

# Návrh modelů pro analýzu cen na výrobné vertikále vepřové maso v ČR



## Dílčí výzkumná zpráva č. 6, VÚ TL01000180

Kolektiv řešitelů:

Luboš Smutka, Jaroslav Havlíček, Ludmila Dömeová, Tomáš Šubrt, Helena Řezbová,  
Lucie Severová, Karel ŠrédI, Roman Svoboda

Typ zprávy: Interní  
Realizace: prosinec 2019

## OBSAH

<b>1. ÚVOD</b>	<b>3</b>
<b>2. OBECNÝ SYSTÉMOVÝ MODEL PRO ANALÝZU CENOVÉ VERTIKÁLY</b>	<b>4</b>
<b>3. MODEL MEZIODVĚTVOVÉ ANALÝZY – VÝROBKOVÁ VERTIKÁLA V MAKROEKONOMICKÉM PROSTŘEDÍ</b>	<b>6</b>
3.1. ZÁKLADNÍ INFORMACE O MODELU	6
3.2. SCHÉMA IO MODELU	6
3.3. PREDIKCE DOPADŮ A EXOGENNÍCH ŠOKŮ	7
3.4. VOLBA INDIKÁTORŮ	8
3.5. INDIKÁTORY NA VÝROBKOVÉ VERTIKÁLE	8
3.6. IO MODEL NA REGIONÁLNÍ ÚROVNI	8
3.7. POZNÁMKY	9
<b>4. PŘÍKLAD HODNOCENÍ EFEKTIVITY VÝROBY TŘÍ ČESKÝCH FAREM</b>	<b>10</b>
4.1. DATOVÉ SOUBORY	10
4.2. ADAPTACE DAT PRO MODEL DEA	12
4.3. UKÁZKA HODNOCENÍ POMOCÍ MODELŮ CCR(I) A CCR(O)	13
<b>5. MODUL PRO TVORBU VSTUPŮ DO INTERAKTIVNÍHO MODELU</b>	<b>16</b>
5.1. SCHÉMA OBRATU STÁDA V MODELU LP	16
<b>6. ZÁVĚR</b>	<b>19</b>
<b>7. PŘÍLOHA: MODEL Y DEA</b>	<b>20</b>
7.1. MODEL Y DEA	20
7.2. DEA – ZÁKLADNÍ PRVKY	20
7.3. HRANICE EFEKTIVITY – MODEL Y CRS A VRS	21
7.4. DOPORUČENÉ TYPY MODELŮ	21
<b>8. LITERATURA</b>	<b>22</b>

**Abstrakt:**

Prověřuje se možnost systémového modelu meziodvětvové analýzy (Input-Output model) pro makroekonomickou analýzu cenové vertikály vepřové maso. Analýza disponibilních datových zdrojů. Implementace modelů DEA pro nižší úroveň řízení. Hodnocení výroby tří českých farem v konkurenci 14 evropských a 2 mimoevropských zemí (Rakousko, Belgie, Česká republika, Dánsko, Finsko, Francie, Německo, Velká Británie, Maďarsko, Irsko, Itálie, Nizozemsko, Španělsko a Švédsko, Brazílie, USA). Implementace modelů DEA pro hodnocení nákladů a dosažené produkce na regionální úrovni v ČR. Hodnocení tří českých farem, které realizují chovy prasat ve třech různých výrobních oblastech. Model obratu stáda produkce prasat na rodinné farmě s variantami a) vlastní produkce selat, b) nákup selat, c) kombinace obou možností. Model pomůže farmářům s kalkulací nákladů a produkce u vlastní farmy a vytvoří vstup do připravovaného interaktivního on-line modulu PIGRANK.

Klíčová slova: výroba vepřového masa v ČR a EU; modely DEA; náklady a výnosy produkce prasat; hodnocení regionálních výrobců; „peer jednotka“.

JEL klasifikace: Q13, C22

**Annotation:**

The possibility of a system Input-output model for macroeconomic analysis of the price vertical of pork is examined. Analysis of available data sources. Implementation of DEA models for lower-level management of pig farms. Evaluation of competitiveness of three Czech farms among a group of 14 European and 2 non-European countries (Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Great Britain, Hungary, Ireland, Italy, Netherlands, Spain and Sweden, Brazil, USA). Implementation of DEA models for evaluation of costs and achieved production at regional level and in different production areas in the Czech Republic. Model of turnover of pig production on family farm with variants a) own production of piglets, b) purchase of piglets, c) combination of both possibilities. The model will help farmers to calculate the costs and production of their own farm and will create access to the intended interactive online module PIGRANK.

Key words: pork meat production in the Czech Republic, DEA models; physical performance of pig production, evaluation of regional producers; “peer decision-making unit”.

Jel classification: Q13, C22

## 1. Úvod

Dílčí závěrečná zpráva č. 6 (DZZ 6) výzkumného úkolu TAČR, program ÉTA, č. VÚ TL01000180, podává přehled základních výsledků výzkumné činnosti za období leden – prosinec 2019. Protože některé etapy řešení a milníky výzkumné činnosti nerespektují hranice kalendářního roku, ale volně a dle potřeby přecházejí z jednoho období do druhého, v závěrečném hodnocení se setkáme i s činnostmi realizovanými v roce předchozím.

DZZ 6 navazuje na dílčí zprávu [Smutka, Luboš, Havlíček, Jaroslav a kol., \(2019\)](#), která je k dispozici na webových stránkách projektu. Rok 2019 byl pro řešení výzkumného úkolu významný v tom smyslu, že se podařilo ověřit navržené metodické postupy na konkrétních případech v praxi a upravit je do funkčních metodických postupů pro závěrečné fáze výzkumu pro období 2020 – 2021.

*Výsledky diskusí v rámci týmu řešitelů, konzultace s pracovníky vytypovaných podniků, závěry národní konference chovatelů (Kostelec n. Čl., 12/2019) a vícekritériální hodnocení výrobců vepřového masa v ČR a EU pomocí modelů DEA (Smutka, Luboš, Havlíček, Jaroslav a kol., (2019)) dávají výzkumu reálný, smysluplný rámec pro další období:*

1) Pro makroekonomickou úroveň řízení se nejlépe uplatní systémový model meziodvětvové analýzy (Input-Output model, IO model). Pro vstupy do modelu lze využít datové zdroje, které byly připraveny v předchozím období ([Luboš Smutka, Jaroslav Havlíček a kol, 2018a](#)), ([Luboš Smutka, Jaroslav Havlíček a kol, 2018b](#)), ([Luboš Smutka, Jaroslav Havlíček a kol, 2018c](#)) a doplnit je datovými zdroji, které uvádějí např. [Vysušil Jiří, 2002](#), [Semerák Vilém, 2012](#) nebo jsou k dispozici v národních a mezinárodních databázích.<sup>1</sup>

*Podrobný popis navrženého IO modelu je uveden v kapitole č. 3.*

2) Pro nižší úroveň řízení se osvědčily modely vícekritériálního lineárního programování typu DEA. Ve zprávě [Smutka, Luboš, Havlíček, Jaroslav a kol., \(2019\)](#) je provedeno hodnocení 14 zemí EU, Brazílie a USA z hlediska výrobních nákladů a dosažené produkce v chovu prasat.

