

# **Modelování produkce stavebních společností Metrostav a.s. a Skanska a.s.**

*Josef Tuma*

Vedoucí práce: RNDr. Jitka Bartošová, Ph.D.

## **Úvod**

Hlavním důvodem, proč jsem se začal zabývat problematikou týkající se produkční funkce, byla skutečnost, že jsem na internetu četl článek (viz příloha č. 1) týkající se stavební společnosti Metrostav a.s., kde se zmiňovali o hospodářských výsledcích a rostoucí výkonnosti. Toto téma mne natolik zaujalo, že jsem se rozhodl, hledat další data, pracovat s nimi a modelovat je. Očekával jsem, že bych mohl dojít k dalším zajímavým poznatkům. Rovněž jsem vyhledal data, týkající se společnosti Skanska a.s.. Tuto společnost jsem zvolil, protože již z vlastních zkušeností vím, že se jedná o společnost procující ve stejném oboru a také se domnívám, že je nejvhodnější (ze stavebních společností) pro srovnávání se spol. Metrostav a.s..

Data spol. Metrostav a.s. jsem získal z výročních zpráv z let 1996–2005. Jedná se univerzální stavební společnost zajišťující řízení a realizaci náročných stavebních děl. Metrostav a.s. se řadí mezi nadprůměrně prosperující středoevropské stavební firmy s trvalým růstem své produkce, tržní hodnoty a s úrovní řízení odpovídající standardům EU. Data spol. Skanska a.s. jsem získal z výročních zpráv z let 2001–2005. Mezi hlavní činnosti této společnosti patří pozemní, dopravní a inženýrské stavitelství.

## **Tvorba modelu a práce s modelem**

V praktické části bych chtěl pomocí tabulek a grafů znázornit získaná data, která ovlivňují produkční funkci, a poté namodelovat produkční funkce obou zmiňovaných společností. Pomocí grafů a tabulek bude možno pozorovat dosavadní vývoj zmiňovaných ukazatelů ve společnostech. V následujících krocích budu rozebírat data společnosti Metrostav a.s. získané z výročních zpráv 1996–2005. V tabulce č. 1 jsou údaje hlavních hospodářských ukazatelů (kapitál, tržby a celková aktiva). Údaje jsou uvedeny v tisících Kč.

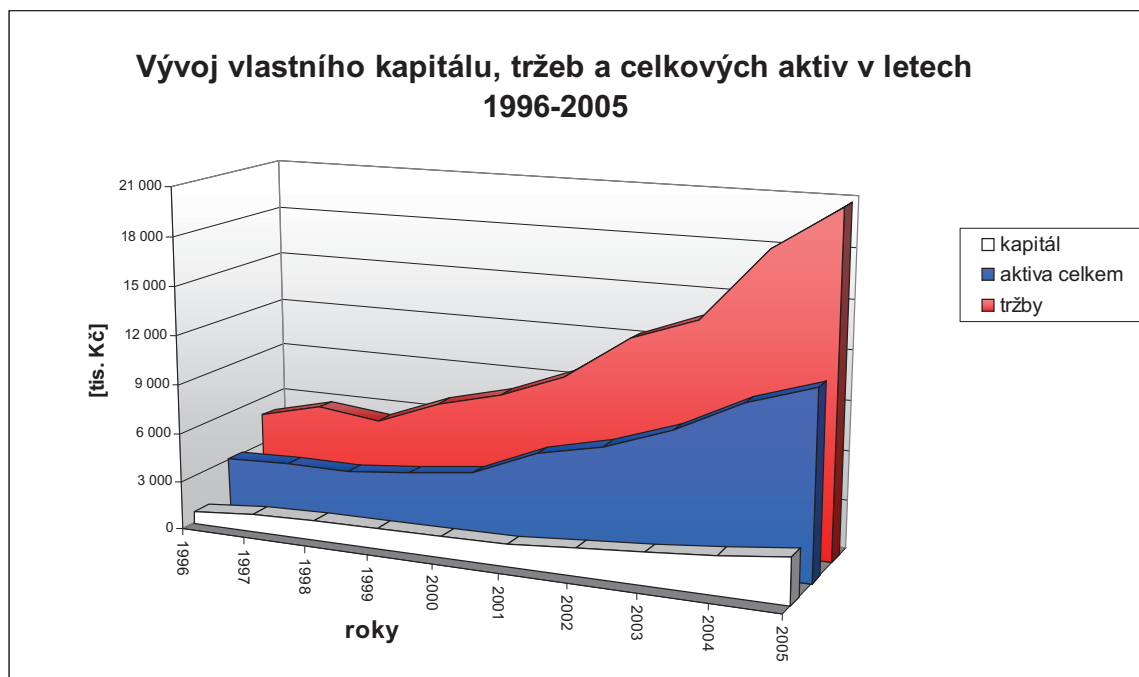
Tab. č. 1: Hospodářské ukazatele spol. Metrostav a.s.

ROK	KAPITÁL	TRŽBY	AKTIVA CELKEM
1996	782 568	4 922 082	3 035 130
1997	1 085 864	5 849 325	3 156 977
1998	1 191 815	5 406 106	3 157 677
1999	1 240 980	6 906 758	3 573 239
2000	1 339 077	7 917 348	4 043 263
2001	1 352 772	9 464 295	5 717 763
2002	1 688 971	12 157 033	6 616 831
2003	2 016 809	13 662 827	8 021 316
2004	2 346 223	18 106 286	10 061 501
2005	2 833 587	20 786 110	11 346 916

V tabulce č. 1 lze pozorovat nárůst hodnot u všech ukazatelů. Z těchto dat jsem vytvořil graf (graf č. 1), na kterém lze lépe zachytit vývoj kapitálu, tržeb a celkových aktiv v horizontu 10 let, rychlost jejich růstu, množství a vzájemný poměr.

