

Výzkumná zpráva VÚ TL01000180

Model transparency cen v potravinové vertikále - vepřové maso



TAČR – Program na podporu aplikovaného společenskovedního a humanitního výzkumu,
experimentálního vývoje a inovací ÉTA

PID: TL01000180

Doba řešení: 02/2018 – 03/2021

Průběžná zpráva

Kolektiv řešitelů:

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

Prosinec 2019

Obsah

1	ÚVOD	5
2	METODIKA, ANALÝZA DAT, SPOLUPRÁCE S PRAXÍ	7
2.1	PŘÍPRAVA METODIKY.....	7
2.2	WORKSHOP	7
2.3	PŘÍPRAVA DATOVÝCH SOUBORŮ	7
2.4	VYMEZENÍ PROMĚNNÝCH – MAKROEKONOMICKÁ DATA	8
2.5	VYMEZENÍ PROMĚNNÝCH – MIKROEKONOMICKÁ DATA	9
3	SPECIFIKACE VYBRANÝCH KLÍČOVÝCH FAKTORŮ V ČR	11
4	STRUČNÝ PŘEHLED VÝSLEDKŮ VÝZKUMU: OBDOBÍ II/2018 – III/2019	16
4.1	ANALÝZA ČASOVÝCH ŘAD VÝROBKOVÉ VERTIKÁLY VE VYBRANÝCH ZEMÍCH EU	16
4.2	VLIV INTERVENČÍ ČNB NA CENY PRASAT NA VÝROBKOVÉ VERTIKÁLE VEPŘOVÉ MASO V ČR.....	17
4.3	VYŠETŘENÍ ZÁVISLOSTI REALIZAČNÍ CENY PRASAT NA SPOTŘEBITELSKÝCH CENÁCH MASNÝCH VÝROBKŮ V ČR.....	18
5	EFEKTIVNOST PRODUKCE VEPŘOVÉHO MASO V PROSTŘEDÍ EU	20
5.1	POKLES CHOVŮ PRASAT V ČR.....	20
5.2	VLIV OLIGOPOLIZACE NA VÝROBU V ČR	20
5.3	BARIÉRY VSTUPU NOVÝCH FIREM NA TRH.....	21
6	MODEL DEA	22
6.1	MODEL DEA	22
6.2	DEA – ZÁKLADNÍ PRVKY.....	22
6.3	EFEKTIVITA DMU, VÁHY VSTUPŮ A VÝSTUPŮ	23
6.4	VIRTUÁLNÍ JEDNOTKA.....	24
6.5	HRANICE EFEKTIVITY – MODEL CRS A VRS.....	24
6.6	UPLATNĚNÍ MODELŮ DEA V PRAXI	25
7	SBĚR DAT A TVORBA DATOVÝCH SOUBORŮ	27
7.1	DATOVÉ ZDROJE A DATA – EU, BRAZÍLIE A USA	27
7.2	ÚPRAVA DAT NA STANDARD INTERPIG	29
7.3	PROVĚŘENÍ STATISTICKÉ NEZÁVISLOSTI DAT.....	29
8	METODIKA APLIKACE MODELŮ DEA	31
9	EFEKTIVITA VÝROBY PRASAT V ČR, ZEMÍCH EU, USA A BRAZÍLIE	32
9.1	MODEL CCR.....	32
9.2	MODEL BCC.....	32
9.3	HODNOCENÍ DMU POMOCÍ SUPERDEA MODELŮ	34
10	POROVNÁNÍ EFEKTIVITY VÝROBY PRASAT VE VYBRANÝCH ZEMÍCH EU	36
10.1	IMPLEMENTACE MODELŮ BCC PRO HODNOCENÍ EVROPSKÝCH ZEMÍ.....	36
10.2	KARDINÁLNÍ HODNOCENÍ DMU	37
10.3	PEER PROCES.....	38
10.4	ZÁVĚRY HODNOCENÍ	41
10.5	DOPORUČENÍ PRO DALŠÍ VÝZKUM	41
11	PŘÍKLAD HODNOCENÍ EFEKTIVITY VÝROBY TŘÍ ČESKÝCH FAREM	42
11.1	DATOVÉ SOUBORY	42
11.2	ADAPTACE DAT PRO MODEL DEA	44
11.3	UKÁZKA HODNOCENÍ POMOCÍ MODELŮ CCR(I) A CCR(O)	45
12	NÁVRH MODELŮ PRO ANALÝZU CEN NA VÝROBKOVÉ VERTIKÁLE VEPŘOVÉ MASO V ČR	48
12.1	OBECNÝ SYSTÉMOVÝ MODEL PRO ANALÝZU CENOVÉ VERTIKÁLY.....	49

13	MODEL VÝROBKOVÉ VERTIKÁLY V MAKROEKONOMICKÉM PROSTŘEDÍ	51
13.1	ZÁKLADNÍ INFORMACE O MODELU MEZIODVĚTVOVÉ ANALÝZY (INPUT–OUTPUT MODEL)	51
13.2	SCHÉMA IO MODELU	51
13.3	PREDIKCE DOPADŮ A EXOGENNÍCH ŠOKŮ	52
13.4	VOLBA INDIKÁTORŮ	53
13.5	INDIKÁTORY NA VÝROBKOVÉ VERTIKÁLE	53
13.6	IO MODEL NA REGIONÁLNÍ ÚROVNI	53
13.7	POZNÁMKY	54
14	MODUL LP PRO TVORBU VSTUPŮ DO INTERAKTIVNÍHO MODELU	55
14.1	SCHÉMA OBRATU STÁDA V MODELU LP	55
15	ZÁVĚR.....	58
15.1	SHRnutí DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ	58
15.2	ZÁVĚREČNÁ POZNÁMKA.....	59
16	PŘÍLOHA: ILUSTRAČNÍ PŘÍKLAD VÝPOČTU MODELU DEA.....	60
16.1	PŘÍKLADY APLIKACE MODELU DEA – JEDEN VSTUP A JEDEN VÝSTUP	60
16.2	MODEL CCR A BCC	62
16.3	VSTUPOVĚ ORIENTO VANÝ MODEL CCR	62
16.4	VÝSTUPOVĚ ORIENTO VANÝ MODEL	63
17	LITERATURA.....	67

Abstrakt:

Závěrečná zpráva předkládá výsledky výzkumu projektu TAČR, VÚ TL01000180 za rok 2019. Výzkumné aktivity se v souladu s plánem a harmonogramem výzkumu soustředily do šesti oblastí:

- 1) Upřesnění metodiky, sběr a zpracování dat, spolupráce s praxí (Kapitoly 1 – 5). V Kapitole 4 se uvádí velmi stručný přehled výsledků za období únor – prosinec 2018, na které výzkumná činnost bezprostředně navazuje.
- 2) Aplikace modelů Lineárního programování (DEA – Dea Envelope Analysis) pro analýzu efektivity a benchmarking výrobců na makro i mikro úrovni výroby. Metodika modelu DEA je uvedena v Kapitole 6. Příklad použití modelu DEA je uveden v Kapitole 15.
- 3) Hodnocení efektivity výroby a odpovídající benchmarking výrobců vepřového masa v České republice ve skupině 14 evropských zemí (Rakousko, Belgie, Česká republika, Dánsko, Finsko, Francie, Německo, Velká Británie, Maďarsko, Irsko, Itálie, Nizozemsko, Španělsko a Švédsko) a dvou mimoevropských zemí (Brazílie a USA) v období 2012 – 2017 (Kapitoly 7 – 10).
- 4) Hodnocení efektivity výroby tří českých farem a odpovídající benchmarking. Jedná se o přípravu pro tvorbu interaktivního on-line modulu pro farmy, která je uvedena v Kapitole 11.
- 5) Návrh makroekonomického modelu pro analýzu cen na výrobní vertikále vepřové maso (Kapitola 12), IO-model a predikce a dopady externích šoků (Kapitola 13).
- 6) Modul obratu stáda (prasnice – selata – výkrm) pro model Lineárního programování. Příprava pro tvorbu interaktivního on-line modulu pro farmáře je uvedena v Kapitole 14.

