

APLIKACE INPUT-OUTPUT MODELOVÁNÍ V NÁRODNÍM HOSPODÁŘSTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY

Lucie Vrtěnová, Pavla Jindrová, Martin Sobotka

Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní, Ústav ekonomie, Ústav matematiky,
Ústav ekonomie

Abstract: *The article deals with the questions of input-output modeling and its impacts on the national economy of the Czech Republic. First the principle of using this method is described here and consequently applied by analogy to analysis of real data that are provided by Czech Statistical Organization in year 2005.*

Klíčová slova: *input-output analýza, meziodvětvové vztahy, národní hospodářství*

Úvod

Jako analytický nástroj pro zkoumání meziodvětvových vazeb a pro měření dopadů exogenních vlivů na ekonomiku slouží input-output modely. Input-output (dále jen „I-O“) teorie [dle ISARD, 1998] vyzdvihuje vzájemné závislosti mezi jednotlivými sektory. Výchozím bodem každého I-O modelu je I-O tabulka, která představuje podrobný popis struktury ekonomiky (národní, regionální) a vzájemné závislosti a vztahy mezi poptávkou a nabídkou. Tyto tabulky [dle VAVRLA, ROJÍČEK, 2006] umožňují kvantifikovat dopad vládních zásahů na hospodářství jako celek, ale i na jednotlivá odvětví a domácnosti. Pomocí nich lze vyhodnocovat dopad podpory investic, podpory hypoték, environmentálních zákonů a nových technologií. Mimoto nabízejí analýzu produktivity, zaměstnanosti, citlivosti na vliv změn daňových sazeb a regulace.

1 Input-output tabulka

Tabulka může být rozdělena nejméně na tři části, a to na matici meziodvětvových vztahů (V), na matici konečné poptávky (Y) a na matici primárních inputů (E). Součet hodnot v jednotlivých sloupcích (příp. řádcích) potom dává hodnotu celkové produkce (X). Jeden z možných příkladů zápisu I-O tabulky znázorňuje tabulka č. 1.

Celkové zdroje spotřeby tvoří produkce, dovoz a úbytek zásob a rezerv. Tyto zdroje se používají na výrobní spotřebu v sektorech a na finální užití. Položky konečného užití jsou spotřeba domácností, hrubé investice (tj. včetně nahrazovacích), přírůstky zásob a rezerv a vývoz. [SEKERKA, 2007]

Tab. 3: Příkladová struktura I-O tabulky

		Odvětví				
		1	2	3	...	n
Odvětví	1	V				
	2					
	3					
	...					
	n					
Primární vstupy		E				
Celková produkce		X				

Konečná poptávka
Y

Celková produkce
X

Pramen: upraveno dle [ISARD, 1998]

V praktických příkladech je možné se setkat s různými klasifikacemi pro členění vstupů a výstupů a pro členění činností. Předmětem klasifikací mohou být zboží a služby (komodity), činnosti, procesy, subjekty v rámci uvažovaného subjektu apod.

V literatuře se lze setkat s různými modifikacemi I-O tabulky. Např. Schaffer [SCHAFFER, 1999] zavádí vedle tří výše uvedených matic ještě čtvrtou matici tzv. netržních transferů. Tato matice identifikuje primárně netržní vztahy mezi sektory národního hospodářství. Může být také označena jako matice sociálních transferů. Matice zachycuje dary, půjčky, daně domácností, dále přebytky a deficity veřejných rozpočtů, transfery domácnostem a mezivládní transfery. V matici je tedy zahrnuta konečná poptávka po produktech z odvětví vně regionu.

Matice meziodvětvových vztahů (V) udává [dle MAIER, TÖDTLING, 1998], kolik svých produktů dodá každé odvětví v řádku jinému odvětví ve sloupci a kolik svých vlastních produktů spotřebuje samo. Každé odvětví potřebuje ke své činnosti také primární vstupy (E) – např. faktory práce a dalších vstupů. Protože ve většině regionů dochází k volnému pohybu vstupů také z jiných regionů, je potřeba zohlednit i tyto importované vstupy.

I-O tabulka musí být konzistentní. Z toho vyplývá, že musí platit následující vztahy:

$$x_i + e = \sum_j v_{ij} + \sum_k y_{ik}, \quad (1)$$

$$x_j + e = \sum_i v_{ij} + \sum_l e_{lj}, \quad (2)$$

kde ε představuje vektor odchylek.

Tyto rovnice lze vyjádřit pomocí maticového zápisu:

$$X + \varepsilon = Ve + Ye, \quad (4)$$

$$X + \varepsilon = eV + e'E, \quad (5)$$

kde e představuje vektor n-jednotek a symbol $'$ představuje transpozici.