V průběhu výzkumu jsme prokázali, že modely DEA je možné upravit i pro analogické hodnocení nákladů a dosažené produkce u jednotlivých výrobců v regionech. Prezентují se výsledky hodnocení tří českých farem, které realizují chovy prasat ve třech různých výrobních oblastech. Výzkum v této oblasti bude pokračovat i v roce 2020: předpokládá se hodnocení více výrobců/farem a tvorba interaktivního „on-line“ modulu „PIGRANK“, pomocí kterého si individuální výrobce ověří úspěšnost svého podnikání v porovnání s vybranými výrobci v ČR a okolních zemích.

*Podrobný popis implementace modelů DEA pro české farmy je uveden v kapitole č. 4.*

3) Pro úroveň výroby na rodinných farmách byl připraven lineární model obratu výroby prasat s variantami a) vlastní produkce selat, b) nákup selat, c) kombinace obou možností. Model nalezne uplatnění jako „vstupní brána“ do modulu PIGRANK pro ty zájemce, kteří budou potřebovat pomoc s kalkulací nákladů a produkce u vlastní farmy.

*Model obratu stáda pro potřeby on-line modulu PIGRANK je uveden v kapitole č. 6.*

---

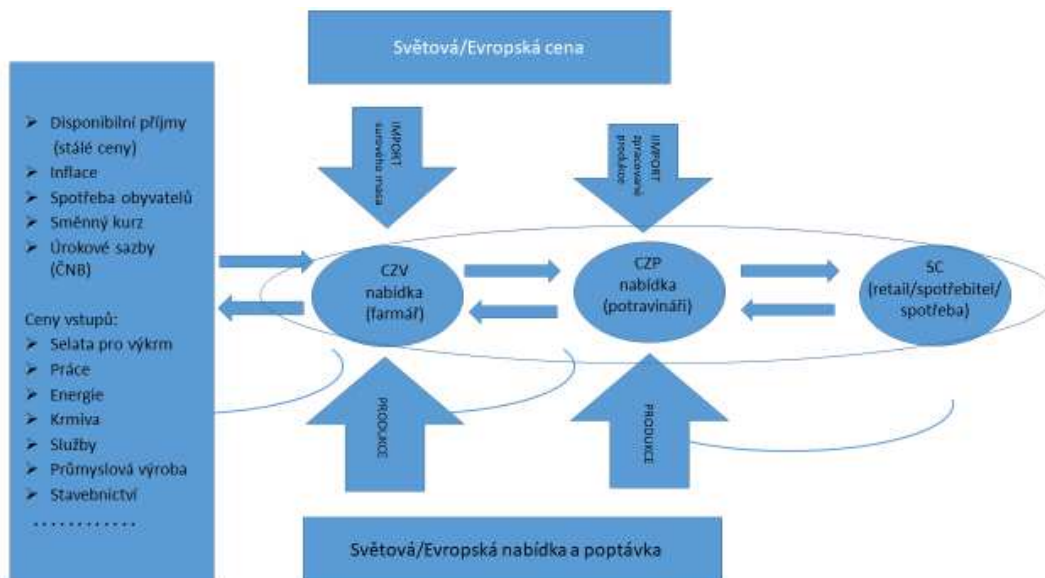
<sup>1</sup> ČSÚ: Evropský systém účtů ESA

EUROSTAT: The ESA Input-Output Manual. Luxembourg 2019

OECD: National Accounts of OECD Countries. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard

## 2. Obecný systémový model pro analýzu cenové vertikály

Obecné schéma procesů vstupujících a vytvářejících cenovou vertikálu je na Obrázku 1.



Obrázek 1: Procesy utvářející cenovou vertikálu „Vepřové maso“.

Procesy (v matematických modelech „proměnné“) zobrazené na Obrázku 1 je třeba chápat v souvislostech s prostředím, ve kterém se výzkum realizuje:

1) V oblasti makroekonomické se jedná o vstupy i výstupy na úrovni státu nebo skupiny zemí, a tomu odpovídá i úroveň výstupů, která bude užitečná a srozumitelná pro řídicí pracovníky státní správy a administrativy. Nelze očekávat bezprostřední benefit pro jednotlivé výrobce, v tomto případě velkokapacitní výkrmny, zemědělská družstva nebo rodinné farmy.

2) V oblasti mikroekonomické se jedná v podstatě o stejné, nebo analogické vstupy a výstupy, ale na úrovni regionů a výrobců a výsledky mohou sloužit bezprostředně manažerské podnikové praxi.

Limitujícími faktory výzkumu nejsou počty či rozmanitost vstupujících a vystupujících faktorů, ale nedostatečný objem odpovídajících a spolehlivých dat. Je to paradox „informační společnosti“, ve které výkonná a levná arteficiální zařízení produkují giga-objemy dat, která nejsou zpracována do potřebné finální podoby a přivedena k uživatelům. Otázkám dispoice a přístupnosti dat jsou věnovány kapitoly ve zprávách [Smutka Luboš, Havlíček Jaroslav a kol, 2018a](#), [Smutka Luboš, Havlíček Jaroslav, 2018b](#), [Smutka Luboš, Havlíček Jaroslav a kol, 2018c](#); zde je uveden i přehled odborných zdrojů k tomuto tématu.

Procesy generující cenovou vertikálu vstupují do modelů ve třech variantách:

1) V cenově orientovaném modelu jsou vstupní i výstupní proměnné reprezentovány cenami. Takový model je homogenní z hlediska jednotek (Kč, EURO apod.), výsledky produkuje pro specificky cenově-orientovaný segment řízení. Nevýhodou tohoto typu modelu je komplikovaný přenos výsledků do technické a technologické praxe.

2) V technologicky (materiálově) orientovaném modelu proměnné zobrazují reálné technologické procesy a toky materiálů. Vstupy i výstupy jsou prezentovány různými jednotkami (kg, cal, nutriční hodnoty apod.). Nevýhodou tohoto typu modelu jsou komplikované a ne vždy jedno-jednoznačné převody mezi fyzikálními jednotkami a odpovídajícími cenami. Výsledky jsou přenosné bezprostředně do praxe.

3) I když se jeví kombinace obou předchozích typů modelů jako vhodná varianta, kombinace cenově a technologicky orientovaných procesů v jednom modelu činí při konstrukci a ladění modelu potíže. Vztahy mezi proměnnými v IO modelu jsou lineární a mohou se vyskytnout rozdíly mezi lineárním vývojem cen a nelineárním vývojem materiálních procesů, a naopak. Proměnné reprezentované cenami a materiálově prezentované proměnné se v dynamických modelech „rozcházejí“, v průběhu času se mění parametry jejich funkční závislosti. Tyto vlastnosti kombinovaného modelu je třeba vzít v úvahu. Protože se IO modely zpravidla konstruují pro období 1 roku, omezení linearity nemusí být determinující.

Model na Obrázku 1 je prospektivní, tj. v průběhu času vstupy (CZV – Nabídka farmářů) působí přes potravinářský sektor (CZP – Potravináři) na konečného spotřebitele (SC – Retail, konečná spotřeba), ale není bez doznívání (není Markovský), protože je i retrospektivní. Zpětná vazba SC – CZP – CZV prokazatelně působí, jak bylo prokázáno na analýze časových řad v DZZ 3 (regresní analýza, kapitola 5 a 6). Navíc se v rámci zpětné vazby objevují šoky způsobené neočekávanými událostmi (viz případy v analýze časových řad v DZZ 1 a DZZ 2).

Výše uvedené poznámky ke schématu modelu na Obrázku 1 je třeba vzít v úvahu při návrhu a konstrukci vhodného modelu pro analýzu výrobní vertikály vepřového masa.