Klíčová slova: benchmarking; ceny na výrobní vertikále; Input-Output model; Lineární programování; modely DEA; náklady a výnosy produkce prasat; výroba vepřového masa; výrobní vertikála.

JEL klasifikace: Q13, C22

Annotation:

The final report presents the research results of the TAČR project, VÚ TL01000180 for the year 2019. In accordance with the research plan and schedule, the research activities were concentrated in six areas:

- 1) Specification of the methodology, data collection and processing, cooperation with practice (Chapters 1 - 5). Chapter 4 gives a very brief overview of the results for the period February - December 2018, which is immediately followed up by the current research activities.
- 2) Application of Data Envelope Analysis (DEA) models for efficiency analysis and benchmarking of manufacturers at both macro and micro production levels. The methodology of the DEA model is presented in Chapter 6. An example of using the DEA model is given in Chapter 15.
- 3) Evaluation of production efficiency and corresponding benchmarking of pig meat producers in the Czech Republic in a group of 14 European countries (Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Great Britain, Hungary, Ireland, Italy, the Netherlands, Spain and Sweden) and two non-European countries (Brazil and the USA) in the period 2012-2017 (Chapters 7 – 10).
- 4) Evaluation of production efficiency of three Czech farms and corresponding benchmarking. It is a preparation for creating an interactive on-line module for farms which is presented in Chapter 11.
- 5) Design of a macroeconomic model for the price analysis on the product vertical of pig meat (Chapter 12), IO model and prediction and impacts of external shocks (Chapters 13).
- 6) Turnover module (sow - piglets - fattening) for the Linear programming model. Preparation for creating an interactive on-line module for farmers is given in Chapter 14.

Keywords: benchmarking; costs and revenues of pig production; DEA models; Input-Output model; Linear programming; pork production; prices on the product vertical; product vertical.

JEL classification: Q13, C22

1 Úvod

Podmínky na trhu s vepřovým masem jsou svým charakterem velmi nejisté. Nerovné dotační podmínky na trhu EU společně s postupnou internacionalizací trhu způsobují výrazné cenové distorze, které negativně ovlivňují ekonomiku chovu prasat. Velmi obtížná predikce situace a vývoje cen již v minulosti odradila řadu chovatelů prasat od jejich snahy „dělat“ byznys v tomto tradičním odvětví. V důsledku ne zcela ideálních podmínek panujících na trhu poklesla soběstačnost ČR v produkci vepřového masa pod 50 %.

Cílem projektu je poskytnout účinný nástroj pro potřeby zemědělců, který by jim pomohl efektivně se orientovat v tržním prostředí, reagovat na změny prostředí a zvýšit i jejich konkurenceschopnost a udržitelnost celého odvětví.

Evropský potravinový řetězec dosahuje nižšího růstu produktivity a zavádění inovací než ostatní ekonomická odvětví. Potravinářská výrobková vertikála je v Evropě silně fragmentována. Tuto fragmentaci umožňují i rozdílné intervenční zásahy vlád při vytváření tržní rovnováhy. Vývoj cen u jednotlivých článků výrobního řetězce se proto liší i v jednotlivých státech EU a stává se jednou z příčin nižší produktivity a zavádění inovací.

Evropská komise (2016) formulovala pro řešení výše uvedených problémů 5 opatření:

1. posilování konkurenceschopnosti,
2. podporu hospodářské soutěže a ochrany spotřebitele,
3. řešení rozdílů v regulaci,
4. zvýšení transparentnosti cen a
5. potlačení možné spekulace na budoucích trzích.

Předkládaný projekt reaguje na opatření EU č. 4. „zvýšení transparentnosti cen“. Na základě sledování cen u dvou vybraných výrobků v celé výrobkové vertikále a chování výrobců a spotřebitelů, se v projektu vytvoří metodické materiály a návody, které umožní poskytovat výrobcům lepší informace o tvorbě cen v jednotlivých člancích výrobkové vertikály potravin. Zemědělci a zpracovatelé zemědělských komodit mají k dispozici zpravidla jen konečnou cenu produktu na své úrovni výrobkové vertikály. Budou-li znát informace i o dalších cenách, jejich tvorbě a dynamice v celém potravinářském řetězci, budou schopni přijímat kvalifikovanější rozhodnutí.

Trhy jsou transparentní, pokud dodavatelé a spotřebitelé mají informaci o počtu dodavatelů, konkurentů a spotřebitelů, cenách produktů a procesů a smluvních podmínkách. V případě transparentního trhu spotřebitelé uspokojují své potřeby při nákupu potravin odpovídající kvality za konkurenceschopnou cenu. Zde se setkávají s výrobcí, kteří prodávají potraviny odpovídající kvality za rovnovážnou cenu.

Větší transparentnost tvorby cen ve výrobkové vertikále potravin může podpořit schopnost výrobce reagovat předvídatově a pružně na změny cen vlastní komodity, resp. i na změny cen v okolí vertikály. Budou moci reagovat pohotověji na změny cen v jednotlivých člancích výrobního řetězce, a to např. úpravou smluvních podmínek či změnou partnerů, popř. aktivním vstupem do jiné části výrobkové vertikály, atd. Pokud budou účastníci trhu lépe rozumět procesu vytváření cen v jednotlivých člancích výrobního řetězce, mohou být úspěšnější ve vyjednání s partnery v individuálním styku i na burzách.

Ceny potravin rychle rostou. V roce 2015 se FAO cenový index potravin zvýšil o 11 % ve srovnání s předchozím rokem. V roce 2016 to bylo již 37 % v porovnání s prosincem 2006. Dle Světové banky se za posledních 7 let zvýšily ceny potravin o 83 %. Důvody tohoto prudkého nárůstu jsou známy: neúroda některých plodin, orientace na biopaliva, vyšší poptávka po potravinách v Číně a jiných zemích způsobená rostoucí životní úrovní, atp. Prudký výkyv cen a neschopnost výrobců, zpracovatelů a obchodníků na ně vhodně reagovat zapříčinily vstup vlád do přirozené tvorby cen a narušení dlouhodobé tržní rovnováhy. Existují však obavy o další růst cen potravin. Životaschopnost evropského zemědělství se oslabuje. V letech 2010 až 2014 zanikl větší počet zemědělských podniků a dochází ke snižování výměr orné půdy. Další předpokládaný nárůst cen může poškodit kupní sílu obyvatelstva, a to zejména u nízkopříjmových skupin.

