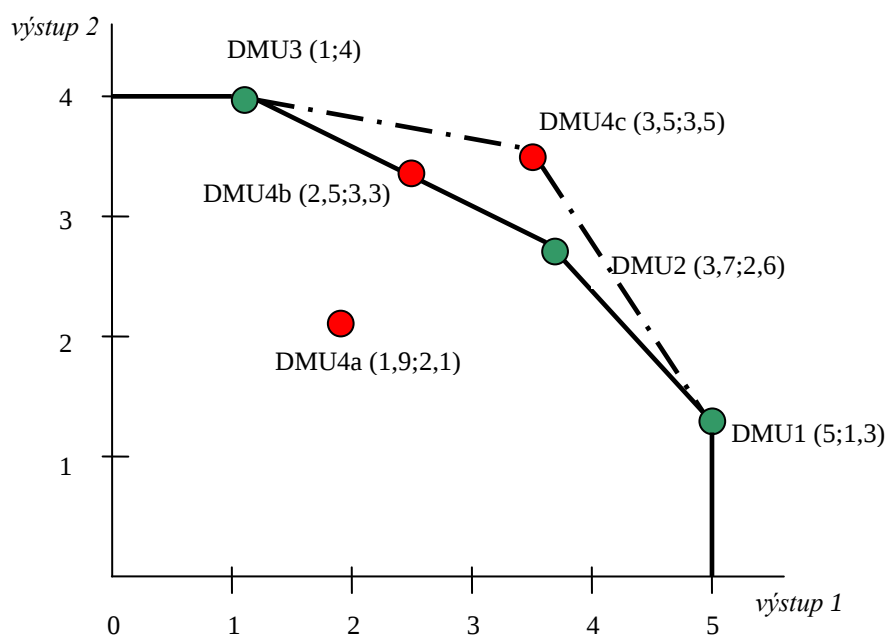
Zahrnutí dodatečné sledované jednotky bývá častá situace. Jednotky jsou porovnány a seřazeny a vedení společnosti se strategicky rozhodne koupit (či prodat) další subjekt. V bankovníctví se jedná o velmi častý jev, např. skupina Banco UniCredito převzala před pár lety několik bankovních domů v Evropě, mimochodem mezi nimi byla i Živnostenská banka. V takovém případě se jedná o rozšíření hned

o několik desítek poboček. V případě akvizice je rozšířen počet sledovaných jednotek (v případě divestice naopak snížen), nemění se prostor hranice produkčních možností, ale může se změnit přímo samotná hranice produkčních možností.

Na jednoduchém příkladu a následném grafickém zobrazení si ukážeme vliv změny přidané sledované jednotky. Předpokládáme existenci tři sledovaných jednotek (DMU1, DMU2 a DMU3), které jsme již porovnali a dále novou jednotku DMU4. Dále předpokládáme fixní vstupy.

Za předpokladu, že jednotky DMU jsou charakterizovány dvěma výstupy, mohou nastat tři situace: i) DMU4 je neefektivní vůči stávající hranici efektivnosti (v grafu 4.1 jednotka DMU4a); ii) DMU4 je efektivní a nalézá se přímo na hranici efektivnosti (v grafu 4.1 jednotka DMU4b); iii) DMU4 je efektivnější než některé ze stávajících efektivních jednotek a vytvoří s ostatními efektivními jednotkami novou hranici efektivnosti (v grafu 4.1 jednotka DMU4c).

