

MOŽNOST VYUŽITÍ INPUT-OUTPUT ANALÝZY PRO ŘÍZENÍ VE VEŘEJNÉ SPRÁVĚ

Pavla Jindrová

Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní, Ústav matematiky

Abstract: *The principle of aggregation is a mathematical model which is useful in practice for solving problems of economics and public administration too. Input-Output analysis use this principle of aggregation. Input-Output analysis can be used for control at different levels in public administration.*

Keywords: *Input-Output analysis, public administration, aggregation principle*

1. Úvod

Agregační a dezagregační princip má široký prostor uplatnění jak v teorii, tak i v praxi. S využitím tohoto principu se lze např. setkat při řešení rozsáhlých ekonomických problémů, které by bez tohoto matematického modelu nebylo možné řešit, anebo by jejich řešení bylo příliš náročné. Jedním z ekonomických modelů, který tohoto principu využívá, je Input-Output (dále jen I-O) analýza. I-O analýzu lze využít jako vodítko při řízení ve veřejné správě.

2. Input-Output analýza

Input-output analýza bývá také označována jako meziodvětvová analýza, která při modelování využívá také agregačního principu. Je možné ji využít na různých úrovních národního hospodářství. Původně byla využívána pro bilancování na národní úrovni státu. Postupně vznikaly aplikace na dalších úrovních – na úrovni regionální, či až na úrovni podniku, nebo naopak na úrovni mezinárodní.

2.1. Historie Input-Output analýzy

Historie I-O analýzy sahá až do 18. století. Francouzský ekonom a fyziokrat Francois Quesnay (1694 – 1774) zveřejnil v roce 1758 práci s názvem „Ekonomická tabulka“ (Tableau Economique). V této práci je ve formě ekonomické tabulky zobrazeno francouzské hospodářství. To bylo rozděleno do tří tříd – na třídu vlastníků půdy, podnikatele a pracující v zemědělství a třetí třídu pracujících v ostatních odvětvích hospodářství. Mezi těmito třídami byly v Quesnayově ekonomické tabulce vysvětleny a znázorněny peněžní toky. Tuto práci lze považovat za první makroekonomický model.

„Ekonomickou tabulku“ využil ve druhém díle „Kapitálu“ Karel Marx (1818 – 1883), a to při teoretické analýze reprodukčního procesu.

Základy moderní I-O analýzy zformuloval ve třicátých letech 20. století americký profesor ruského původu Wassily Leontief (1906 – 1999).

3. Input-Output model

3.1. Klasický Input-Output model

Připomeňme si základní předpoklady a tvar I-O modelu.

Národní hospodářství je rozděleno do odvětví. Pro analýzu a řízení hospodářství je potřebný proporcionální vztah mezi výrobou a spotřebou. Dále se předpokládá, že v rámci odvětví jsou užívány přibližně stejné technologie. K časovému úseku získaná soustava bilancí musí být přesná a komplexní.

Uvažujeme i odvětví, kde $i = 1, \dots, n$, $n > 0$. Označme

x_j produkci odvětví j ,

x_{ij} produkci odvětví i , která se spotřebovává v odvětví j ,

y_i finální užití produkce v odvětví i ,

S ohledem na definice jednotlivých položek dostaneme soustavu bilancí

$$\sum_j a_{ij} x_j + y_i = x_i; \quad i, j = 1, \dots, n$$

Soustava představuje distribuční vztahy.

Tuto neagregovanou bilanci meziodvětvových vztahů můžeme vyjádřit ve vztahu:

$$X e + y = x.$$

Matici X nazýváme bilanční maticí. Dále sloupcový vektor y obsahuje finální užití a bilanční rozdíly a sloupcový vektor x obsahuje výrobu, tedy prvky y_i jsou větší nebo rovny nule a x_i jsou větší než nula.

V praxi používané bilanční matice pro celé národní hospodářství mívají velké rozměry, kdy n může dosahovat řádu stovek či tisíců. Pro další zpracování se využívá agregačního principu, díky kterému pak lze celou bilanci upravit na rozměr, který umožňuje snadnější další zpracování.

Připomeňme si obecný model agregačního principu.

U klasického modelu agregace předpokládáme členění ekonomiky na jednotlivé sektory.

Předpokládejme, že sektory agregujeme do skupin sektorů. Je zřejmé, že počet těchto skupin bude menší než n , tj. $n^+ < n$, kde n je počet sektorů a n^+ je počet skupin sektorů.