Zároveň vznikají vysoké rozdíly mezi cenami prodejců a cenami zemědělských prvovýrobců. Schopnost obchodníků absorbovat bez újmy zvýšení velkoobchodních cen potravin je známkou toho, že je obchod stále ziskový. To znamená, že jsou veliké a neúměrné rozdíly v cenách mezi výrobcí a proces tvorby cen v potravinovém řetězci je nevýhodný pro spotřebitele.

Změna cen mezi prvovýrobcem a spotřebitelem se projevuje postupně v různých člancích výrobní vertikály potravin: primární výroba – zpracování – logistika - prodej. U komodity vepřové maso lze uvažovat např. následující transfer ve výrobní vertikále: produkce obilovin → cena obilovin → produkce prasat a výkrm → cena prasat → jatky → cena jatečního kusu → zpracování masa → cena masa → balení výrobku → cena hotového výrobku → obchod → spotřebitelská cena. Při posuzování vlivu změny cen zemědělského prvovýrobce na konečnou spotřebitelskou cenu je třeba projít celou výrobní vertikálu. V rovnovážném tržním prostředí by se malá změna v jedné části výrobního řetězce měla projevit analogicky jako i malá změna v jiné části řetězce; průběh změny je symetrický. Pokud je průběh změny asymetrický: 1) ve směru výrobce spotřebitel, nebo 2) ve směru spotřebitel výrobce, dochází k tržní nerovnováze.

Práce na projektu byly zahájeny 1. února 2018, jednotliví pracovníci se do řešení projektu zapojovali průběžně během roku. Nejprve byly zahájeny hlavní činnosti, do kterých byli zapojeni hlavní řešitelé projektu (Smutka, Řezbová, Havlíček, Dömeová, Severová a Šrédli). Následně pak byly realizovány plánované doprovodné činnosti, do kterých se zapojili řešitelé: Šubrt, Svoboda, Šprysl, Kos, Brož, Šišková, Urbánková, Veselá a Vacek, přičemž působení těchto uvedených řešitelů je plánováno v omezeném časovém rozsahu vzhledem k povaze a průběhu řešení projektu.

Projekt je realizován s podporou Agrární komory ČR, která se podílela na sběru relevantních dat.

2 Metodika, analýza dat, spolupráce s praxí

2.1 Příprava metodiky

V projektu byly řešeny následující dílčí cíle:

1. Vypracování metodického návodu, týkajícího se zpracování informací o cenách ve výrobkové vertikále vepřového masa tak, aby informace o cenách mohli využívat podnikatelé v zemědělské prvovýrobě při jednání s ostatními účastníky výrobkové vertikály potravin.
2. Identifikace klíčových proměnných (faktorů) ovlivňujících proces cenotvorby v případě vepřového masa.

V dílčích závěrečných zprávách (<http://www.cevema.pef.czu.cz>) se uvádí:

1. Přehled existujících řešení, týkajících se problematiky analýzy transparence cen v potravinových vertikálách s důrazem na vepřové maso.
2. Identifikace základních parametrů uvažovaných modelů.
3. Relevantní data.
4. Analýza procesů fungování tvorby cen v rámci cenové vertikály.

2.2 Workshop

Workshop se uskutečnil v březnu 2019, v prostorách ČZU v Praze, byl organizován ve spolupráci se *Společností mladých agrárníků* a v kontextu dříve dohodnuté spolupráce s *Agrární komorou ČR*.

Záměrem workshopu byla prezentace výsledků a konzultace dalšího postupu výzkumu s pracovníky z praxe:

1. Přehled současného vývoje na trhu s vepřovým masem v podmínkách ČR a kalkulace nákladů na úrovni prvovýroby (Helena Řezbová).
2. Vývoj zahraničního obchodu s vepřovým masem v podmínkách ČR, EU a ve světě (Luboš Smutka).
3. Modelování trhu s vepřovým masem (Jaroslav Havlíček).
4. Situace na spotřebitelském trhu s masnými produkty - vybrané aspekty (Karel Šrédl, Roman Svoboda, Lucie Severová).
5. Diskuse, náměty spolupráce, verifikace dat.

Přednášky ve formě „ppt“ prezentací jsou dostupné na webových stránkách projektu <http://www.cevema.pef.czu.cz>.

2.3 Příprava datových souborů

Sběr relevantních dat (ceny vstupů, výroby a ceny odbytu) se prováděl v průběhu roku 2018 za spolupráce s AK ČR, PK ČR, FAPPZ ČZU v Praze, Asociací malých a středních podniků a živnostníků, Společností mladých agrárníků, společností Mydlářka a.s. a INTERGAZ, spol. s r.o. pro ŽV Záhorčí. Ceny na úrovni zemědělských výrobců, ceny zpracovatelů a

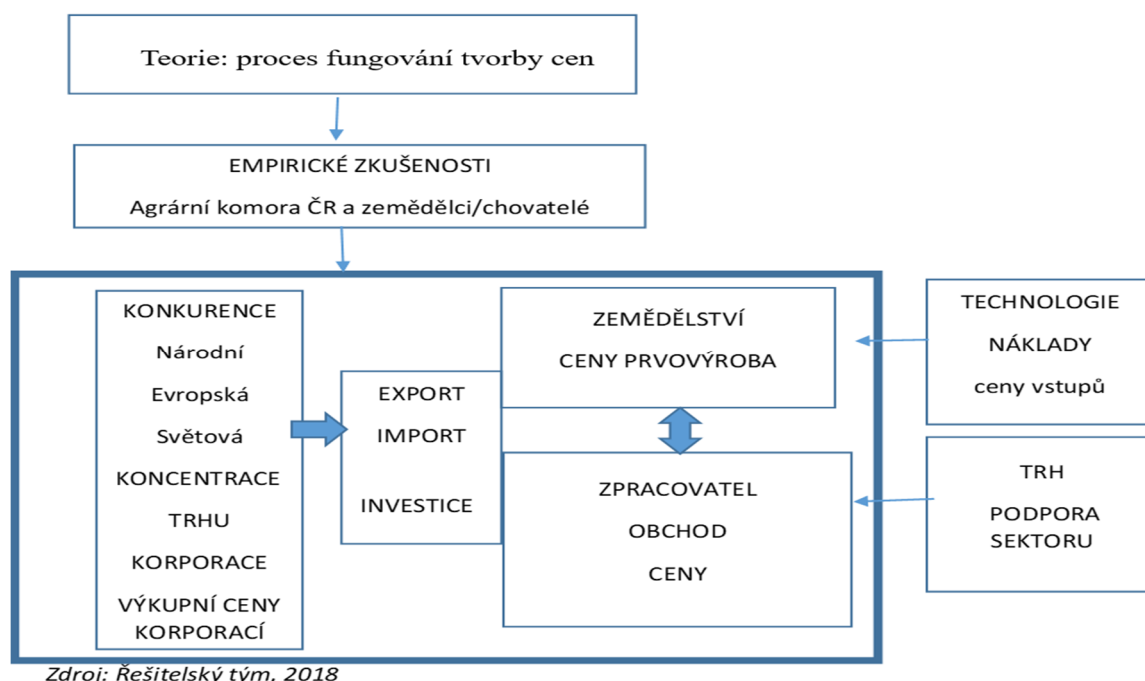
spotřebitelské ceny se dále získávaly z databází ČSÚ, EUROSTATU, HUNLAND, PIG333.COM, InterPIG, Agrarheute, Schweine.net., ve vztahu cen v ČR k zemím EU.