### 3. Model meziodvětvové analýzy – výrobní vertikála v makroekonomickém prostředí

#### 3.1. Základní informace o modelu

Pro modelování výrobní vertikály na makro-úrovni se jako nejvhodnější doporučuje modifikace standardního modelu meziodvětvové analýzy (Input-Output, IO model).

IO je standardní, snadno použitelný (při přítomnosti potřebných dat), citlivě reaguje na změny politik v rámci zkoumaného systému.

Jak je zřejmé ze schématu na Obrázku 1, výrobní vertikála se vyznačuje silnými meziodvětvovými vazbami. Standardní nástroje, jako je např. statistická analýza (DZZ 1, DZZ 2), se však zaměřují na zkoumání izolovaných odvětví a jejich vzájemné vazby opomíjejí. Korelace sice objeví závislost, ale neodhalí její příčiny. Tento nedostatek odstraňuje input-output analýza, která nabízí nástroje pro kvantifikaci vzájemných vazeb mezi subjekty (odvětvími či sektory) vstupujícími do vertikály.

Výchozím zdrojem dat pro kvantifikaci meziodvětvových vazeb jsou symetrické input-output tabulky (IO tabulky); příklady a přehled publikací uvádějí např. [Vysušil Jiří \(2002\)](#), [Vavrla Lukáš \(2019\)](#), data jsou k dispozici v databázích, např. v [“Databáze národních účtů”- ČSÚ](#).

V odborné literatuře se prezentují další zajímavé aplikace<sup>2</sup>.

Model umožňuje simulaci ve formě výpočtu variant, jeho součástí je i možnost simulovat retrospektivní zásahy (oboustranné vazby mezi „kvadranty modelu“). Interpretace variant umožňuje formulovat smysluplné scénáře vývoje.

#### 3.2. Schéma IO modelu

Základním nástrojem pro strukturní analýzu jsou symetrické IO tabulky, které slouží k zadávání informací o technologicko-ekonomických vazbách ve zkoumaném systému. IO tabulka je v podstatě matice dat popisující kvantitativní vztahy mezi vstupy (náklady) jednotlivých odvětví a jejich výstupy (produkci).

IO tabulka se standardně rozděluje na čtyři kvadranty:

I. kvadrant – udává informace o vztazích mezi dodavateli a odběrateli ve formě *mezispotřeby*. Na schématu na Obrázku 1 se jedná o modelování vztahu mezi CZV (nabídkou farmářů) a CZP (nabídkou potravinářů).

II. kvadrant – popisuje vztahy mezi dodávajícími výrobními odvětvími a autonomními odvětvími v podobě konečného užití. Dle Obrázku 1 vztah mezi CZV – CZP – SC (konečná spotřeba).

---

<sup>2</sup> Publikace NERVu – vliv německé zahraniční dotace na produkci automobilů v ČR, otevřenost české ekonomiky do zahraničí, aj.

Mattas, K., Loizou, E., & Tzouvelekas, V. (2009). Rural development through Input-Output modelling. V P. a. Papajorgji, *Advances in Modelling Agricultural Systems* (stránky 273-295). Springer.

Papadas, C., & Dahl, D. (1999). Supply-Driven Input-Output multipliers. *Journal of Agricultural Economics*, 269-295.

III. kvadrant – udává úhrn mzdových nákladů, spotřeby fixního kapitálu, daní a zisku. Projeví se zde vazby mezi primárními činiteli (např. pracovní síla, kapitál, výrobní kapacity) a výrobními odvětvími.

IV. kvadrant – poskytuje informace o přímých vztazích mezi primárními činiteli a konečným užitím produktů. Dle Obrázku 1 jde o prospektivní a retrospektivní vztahy mezi vstupem a výstupem modelu.

Základem IO tabulky je I. kvadrant (Semerák Vilém, 2012, Vavrla Lukáš, 2019). Ve čtvercové matici jsou zobrazeny hodnoty mezispotřeby, sloupce a řádky matice mají stejné členění: produkt x produkt, odvětví x odvětví. Model symetrické input-output tabulky uvádí Obrázek 2.

**Input-output tabulka**

Dodavatelská odvětví	Spotřebitelská odvětví	Finální produkce	FP celkem	Celková produkce celkem
	1 2 n			
1				
2	$x_{ij}$	$y_{jk}$	$y_i$	$x_i$
n				
Primární činitelé				
1				Celkové množství primárních činitelů $z_k$
2	$z_{kj}$			
r				
Celková produkce	$x_j$			

	RV	ŽV	Ostatní	Y	X
RV	10	30	40	10	90
ŽV	5	5	0	70	80
Ostatní	0	5	25	70	100
Mzdy/Materiál	45	25	15		
Hrubý zisk	30	15	20		
	90	80	100		

Obrázek 2: Schéma IO tabulky s ilustračním příkladem.

### 3.3. Predikce dopadů a exogenních šoků

Při přijetí přijatelných zjednodušujících předpokladů jsme schopni *odvodit predikce dopadů exogenních šoků a změn řízení* na celkovou strukturu a objem výroby v analyzovaném odvětví ve formě jednoduchého vztahu  $X = (E - A)^{-1}Y$ , kde  $A$  představuje strukturu meziodvětvových vazeb (tzv. technických koeficientů),  $Y$  odhad finální poptávky (který zahrnuje i předpokládané šoky).

Multiplikátory produkce  $(E - A)^{-1}$  (jiný název: matice koeficientů komplexní spotřeby) zahrnují jak *přímý vliv* finální poptávky na produkci určitého produktu, tak *vlivy nepřímé*, vyplývající z multiplikace výrobního procesu. Nepřímý efekt je způsoben tím, že výstup jednoho odvětví je zároveň vstupem dalších odvětví a naopak. Změna požadavků na vstupy jednoho odvětví má za následek změny ve vstupech do jiných odvětví.

Interpretace výše uvedeného jednoduchého vztahu ale vyžaduje pečlivé zvážení, které analytické indikátory zvolíme, a jakou váhu jim přiřadíme. Volba indikátorů a jejich následná



interpretace vyžaduje ověření ex post, resp. i ex ante na reálných datech (časových řadách) dat. Pro makroekonomický model jsou k dispozici data získaná, zpracovaná a prezentovaná ve veřejných zprávách DZZ 1 – DZZ 3 a v příslušných přílohách. Regionální úroveň částečně pokrývají data uvedená v DZZ 4 (neveřejná zpráva).

### 3.4. Volba indikátorů

Analytické indikátory odvozené z IO tabulek pro potřeby analýzy vývoje cen je třeba vybírat podle jejich multiplikačních efektů.

Standardní typ přírůstku  $\frac{\text{přímý} + \text{nepřímý efekt}}{\text{přímý efekt}}$  (změna se šíří prostřednictvím poptávky po vstupech)

je v našem případě třeba nahradit typem přírůstku  $\frac{\text{přímý} + \text{nepřímý efekt} + \text{indukovaný efekt}}{\text{přímý efekt}}$ ,

kteřý reaguje na šokové změny ve vstupech i výstupech (Semerák Vilém, 2012, Rojíček Marek, 2007). V rámci standardního IO modelu by tento typ přírůstku bylo možné identifikovat pomocí simulace. Při analýze cen lepší řešení nabízí transformace IO modelu na (vícekriteriální) model lineárního programování, ve kterém se simulace nahradí analýzou RHS a duálních hodnot.