Z grafu č. 1 lze vyčíst, že množství kapitálu vcelku rovnoměrně rostlo, zatímco tempo růstu celkových aktiv a tržeb se od určitého období zrychlilo. Tuto změnu tempa růstu můžeme nejlépe pozorovat u tržeb na přelomu let 1998 a 1999.

Graf č. 1: Vývoj vlastního kapitálu, tržeb a celkových aktiv

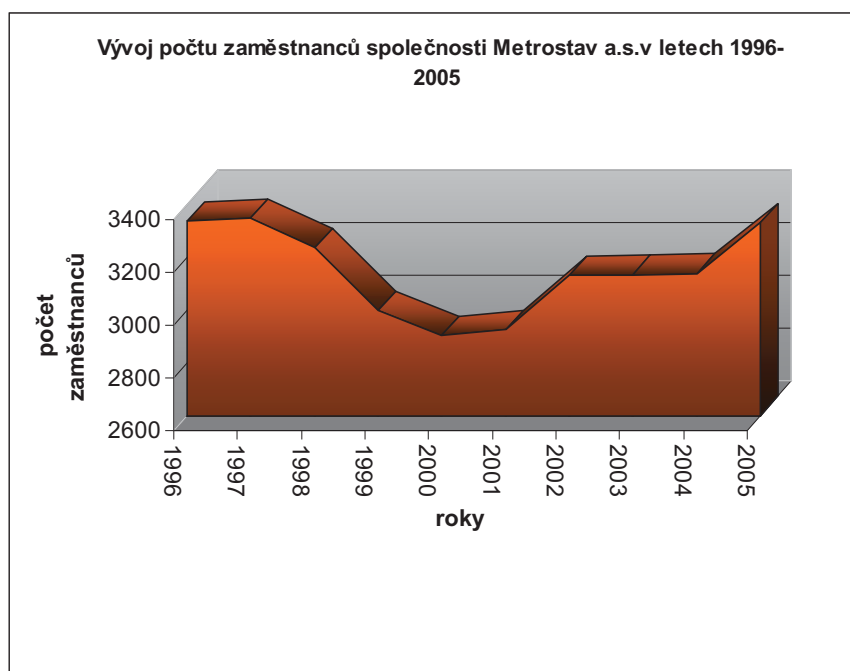


Jelikož při tvorbě Cobb-Douglasovy produkční funkce pracujeme se vstupem práce  $L$ , což je v našem případě počet odpracovaných hodin, který závisí na množství pracovníků, uvádím v následující tabulce č. 2 množství počtu zaměstnanců v letech 1996–2005.

**Tab. č. 2: Průměrný přepočtený stav zaměstnanců**

ROK	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
průměrný přepočtený stav zaměstnanců	3338	3349	3237	2998	2902	2923	3130	3133	3139	3329

Opět pro lepší představu jsem zanesl data týkající se průměrného počtu zaměstnanců do grafu č. 2, který umožňuje pomocí grafického znázornění vytvořit lepší představu o dosavadním vývoji. Je z něj patrné, že počet zaměstnanců není konstantní a že se nerovnoměrně zvyšuje či snižuje.

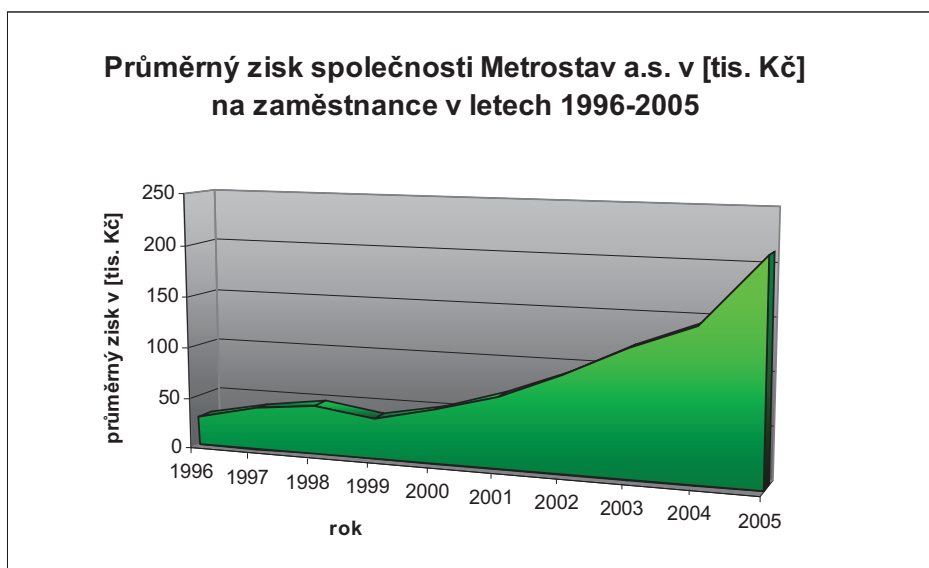
**Graf č. 2: Vývoj počtu zaměstnanců**

V tabulce č. 3 uvádí údaje týkající se velikosti zisku, který měla firma na jednoho zaměstnance za období jednoho měsíce.