V průběhu roku 2019 se dokončil sběr dat a aktualizace současných databázových souborů na základě předběžné konstrukce s praktiky a procesu modelování přenosu ceny mezi jednotlivými prvky vertikály.

Výsledkem jsou tři dílčí závěrečné zprávy, k dispozici na <http://www.cevema.pef.czu.cz>.

Přehled existujících řešení, týkajících se transparency cen v potravinových vertikálách s důrazem na vepřové maso, umožnil vytvořit základní přehled o stavu řešené problematiky, a to ve vztahu k projektům již řešeným jak v ČR, tak i v zahraničí. Jednotlivé projekty byly analyzovány z hlediska jejich slabých a silných stránek a s důrazem na jejich uživatelskou přívětivost. Poznatky posloužily k návrhu základních vztahů v rámci vertikály vepřové maso s důrazem na identifikaci klíčových parametrů a na identifikaci databází s důrazem na ceny.

Rozsáhlý, komentovaný přehled literárních zdrojů je na webových stránkách projektu.



Obrázek 1: Schéma klíčových proměnných, vstupujících do cenového řetězce.

Další fáze výzkumu se soustředily na klíčové makroekonomické a mikroekonomické proměnné, které byly v rámci metodiky řešení projektu podrobeny hlubší kvantitativní a kvalitativní analýze, Obrázek 1.

2.4 Vymezení proměnných – makroekonomická data

- 1) CENY DLE KATEGORIÍ SEUROP ČR (CENA JUT, ZMASILOST, HMOTNOST JUT, HMOTNOST V ŽIVÉM, MNOŽSTVÍ KUSŮ), POMĚR MEZI CENAMI „ZA TEPLA/ZA STUDENA“ 1,32X
- 2) CZV (CENY ZEMĚDĚLSKÝCH VÝROBCŮ V ČR) JATEČNÝCH PRASAT V ŽIVÉM – PRŮMĚRNÁ CENA SEU, MĚSÍČNĚ
- 3) CZV V MASE (JUT), PRŮMĚRNÁ CENA SEU, MĚSÍČNĚ

- 4) SPOTŘEBITELSKÉ CENY – VEPŘOVÁ KÝTA A VEPŘOVÝ BŮČEK, PRŮMĚRNÉ CENY, MĚSÍČNĚ
- 5) CENY PRŮMYSLOVÝCH VÝROBCŮ KRMNÝCH SMĚSÍ PRO PRASATA NAD 65 KG, V ČR, MĚSÍČNĚ
- 6) CENY PRŮMYSLOVÝCH VÝROBCŮ KRMNÝCH SMĚSÍ PRO PŘEDVÝKRM PRASAT, V ČR, MĚSÍČNĚ
- 7) CENA NA JATKÁCH ČR: ČESKÝ BROD, PŘÍBRAM, BLOVICE, MORAVSKÁ JATKA, KOSTELECKÉ UZENINY, TÝDNĚ
- 8) S-E CENY EU (JUT ZA STUDENA)
- 9) EU – REPREZENTATIVNÍ CENY SELAT (EUR/KG), TÝDNĚ
- 10) EU-REPREZENTATIVNÍ CENY PRASAT (EUR/KG), TÝDNĚ
- 11) PROCENTO SOBĚSTAČNOSTI VE VEPŘOVÉM MASE ČR, NĚMECKO, POLSKO (ROČNÍ ÚDAJE)
- 12) BILANCE VEPŘOVÉHO MASA (VÝROBA, SPOTŘEBA, DOVOZ, VÝVOZ, PODÍL DOVOZU NA SPOTŘEBĚ, PODÍL VÝVOZU NA VÝROBĚ) – ROČNĚ, MĚSÍČNĚ
- 13) DOVOZNÍ CENA VEPŘOVÉHO MASA (CELNÍ POLOŽKA 0203) - MĚSÍČNĚ
- 14) VÝVOZNÍ CENA VEPŘOVÉHO MASA (CELNÍ POLOŽKA 0203) - MĚSÍČNĚ
- 15) DOVOZ ŽIVÝCH PRASAT (0103) DO ČR, PODÍL NEJVÝZNAMNĚJŠÍCH ZEMÍ NA DOVOZU (DK, NL, DE) – TIS.T.Ž.HM., ROČNĚ
- 16) KURZ DEVIZOVÉHO TRHU (DK, NL, DE)
- 17) SPOTŘEBA VEPŘOVÉHO MASA (KG/OSOBU/ROK) – ROČNĚ, ČR
- 18) PODÍL SPOTŘEBY VEPŘOVÉHO MASA K MASU CELKEM (%) – ROČNĚ

2.5 Vymezení proměnných – mikroekonomická data

- 1) ZÁKLADNÍ VÝROBNÍ FAKTORY: A) PŮDA/FARMA, B) PRÁCE, C) KAPITÁL (AKTIVA/PASIVA)
- 2) PODNIKY S PŮDOU, BEZ PŮDY, INTENZITA VÝROBY VEPŘOVÉHO MASA NA 1 HA KRMIVOVÉ ZÁKLADY, STRUKTURA PODNIKU (RV, ŽV), POČET HA, PŮDA VLASTNÍ A PŘIPACHTOVANÁ
- 3) PRACOVNÍ SÍLA, CENA
- 4) VYBAVENÍ FIXNÍM KAPITÁLEM, FIXNÍ NÁKLADY – ODPISY BUDOV, TECHNOLOGIE, PROMÍTNUTÍ FIXNÍCH (REŽIJNÍCH NÁKLADŮ) DO NÁKLADŮ NA 1 KG VÝKRMU
- 5) EXTERNÍ / VS. INTERNÍ NÁKLADY (VSTUPY), PROVOZNÍ NÁKLADY
- 6) OCENĚNÍ KEJDY JAKO VEDLEJŠÍHO PRODUKTU-ORGANICKÁ HMOTA, SNÍŽENÍ PROVOZNÍCH NÁKLADŮ
- 7) KLÍČOVÉ FAKTORY V KATEGORIÍCH-PRODUKCE SELAT, PŘEDVÝKRM, VÝKRM, ZPENĚŽENÍ; Tabulka 1.