### 3.5. Indikátory na výrobové vertikále

Pro analýzu prospektivního vývoje cenové hladiny v rámci IO modelu se doporučují následující analytické indikátory:

- 1) Multiplikátor nebo elasticita (% změny) – podle požadavku úrovně řízení (země, region).
- 2) Multiplikační efekt – včetně indukovaného efektu.
- 3) Ukazatele dopadu změny ceny vstupů do výrobního procesu produkce prasat.

### 3.6. IO model na regionální úrovni

V posledních 10 letech se v ČR objevily aplikace IO modelu i na regionální úrovni pro územně nižší správní celky, jejichž úspěšnost je ale závislá na dostupnosti dat. Metodiku z těchto prací by bylo možné v další fázi výzkumu adaptovat pro modelování v různě úrodných regionech. Z hlediska budoucího vývoje, očekávané „zelené a udržitelné“ politiky EU, se jedná o jednoduchý nástroj pro analýzu regionálních disparit v rámci výrobové vertikály i identifikaci multiplikačních efektů ve strukturálních a kohézních opatřeních EU (Orea & Wall, 2017, Brady, Hristov, Sahrbacher, Söderberg, & Wilhelmsson, 2017). Jak vyplývá ze studie Smutka, Luboš, Havlíček, Jaroslav a kol., (2019), někteří čeští výrobci se bez dotací neobejdou a regionální IO analýza může sloužit zejména při hodnocení efektivnosti evropských fondů v českých regionech.

IO analýza umožňuje vzájemné propojení jednotlivých sektorů uvažovaného výrobního procesu, Assefa, Meuwissen, Gardebroek, & Oude Lansink (2017).

IO model umožňuje prezentaci a utřídění sektorových dat a mezisektorových dat do formy jednoduché a přehledné tabulky, ze které jsou zřejmé mezisektorové vazby (závislost

na dovozu a vývozu, struktura finální domácí poptávky, celková produkce zkoumaného odvětví, závislost na HDP a národním důchodu.

Na makro úrovni jsou k dispozici data (např. komoditní karty, databáze VUZE, ČSÚ). Pokud by se regionální IO model aplikoval pro nižší úroveň řízení, bude nezbytné model zjednodušit a upravit v souladu s disponibilními datovými zdroji. ČSÚ publikuje data pouze na celostátní úrovni, regionální data bude třeba získávat osobně z tzv. regionálních ročenek. Ty ale mají malý rozsah – maximálně 10 kategorií a liší se i ve struktuře dat. Regionální IO model bude proto jednoduchý.

### 3.7. Poznámky

1) Omezujícím faktorem IO modelů linearita vztahů mezi výrobní spotřebou a výrobou jednotlivých odvětví, neboli přímá úměrnost mezi výrobní spotřebou a výrobou. Tento předpoklad pochopitelně nevystihuje skutečnost a míru, s jakou se u vertikály vepřové maso linearita projeví, nedovedeme zatím odhadnout. V prvních fázích výzkumu (DZZ 1, DZZ 2, DZZ 3) jsme ukázali, že vývoj farmářských cen u komodity vepřové maso je v ČR a řadě dalších států EU konzervativní; výjimka se projevila pouze v období intervencí ČNB. Z tohoto zjištění lze usuzovat, že linearita vztahů nebude výrazná. Ověření nelinearity mezi spotřebou a výrobou v odvětvích lze provést pomocí simulace.

2) Teoreticky je možno konstruovat i složitější modely, to však může být z praktického hlediska nerealizovatelné. Z poznámek v Úvodu vyplývá, že reálně lze vytvořit pouze standardní model. Pro komplexní řešení formou složitějších tzv. CGE resp. AGE modelů nejsou k dispozici potřebná data.

3) Linearita umožňuje, že pro konstrukci IO modelu je třeba pouze technický koeficient (parametr) pro každou relaci mezi dvěma odvětvími. Pro konstrukci modelu pak postačují data z údajů za jediné období (zpravidla rok). Modely s více parametry většinou nejsou funkční, protože technické koeficienty postupem času zastarávají a modely ztrácejí svou platnost.

4) Z poznámek k IO modelu vyplývá, že model bude stabilní, pokud:

a) dílčí technické koeficienty budou přibližně stejné,

b) nebude se měnit výrazně výrobní struktura sledovaného odvětví.

Proto je vhodné zařazovat do jednoho odvětví produkty s podobnou strukturou vstupů a do odvětví by měly být zařazovány za sebou následující fáze výroby. Tento předpoklad je i zobrazen na schématu na Obrázku 1. V DZZ 3 jsme např. na cenách vepřového masa prokázali návaznost odvětví „Produkce prasat v ŽV“ → „Zpracování na jatkách“ → „Prodej v maloobchodě“ pomocí regresní analýzy. Podle charakteru disponibilních dat lze využít např. i shlukovou analýzu.

## 4. Příklad hodnocení efektivity výroby tří českých farem

### 4.1. Datové soubory

DMU jsou vybrané evropské země, 2 reprezentanti USA a Brazílie (ta je prezentována dvěma oblastmi s rozdílnými podmínkami pro výrobu) a tři české velkochovy prasat A, B a C.

Technologie a management jsou v těchto zemích srovnatelné. V Tabulce 1 je přehled zemí, zařazených do hodnocení, a institucí, ze kterých byla čerpána data.

1	Austria – VLV Upper Austria
2	Belgium – Flemish Government and Boerenbond Belgie
3	Brazil (MT) – oblast Mato Grosso
4	Brazil (ST) – oblast Santa Catarina
5	Czech Republic – Institute of Agricultural Economics and Information (UZEI)
6	Denmark – SEGES
7	Finland – Atria
8	France – IFIP
9	Germany – Thuenen Institute (ISN)
10	Great Britain – Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB)
11	Hungary – AKI Research Institute of Agricultural Economics
12	Ireland – Teagasc
13	Italy – Research Centre for Animal Production (CRPA)
14	Netherlands – Wageningen Economic Research
15	Spain – SIP Consultors
16	Sweden – Svenska Pig
17	USA – Iowa State University
18	Farma A – data získána osobně dotazníkovým šetřením
19	Farma B – data získána osobně dotazníkovým šetřením
20	Farma C – data získána osobně dotazníkovým šetřením

Tabulka 1: Přehled zemí a výrobců zařazených do srovnávací studie pomocí modelů DEA.

V Tabulce 2 jsou základní data: průměry hodnot jednotlivých výrobců a průměry hodnot za všechny výrobce za období 2012 – 2017, data jsou rozdělena na 6 vstupů (I) a 6 výstupů (O), časová perioda 1 rok.

Z dotazníkového šetření (které probíhá mezi českými producenty) jsme vybrali 3 reálné výrobce A, B a C: velmi úspěšného, méně úspěšného a výrobce který vyrábí v horší výrobní oblasti. Mezi země je vložena *fiktivní země* „Průměr EU“ (můžeme si ji představit jako zemi „Spojené státy evropské“) – pomocí ní můžeme porovnat postavení jednotlivých sledovaných zemí i tří českých farem k průměrným hodnotám v Evropě.