Pokud budeme předpokládat, že mezi inputy jsou stejné poměry, lze z jednotlivých sloupců snadno zjistit potřebu jednotlivých inputů na produkci jedné jednotky outputu daného sektoru.

Takto lze vypočítat následující koeficienty:

$$a_{ij} = \frac{v_{ij}}{x_j}, \quad \text{resp.} \quad b_{ij} = \frac{e_{ij}}{x_j}, \quad (6)$$

kde: a označuje koeficienty meziodvětvových vztahů a b koeficienty primárních inputů. Tyto koeficienty udávají, kolik inputů z vlastních a jiných sektorů, resp. primárních inputů je potřebné k produkci jedné jednotky konečného produktu. Tak vzniknou nové matice A (matice koeficientů meziodvětvových vztahů) a B (matice koeficientů primárních inputů).

Nadále však zůstává otázkou, kolik musí jednotlivé odvětví celkově vyprodukovat, aby se mohla uspokojit konečná poptávka. Tedy je nutné vyřešit následující maticovou rovnici:

$$X + \varepsilon = AX + Y. \quad (7)$$

Řešení je následující:

$$X - AX + \varepsilon = Y, \quad (8)$$

$$(I - A)X + \varepsilon = Y, \quad (9)$$

$$X + \varepsilon = (I - A)^{-1}Y, \quad (10)$$

kde I představuje jednotkovou matici.

Výraz $(I - A)^{-1}$ se nazývá Leontiefova inverzní matice. Její hodnoty udávají, o kolik více produktů musí vyprodukovat sektor v řádku, aby mohl sektor v sloupci dodat jednotku produktu konečné poptávce. Také je zde možné pozorovat závislosti mezi jednotlivými sektory. Pokud se sečtou hodnoty jednotlivých sloupců Leontiefovy inverzní matice, potom podle výše jednotlivých hodnot lze určit ta odvětví, která mají nejvyšší vliv na konečnou poptávku.

Trochu jiný problém se bude řešit, pokud se Leontiefova inverzní matice vynásobí koeficienty primárních inputů:

$$DE = B(I - A)^{-1}Y. \quad (11)$$

Matice DE popisuje, jak velké jsou požadavky na jednotlivé primární inputy, pokud se zvýší konečná poptávka po produktu jednoho odvětví. [MAIER, TÖDTLING, 1998]

2 Sestavení input-output tabulky za Českou republiku pro rok 2005

Sestavení input-output tabulky začíná vhodnou agregací produktů a odvětví. Bylo zde využito údajů z tabulky dodávek a užití sestavené v rámci národních účtů Českým statistickým úřadem v členění produktů dle jednotlivých odvětví (dle klasifikace SKP a OKEČ). Původní matice mezipotřeby obsahující 59 skupin produktů a jim odpovídajících 59 skupin odvětví byla pro přehlednost zagregována na 15 hlavních skupin podle členění produktů v rámci jednotlivých sekcí SKP (viz Tab. 2).

¹ Americký ekonom ruského původu Wassily Leontief (1906 – 1999) získal v roce 1973 Nobelovu cenu za ekonomii za rozvoj input-output metody a její aplikaci na důležité ekonomické problémy.

Stěžejním dílem se stala analýza meziodvětvových vztahů, včetně analýzy vzájemných vazeb mezi různými částmi národního hospodářství. Aby bylo možné tyto složité vazby analyzovat na určité úrovni agregace, vytvořil metodu strukturální analýzy. Jde o matematicky formulovaný a statisticky naplnitelný model umožňující empirickou analýzu komplikovaných vnitřních vazeb ve výrobním procesu. Na rozdíl od podobných abstraktních modelů jeho předchůdců, zejména L. Walrase, F. Quesneyho a K. Marxe, bylo snahou Leontiefa vytvořit prakticky použitelný model, a to jak ve smyslu ex-post, tak jako nástroj k předpovídání stavů v ekonomice.