<i>V chovu prasnic:</i>	<i>V předvýkrmu:</i>	<i>Ve výkrmu:</i>	<i>Při zpeněžování:</i>
- kapacita objektu - průměrný stav prasnic - počet narozených selat na prasnici - počet odchovaných selat na prasnici (90 %) - hmotnost odstavovaného selete - stáří selat při odstavu - spotřeba jadrných krmných směsí (JKS) na krmný den (KD) prasnice - náklady na krmný den (KD) prasnice	- kapacita předvýkrmu - průměrný stav běhounů - ž.hm. při naskladnění - ž.hm. při vyskladnění - denní přírůstek na kus - úhyn z naskladněných selat (5%) - spotřeba jadrných krmných směsí na krmný den (KD) - náklady na KD	- kapacita výkrmny - stav prasat ve výkrmu - ž.hm. při naskladnění - ž.hm. při vyskladnění - denní přírůstek na kus - úhyn z naskladněných běhounů (1%) - podíl nutných porážek z naskladněných běhounů - spotřeba JKS na KD - náklady na KD	- prodej na jatka (počet prasat celkem) - rozdělení do jednotlivých tříd jakosti S E U - počet nutných porážek - ostatní prodej - tržby z prodeje na jatka - tržby z prodeje celkem.
<i>Počet odchovaných selat, hmotnost selete</i>	<i>Konverze krmiva</i>	<i>Konverze krmiva</i>	<i>Rozdělení do SEU třídy</i>

Tabulka 1: Klíčové faktory v kategoriích-produkce selat, předvýkrm, výkrm, zpeněžení.

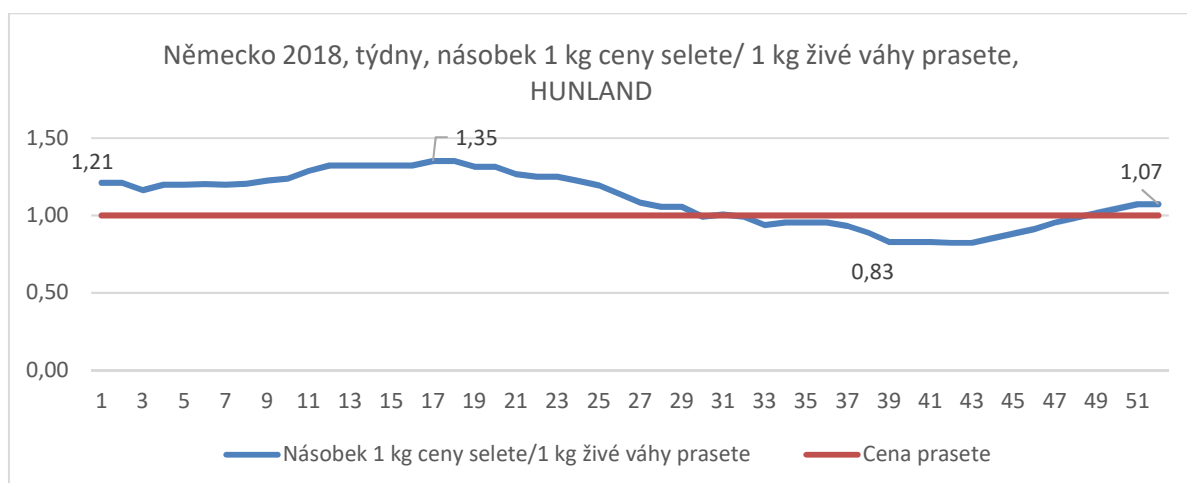
3 Specifikace vybraných klíčových faktorů v ČR

Základem pro možnost reakce prvovýrobců na ceny odbytu jejich produkce v ČR je znalost principů fungování trhu evropského, zvláště poté znalost odbytových cen v Německu, Nizozemsku a v Polsku. Důležitá je aktuálnost těchto dat (týdenní ceny) a možnost komparace cen nejen mezi státy, ale i možnost komparace cen selat (25 kg živé váhy, EUR/kg) a cen finálního produktu (prasata výkrm, živá váha, EUR/kg).

Na podkladě řízeného rozhovoru (hlavní ekonom podniku Mydlářka) lze posoudit dynamiku cen výroby v ČR: kilogramové ceny selat se pohybují na hodnotách 1,5 až 1,6 násobku kilogramové ceny vykrmených prasat. Přitom je tato korelace reciproční – při růstu či poklesu cen výkrmu roste v násobku 1,5 až 1,6 i cena selat, vstupujících do výrobního cyklu (u podniků bez uzavřeného obratu stáda). Řešitelé považují cenu genetického materiálu (cenu selete) za jeden ze základních faktorů v cenové vertikále. Potvrzuje to např. souběžná analýza dat cen za rok 2018 v podniku ZD Záhorčí a cen vybraných podniků v databázi HUNLAND (NSR).

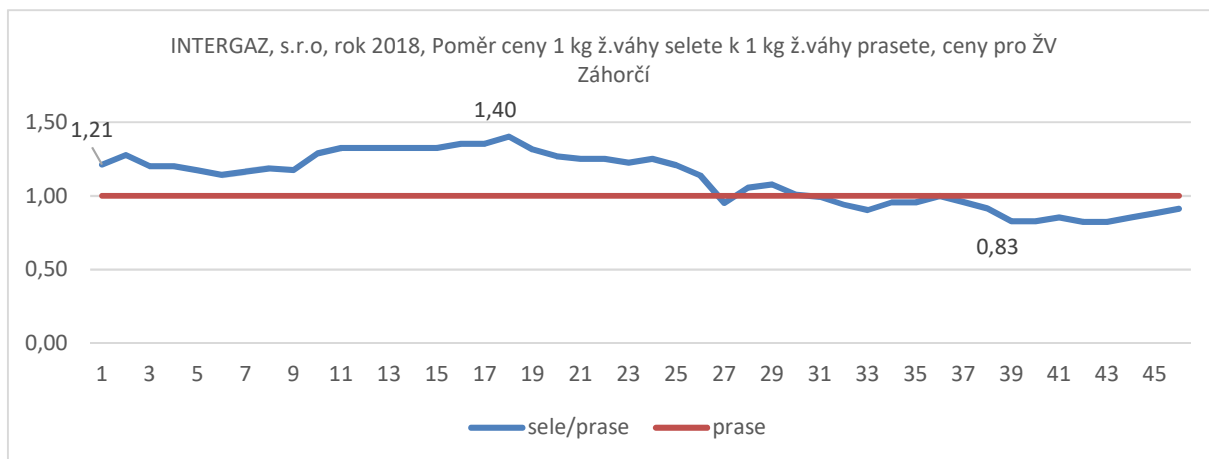
Z dat, prezentovaných na Grafech 1a, 1b, je zřejmé, že v roce 2018, a hlavně v poslední třetině roku 2018 došlo v Německu k podhodnocení ceny selete ve vztahu k ceně vykrmeného kusu. Jedná se v podstatě o popření základního ekonomického principu tzv. cenové retardace, kdy by naopak s každým vykrmeným kilogramem navíc mělo dojít ke snižování jednotkové kilogramové ceny oproti vyšší vstupní ceně základního genetického materiálu.

Řešitelé se domnívají, že analýza vztahu cen mezi jednotkovou cenou selete a cenou vykrmeného kusu, v aktuální týdenní periodicitě, bude vhodným podkladovým materiálem pro rozhodování podniků v kontextu produkce vepřového masa v otevřeném či v uzavřeném obratu stáda. Data, shromážděná řešiteli, umožňují analýzu poměru cen od roku 2010 a jejich zahrnutí do modelu transparency cen.