**Tab. č. 3: Průměrný zisk společnosti na jednoho zaměstnance**

ROK	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
zisk na zaměstnance v [tis. Kč]	28	41	48	40	52	69	93	122	145	211

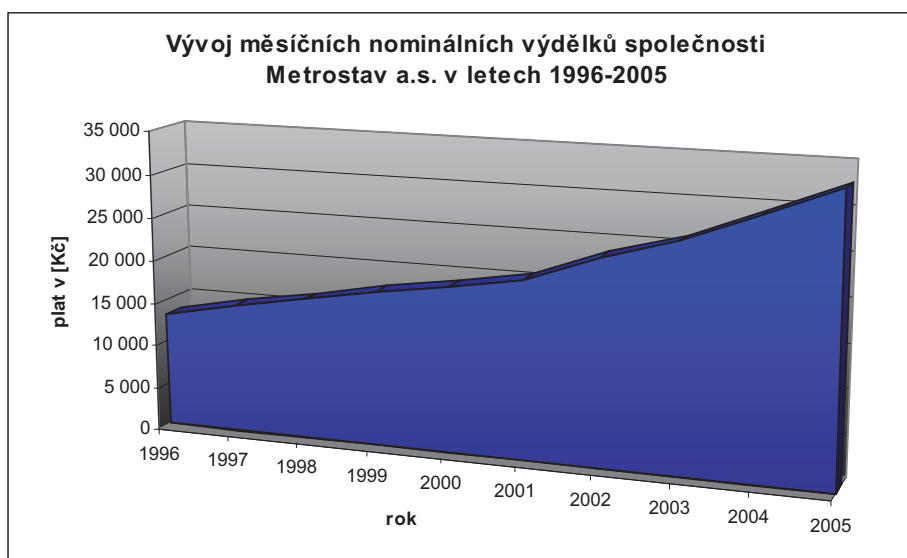
Opět jsem údaje z tabulky č. 3 znázornil graficky na grafu č. 3., na kterém lze pozorovat nárůst tempa růstu od roku 1999. S čímž souvisí nárůst tržeb, který jsme mohli pozorovat již dříve na grafu č. 1 a v tabulce č. 1.

**Graf č. 3: Průměrný zisk společnosti na jednoho zaměstnance**

S vývojem zisků na jednoho zaměstnance úzce souvisí vývoj průměrného měsíčního nominálního výdělku zaměstnance. Ten lze vypočítat z dat, jež jsou uvedena v tabulce č. 4 a graficky znázorněna v grafu č. 4. Z nichž lze poté vyčíst, že se průměrný měsíční výdělek neustále zvyšuje. Od roku 2001 pozorujeme také zrychlení tempa růstu.

**Tabulka č. 4: Měsíční nominální výdělek**

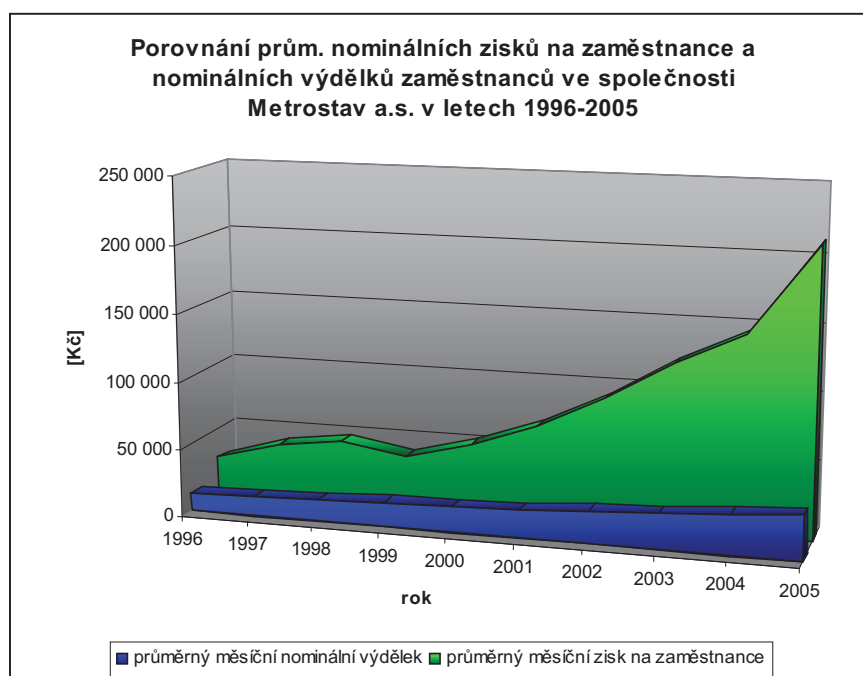
ROK	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
měsíční nominální výdělek v [Kč]	13 152	14 953	16 294	17 831	19 134	20 552	23 724	26 041	29 455	32 828

**Graf č. 4: Vývoj měsíčních nominálních výdělků**

A jelikož už víme jak probíhal vývoj zisků na jednoho zaměstnance a jeho průměrného měsíčního nominálního výdělku, lze si udělat jasnou představu o „spravedlivosti“ ohodnocování pracovníků (viz graf č. 5). Na tomto grafu jasně vidíme, že výdělky zaměstnanců rostly (vcelku rovnoměrně), ale neúměrně k měsíčním ziskům, který měla společnost ze za-

městnance. Kdyby měly být nominální výdělky vzhledem k měsíčním ziskům „spravedlivé“, pak by křivka grafu znázorňujícího výdělek měla mít stejný průběh (tvar) jako křivka grafu jenž znázorňuje měsíční zisk.

**Graf č. 5: Porovnání prům. nominálních zisků spol. na zaměstnance a výdělků zaměstnanců**



V následujících krocích budu rozebírat data týkající se společnosti Skanska a.s. získané z výročních zpráv 2001–2005.

V tabulce č. 5 jsou údaje o kapitálu, tržbách a celkových aktivech. Údaje jsou uvedeny v tis. a následně zobrazena graficky (viz graf č. 6).