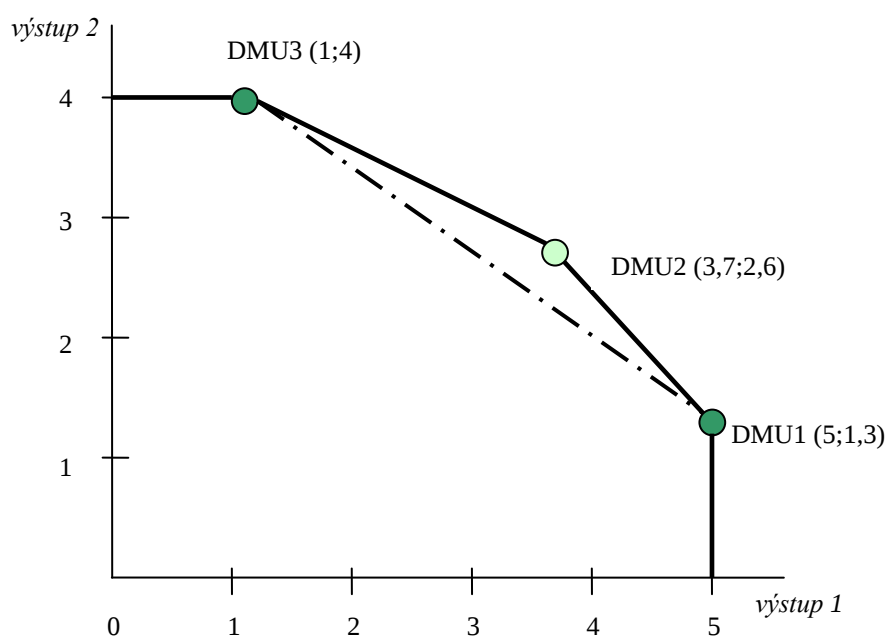
Obr. 4.1 Hranice efektivnosti u výstupů – rozšíření o jednotku DMU4



Podobně znázorníme i situaci za výše uvedených předpokladů, kdy společnost prodá část svých poboček neboli v případě divestice.

Pokud je jednotka neefektivní, hranice efektivnosti se nemění. Pokud je však jednotka efektivní, potom se hranice efektivnosti mění. Podívejme se na obrázek 4.2. Pokud jednotka DMU2 bude prodána jiné společnosti, v rámci hodnocení interních poboček se hranice efektivnosti změní a jednotky DMU1 a DMU3 budou nově tvořit hranici efektivnosti.

Obr. 4.2 Hranice efektivnosti u výstupů – divestice jednotky DMU2



Lze tvrdit, že neefektivní DMU jednotky nemají vliv na hranici produkční efektivnosti, zatímco efektivní jednotky tuto hranici ale mohou pozměnit. A následně se mohou některé neefektivní jednotky stát efektivními.

4.4 Dynamická analýza

Nejen u firem, ale také při měření výkonnosti státních zařízení má svůj význam analýza efektivnosti v čase. Ne vždy je ale vhodná dynamická analýza. Tu bychom třeba vůbec nevyužili např. při měření efektivnosti vyslaných týmů reprezentujících na olympijských hrách. Dynamickou analýzu rozdělujeme dle typu měření efektivnosti –

plně kontinuální dynamická analýza (Wilson, 1995) či částečně kontinuální dynamická analýza.

Při analýze efektivnosti státních zařízení, např. ministerstva, oddíly policie, oddělení v nemocnicích, nás zajímá jejich neustálý vývoj v čase. Je tedy nutné hodnotit jejich nepřetržitou kontinuální efektivnost. V tomto případě je vhodná plně kontinuální dynamická analýza a následný zápis v podobě časových oken. V jiném případě, kdy ale např. ohodnocujeme zaměstnance za jejich výkony vázané na čtvrtletní a roční rentabilitu podniku, lze využít částečně kontinuální efektivnost a její zápis v časových oknách. V druhém případě nemusíme sledovat kontinuitu ročního ohodnocení, jelikož tyto výstupy analýzy by nemohly být použity do hodnocení následujícího období.

V obou případech je předpokládán výběr vhodných vstupů a výstupů a vhodně zvolený model DEA (včetně jeho orientace na vstupy či výstupy).

4.4.1 Plně kontinuální dynamická analýza

Tento typ analýzy je vhodný pro nepřetržité sledování vývoje efektivnosti pro dané jednotky. Jedná se spíše o tzv. pravidelný reporting. V tomto případě nejsou jednotky (nebo jejich zaměstnanci) vázány na jednorázové ohodnocení, ale jejich výkonnost je neustále poměřována, např. z důvodu udržení si svého standardu.