Graf 1a: Poměr ceny 1 kg selete k ceně 1 kg vykrmeného prasete živé váhy, týdny 2018, Německo.

Zdroj: HUNLAND, Trade Pig Prices, <https://www.hunland.com/trade/pig-prices>.



Graf 1b: Poměr ceny 1 kg selete k ceně 1 kg vykrmeného prasete živé váhy, týdny 2018, ceny pro ŽV Záhorčí, Intergaz, spol. s.r.o.

Zdroj: INTEGRAZ, spol. s r.o. pro ŽV Záhorčí, 2018, odbyt Německo.

Další databází, kterou je možno hlouběji analyzovat a zahrnout do modelu transparency cen, je databáze jednoho z pilotních podniků ŽV Záhorčí (Intergaz), kde jsou ceny selat a vykrmených prasat stanoveny na základě odbytových cen v Německu. Databáze týdenních cen potvrzuje, že situace v Německu měla přímý dopad i na poměry cen selat a živých vykrmených prasat na vybrané subjekty ČR.

Vzhledem k tomu, že dílčím cílem výzkumného projektu je identifikace klíčových hráčů, kteří ovlivňují výkupní cenu vykrmených prasat, bylo nutno v rámci projektu vypočítat tržní podíl korporací (jatek a dalších zpracovatelů vepřového masa) na německém trhu. Tyto masokombináty (korporace) výrazným způsobem zasahují do stability výkupních cen od prvovýrobců v Německu, a tedy i v ČR. Data prokazují, že týdenní pohyby cen na jatkách v Německu mají přímý dopad na výkupní ceny na jatkách v ČR, a to s jednotýdenním zpožděním. Struktura zpracovatelů vepřového masa (majitelů jatek) je uvedena v Tabulce 2.

	Společnost	Počet porážek v milionech		Tržní podíl v %	Změna oproti roku 2016 v %
		2016	2017		
1	Tönnies , Rheda-Wiedenbrück	16,20	16,60	28,7 %	2,5 %
2	Vion, Düsseldorf	8,87	8,50	14,7 %	-4,2 %
3	Westfleisch, Münster	8,04	8,26	14,3 %	2,7 %
4	Danish Crown, Essen/ Oldenburg*	3,00	3,62	6,3 %	20,7 %
5	Müller Gruppe, Birkenfeld	2,10	2,15	3,7 %	2,4 %
6	Böseler Goldschmaus, Garrel	1,77	1,78	3,1 %	0,6 %
7	Tummel, Schöppingen	1,55	1,55	2,7 %	0,0 %
8	Willms Gruppe (ehem. Düringer), Loxstedt**	0,96	1,40	2,4 %	45,8 %
9	Simon, Wittlich	1,04	1,07	1,8 %	2,9 %
10	Manten, Geldern	0,85	0,92	1,6 %	8,2 %

Tabulka 2: Základní podnikatelské skupiny jatečního průmyslu v Německu – porážky v milionech kusů.

Zdroj: Agrarheute, 2018, https://www.agrarheute.com/media/201804/tabellen_und_grafiken_zum_isn_schlachthofranking_2017.pdf.

Jak vyplývá z tabulky, největší tržní podíl z porážek v Německu má společnost Tönnies, a to 28,7 % a následují společnosti Vion (14,7 %) a Westfleisch (14,3 %).

Tyto tři zpracovatelské společnosti ovládají cca 60 % německého trhu. Je tedy zřejmé, že tyto tři silné korporace, doplněné ještě mezinárodní korporací Danish Crown přeneseně diktují i výkupní ceny jatek v ČR.

Pro prvovýrobce v ČR je důležité znát cenové pohyby v rámci těchto korporací a z nich následně odvozovat budoucí dopady na ceny jatek v ČR. Změny ve struktuře korporací včetně predikce dynamiky růstu jejich tržního podílu považují řešitelé za klíčový faktor, ovlivňující volatilitu výkupních cen vepřového masa i v ČR.

Identifikaci významných faktorů, ovlivňujících nákladovou cenu výkrmu prasat v rámci uzavřeného obratu stáda, se řešitelům podařilo podrobněji zmapovat na základě podkladových dat, která byla získána od spolupracující Agrární komory ČR.

Podrobnější struktura nákladů je uvedena v následující Tabulce 3.

CHOV PRASAT CELKEM Uzavřený obrat stáda (Kč/jednotku hmotnosti)	2013	2014	2015	2016	2017	2017 %
Spotřeba krmiv	21,6	18,5	19,3	17,8	18,3	60,8 %
Spotřeba náhradních součástí	0,84	0,86	0,88	0,88	0,9	3,0 %
Spotřeba léků, desinfekce	1,05	1,05	1,03	1,01	0,95	3,2 %
Spotřeba PHM, maziv	0,04	0,038	0,032	0,028	0,03	0,1 %
Spotřeba paliv	0,98	0,96	0,82	0,71	0,76	2,5 %
Spotřeba ostatního materiálu	0,42	0,42	0,41	0,4	0,4	1,3 %
Nakoupená zvířata	1,14	0,98	1,02	0,91	0,97	3,2 %
Suma: materiál celkem	26,07	22,81	23,49	21,74	22,31	74,1 %
Spotřeba ENERGIE	0,86	0,85	0,72	0,63	0,67	2,2 %
Přepravné	0,29	0,28	0,26	0,24	0,25	0,8 %
Plemenářské a veterinární výkony	0,38	0,37	0,37	0,35	0,33	1,1 %
Opravy, údržba, cestovné a ostatní služby	0,9	0,9	0,94	1,1	1,2	4,0 %
Suma: ostatní služby	2,43	2,4	2,29	2,32	2,45	8,1 %
Mzdové náklady	1,3	1,3	1,3	1,35	1,5	5,0 %
Zdravotní a sociální pojištění	0,44	0,44	0,44	0,46	0,51	1,7 %
ODPISY (cca 1/3 zvířata, 2/3 budovy, technologie)	1,45	1,47	1,48	1,5	1,55	5,1 %
Vnitropodnikové náklady	1,15	1,15	1,13	1,12	1,1	3,7 %
Úroky nákladové	0,25	0,25	0,24	0,22	0,2	0,7 %
Celopodniková reže	0,35	0,35	0,33	0,34	0,3	1,0 %
NÁKLADY CELKEM	33,69	30,42	30,94	29,27	30,12	100 %

Tabulka 3: Struktura nákladových položek na chov prasat v rámci uzavřeného obratu stáda, 2013-2017, databáze Agrární komory ČR.

Zdroj: Agrární komora ČR, Interní databáze z podkladů členů AK.

Jak vyplývá z tabulky, spotřeba krmiv v chovu prasat tvoří v uzavřeném obratu stáda více jak 60 % celkových nákladů na jednotku produkce, přičemž materiálové náklady včetně krmiv, spotřeby léků, desinfekce a včetně nakoupených zvířat činí cca 74 % celkových nákladů.

V tomto kontextu bude provedena analýza cen těchto vstupů v delším časovém období tak, aby mohlo dojít ke stanovení intenzity působení vybraného klíčového nákladového faktoru na finální hodnotu nákladové ceny.