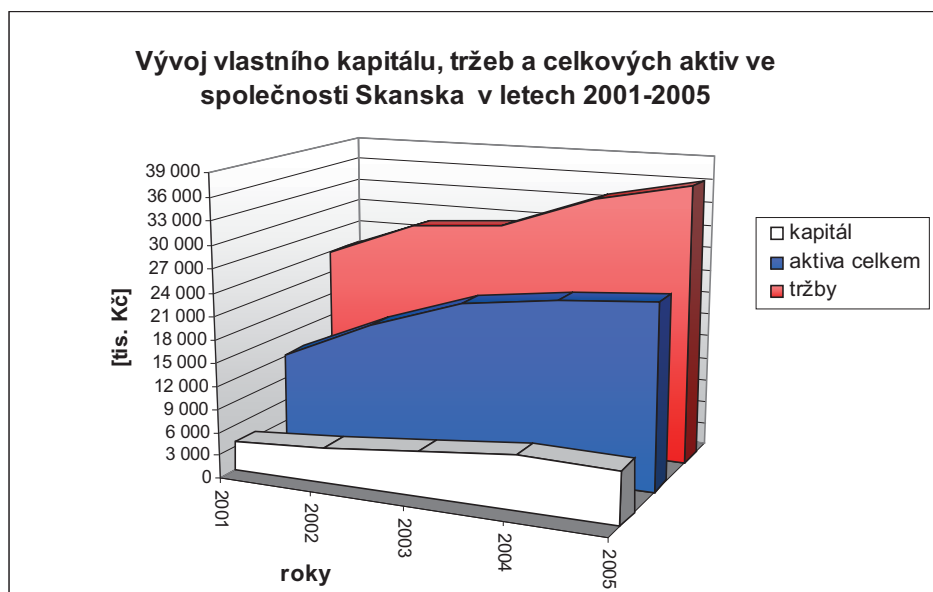
**Tab. č. 5: Hodnoty kapitálu, tržeb a celkových aktiv spol. Skanska a.s.**

ROK	KAPITÁL	TRŽBY	AKTIVA CELKEM
2001	3 709 000	23 938 000	12 232 000
2002	4 592 000	28 511 000	17 524 000
2003	5 702 000	29 462 000	21 581 000
2004	6 978 000	33 903 000	23 101 000
2005	6 776 000	36 455 000	24 036 000

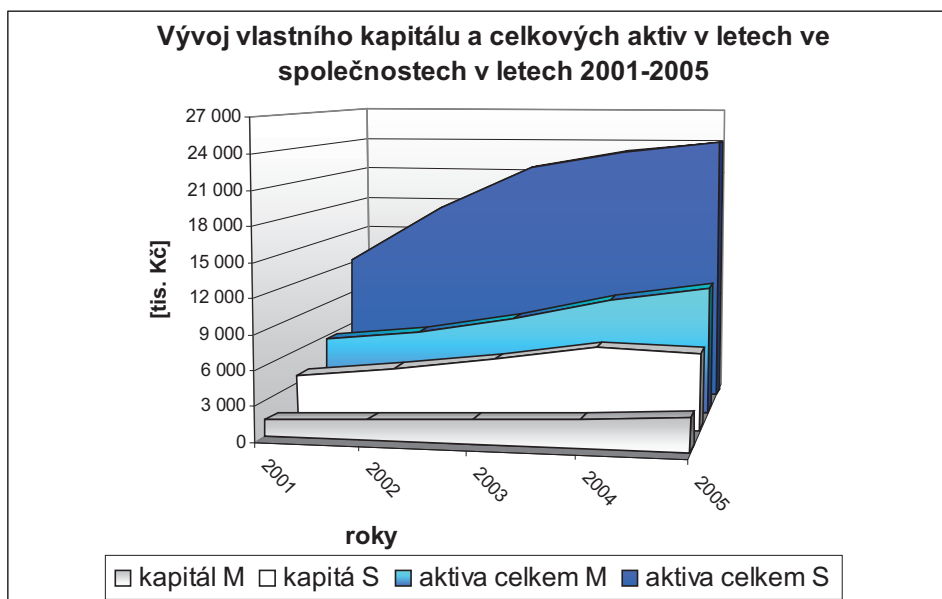
Na následujících grafech č. 7 a č. 8 jsou zobrazeny údaje obou společností týkající se tržeb kapitálu a celkových aktiv v období 2001–2005 (délka tohoto období je dána nemožností získat starší data společnosti Skanska a.s.). Údaje týkající se společnosti Metrostav a.s. jsou uváděny s označením M a údaje týkající se společnosti Skanska a.s. s označením S. Ovšem nelze společně srovnávat získané hodnoty, jelikož společnost Skanska a.s. ve svých výročních zprávách uvádí data, která jsou společná pro ČR a SR. My zde ale můžeme pozorovat a srovnávat tempo růstu či poklesu. U společnosti Skanska a.s. pozorujeme rychlejší tempo růstu kapitálu a v minulých letech velmi rychlé tempo růstu celkových aktiv, které se již zpomalilo a je srovnatelné s tempem růstu celkových aktiv

u společnosti Metrostav a.s.. Co se týče tempa růstu tržeb, je takřka stejné u obou společností.