Postup:

1. Zvolíme časově omezený úsek a délku maximálního sledovacího období. Nejčastěji je tímto omezeným úsekem měsíc, popř. čtvrtletí a sledované období rokem, tzn. 12 po sobě jdoucích měsíců či 4 po sobě jdoucí čtvrtletí.
2. Dle vybraného modelu určíme, zda sledovaná jednotka v časově omezeném období je efektivní/ neefektivní, popř. super-efektivní. V tomto kroku sledujeme všechny jednotky za zvolené sledovací období a v daných časově omezených úsecích.

3. Určíme efektivnost pro dané období pomocí prostého průměru naměřených hodnot za jednotlivé časově omezené úseky, popř. určíme směrodatnou odchylku.
4. Určíme pořadí sledovaných jednotek dle míry efektivnosti.
5. Vyřadíme z hodnocení jednotky v prvním časově omezeném úseku a přidáme nově získané hodnoty za poslední časově omezený úsek. Dále přejdeme na bod 2.

Údaje časově omezeného úseku většinou obsahují čtvrtletní, popř. měsíční informace. Maximální délka časového úseku by bylo v tomto případě 365 (popř. 366) dní, tzn. čtyři bezprostředně po sobě jdoucí čtvrtletí či dvanáct bezprostředně po sobě jdoucích měsíců. Většinou jsou používány časová okna stejné velikosti. Postup je objasněn na aplikaci (viz 4.4.3).

4.4.2 Částečně kontinuální dynamická analýza

Analýza je vhodná především pro finanční sledování vývoje efektivnosti pro dané jednotky jako doplněk finanční analýzy. V tomto případě jsou zaměstnanci společnosti často vázáni na jednorázové ohodnocení po ukončení účetního období, ale jejich výkonnost je neustále poměřována vždy po ukončení tříměsíčního období (nejčastěji čtvrtletí). Může se jednat o společnost, která již průběžně během účetního období hodnotí své zaměstnance a zároveň je ohodnotí ještě po ukončení účetního období, kdy předběžné výsledky společnosti jsou již známy managementu a ten rozhodne o výši ročních aditivních odměn. Může se samozřejmě jednat i o situaci, kdy je zaměstnanci vyplácena předběžná odměna již v době dovolených. Ukončením období ale celý proces ohodnocení zaměstnanců končí a nový proces ohodnocení začíná s počátkem nového účetního období. Úmyslně je třeba zdůrazňovat účetní období, jelikož se může lišit od kalendářního roku.

Předpokladem tohoto modelu, podobně jako v plně kontinuální dynamické analýze, je si stanovit délku kratšího období. V tomto případě je zvoleno čtvrtletí jako kratší období a rok jako délka dlouhého období.

1. Pro všechny sledované DMU jednotky určíme efektivnost v prvním čtvrtletí účetního období.
2. Pro všechny sledované DMU jednotky určíme efektivnost v prvním a druhém čtvrtletí účetního období.
3. Pro všechny sledované DMU jednotky určíme efektivnost v prvním, druhém a třetím čtvrtletí účetního období.
4. Pro všechny sledované DMU jednotky určíme efektivnost ve všech čtvrtletí účetního období.
5. Každé sledované společnosti vytvoříme tzv. časové okno, kde názvy sloupců i řádků jsou Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 .
6. Postupně dosažené hodnoty vyplníme do časových oken. Nejprve zaznamenáme hodnoty za Q_1 v prvním kroku měření efektivnosti, atd. než vyplníme všechna analytická okna.
7. Pomocí prostého průměru určíme průměrnou efektivnost všech období (po řádcích) a určíme směrodatnou odchylku daného období.
8. Určíme pomocí prostého průměru průměrnou efektivnost za dané účetní období.

4.4.3 Aplikace dynamické analýzy

Nejprve je třeba zpřehlednit všechny vstupy a výstupy za jednotlivá čtvrtletí. V našem případě se jedná o čtvrtletí Q1-Q4 v letech 2005 a 2006. K dispozici je zapotřebí rozvaha a výkaz zisků a ztrát dvaceti českých výrobních společností, ze kterých vybereme vhodné údaje pro analýzu. Pro zjednodušení a využití dostupných informací byly vybrány dva vstupy - *aktiva celkem* a *vlastní kapitál*; a dva výstupy - *tržby* a *čistý zisk před zdaněním*. Jako nástroj analýzy byl zvolen jeden ze základních

modelů obalu obsahující proměnné nedostatky / přebytky (viz 1.4.), model VRS orientovaný na vstupy.