Uvažujeme matici S , která popisuje agregaci n položek na n^+ položek, kde $n^+ < n$. Matice S , která sestává z 0 a 1, má n sloupců a n^+ řádků a pro její prvky platí

$$j \in i^+ \Rightarrow s_{i^+j} = 1$$

$$j \notin i^+ \Rightarrow s_{i^+j} = 0.$$

Uvažujeme již zmíněnou bilanční soustavu

$$X e + y = x.$$

Agregujeme-li tuto soustavu po řádcích, dostaneme soustavu⁺ ve tvaru

$$S X e + S y = S x.$$

Agregujeme-li matici SX po sloupcích, dostaneme matici

$$X^+ = S X S',$$

kde matice X^+ je opět čtvercovou maticí, která má n^+ řádků a sloupců.

Tak dostaneme agregovanou soustavu

$$X^+ e^+ + y^+ = x^+,$$

kde

$$Sx = x^+, Sy = y^+.$$

V praxi zveřejňované bilanční matice již obsahují data agregovaná do několika desítek řádků a sloupců. Jako příklad lze uvést tabulky dodávek a užití sestavené v rámci národních účtů ČR pro jednotlivá období, které jsou zveřejněny na stránkách Českého statistického úřadu (www.czso.cz). Tyto tabulky představují již agregované tabulky dodávek a užití pro národní hospodářství ČR, a to vždy pro příslušný rok. Členění těchto tabulek odpovídá 59 skupinám v rámci členění SKP (Standardní klasifikace produkce)¹ a OKEČ (Odvětvová klasifikace ekonomických činností)².

Vztah pro agregovanou bilanci meziodvětvových vztahů vyjádříme pro další potřeby pomocí matice technických koeficientů A :

$$A x^+ + y^+ = x^+.$$

Její prvky a_{ij} představují přímé normy spotřeby, popř. jsou označovány jako koeficienty meziodvětvových vztahů a udávají, kolik inputů z vlastních a jiných sektorů je potřebných k produkci jedné jednotky konečného produktu. Dále se pro prvky a_{ij} předpokládá, že jsou relativně stále a nezáporné, a dále platí $\sum_i a_{ij} < 1$, pro všechna $j = 1, \dots, n$.

Pro normu matice A platí, že

$$\|A\| < 1.$$

Tyto vlastnosti přímých norem spotřeby zaručí řešitelnost rovnic soustavy.

Upravená bilance pomocí matice technických koeficientů nám umožní odpovědět na otázku, kolik musí jednotlivá odvětví celkově vyprodukovat, aby se mohla uspokojit konečná poptávka.

Vycházíme tedy z rovnice Leontiefova modelu:

$$A x^+ + y^+ = x^+.$$

Pak po úpravě získáme:

$$x^+ = (I - A)^{-1} y^+.$$

Výraz $(I - A)^{-1}$ je inverzní matice k matici $(I - A)$. Její hodnoty udávají, o kolik více produktů musí vyprodukovat odvětví v řádku, aby mohlo odvětví ve sloupci dodat jednotku produktu konečné poptávce.

Také je zde možné určit závislosti mezi jednotlivými odvětvími. Sečtením hodnot v jednotlivých sloupcích dané inverzní matice lze určit ta odvětví, která mají nejvyšší vliv na konečnou poptávku. Tyto informace mohou sloužit také jako vodítko při řízení ve veřejné správě, která může jednotlivé vybrané oblasti vhodně podporovat.

3.2. Regionální I-O model

Jak již bylo zmíněno, klasický I-O model, určený pro bilance na národohospodářské úrovni, se dá využít i na úrovních jiných. Jednou z nich je regionální I-O model. Při jeho sestavování je potřeba zohlednit vzájemné vazby mezi regiony.

¹ Standardní klasifikace činností (SKP) byla od 1.1.2008 nahrazena Klasifikací produkce (CZ-CPA) – podle § 19 odst. 2 zákona č. 89/1995 Sb., o státní statistické službě, ve znění pozdějších předpisů.

² Odvětvová klasifikace ekonomických činností (OKEČ) byla od 1.1.2008 nahrazena Klasifikací ekonomických činností (CZ-NACE) – podle § 19 odst. 2 zákona č. 89/1995 Sb., o státní statistické službě, ve znění pozdějších předpisů.

U klasického I-O modelu jsou zohledněny vazby mezi odvětvími národního hospodářství. U regionálního I-O modelu musí být zohledněny vazby za prvé mezi jednotlivými regiony uvnitř hospodářství, které nepodléhají žádným omezením, a za druhé vazby související s mezinárodním obchodem, tedy ty, které podléhají různým omezením (např. celní opatření). Podle způsobu spojení mezi regiony pak uvažujeme multiregionální nebo interregionální I-O modely.