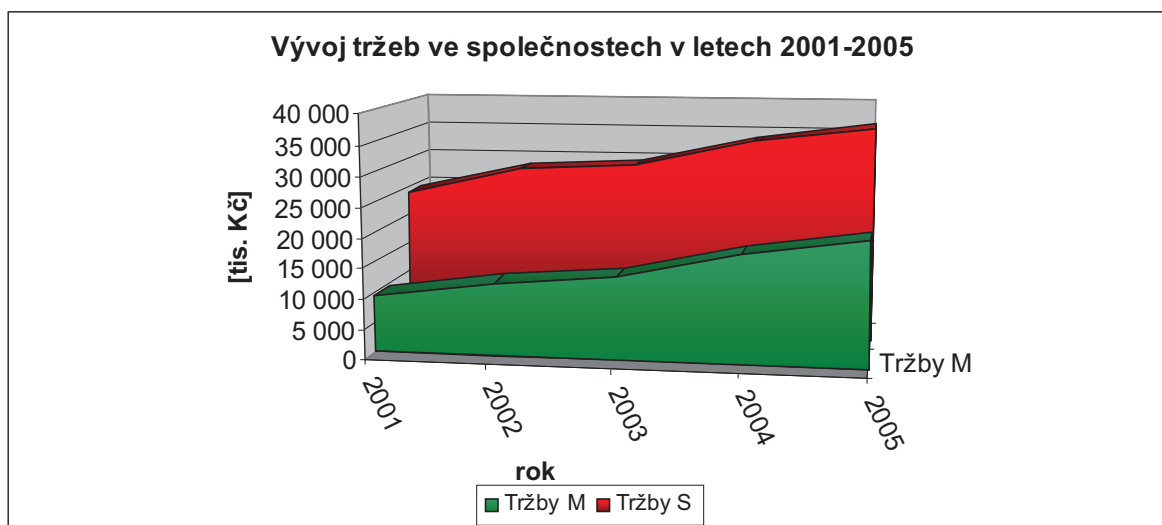
**Graf č. 6: Vývoj vlastního kapitálu , tržeb a celkových aktiv**



**Graf č. 7: Vývoj vlastního kapitálu a celkových aktiv ve společnostech**



**Graf č. 8: Vývoj tržeb ve společnostech**



## Modelování produkčních funkcí

Zjednodušený tvar produkční funkce, ze které budeme při modelování vycházet má tvar

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

kde

Q	množství výstupu (v našem případě velikost tržeb v tis. Kč),
K	množství vstupů kapitálu (vlastní kapitál v tis. Kč.),
L	množství vstupů práce, jelikož ve výročních zprávách se udává průměrný přepočtený stav zaměstnanců, je nutné jejich počet převést na množství odpracovaných hodin.

Počet zaměstnanců lze převést na počet odpracovaných hodin (vstup L) následovně. V zákoníku práce pro rok 2007 se uvádí, že zaměstnanec musí za rok odpracovat 2008 hodin. Tudíž počet odpracovaných hodin v tisících vypočítáme:

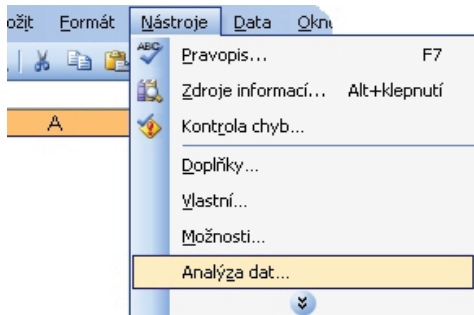
$$L = \text{"počet zaměstnanců"} \cdot 2008 / 1000.$$

Z existujících modelů produkční funkce jsem si vybral model statické Cobb-Douglasovy produkční funkce, která se mi jeví jako nejvhodnější. Její tvar je

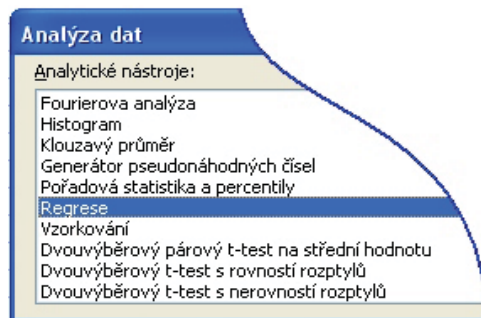
$$Q = f(K, L) = a_0 K^{a_1} L^{a_2}.$$

### Postup odhadu parametrů Cobb-Douglasovy produkční funkce pomocí programu MS Excel

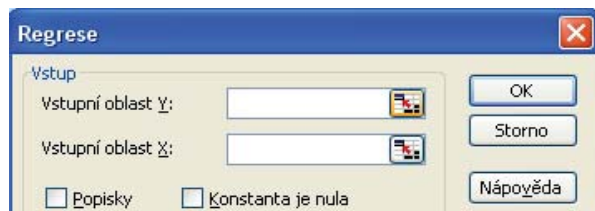
- 1) v hlavní liště vybereme panel nástroje modul Analýza dat



- 2) v nabídce vybereme nástroj Regrese



- 3) do políček vložíme odkaz na



Do políčka vstupní oblast Y vložíme oblast se zlogaritmovanými hodnotami výstupu  $Q$ , do políčka X vložíme oblast se zlogaritmovanými hodnotami vstupů  $K$  a  $L$ . Poté dostaneme hodnoty koeficientů  $a_1$ ,  $a_2$ , které jsou označeny jako Soubor X1, X2 (hodnoty koeficientů jsou zde nyní uvedeny pouze jako názorná ukázka).

	Koeficienty
Hranice	0,294753689
Soubor X 1	1,275149815
Soubor X 2	-0,270260171

Koeficient získáme exponováním hodnoty „Hranice“. Dále zbývá pouze dosadit do rovnice.