Tab. 4: Přehled subsekcí klasifikace SKP

Sekce	Subsekcce	Název	Sekce	Název
A	A1	Zemědělství, myslivost	E	Elektřina, plyn a voda
	A2	Lesnictví	F	Stavební práce
B	B	Ryby a ostatní produkty vodního prostředí	G	Obchod; opravy a údržba motorových vozidel, výrobků pro osobní potřebu a převážně pro domácnost
C	CA	Uhlí, lignit a rašelina; ropa; uranové a thoriové rudy	H	Ubytování a stravování
	CB	Ostatní nerostné suroviny	I	Doprava, skladování a spoje
D	DA	Potravinářské výrobky a nápoje. Tabákové výrobky	J	Finanční zprostředkovatelské služby
	DB	Textilie, textilní a oděvní výrobky	K	Služby v oblasti nemovitostí a pronájmu; podnikatelské služby
	DC	Úsně a výrobky z úsní	L	Veřejná správa a obrana; povinné sociální zabezpečení
	DD	Dřevo upravené; dřevěné, korkové, proutěné a slaměné výrobky (kromě nábytku)	M	Vzdělávání
	DE	Vláknina, papír a výrobky z papíru; nahrané nosiče; vydavatelství a tisk	N	Zdravotní a sociální péče, veterinární služby
	DF	Koks, rafinérské ropné výrobky a jaderná paliva	O	Ostatní veřejné, sociální a osobní služby
	DG	Chemické látky, přípravky, výrobky a chemická vlákna	P	Služby domácností
	DH	Pryžové a plastové výrobky		
	DI	Ostatní nekovové minerální výrobky		
	DJ	Základní kovy, hutní a kovodělné výrobky		
	DK	Stroje a zařízení j.n.		
	DL	Elektrické a optické přístroje a zařízení		
	DM	Dopravní prostředky a zařízení		
	DN	Výrobky zpracovatelského průmyslu j.n.		

Pramen: ČSÚ

V rámci uvedené analýzy je nutné přihlídnout k rozdílnému ocenění, které je použito v tabulkách ČSÚ. Matice zdrojů je oceněna v cenách základních (tj v cenách bez započtení obchodních a dopravních přírážek a čistých daní z produktů). Matice užití je však oceněna v cenách kupních, tzn. včetně všech daní a přírážek.

I-O analýza je poptávkově řízeným modelem, kdy požadavky ze strany poptávky po produktech jednotlivých odvětví, vyvolávají změny nejen v příslušných odvětvích, ale i v odvětvích celého hospodářství. Jak velké tyto dopady jsou, můžeme určit z koeficientů Leontiefovy inverzní matice. Jednotlivé prvky Leontiefovy inverzní matice udávají hodnoty o kolik více přímých i nepřímých efektů musí vyprodukovat odvětví v řádku, aby odvětví v příslušném sloupci mohlo dodat jednotku produktu.

Každý požadavek na produkt kteréhokoliv odvětví ze strany poptávky má dopad na produkci nejen odvětví, které tento produkt vyrábí, ale i na odvětví ostatní. Dochází tak k multiplikačnímu procesu napříč odvětvími. Tento dopad na produkci jednotlivých odvětví je možné zaregistrovat největší u odvětví, které zaznamenalo zvýšený požadavek na změnu produkce. Tato skutečnost vysvětluje i fakt, proč jsou údaje na hlavní diagonále v Leontiefově inverzní matici v porovnání s ostatními hodnotami vyšší.

Reálná data pro Českou republiku za rok 2005 zjištěná Českým statistickým úřadem byla transformována do Leontiefovy inverzní matice (I-A)-1 (viz Tab. 3). Z hodnot uvedené tabulky lze vysledovat následující skutečnosti:

Jestliže dojde k navýšení poptávky po produktech odvětví A (zemědělství a lesnictví) o 1 000 Kč, pak tento požadavek přináší nárůst produkce v odvětví A o 1 152 Kč. Uvedená změna se promítne i v dalších odvětvích, ale výše této změny již bude podstatně nižší – např. v odvětví C (těžba surovin) o 20 Kč, v D (zpracovatelský průmysl) o 494 Kč a v E (elektřina, plyn, voda) o 34 Kč atd. Celkový nárůst transakcí pro všechna odvětví činí přibližně 1 920 Kč. Tato hodnota byla vypočtena v rámci multiplikátoru, který je uveden v Tab. 3 na posledním řádku, tj. hodnota 1,9196.

Hodnoty na posledním řádku v Tab. 3 získané sečtením hodnot v jednotlivých sloupcích představují celkový růst produkce, kterou vyvolá růst poptávky v jednom odvětví. Z dané tabulky lze vyčíst, že zvýšení poptávky po produktech v odvětví F (stavebnictví) ve výši 2,4991 způsobuje největší hospodářský efekt, tedy zvýšení poptávky nejen v daném odvětví, ale i v ostatních odvětvích celého národního hospodářství. Na druhou stranu nejmenšího efektu dosáhneme zvýšením poptávky po produktech v odvětví C (tj. těžba nerostných surovin), a to 1,3571.