3.3. Zobecněný I-O model

Důležitost klasického I-O modelu spočívá v možnosti jeho využití pro bilanci meziodvětvových vztahů. Tento model se, jak již bylo uvedeno dříve, nemusí omezovat pouze na bilancování meziodvětvových vztahů na národní úrovni, popř. regionálních úrovních.

I-O model lze zobecnit např. pro bilanci činností na vztahy věcně (odvětvově) organizační. Uvedme si tento model.

Uvažujme i komodit, kde $i = 1, \dots, m$ a kde $m > 0$ a j činností, kde $j = 1, \dots, n$ a kde $n > 0$.

Označme

x_{ij} vstup komodity i , který se používá pro činnost j ,

y_i finální užití komodity i ,

z_{ij} výstup komodity i při činnosti j .

Pak dostaneme soustavu bilancí

$$a_j x_{ij} + y_i = a_j z_{ij}; \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n.$$

V případě, kdy $m = n$, dostaneme klasický IO-model.

Problémem ale je fakt, že počet komodit i a počet činností j nemusí být shodný.

Pokud je počet činností větší než počet komodit, lze tento problém řešit zavedením vhodné účelové funkce pomocí lineárního programování. Optimální řešení však obvykle vyřadí některé činnosti. Je proto lepší použít metody zobecněných řešení systému lineárních rovnic. Tyto metody využívají k řešení (Mooreovy-Penroseovy) pseudoinverzní matice [5].

Pro určení pseudoinverzní matice je možné využít řady numerických metod. Mezi tyto metody patří např. biortogonalizační metoda, rekurentní n -kroková metoda (podle Graville) anebo rekurentní metoda Žukovského-Lipcerova.

Rozsah tohoto příspěvku bohužel neumožňuje uvést matematické vzorce a vztahy zmíněných metod.

4. Závěr

IO-model je důležitým nástrojem pro řízení jednotlivých oblastí národního hospodářství. Je jedním z nástrojů vytvářejících podklady, na jejichž základě lze na různých stupních veřejné správy rozhodovat o podpoře jednotlivých odvětví, popř. oblastí nebo činností. Jejich záměrem je řízení, zlepšení nebo oživení či podpora těchto odvětví nebo oblastí, popř. činností, které mají pozitivní dopad na sledovanou oblast ekonomiky, ať již podpory týkající se zvýšení poptávky, která se projeví zvýšením produkce, nebo např. podpory oblastí a činností, jejichž záměrem je zvýšení zaměstnanosti, aj.

Klasický IO-model, zpracovávající data na národní úrovni, je důležitý pro rozhodování ve veřejné správě na nejvyšší úrovni, regionální model a jeho výstupy jsou důležité pro řízení veřejné správy především na krajských úrovních, a tyto pak přecházejí i na nižší stupně veřejné správy.

V České republice jsou data pro klasický IO-model pravidelně zveřejňována na stránkách Českého statistického úřadu. Na regionálních úrovních může být s využitím tohoto modelu problém v důsledku nemožnosti získání všech dat potřebných pro sestavení modelu. Zde je možný prostor při využívání zobecněných IO-modelů, které by mohly být vodítkem při řízení činností i na různých úrovních veřejné správy.

Použité zdroje:

- [1] Husár, J., Mokrášová, V., Goga, M. *Input-Output analýza a systém národních účtov*. Bratislava: Ekonóm, 2001, 225 s. ISBN 80-225-1349-0.
- [2] Jindrová, P. *Princip agregace a dezagregace ve veřejné správě*. In sborník Modelování a rozhodování ve veřejné správě. Vítkovice v Krkonoších: Univerzita Pardubice, 2007, s. 16 – 19. ISBN 978-80-7395-026-2.
- [3] Maier, G., Tödtling, F. *Regionálna a urbanistická ekonomika 2: regionálny rozvoj a regionálna politika*. Praha: Elita, 1998. 313 s. ISBN 80-8044-049-2.
- [4] Pokorná, O. *Pseudoinverzní matice*. Praha: Univerzita Karlova, 1978. 72 s. 17-271-78.
- [5] Sekerka, B. *Makroekonomie*. Praha: Profess Consulting, 2007. 488 s. ISBN 80-7259-050-2.

Kontaktní adresa:

Mgr. Pavla Jindrová
Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Studentská 95
532 10 Pardubice
E-mail: Pavla.Jindrova@upce.cz
Telefon: 466 036 018