#### Produkční funkce Metrostav a.s.

Nyní budu zjišťovat tvar produkční funkce spol. Metrostav a.s. Máme hodnoty  $K$ ,  $Q$  a je nutno získat hodnoty  $L$ . Ty získáme podle již dříve zmiňovaného vzorce:

$$L = \text{"počet zaměstnanců"} \cdot 2008 / 1000$$



<b>ROK</b>	<b>K</b>	<b>Q</b>	<b>počet zaměstnanců</b>
1996	782568	4 922 082	3 338
1997	1085864	5 849 325	3 349
1998	1191815	5 406 106	3 237
1999	1240980	6 906 758	2 998
2000	1339077	7 917 348	2 902
2001	1352772	9 464 295	2 923
2002	1688971	12 157 033	3 130
2003	2016809	13 662 827	3 133
2004	2346223	18 106 286	3 139
2005	2833587	20 786 110	3 329

<b>ROK</b>	<b>počet zaměstnanců</b>	<b>L</b>
1996	3 338	6702,704
1997	3 349	6724,792
1998	3 237	6499,896
1999	2 998	6019,984
2000	2 902	5827,216
2001	2 923	5869,384
2002	3 130	6285,04
2003	3 133	6291,064
2004	3 139	6303,112
2005	3 329	6684,632

<b>ROK</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>Q</b>
1996	782568	6702,704	4 922 082
1997	1085864	6724,792	5 849 325
1998	1191815	6499,896	5 406 106
1999	1240980	6019,984	6 906 758
2000	1339077	5827,216	7 917 348
2001	1352772	5869,384	9 464 295
2002	1688971	6285,04	12 157 033
2003	2016809	6291,064	13 662 827
2004	2346223	6303,112	18 106 286
2005	2833587	6684,632	20 786 110

Hodnoty K, L a Q zlogaritmuje (v programe Excel pomocí příkazu LN).

ROK	k	l	q
1996	13,5703361	8,810266306	15,40924217
1997	13,89788654	8,813556275	15,58183683
1998	13,99098791	8,779541456	15,50303961
1999	14,03141195	8,70283988	15,74801091
2000	14,10749113	8,670294635	15,88456686
2001	14,11766638	8,677504967	16,06303685
2002	14,33963003	8,745927485	16,31341841
2003	14,51702712	8,746885493	16,43018935
2004	14,66831736	8,748798759	16,71176973
2005	14,85705396	8,807566439	16,84979553

Dále postupujeme podle kroku 1,2,3.

	Koeficienty
Hranice	0,294753689
Soubor X 1	1,275149815
Soubor X 2	-0,270260171

Konstantu  $a_0$  získáme

$$a_0 = e^{0,294753689}$$

a to je

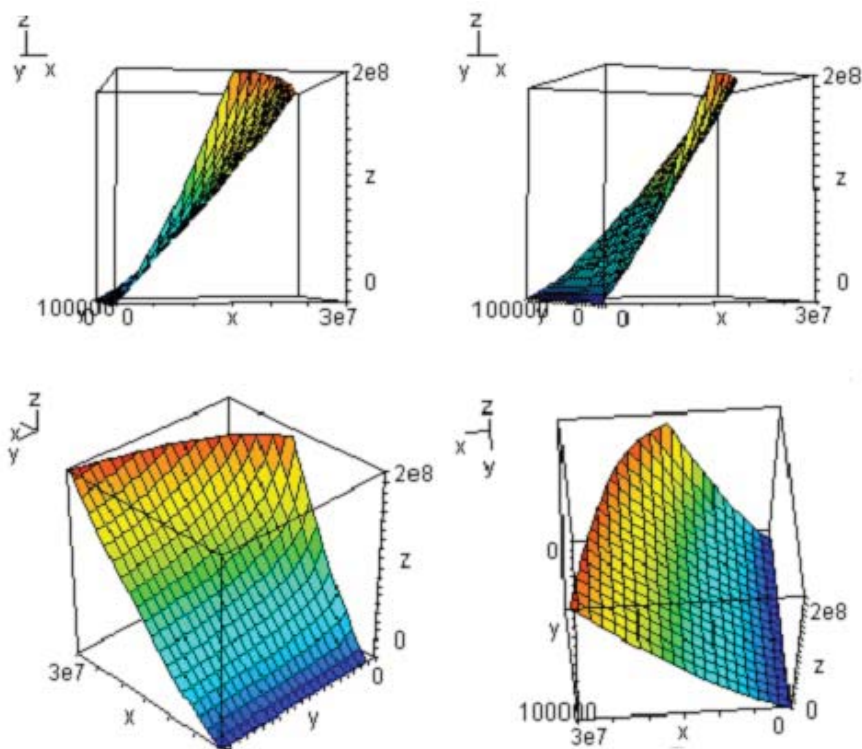
$$a_0 = 1,342795572.$$

Produkční funkce spol. Metrostav je tedy

$$Q = 1,342795572 \cdot K^{1,275149815} \cdot L^{-0,270260171}$$

Grafické znázornění této funkce je na obrázku č. 5. Vidíme zde produkční kopec produkční funkce spol. Metrostav, která nemá klasický průběh. Je ovlivněna především zápornou hodnotou konstanty  $a_2$ . Přes svůj netradiční průběh má funkce rostoucí výnosy z rozsahu ( $a_1 + a_2 > 1$ ).

**Obr. č. 1: Produkční funkce spol. Metrostav a.s.**



**Produkční funkce Skanska a.s.**

V dále budu zjišťovat produkční funkci pro společnost Skanska a.s. z dat z období 2001–2005.