Kromě databáze Agrární komory ČR byla podrobena analýze i databáze nákladových položek dalšího pilotního subjektu, podniku Mydlářka, a.s.

Řešitelé konstatují, že základní struktura nákladových položek v rámci uzavřeného obratu stáda se v podniku Mydlářka a.s. mírně odlišuje od databáze AK ČR, náklady na krmiva

u tohoto pilotního podniku činí 53,7 % nákladů, náklady na nakoupená zvířata činí 3,7 % nákladů a celkové materiálové náklady činí 62,7 % celkových nákladů.

Jako základ ke stanovení poměru mezi nákladovými cenami se řešitelé rozhodli využít databázi AK ČR (oproti databázi společnosti Mydlářka a.s.). Důvodem je větší počet subjektů, ze kterých byla databáze AK ČR tvořena. Dalším důvodem je i fakt, že společnost Mydlářka a.s. realizuje část svého výkrmu prasat ve formě služeb a tímto dochází k mírnému zkreslení poměru mezi dílčími nákladovými položkami.

4 Stručný přehled výsledků výzkumu: období II/2018 – III/2019

4.1 Analýza časových řad výrobkové vertikály ve vybraných zemích EU

Vybrané výsledky studie analýzy časových řad na výrobkové vertikále vepřové maso v evropském prostoru v období leden 2010 – červen 2018 a odhad vývoje cen u vybraných produktů v České republice pro období roku 2018 podává dílčí zpráva Smutka, J., Havlicek, J., Dömeova, L. (2018a).

Do studie byly zařazeny časové řady, které reprezentují výrobce ze starých zemí EU28 a výrobce ze středoevropského prostoru, u kterých v devadesátých letech minulého století proběhla transformace ekonomiky.

Časové řady reprezentují ceny, za které vybraní producenti prodávají nebo nakupují komodity na evropském (resp. českém) trhu.

Stručný přehled výsledků:

- 1) Vývoj časových řad dat u vybraných evropských zemí je konzervativní v tom smyslu, že v dlouholetém období 2010 – 2018 vykazují lineární trend s mírně kolísajícími absolutními přírůstky kolem průměrných cen.
- 2) V kategorii „Živá váha“ dosahují němečtí producenti výrazně vyšší realizační ceny za kg produkované komodity. Průměrná realizační cena za kg živé váhy za sedmileté období je 1,54 Euro, ostatní producenti realizují za nižší ceny. V Holandsku a Maďarsku výrobci realizují produkci za hodnotu o 21 % nižší (1,20 EURO), v ČR o 24 % nižší (1,175 EURO), v Polsku dokonce o 25 % (1,150 EURO) nižší. Variační koeficient s hodnotami mezi 10 % – 12 % ukazuje, že vývoj cen je v celém sledovaném období stabilní, ceny oscilují kolem průměru mírně.
- 3) V kategorii „Maso“ polští výrobci vykazují větší difference v cenách: variační koeficient 11,4 % je výrazně vyšší ve srovnání s českými daty, kde dosahuje pouze 7,5 %.
- 4) Časová řada „Selata“ vykazuje vyšší dynamiku než řady „Živá váha“ a „Maso“. Selata nakupují nejlevněji polští výrobci: průměrná nákupní cena 2,14 EURO za sedmileté období je v Polsku o 31 % nižší než v Německu (1,98 EURO) a o 41 % nižší než v ČR. Variační koeficient 23 % u německé řady ukazuje na vysokou variabilitu hodnot kolem průměrné ceny v Německu. V ČR je variabilita nákupních cen nejnižší, činí pouze 9,6 %.
- 5) Průměrné ceny v roce 2017 jsou ve všech sledovaných zemích vyšší, než je průměr za celé sledované období 2010 – 2017.
- 6) Průměrný absolutní přírůstek je v roce 2017 záporný ve všech sledovaných zemích, tj. ceny vykazovaly tendenci k poklesu v porovnání se stavem v období 2010 – 2014.
- 7) Průměrná cena komodity „Živá váha“ v průběhu roku 2017 klesla o 10 %.
- 8) Predikce „ex ante“ i predikce „ex post“ u dlouhých řad za období 2010 – 2017 není vyhovující u kategorií „Živá váha“ a „Maso“, predikované hodnoty vykazují rozdíly až 10 % od hodnot skutečných. Je pravděpodobné, že se zde projevují intervence ČNB.
- 9) U kategorie „Selata“ je predikce vyhovující.

- 10) U zkrácených řad na období 30 měsíců, od července 2015 do prosince 2017, jsou hodnoty vyhovující, rozdíly od reálných hodnot se pohybují v rozmezí 4 %.
- 11) Pro analýzu zvolených časových řad v kategoriích „Živá váha“, „Maso“ a „Selata“ jsou koeficienty růstu přibližně konstantní a průměr čtverců reziduí (M.S.E.) je malý. Pro tyto řady je vhodný modifikovaný exponenciální trend. Výraznému růstu hodnot na koncích řad lze zabránit vhodnou volbou koeficientů trendové funkce.
- 12) Po vyhlazení časových řad klouzavými průměry a klouzavými mediány o délkách 3 a 6 měsíců bylo zjištěno, že nejlepší výsledky poskytují řady, vyrovnané klouzavými průměry o délce 3 měsíců (čtvrtletní).

4.2 Vliv intervencí ČNB na ceny prasat na výrobní vertikále vepřového masa v ČR

Pro posouzení vlivu intervencí ČNB na vývoj cen komodit ve výrobní vertikále vepřového masa byla zvolena metoda scénářů (Smutka, J., Havlíček, J., Dömeova, L., 2018b).

Na podkladě statistické analýzy reálných dat se vytvořil scénář varianty možného vývoje cen v prostředí bez intervencí. Porovnávají se reálné a modelové situace na trhu komodit „Živá váha“, „Maso“ a „Selata“, které probíhají v prostředí s intervencemi a v prostředí bez intervencí. Porovnání obou situací ukazuje, že intervence ČNB měly negativní vliv na ceny, za které by čeští výrobci prodávali komodity na evropském trhu. Intervence zkreslily reálný vývoj cen v dlouhých časových řadách za období 2010 – 2018. Pro predikci časových řad se proto doporučuje využívat data od roku 2017, kdy vliv intervencí skončil.