Aplikace plně kontinuální dynamické analýzy

Pokud chceme aplikovat plně kontinuální dynamickou analýzu potřebujeme údaje alespoň za sledovací období, v našem případě minimálně za jeden rok. Vzhledem k tomu, že máme k dispozici čtvrtletní údaje v letech 2005 a 2006, můžeme celkem zhodnotit pomocí tohoto přístupu výsledky za pět čtvrtletí počínaje Q4/2005. Nejprve hodnotíme všechny jednotky v jednotlivých čtvrtletích za rok 2005.

Tab. 4.1 - Časová okna plně kontinuální dynamické analýzy – ukázka spol. B1 a C1

Tab. 4.1 – Casová škola píše kontinuální dynamické analýzy – analýza spol. B1 a C1													
DMU	Rok		Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Prů- měr	Odch. čtvrť.	Celk. prů- měr
			2005				2006						
B1	2005	Q ₄	1,00	0,89	0,83	0,82					0,88	0,02	0,89
	2006	Q ₁		0,89	0,83	0,82	1,00				0,89	0,02	
		Q ₂			1,00	1,00	0,87	0,98			0,96	0,01	
		Q ₃				1,00	0,91	0,98	0,67		0,89	0,07	
		Q ₄					0,93	1,00	0,69	0,74	0,84	0,07	
C1	2005	Q ₄	0,35	0,36	0,30	0,26					0,32	0,01	0,32
	2006	Q ₁		0,36	0,30	0,26	0,35				0,32	0,01	
		Q ₂			0,30	0,26	0,31	0,34			0,30	0,00	
		Q ₃				0,27	0,34	0,37	0,32		0,32	0,01	
		Q ₄					0,35	0,37	0,33	0,35	0,35	0,00	

Pravděpodobně v dubnu 2006 bychom mohli již hodnotit jednotky v období Q2/2005 – Q1/2006. Opět budeme srovnávat čtyři po sobě jdoucí čtvrtletí, jen Q1/2005 nahradíme Q1/2006. Postupně budeme nahrazovat čtvrtletí v roce 2005 čtvrtletími v roce 2006. Vždy však budeme hodnotit celkem 20x4 sledovaných jednotek, tedy

celkem jakoby 80 různých sledovaných společností. Získané hodnoty efektivnosti budeme zaznamenávat v jednotlivých časových oknech každé společnosti.

Aplikace částečně kontinuální dynamické analýzy

Nejprve měříme efektivnosti pro Q1/2005 všech dvaceti společností aplikací modelu obalu orientovaného na vstupy. Potom měříme efektivnosti za období Q1/2005 a Q2/2005 všech dvaceti společností, tzn. celkem 2×20 sledovaných jednotek, následně přidáme i Q3/2005 a nakonec měříme efektivnost všech dvaceti společností za období Q1/2005, Q2/2005, Q3/2005 a Q4/2005. Určíme jednotlivé průměry za čtvrtletí, jejich odchylky za Q1 (resp. Q2, Q3, Q4). Na závěr vypočítáme průměr za celý rok 2005. Tím se nám uzavře měření efektivnosti pro sledované období. Ten samý postup opakujeme pro rok 2006. Tím získáme pro každou společnost „časové okno“ (viz tabulka 4.2).

Pokud naměřená efektivnost, resp. θ , je rovna jedné, potom je sledovaná společnost efektivní. V jiném případě není efektivní vzhledem k referenční společnosti.

U společnosti B1 lze tvrdit, že se jedná o společnost sezónní, kde vždy Q1 a Q2 bývají tou úspěšnější součástí účetního období, v tomto případě kalendářního roku. Zároveň se ale může jednat o výrobní podnik, který má v srpnu celozávodní dovolenou a v prosince nařízené prodloužené vánoční svátky. Obě skutečnosti by vedly k nižší naměřené efektivnosti. Jednotka se jeví jako stabilní.