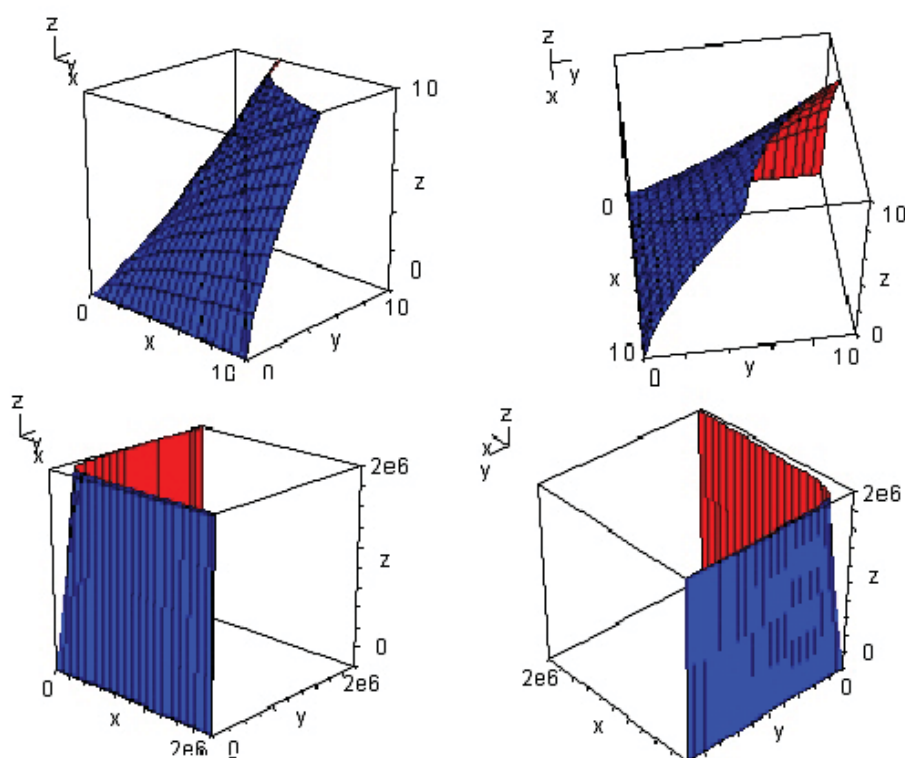
ROK	K	L	Q
2001	3 709 000	13 078,104	23 938 000
2002	4 592 000	12 921,480	28 511 000
2003	5 702 000	13 405,408	29 462 000
2004	6 978 000	14 142,344	33 903 000
2005	6 776 000	14 555,992	36 455 000

ROK	k	l	q
2001	15,12627286	9,47869466	16,99097771
2002	15,33982622	9,46664632	17,16580054
2003	15,55632755	9,50341349	17,19861186
2004	15,75827290	9,55692870	17,33901406
2005	15,72889752	9,58575801	17,41158918

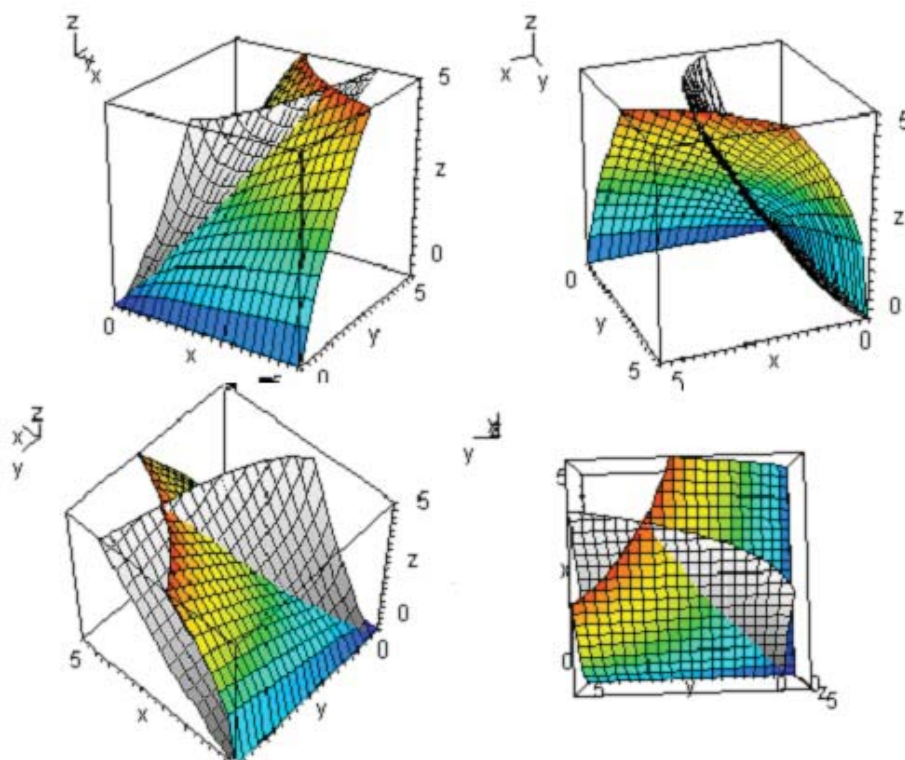
Produkční funkce spol. Skanska a.s. je

$$Q = 1,110493 \cdot K^{0,460205} \cdot L^{0,740814}.$$

Obr. č. 2: Produkční funkce spol. Skanska a.s.



Obr. č. 3: Grafické porovnání produkčních funkcí obou stavebních společností



Obrázek č. 3 znázorňuje produkční kopec průběh produkční funkce spol. Skanska a.s. Oproti produkční funkci spol. Metrostav má obě konstanty  $a_1, a_2$  kladné. Produkční funkce má rostoucí výnosy z rozsahu ( $a_1 + a_2 > 1$ ).

Abychom mohli obě produkční funkce vzájemně lépe porovnat, zobrazíme jejich produkční funkce do jednoho grafu (viz Obrázek č. 7). Průsečík produkčních kopců je množina kombinací vstupů K a L (kapitál a práce), kdy společnosti dosahují stejné velikosti výstupu Q (produkce). Oba produkční kopce se od sebe velice liší. Jejich tvar a zakřivení je způsobeno především hodnotami konstant  $a_1, a_2$ .