Země	(I)Úhyn: odchov a výkrm, %	(I)Krmiva, na 1kg přírůstku, kg	(I)Krmiva, EUR/kg/carcas	(I)Mat. náklady, EUR/kg/carcas	(I)Osobní náklady EUR/kg/carcas	(I)Ostat. náklady, EUR/kg/carcas	(O)Počet porodů, prasnice/rok	(O)Selata narozená, prasnice/rok	(O)Selata odchovaná, prasnice/rok	(O)Přirůstek výkrmu, kus/den/g	(O)Vyskladnění živá, kg/kus	(O)Produkce masa, prasnice/kg/rok
AUS	4,810	2,860	0,867	0,251	0,171	0,468	2,290	24,900	24,150	810	121	2245
BEL	7,100	2,760	0,913	0,217	0,114	0,308	2,340	28,830	28,640	694	116	2620
BRA (MT)	4,200	2,600	0,662	0,171	0,068	0,205	2,410	27,400	26,860	831	120	2346
BRA (SC)	5,000	2,600	1,016	0,148	0,091	0,228	2,330	26,660	27,170	820	122	2390
DEN	6,200	2,660	0,788	0,217	0,137	0,342	2,280	33,290	32,260	971	114	2683
FIN	5,100	2,700	0,788	0,377	0,171	0,491	2,230	27,130	26,510	970	121	2326
FRA	6,420	2,720	0,833	0,263	0,137	0,331	2,370	28,190	27,400	815	121	2440
GER	5,800	2,810	0,856	0,308	0,148	0,388	2,330	29,660	28,740	832	122	2636
GB	6,570	2,860	0,993	0,251	0,148	0,320	2,290	25,750	24,780	833	109	1998
HUN	5,860	3,040	0,913	0,263	0,137	0,342	2,250	25,470	24,990	710	111	2103
IRE	5,120	2,660	1,016	0,263	0,137	0,365	2,360	28,450	27,620	866	111	2285
ITA	6,630	3,750	1,210	0,251	0,171	0,422	2,250	24,770	23,750	687	168	3126
NL	4,900	2,580	0,856	0,342	0,137	0,354	2,360	30,250	29,490	822	121	2708
SPA	7,250	2,460	0,913	0,228	0,103	0,228	2,310	26,980	25,990	701	110	2081
SWE	3,600	2,870	0,902	0,194	0,183	0,548	2,240	26,920	26,090	941	122	2304
USA	8,840	2,710	0,651	0,126	0,068	0,205	2,440	26,430	25,320	857	127	2287
EU průměr	5,800	2,830	0,913	0,263	0,148	0,377	2,300	27,790	26,950	819	120	2427
ČR	5,000	2,920	0,879	0,434	0,103	0,126	2,270	26,650	25,860	844	115	2237
FARMA A	1,01	2,91	0,95	0,17	0,11	0,13	2,31	27,10	26,35	870	135	2500
FARMA B	4,01	2,93	1,00	0,20	0,15	0,25	2,30	27,00	26,35	845	120	2300
FRAMA C	3,91	3,05	1,12	0,25	0,18	0,30	2,30	27,10	26,30	835	110	2200

	Úhyn: odchov a výkrm, %	Krmiva, na 1kg přírůstku, kg	Krmiva, EUR/kg/carcas	Mat. náklady, EUR/kg/carcas	Osobní náklady EUR/kg/carcas	Ostat. náklady, EUR/kg/carcas	Počet porodů, prasnice/rok	Selata narozená, prasnice/rok	Selata odchovaná, prasnice/rok	Přirůstek výkrmu, kus/den/g	Vyskladnění živá, kg/kus	Produkce masa, prasnice/kg/rok
Max	7,25	3,75	1,21	0,43	0,18	0,55	2,37	33,29	32,26	971,00	168	3126
Min	3,60	2,46	0,79	0,17	0,10	0,13	2,23	24,77	23,75	687,00	109	1998
Průměr	5,45	2,84	0,92	0,26	0,14	0,34	2,30	27,57	26,79	825,83	120	2401
SD	1,09	0,26	0,10	0,06	0,02	0,11	0,04	2,00	2,00	83,55	13	269

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,00	0,00	-0,01	0,03	-0,38	-0,05	0,20	0,11	0,11	-0,56	0,02	0,18
2	0,00	1,00	0,72	-0,08	0,36	0,12	-0,47	-0,54	-0,56	-0,34	0,78	0,44
3	-0,01	0,72	1,00	-0,35	0,15	-0,14	-0,09	-0,52	-0,54	-0,45	0,57	0,23
4	0,03	-0,08	-0,35	1,00	-0,08	-0,02	-0,07	0,00	0,01	0,12	-0,11	-0,03
5	-0,38	0,36	0,15	-0,08	1,00	0,79	-0,39	-0,25	-0,26	0,30	0,25	0,08
6	-0,05	0,12	-0,14	-0,02	0,79	1,00	-0,27	-0,05	-0,05	0,22	0,17	0,17
7	0,20	-0,47	-0,09	-0,07	-0,39	-0,27	1,00	0,44	0,44	-0,21	-0,25	0,11
8	0,11	-0,54	-0,52	0,00	-0,25	-0,05	0,44	1,00	1,00	0,41	-0,28	0,35
9	0,11	-0,56	-0,54	0,01	-0,26	-0,05	0,44	1,00	1,00	0,39	-0,30	0,34
10	-0,56	-0,34	-0,45	0,12	0,30	0,22	-0,21	0,41	0,39	1,00	-0,22	-0,11
11	0,02	0,78	0,57	-0,11	0,25	0,17	-0,25	-0,28	-0,30	-0,22	1,00	0,76
12	0,18	0,44	0,23	-0,03	0,08	0,17	0,11	0,35	0,34	-0,11	0,76	1,00

Tabulka 2: Vstupní data modelu DEA – 6 vstupů, 6 výstupů, průměry a matice korelačních koeficientů.

Podle odborné literatury (Farrell, M. J. 1957), korelační matice by měla obsahovat koeficienty nejvýše do hodnot  $|0,7 - 0,8|$ . To je v našem případě splněno.

#### 4.2. Adaptace dat pro model DEA

V národních a světových databázích je obtížné najít standardizované zdroje dat. V případě výroby vepřového masa se prezentují data s rozdíly, které lze v případě globálních, souhrnných hodnot dobře porovnat a vyhodnotit. Některé země prezentují technologie a ekonomické parametry za periodu 100 dnů, jiné za 1 kvartál, jiné za 1 rok.

Podobně se liší váhové a nákladové položky u selat, výkrmu a živé nebo mrtvé váhy.

Pro zpracování dat byla využita metodika společnosti *InterPig*, která byla aplikována na všechna data, získávána z různých zdrojů, (Davis Carol, 2017).

Údaje byly standardizovány na základě tří kategorií hmotností:

- a) odstavená selata – váha 8 kg (v GB = 7,1 kg, v ČR 7,5 kg),
- b) předvýkrm – 30 kg (v GB = 37,1 kg, v ČR 30 kg),
- c) živá hmotnost při porážce – 120 kg (v GB = 105,4 kg, v ČR 110 kg).

Pro zajištění konzistence dat byly všechny finanční prostředky převedeny na měnu EUR pomocí pevného směnného kurzu, zveřejněného pro roky 2012 - 2017 (EUROSTAT).

#### 4.3. Ukázka hodnocení pomocí modelů CCR(I) a CCR(O)

DEA CCR I			DEA CCR O		
DMU	Pořadí	Hodnocení	DMU	Pořadí	Hodnocení
BEL	1	1	BEL	1	1
DEN	1	1	DEN	1	1
FIN	1	1	FIN	1	1
FRA	1	1	FRA	1	1
IRE	1	1	IRE	1	1
ITA	1	1	ITA	1	1
NL	1	1	NL	1	1
SPA	1	1	SPA	1	1
SWE	1	1	SWE	1	1
ČR	1	1	ČR	1	1
FARMA A	1	1	FARMA A	1	1
FARMA B	0,995	12	FARMA B	0,995	12
FRAMA C	0,993	13	FRAMA C	0,993	13
AUS	0,989	14	AUS	0,989	14
GER	0,982	15	GER	0,982	15
EU průměr	0,940	16	EU průměr	0,940	16
HUN	0,914	17	HUN	0,914	17
GB	0,906	18	GB	0,906	18

Tabulka 3: Hodnocení (ranking) objektů pomocí modelu CCR.