Výrazně slabší společností je společnost C1. Je po celé sledované období neefektivní, tzn. že v porovnání s referenčními společnostmi za nimi zaostává, v tomto případě především v tvorbě zisku. Navíc je tato společnost nestabilní a v každém čtvrtletí vykazuje jiné výnosy z rozsahu. V této společnosti se potvrdilo, že restrukturalizace zatím nebyla dokončena.

U obou společností B1 a C1 bylo zjištěno, že jejich vlastní kapitál je optimálně využívám k dosaženým výsledkům.

Tab. 4.2 - Časová okna částečně kontinuální dynamické analýzy – ukázka spol. B1 a C1

Název DMU _i	Rok		Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Průměr	Odch. čtvrtletí	Celk. průměr
B1	2005	Q_1	1	1	1	1	1,0	0,00000	0,9156
		Q_2		0,9011	0,8875	0,8871	0,8919	0,00013	
		Q_3			0,8300	0,8298	0,8299	0,00000	
		Q_4				0,8205	0,8205	0,00000	
	2006	Q_1	1	0,9272	0,9272	0,9271	0,9454	0,00398	0,8896
		Q_2		1	1	1	1,0	0,00000	
		Q_3			0,6857	0,6857	0,6857	0,00000	
		Q_4				0,7426	0,7426	0,00000	
C1	2005	Q_1	0,4586	0,4107	0,3492	0,3492	0,3919	0,00845	0,3583
		Q_2		0,4269	0,3631	0,3631	0,3844	0,00271	
		Q_3			0,3007	0,3006	0,3006	0,00000	
		Q_4				0,2605	0,2605	0,00000	
	2006	Q_1	0,4136	0,3585	0,3516	0,3516	0,3688	0,00270	0,3607
		Q_2		0,3825	0,3754	0,3749	0,3776	0,00004	
		Q_3			0,3251	0,3251	0,3251	0,00000	
		Q_4				0,3490	0,3490	0,00000	

Tabulka 4.3 ukazuje průměrné roční hodnoty efektivnosti sledovaných společností, velkých výrobních podniků v obou typech dynamické analýzy. Na základě tohoto měření bylo zjištěno, že polovina těchto společností je velmi neefektivní. Důvodem je zřejmě nadbytečný dostupný vlastní kapitál či alespoň neekonomicky využíváný. Ukázalo se tedy, že polovina významných podniků na českém trhu nezachází s penězi svých akcionářů / společníků adekvátně.

Tab. 4.3 - Přehled průměrných hodnot efektivnosti za jednotlivá účetní období

	Částečně kontinuální analýza		Plně kontinuální analýza
	2005	2006	2006
B1	0,91560	0,88956	0,92043
B2	0,65425	0,76448	0,67752
B3	0,62176	0,67297	0,64340
B4	0,33271	0,41775	0,35196
B5	0,24332	0,27511	0,25586
C1	0,35826	0,36074	0,32851
C2	0,56454	0,35216	0,38615
C3	0,41340	0,41060	0,38721
C4	0,23882	0,22937	0,24012
C5	0,29734	0,26685	0,26403
K1	0,94931	0,94318	0,95460
K2	0,14816	0,13733	0,12679
K3	0,25282	0,28183	0,26152
K4	0,21433	0,24234	0,23115
K5	0,72577	0,78371	0,76001
M1	0,39575	0,72941	0,49441
T1	0,21001	0,21282	0,20076
U1	0,47645	0,54105	0,49315
U2	0,98501	0,98790	0,98197
Z1	0,83754	0,86345	0,85730

Dynamická analýza se může jevit jako náročnější na zpracování všech ostatních údajů kromě naměřené efektivnosti, která je postupně zaznamenávána do časových oken. Nejčastěji sledovaným vedlejším záměrem jsou výnosy z rozsahu, které bývají v dynamické analýze často opomínány, a následné pozorování stability jednotky.