## Závěr

Produkční funkce spol. Metrostav a.s. má netradiční průběh, který způsobují její konstanty  $a_1, a_2$ . Hodnoty konstant klasických produkčních funkcí se totiž pohybují v intervalech  $a_1 \in (0,1)$ ,  $a_2 \in (0,1)$ . Na Cobb-Douglasově rovnici produkční funkce

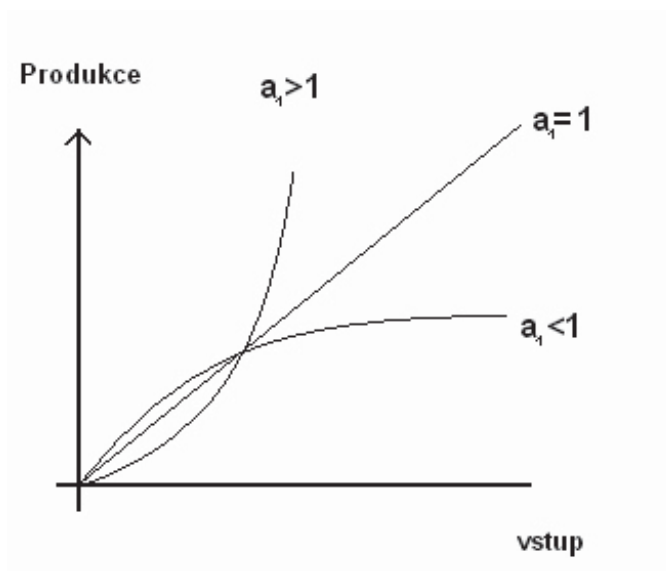
$$Q = f(K, L) = a_0 K^{a_1} L^{a_2}$$

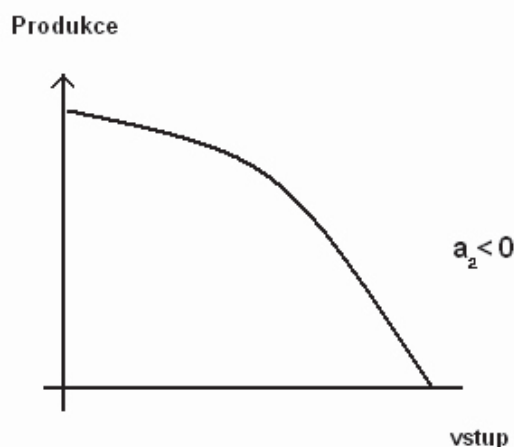
vidíme, že produkce (velikost tržeb) se v našem případě snižuje se zvyšujícími se vstupy práce L je-li konstanta  $a_2$  záporná. Díky zvyšujícím se vstupům kapitálu K se produkce přesto zvyšuje. Konkrétně v našem případě je to

$$Q = \frac{1,342795572 \cdot K^{1,275149815}}{L^{0,270260171}}.$$

Produkční funkce spol. Skanska a.s. má klasičtější průběh díky kladným hodnotám obou konstant  $a_1, a_2$ . Které sice nejsou v intervalu  $(0,1)$ . Na obrázku č. 7 máme možnost vidět jak hodnoty konstanty  $a_1$  ovlivňují produkční funkci. Na obrázku č. 8 je znázorněno jak ovlivňuje konstanta  $a_2$  produkční funkci.

Obr. č. 4: Vliv velikosti parametru  $a_1$



**Obr. č. 5: Produkční funkce pro záporné hodnoty parametru  $a_2$** 

V závěru této práce bych rád vyzdvihl Společnost Metrostav a.s. a to z prostého důvodu. Vybíral jsem z mnoha velkých a známých společností se stejným zaměřením, ale pouze tato společnost uvádí výroční zprávy za období 10 let. Ostatní firmy poskytují výroční zprávy z období 3 let, které jsou velice strohé (např. spol. Skanska a.s.), nebo je neposkytují vůbec.

## Literatura

- [1] BARTOŠOVÁ, J. 2004. *Mikro a makroekonomické úlohy řešené pomocí programu Derive5*. Oeconomica, VŠE Praha, 2004, ISBN 80-245-0758-7
- [2] BARTOŠOVÁ, J. 2007. *Modelování v ekonomii podpůrný učební text k on-line kurzu 6MI420*. Oeconomica, VŠE Praha, 2007, ISBN 978-80-245-1162-7
- [3] BARTOŠOVÁ, J., Kincl, T. Derive5, staženo z: <[http://mi.fm.vse.cz/profil/zakladni\\_informace/halvni\\_zamery\\_strategie](http://mi.fm.vse.cz/profil/zakladni_informace/halvni_zamery_strategie)>
- [4] Hlavní záměry společnosti Metrostav a.s., staženo z: <[http://www.metrostav.cz/cz/profil/zakladni\\_informace/hlavni\\_zamery\\_strategie](http://www.metrostav.cz/cz/profil/zakladni_informace/hlavni_zamery_strategie)>
- [5] STUHLÝ, J. 2000. *Ekometrie* učební text. VŠE Praha, Fakulta managementu, Jindřichův Hradec, 2000
- [6] Tisková zpráva Metrostav a.s. 2004
- [7] VARIAN, H. R. 1995. *Mikroekonomie moderní přístup*. Praha, Victoria Publishing, 1995, ISBN 80-85865-25-4
- [8] Výroční zpráva Metrostav a.s. 1996
- [9] Výroční zpráva Metrostav a.s. 1997
- [10] Výroční zpráva Metrostav a.s. 1998
- [11] Výroční zpráva Metrostav a.s. 1999
- [12] Výroční zpráva Metrostav a.s. 2000
- [13] Výroční zpráva Metrostav a.s. 2001
- [14] Výroční zpráva Metrostav a.s. 2002
- [15] Výroční zpráva Metrostav a.s. 2003

- [16] Výroční zpráva Metrostav a.s. 2004
- [17] Výroční zpráva Metrostav a.s. 2005
- [18] Výroční zpráva Skanska a.s. 2001
- [19] Výroční zpráva Skanska a.s. 2002
- [20] Výroční zpráva Skanska a.s. 2003
- [21] Výroční zpráva Skanska a.s. 2004
- [22] Výroční zpráva Skanska a.s. 2005