Oba modely dávají stejné výsledky, farmu A zařazují mezi efektivní jednotky, farmy B a C jsou hodnoceny nad průměrem EU.

V hodnocení se mezi „peers“ umístil velký počet jednotek. Metodika modelů DEA nabízí možnost hodnotit i tyto excelentní jednotky pomocí tzv. SuperDEA modelů.

SuperDEA model upraví hodnocení jednotek rozšířením normovaného intervalu (0, 1) na větší interval, „peers“ jednotky jsou hodnoceny podle toho „jak dalece převyšují hranici efektivnosti“ (více v dílčí závěrečné zprávě [Smutka, Luboš, Havlíček, Jaroslav a kol., \(2019\)](#)).

Speciální verze modelů *Super DEA CCR(I)* a *SuperDEA CCR(O)*, Tabulka 4, hodnotí farmu A jako nejlepší, s výrazně vysokým hodnocením: 1,84.

I postavení ČR mezi evropskými výrobci je velmi dobré: 1,11.

Super DEA CCR (I), CCR(O)		
DMU	Pořadí	Hodnocení
FARMA A	1	1,843
DEN	2	1,303
SWE	3	1,202
SPA	4	1,120
NL	5	1,114
CR	6	1,110
FIN	7	1,085
BEL	8	1,058
IRE	9	1,018
FRA	10	1,015
ITA	11	1,003
FARMA B	12	0,995
FRAMA C	13	0,993
AUS	14	0,989
GER	15	0,982
EU průměr	16	0,940
HUN	17	0,914
GB	18	0,906

Tabulka 4: Hodnocení DMU pomocí modelu SuperDEA.

Farmy B a C se nacházejí pod hranicí efektivity – nabízí se možnost zlepšení. Modely DEA poskytují potřebné údaje, Tabulka 5a, 5b:

CCR I	Vstupy	Úhyn: odchov a výkm, %	Krmiva, na 1kg přírůstku, kg	Krmiva, EUR/kg/carcas	Mat. náklady, EUR/kg/carcas	Osobní náklady, EUR/kg/carcas	Ostat. náklady, EUR/kg/carcas
FARMA B	B původní náklady	4,000	2,900	1,000	0,200	0,150	0,250
	B nové náklady	3,979	2,885	0,971	0,188	0,130	0,249
	Snížit o %	0,513	0,513	2,911	<b>5,930</b>	<b>13,163</b>	0,513
FARMA C	C původní náklady	4,000	2,900	1,000	0,250	0,180	0,300
	C nové náklady	3,971	2,879	0,959	0,196	0,139	0,298
	Snížit o %	0,725	0,725	4,115	<b>21,743</b>	<b>22,981</b>	0,725

Tabulka 5a: Koeficienty transferu vstupů na hranici efektivity pro jednotky A a B.

#### a) Doporučení pro vstupy

U obou farem se jedná o výrazné snížení materiálových a osobních nákladů. U farmy B je třeba snížit osobní náklady o 13,2 % a materiálové náklady o 5,9 %. Farma C by měla snížit materiálové náklady o 21,7 % a osobní náklady o 23 %.

CCR I	Výstupy	Počet porodů, prasnice/rok	Selata narozená, prasnice/rok	Selata odchovaná, prasnice/rok	Přírůstek výkrmu, kus/den/g	Vyskladnění živá, kg/kus	Produkce masa, prasnice/kg/rok
FARMA B	B původní výstupy	2,300	27,100	26,350	845,000	120,000	2300
	B nové výstupy	2,300	27,392	26,618	888,493	131,498	2477
	Zvýšit o %	0,000	1,077	1,016	5,147	<b>9,582</b>	7,700
FARMA C	C původní výstupy	2,300	27,100	26,300	835,000	110,000	2200
	C nové výstupy	2,300	27,512	26,729	896,142	130,050	2468
	Zvýšit o %	0,000	1,522	1,630	<b>7,322</b>	<b>18,227</b>	<b>12,165</b>

Tabulka 5b: Koeficienty transferu výstupů na hranici efektivity pro jednotky A a B.

*a) Doporučení pro výstupy*

U Farmy C se projevují zhoršené přírodní podmínky pro chov. Doporučuje se výrazné zvýšení vyskladněných zvířat z hodnoty 110 000 kg na 130 050 kg, tj. o 18,2 % více. V praxi je tak výrazné zvýšení produkce asi nemožné. V kombinaci s regionálně orientovaným IO modelem je možnost poskytnout reálně zdůvodněné podklady pro poskytnutí dotací.

Podrobný výklad k výše uvedenému příkladu je uveden v [Smutka, Luboš, Havlíček, Jaroslav a kol. \(2019\)](#).



## 5. Modul pro tvorbu vstupů do interaktivního modelu

Byla ověřena pracovní verze Modelu lineárního programování (LP) zemědělského podniku (středně velký podnik, rodinná farma), do kterého je zakomponován blok modelující obrat chovu prasat s cenovými vazbami na další výrobní aktivity.

Model lze rozdělit na bloky, které modelují různé alternativy výroby: standardní, organicky zaměřenou, s welfare technologiemi, Obrázek 3.

Omezení aktivit	Aktivity (proměnné)			RHS
	Standard	Organické hospodaření	Welfare technologie	
Účelová funkce				

Obrázek 3: Blokový model LP - schéma.

K dispozici je několik verzí modelu LP vytvořených VUZE<sup>3</sup>. Tyto výsledky lze bezprostředně využít pro konstrukci modelu se specifikací na výrobu vepřového masa.

### 5.1. Schéma obratu stáda v modelu LP

V rámci předběžného výzkumu byl vytvořen LP model výroby vepřového masa. Velmi zjednodušené schéma vnořeného boku je na Obrázku 4.

Model lineárního programování lze použít pro analýzu a hodnocení alternativ výrobních programů. Je vhodný i pro simulaci variant „welfare chovu“, variant organické/ekologické výroby – metodické přístupy nabízejí např. [Angulo-Meza, González-Araya, & all., \(2019\)](#), [Bonfiglio, Arzeni, & Bodini, \(2017\)](#).

Pro řešení rozsáhlých modelů řešitelský tým vyvinul vlastní SW „LINKOSA“.

---

<sup>3</sup> Např. Ivan Foltýn: regionální optimalizační model FARMA-4, AGRO-ŽV, a další, které modelují chování typových farem ve specifických podmínkách výrobních oblastí ČR.