Jak bylo výše zmíněno lze získat vynásobením matice koeficientů primárních vstupů (B) a Leontiefovy inverzní matice $(I-A)^{-1}$ matici DE (požadavky na jednotlivé primární inputy, pokud se zvýší konečná poptávka po produktu jednoho odvětví). Tuto matici zobrazuje Tab. 4, která je vypočtena na základě získaných reálných dat od Českého statistického úřadu.

Například na základě hodnot uvedených v Tab. 4 lze vysledovat, že odvětví produkujících statky a služby (A až K, s výjimkou odvětví G - obchod) mají nejvyšší požadavky na import. Zatímco ve zbývajících odvětvích (tzn. obchod, veřejná správa a obrana, vzdělávání, zdravotní a sociální péče a ostatní služby) požadavky na mzdy a platy podstatně převyšují požadavky na ostatní složky přidané hodnoty.

3 Závěr

Pro analýzu a podrobný popis struktury národního hospodářství a analýzu vztahů v jeho rámci se jeví vhodným použít input-output modelování. Jedná se o model sestavený W. Leontiefem za účelem umožnění empirické a prakticky použitelné analýzy vazeb v rámci ekonomického systému (v tomto případě národního hospodářství České republiky).

V rámci tohoto modelu jsou kladeny vysoké požadavky na dostupnost a přesnost vstupních dat popisujících meziodvětvové vztahy v ekonomice. Tento přístup je významný zejména pro predikci krátkodobých efektů. Jedná se o statický přístup k modelování struktury. Model totiž neuvažuje změny ve struktuře ekonomiky. Případné změny ze strany poptávky je nutné znovu zohlednit v matici meziodvětvových vztahů.

Tab. 5: Leontiefova inverzní matice pro ČR (rok 2005)

PRODUKT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O+P
A	1,1527	0,1963	0,0051	0,0367	0,0079	0,0138	0,0143	0,0302	0,0084	0,0050	0,0078	0,0053	0,0056	0,0124	0,0108
B	0,0001	1,0133	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0011
C	0,0201	0,0190	1,0313	0,0422	0,3132	0,0336	0,0156	0,0153	0,0141	0,0099	0,0150	0,0163	0,0229	0,0188	0,0222
D	0,4941	0,3664	0,1361	1,6403	0,2478	0,5802	0,3678	0,3154	0,3148	0,1908	0,2999	0,2129	0,2186	0,3528	0,2857
E	0,0345	0,0318	0,0330	0,0266	1,5294	0,0233	0,0322	0,0373	0,0274	0,0231	0,0299	0,0434	0,0780	0,0502	0,0571
F	0,0220	0,1653	0,0256	0,0118	0,0415	1,4127	0,0430	0,0412	0,0392	0,0493	0,1418	0,0926	0,0444	0,0331	0,0453
G	0,0188	0,0299	0,0084	0,0139	0,0153	0,0371	1,0930	0,0318	0,0379	0,0585	0,0593	0,0142	0,0096	0,0208	0,0405
H	0,0056	0,0062	0,0028	0,0023	0,0048	0,0098	0,0159	1,0263	0,0221	0,0107	0,0145	0,0121	0,0103	0,0308	0,0192
I	0,0478	0,0550	0,0517	0,0402	0,0437	0,0492	0,1260	0,0353	1,3840	0,0742	0,0477	0,0734	0,0269	0,0358	0,0622
J	0,0271	0,0347	0,0145	0,0171	0,0327	0,0463	0,0458	0,0327	0,0669	1,2322	0,0677	0,0381	0,0153	0,0458	0,0569
K	0,0730	0,1235	0,0425	0,0483	0,1168	0,2790	0,2262	0,2360	0,1452	0,3492	1,3033	0,2083	0,0906	0,1291	0,2250
L	0,0046	0,0038	0,0022	0,0015	0,0031	0,0024	0,0031	0,0022	0,0042	0,0023	0,0032	1,0140	0,0016	0,0016	0,0122
M	0,0008	0,0009	0,0005	0,0006	0,0017	0,0017	0,0041	0,0013	0,0031	0,0093	0,0039	0,0067	1,0126	0,0018	0,0025
N	0,0111	0,0041	0,0001	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0006	0,0002	0,0002	0,0003	0,0011	0,0002	1,0124	0,0094
O+P	0,0073	0,0113	0,0034	0,0044	0,0271	0,0098	0,0136	0,0292	0,0096	0,0100	0,0212	0,0056	0,0123	0,0323	1,2219
CELKEM	1,9196	2,0615	1,3571	1,8864	2,3854	2,4991	2,0011	1,8347	2,0772	2,0246	2,0156	1,7439	1,5487	1,7777	2,0722