	Příjem		Výdej					Užitkovost		Doba vedení v kategorii - roky
	Kusy	Váha 1 ks v kg	Převod ks v kg	Úhyn ks v kg	Prodej kusů	Váha 1 ks v kg	Celkem kg	Za den	Celkem	
Prasnice	1,00	200								1
Selata do 2,5 měsíce	18,00		16,00	2,00						0,21
Podíl na kanci	0,05									1
Na březivost										
<b>Prasnice CHJ</b>										
Prasničky do 6 měsíců	1,20	20	1,10	0,10				0,57	60	0,29
Prasničky do 7,5 měsíce	1,10	80	1,00		0,10	100	10,00	0,45	20	0,12
Prasničky březí	1,00	100								0,33
Na březivost										
<b>Chovná prasata CHJ</b>										
Prasata do 50 kg	1,10	20	1,05	0,05				0,60	30	0,137
Předvýkrm do 80 kg	1,05	50	1,02	0,03				0,60	30	0,137
Výkrm do 110 kg	1,02	80	1,00	0,02				0,60	30	0,137
<b>Prasata CHJ</b>					1,00	110	110			

Průměrný stav v ks	Potřeba živin			Potřeba krmiv v kg/krmný den								
	Celkem sušiny za rok v t	Celkem SNL za rok v t	Celkem ŠJ za rok v t	Směs PK, PB kg	Úsušky, granule kg	Krmná řepa kg	Zelené kg	Jádro kg	ČOS I kg	ČOS II kg	A1 kg	Směs SOL kg
1	0,35	0,036	0,17	2	1							
3,78	0,11	0,008	0,07			5						
0,05	0,33	0,030	0,17				10					
	0,05	0,005	0,04		1	3		3	5	15	10	
4,83	0,84	0,079	0,44									
0,35	0,11	0,011	0,05									2
0,14	0,05	0,003	0,03					1				
0,33	0,15	0,014	0,08				10					
	0,04	0,004	0,03	2	1	5	10					
0,82	0,34	0,032	0,19									
0,15												
0,14												
0,14												
0,43												

Počet krmných dní	Potřeba krmiv celkem t za rok				Pracovní náklady Kč	Materiálové náklady Kč	Celkem náklady Kč	Tržby Kč	Zisk Kč
	Úsušky granule celkem t	Krmná řepa celkem t	Zelené celkem t	Jádro celkem t					
365,00	0,37								
215,00		1,08							
150,00			1,50						
50,00	0,02	0,06		0,06					
	0,39	1,14	1,50	0,06	1000	3100	4100	6450	2550
105,00									
45,00				0,05					
26,25		0,13	0,19						
120,00	0,12	0,35	0,50						
	0,12	0,48	0,69	0,05	150	600	750	1300	550
					100	600	700	1150	450

Obrázek 4: Schéma bloku „odchov prasat“ v modelu výroby rodinné farmy.

## 6. Závěr

Dílčí závěrečná zpráva č. 6 (DZZ 6) je určena pro užší okruh spolupracovníků v okolí týmu řešitelů na vlastním pracovišti i mimo ně. Předkládá informace o výsledcích výzkumu za období září – prosinec 2019, prezentuje metodický rámec dalšího výzkumu, který se v období 2020 – 2021 soustředí především na analýzu cen na výrobní vertikále vepřové maso v makroekonomickém prostředí.

Zpráva je rozdělena do tří částí, každá z nich prezentuje záměry příštího výzkumu pro různé skupiny uživatelů.

1) Hlavní cílovou skupinou výzkumu pro následujícím období jsou pracovníci (manažeři) působící v *makroekonomické oblasti* řízení. Při analýze cen na výrobní vertikále vepřové maso se uplatní systémový model meziodvětvové analýzy (Input-Output model).

Mezi vedlejší cílové skupiny patří:

2) Velcí producenti vepřového masa (velké farmy, specializované na výkrm) – *střední úroveň řízení*. Pro hodnocení efektivity výroby se využijí modely DEA. Uplatnění modelů DEA při analýze a hodnocení vstupů a výstupů z hlediska efektivity výroby bylo ověřeno na vzorku tří vybraných farem A, B a C, reprezentujících výrobce ve třech rozdílných výrobních oblastech. V Kapitole č. 4 se popisuje metodika aplikace modelů DEA a ilustrují se příklady vzájemného hodnocení formou benchmarkingu. Stručná informace o modelech DEA s příklady je připojena v příloze.

3) Pro malé rodinné farmy – *lokální úroveň řízení* – se plánuje vytvoření interaktivního „on-line“ modulu, pomocí kterého si farma ověří úspěšnost svého podnikání v porovnání s podobnými farmami v ČR a v okolních zemích. Farmář zjistí, jak upravit své vstupy a výstupy ve výrobním procesu, aby dosáhl srovnatelných výsledků s lepšími výrobci, resp. jaká dotace je nezbytná pro zajištění takového cíle. On-line interaktivní modul bude založen na implementaci modelů DEA v kombinaci s lineárním modelem obratu stáda (Kapitola č. 5).

## 7. Příloha: Modely DEA

Ve 4. kapitole se popisuje hodnocení efektivity výroby tří českých farem, které se porovnávají s výrobou ve 14 evropských zemích, Brazílii a USA. Pro tuto oblast analýzy cen na výrobní vertikále byly použity modely vícekritériálního rozhodování DEA.

V příloze se uvádí stručná informace o modelech DEA pro čtenáře, který se v oblasti vícekritériálního programování neorientuje. Podrobný popis modelů DEA a příklady jsou v [Smutka, Luboš, Havlíček, Jaroslav a kol., \(2019\)](#), kapitoly 2 – 5.

### 7.1. Modely DEA

Modely DEA (Data Envelopment Analysis – DEA; Analýza obalu dat) jsou v podstatě modifikované modely lineárního programování, založené na měření relativní efektivity (produktivité, výkonu) produkčních jednotek.

Předpoklady pro modelování pomocí modelů (metod) DEA:

Homogenní *produkční jednotka* produkuje identické, nebo srovnatelné **výstupy**, např. tržby, zisk, počet spokojených zákazníků, ..., které svou povahou jsou maximalizační.

Pro svoji činnost *produkční jednotka* spotřebovává **vstupy**, např. počet pracovníků, náklady na produkci, energii, vzdělávání, ..., které svou povahou jsou minimalizační.

Efektivnost výrobní jednotky se hodnotí poměrem mezi vstupy a výstupy:  $\frac{\text{výstupy}}{\text{vstupy}}$ .

Produkční jednotky, vstupy i výstupy mohou být velmi různorodé, z různých oblastí lidské činnosti.

Příklady vstupů: kapitál, provozní náklady, počet zaměstnanců a podobné ukazatelé, jejichž pokles je žádoucí.

Příklady výstupů: tržby, zisk, ekonomická přidaná hodnota, počet zákazníků a další ukazatelé, jejichž růst je žádoucí.

Vstupy se stávají zdroji vedoucí k dosažení výstupu. Roste-li hodnota výstupů při stejné nebo i nižší spotřebě zdrojů, DMU je efektivní a podobně, dosažení stejné či vyšší hodnoty výstupů při nižší spotřebě zdrojů vede ke zvýšení efektivity.

### 7.2. DEA – základní prvky

Do modelu vstupuje soubor homogenních jednotek  $U_1, U_2, \dots, U_p$ . V modelech DEA se pro jednotku používá standardně název DMU („decision making unit“ – „produkční jednotka, o jejíž efektivitě rozhodujeme“, „jednotka“).

Jednotky spotřebovávají  $X = \{x_{ki}\}$ ,  $k = 1, 2, \dots, p$ ;  $i = 1, 2, \dots, m$  vstupů.

Jednotky produkují  $Y = \{y_{kj}\}$ ,  $k = 1, 2, \dots, p$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$  výstupů.

Jednotka je efektivní, pokud spotřebovává malý objem vstupů a zároveň vytváří velký objem výstupů. Je-li v modelu více různorodých jednotek, má smysl odlišit je od sebe z hlediska jejich důležitosti, např. užitých technologií, postavení na trhu, vzájemné nezastupitelnosti atp. V modelech s větším počtem DMU to vyjadřujeme vahami, které přiřazujeme vstupům i výstupům.

Váhy umožňují vyjádřit tzv. *relativní míru efektivity* (podíly jednotlivých činitelů na hodnocení celku). Obecně, váhy v modelech DEA mohou být stejné pro všechny jednotky, nebo pro každou z jednotek různé:

1) Jednotné váhy – všechny jednotky  $U_k$  mají stejné váhy  $v_i$  pro vstupy  $X_i$  a výstupy  $Y_j$ .

Míra efektivity pro  $k$ -tou produkční jednotku  $U_k$  je potom definována jako podíl

$$\Phi_k = \frac{\sum_1^n u_j y_{kj}}{\sum_1^m v_i x_{ki}}, \quad k = 1, 2, \dots, p$$

2) Různé váhy – pro jednotku  $U_k$  vstupy  $X_i$  mají váhy  $v_{ki}$ , výstupy  $Y_j$  mají váhy  $u_{kj}$ .

Míra efektivity, kterou v tomto případě ji nazýváme *relativní technická efektivita*, je definována jako podíl

$$\Phi_k = \frac{\sum_1^n u_{kj} y_{kj}}{\sum_1^m v_{ki} x_{ki}}, \quad k = 1, 2, \dots, p$$

Jednotka je efektivní když je objem výstupů větší než objem vstupů, tj. podíl  $\Phi_k > 1$ .

Model DEA rozdělí jednotky na efektivní a neefektivní. Množina přípustných řešení je vymezena efektivními jednotkami, které vytvářejí hranici efektivity („effective frontier“).

Porovnáváme-li více jednotek mezi sebou, vždy existuje alespoň jedna jednotka, která je efektivní, nejlepší.

U jednotek, které se nacházejí mimo efektivní hranici, může dojít k jejich posunu na hranici efektivity:

- zvýšením výstupů za zachování současného množství vstupů,
- snížením vstupů za zachování současného množství výstupů,
- kombinací obou možností.

Váhy  $v_{ki}$  a  $u_{kj}$  nastavujeme (hledáme, určujeme) tak, aby  $\Phi_k$  bylo maximální.

### 7.3. Hranice efektivity – modely CRS a VRS

Tvar hranice efektivity závisí na charakteru tzv. výnosů z rozsahu. Výnosy z rozsahu představují *přírůstky výstupu vzhledem k přírůstkům vstupu*. Mohou být:

- a) konstantní (CRS – constant returns to scale)
- b) variabilní (VRS – variable returns to scale).

a) V případě konstantních výnosů z rozsahu je vztah mezi přírůstků výstupu a přírůstků vstupu *lineární*. Hranice efektivity definována přímkou, jejíž směrnice je dána nejvyšším podílem výstupu a vstupu u všech sledovaných jednotek. Jednotky, které mají tento podíl menší, jsou neefektivní a leží pod hranicí efektivity.

b) V případě variabilních výnosů z rozsahu může být vztah mezi přírůstků výstupu vzhledem k přírůstkům vstupu *nelineární*. Hranice efektivity tvoří konvexní obal.

### 7.4. Doporučené typy modelů

V odborné literatuře se setkáváme se třemi typy přístupů k aplikacím modelů CCR a BCC, podle toho, jaký problém se řeší a jaká vstupní data jsou k dispozici:

1. Modely vstupově orientované, s cílem maximálně snížit objem vstupů při zachování alespoň současné úrovně výstupů.

2. Modely výstupově orientované, s cílem maximálně zvýšit objem výstupů při zachování alespoň současné spotřeby vstupů.

3. Modely, které kombinují oba předchozí přístupy, analyzují jejich pozitiva i nedostatky s cílem najít reálné, vyhovující řešení. Formálně se jedná o kombinaci modelů typu CCR a VCR (kombinaci vah).

Pro analýzu cen v prostředí velkých výrobců se doporučuje třetí přístup, který reprezentuje možnosti vícekritériálního programování v kombinaci „minimalizace vstupů při požadavku maximalizace výstupů“ sledovaného výrobního systému.

## 8. Literatura

- Angulo-Meza, L., González-Araya, M., Iriarte, A., Rebolledo-Leiva, R., & Soares de Mello, J. C. (2019). A multiobjective DEA model to assess the eco-efficiency of agricultural practices within the CF + DEA method. *Computers and Electronics in Agriculture*, 161. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.05.037>
- Assefa, T. T., Meuwissen, M. P. M., Gardebroek, C., & Oude Lansink, A. G. J. M. (2017). Price and Volatility Transmission and Market Power in the German Fresh Pork Supply Chain. *Journal of Agricultural Economics*, 68(3), 861–880. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12220>
- Bonfiglio, A., Arzeni, A., & Bodini, A. (2017). Assessing eco-efficiency of arable farms in rural areas. *Agricultural Systems*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.11.008>
- Brady, M. V., Hristov, J., Sahrbacher, C., Söderberg, T., & Wilhelmsson, F. (2017). Is Passive Farming A Problem for Agriculture in the EU? *Journal of Agricultural Economics*, 68(3), 632–650. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12224>
- Databáze národních účtů. (n.d.). Retrieved February 3, 2020, from <http://apl.czso.cz/pll/rocenka/rocenka.indexnu>
- Davis Carol. (2017). Pig cost of production in selected countries 2012;2017. *AHDB Pork*. Retrieved from <https://pork.ahdb.org.uk/>, <http://practicalpig.ahdb.org.uk/>
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of Royal Statistical Society*, 120A, 253–281. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.2307/2343100>
- Orea, Luis, & Wall, A. (2017). A Parametric Approach to Estimating Eco-Efficiency. *Journal of Agricultural Economics*, 68(3), 901–907. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12209>
- Rojíček, Marek. (2007). Supply side of the czech economy - structural characteristics. *Politická Ekonomie*, 55(4), 435–457. <https://doi.org/10.18267/j.polek.607>
- Semerák, Vilém. (2012). *Vyhodnocení vývoje české ekonomiky a vybraných regionů prostřednictvím input-output analýzy*. Retrieved from file:///G:/VERTIKALY/Vertikály 2020/IO\_1.pdf
- Smutka Luboš, Jaroslav Havlíček, L. D. (2018a). *Komparace časových řad výrobní vertikály vepřového masa v prostředí vybraných zemí EU* (No. 1). Retrieved from <http://www.cenema.czu.cz>
- Smutka Luboš, Jaroslav Havlíček, L. D. (2018b). *Vliv intervencí ČNB na ceny komodit ve výrobní vertikále vepřového masa v ČR a vybraných zemích EU*. Retrieved from <http://www.cenema.czu.cz>
- Smutka, Luboš, Havlíček, J. (2018). *Vyšetření závislosti tvorby cen výrobců vepřového masa na spotřebitelských cenách masných výrobků v ČR*. Praha.
- Smutka, Luboš., Havlíček, J., & Kol., A. (2019). *Porovnání výkonnosti výrobců vepřového masa v ČR a ve vybraných zemích EU, USA a Brazílie*. Retrieved from <https://cevema.pef.czu.cz>
- Vavrla Lukáš, M. R. (2019). *Sestavování symetrických input-output tabulek a jejich aplikace*. Retrieved from [http://hp482.wz.cz/Input\\_output\\_model.pdf](http://hp482.wz.cz/Input_output_model.pdf)
- Vysušil, Jiří. (2002a). *Národní účty a meziodvětvové vztahy*. Academia.
- Vysušil, Jiří. (2002b). *Národní účty a meziodvětvové vztahy*. Retrieved from <https://search.rsl.ru/ru/record/01002094174>