PRAMEN: VLASTNÍ PROPOČTY (ZDROJOVÁ DATA PRO VÝPOČTY WWW.CZSO.CZ)

Tab. 6: Požadavky na primární vstupy pro ČR (rok 2005)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O+P
MZDY A PLATY	0,2015	0,2438	0,0882	0,1154	0,1425	0,2182	0,2601	0,2171	0,2171	0,2353	0,1931	0,4489	0,4546	0,3843	0,2311
SOC. PŘÍSP. ZAMĚSTNAVATELŮ	0,0648	0,0830	0,0301	0,0382	0,0475	0,0696	0,0818	0,0594	0,0709	0,0769	0,0616	0,1424	0,1548	0,1330	0,0738
OSTATNÍ DANĚ Z VÝROBY	0,0052	0,0044	0,0026	0,0011	0,0038	0,0021	0,0023	0,0026	0,0046	0,0039	0,0043	0,0029	0,0012	0,0018	0,0124
OSTATNÍ DOTACE NA VÝROBU (-)	-0,0613	-0,0550	-0,0153	-0,0049	-0,0168	-0,0041	-0,0056	-0,0078	-0,0240	-0,0044	-0,0072	-0,0059	-0,0099	-0,0042	-0,0067
SPOTŘEBA FIXNÍHO KAPITÁLU	0,1269	0,1197	0,0599	0,0600	0,2265	0,0977	0,1275	0,0936	0,2422	0,1315	0,1679	0,1815	0,2006	0,1182	0,1657
ČISTÝ PROVOZNÍ PŘEBYTEK	0,0924	0,1095	0,0962	0,0812	0,1672	0,1543	0,1974	0,0821	0,1331	0,1931	0,1705	0,0548	0,0429	0,0642	0,1120
ČISTÝ SMÍŠENÝ DŮCHOD	0,1569	0,0901	0,0109	0,0277	0,0201	0,1293	0,1241	0,1327	0,0758	0,0546	0,1043	0,0283	0,0321	0,1270	0,1191
IMPORT	0,3834	0,3666	0,7123	0,6026	0,3250	0,2687	0,1785	0,3144	0,2619	0,2791	0,2475	0,1277	0,1125	0,1667	0,1855
CELKEM	0,9698	0,9621	0,9849	0,9214	0,9158	0,9357	0,9661	0,8942	0,9817	0,9701	0,9419	0,9806	0,9888	0,9908	0,8928

PRAMEN: VLASTNÍ PROPOČTY (ZDROJOVÁ DATA PRO VÝPOČTY WWW.CZSO.CZ)

Použitá literatura:

- [1] Isard, W. a kol. *Methods of Interregional and Regional Analysis*. Aldershot: Ashgate, 1998. 490 s. ISBN 1-85972-410-8
- [2] Maier, G., Tödting, F. *Regionální a urbanistická ekonomika 2: regionální rozvoj a regionální politika*. Praha: Elita, 1998. 313 s. ISBN 80-8044-049-2
- [3] Sekerka, B. *Cenové hladiny ve strukturních modelech*. In *Aktuální otázky rozvoje regionů 2007*. [CD-ROM] Pardubice: Univerzita Pardubice, 2007. ISBN 978-80-7194-978-7
- [4] Schaffer, W. A. *Regional Impact Models*. [on-line]. Morgantown: Regional Research Institute, West Virginia University, [citováno dne 1. 9. 2007]. Dostupný z: <http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Schaffer/regionalGT.pdf>
- [5] Vavrla, L., Rojíček, M. *Sestavování symetrických input-output tabulek a jejich aplikace*. In *Statistika*, 2006, roč. 43, č. 1, s. 28 – 43. ISSN 0322-788X
- [6] <http://ciks.vse.cz/Edice/nobel/Leontief/leontief.aspxBiografie>
- [7] <http://www.ilist.cz/clanky/nobelova-cena-za-rok-1973>
- [8] <http://www.czso.cz>

Kontaktní adresy:

Ing. Lucie Vrtěnová
Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní, Ústav ekonomie
Studentská 84
532 10 Pardubice
Email: l.vrtenova@seznam.cz
tel. č. 466 036 478

Mgr. Pavla Jindrová
Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní, Ústav matematiky
Studentská 84
532 10 Pardubice
Email: pavla.jindrova@upce.cz
tel. č. 466 036 018

Ing. Martin Sobotka
Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní, Ústav ekonomie
Studentská 84
532 10 Pardubice
Email: martin.sobotka@upce.cz
tel. č. 466 036 271