Stručný přehled výsledků:

- 1) Data za období 2010 – 2018 ze zdrojů EUROSTAT jsou v měsíčních i týdenních časových řadách, ale neúplná.
- 2) Data z ČSÚ a MZ poskytují některá data v týdenních, jiná v měsíčních časových řadách pro různé skupiny komodit: živá váha, mrtvá váha, upravený 40% carcass, ceny selat za kg, resp. kus. Dále je možné rozlišit ceny, které se realizují v rámci prvovýroby a ceny, které se realizují prostřednictvím národních nebo mezinárodních burz.
- 3) Výrazné jsou rozdíly mezi cenami, které uvádí EUROSTAT a cenami, které poskytují národní instituce.
- 4) Vliv intervencí na vývoj výrobní vertikály v ČR v období intervencí se analyzoval na komoditách „Živá váha“, „Maso“ a „Selata“, které se porovnávaly s obdobnými komoditami ve vybraných evropských zemích. Pro analýzu každé komodity byly zvoleny párové dvojice časových řad.
- 5) Intervence ČNB zvýšily rozdíl mezi realizačními cenami na trhu komodit v Německu a v ČR.
- 6) V průběhu intervencí docházelo postupně k výraznějším rozdílům v cenách komodity. Např. v prvním půlroce intervencí se rozdíl pohyboval kolem 1,25 Kč/kg, v závěru období klesl na hodnotu 1,- Kč/kg. Postupující rozdíly v hodnotách cen komodity v průběhu období intervencí ilustrují, že již na počátku období 2017 přestaly intervence plnit svůj účel.
- 7) Vliv intervencí ČNB se projevil výrazně na realizačních cenách domácích výrobců. Pro práci s časovými řadami v prostředí ČR se doporučuje využívat datové soubory, které nejsou zatíženy změnami cen v důsledku intervencí.

8) Intervence modifikovaly ceny na domácím trhu do poloviny roku 2016. Potom se projevuje období doznívání intervencí v délce 3 – 6 měsíců.

Podrobné informace v DZZ Smutka, J., Havlicek, J., Dömeova, L., (2018b).

4.3 Vyšetření závislosti realizační ceny prasat na spotřebitelských cenách masných výrobků v ČR

Výzkum sledoval, jak se vzájemně ovlivňují ceny komodit ve výrobní vertikále vepřového masa: a) Výrobce – produkce prasat (zemědělská výroba, živá váha), b) Zpracovatel – jatky (mrtvá váha S EU, carcass), c) Spotřebitel – finální výrobek (prodejny, masné výrobky). Cílem studie bylo potvrzení, že taková závislost existuje, ověření vlastností a síly závislosti a návrh metodického postupu pro další, podrobnější analýzu procesu (Smutka, J., Havlicek, J., Dömeova, L., 2018c).

Stručný přehled výsledků:

Pro analýzu byly vybrány komodity v živé a mrtvé váze a vybrané finální masné výrobky na českém trhu. Na lineárních regresních modelech se prokázalo:

- 1) Slabá závislost mezi cenou živé váhy a cenou finálního výrobku v obchodě. Např. *jestliže se cena produktu vepřová kýta bez kosti zvýší o 1 Kč/kg, realizační cena za kg živé váhy u prasat vzroste o 0,26 Kč.*
- 2) Silná závislost mezi cenou zpracované komodity na jatkách (carcasu) a cenou finálního výrobku v obchodě. Např. *při nárůstu ceny produktu vepřová kýta bez kosti o 1 Kč/kg, realizační cena za kg carcasu vzroste o 0,69 Kč.* Odhadnuté parametry regresních modelů jsou statisticky významné, rezidua mají normální rozdělení.

Analýza reziduálních složek prokázala, že závěry o vlivu cen v potravinovém řetězci jsou z hlediska statistické významnosti použitých dat správné a mohou být využity při modelování výrobní vertikály vepřového masa. Na významnost nemá vliv vyhlazení časových řad dat. Na příkladu se prokázalo, že ceny vzdálenějších komodit (jatečný býk, kuřata) nemají na ceny výrobní vertikály vepřového masa vliv. Postup ověřený ve studii lze aplikovat pro analýzu dalších komodit ve výrobní vertikále vepřového masa.

Prokázalo se, že data z ČSÚ i EUROSTATU jsou kvalitní a nevyžadují další úpravy. Na příkladu dat, vyrovnaných klouzavými průměry, se prokázalo, že jejich úprava nemá výraznější vliv na výsledky získané z dat neupravených. Data neobsahují výrazné odlehle hodnoty.

Problém je v interpretaci výsledků získaných z datových souborů typu „S“ (*spotřebitelské ceny*). Zde jsou zahrnuty tuzemské i dovozové ceny a DPH. To může zkreslit odhad vzájemné závislosti mezi kategoriemi „P“ (*průmysloví výrobci*) a „Z“ (*zemědělství výrobci*).

Prokázala se závislost cen mezi kategoriemi „Z“ a kategoriemi „P“ a „S“. V případě analýzy reprezentativních časových řad na úrovni vertikály $S \rightarrow Z$ se jedná o vzdálené procesy, u kterých je vliv cen nízký. V případě analýzy reprezentativních časových řad na úrovni vertikály $P \rightarrow Z$ je vliv významný.

U vybraných řad z vertikály hovězí maso se vliv na cenu vepřového masa nepotvrdil.

Verifikace modelu: analýza byla provedena na všech realizovaných modelech regresní analýzy. Po odstranění několika odlehle hodnot se hodnoty reziduí dobře přibližují normálnímu rozdělení. I když normalita rozložení reziduí není 100 % a normální rozdělení

vykazuje mírné vychýlení, lze konstatovat, že regresní modely dobře popisují vzájemný vztah mezi cenami kategorií komodit „Z“, „P“ a „S“.

Pro analýzu dat se doporučuje užívat kratší řady, nezatížené intervencemi ČNB.

Na tvorbu cen může mít vliv mnoho faktorů. Provedená analýza naznačuje směr, kterým se může další výzkum ubírat. Z výsledků vyplývá, že pro analýzu dlouhodobých procesů je třeba časové řady očistit od vlivu intervencí ČNB, nebo využívat časové řady od data, kdy intervence skončily.

Problematická je kategorie výrobců P. Doporučuje se lépe vymezit vztah mezi kategoriemi „Z“ a „P“. Kategorie P nezahrnuje pouze zpracování komodity na jatkách, částečně komoditu zpracovávají i někteří producenti jatečných zvířat. Z dat ČSÚ a EUROSTATU to nelze odvodit.

5 Efektivnost produkce vepřového masa v prostředí EU

5.1 Pokles chovů prasat v ČR

Vepřové maso tvoří jednu z nejvýznamnějších součástí jídelníčku českých spotřebitelů. V současnosti dochází k výraznému zvýšení tržních cen vepřového masa nejen v ČR ale i v evropském regionu. V ČR stouply ceny od poloviny března do poloviny dubna 2019 u jatečně zpracovaných prasat o zhruba pětinu, u jednotlivých samostatně obchodovaných částí i o 40 %. Za zdražením stojí větší prodeje masa do Číny a skutečnost, že zpracovatelé v minulosti nezlevňovali, když byla prasata vykupovaná za ceny nižší, než činily náklady. Chovatelé tak zavírali chovy a nyní prasata nemají, cena proto roste (ČTK, 2019).

Od začátku tisíciletí klesly podle údajů ČSÚ (2019) počty chovaných prasat ze skoro 3,69 milionu na 1,54 milionu v dubnu roku 2019. Jednou z příčin zdražení je i nízká soběstačnost v jeho produkci, která v roce 2018 činila v ČR 51,5 % (Ministerstvo zemědělství ČR, 2018). Z tohoto důvodu je potřebné se zbývat problematikou efektivnosti produkce vepřového masa v mezinárodních souvislostech. V našem příspěvku navrhneme použití metody DEA.

Efektivnost produkce vepřového masa ovlivňuje i typ konkurence, v němž se nachází většina firem působících v odvětví. Oligopol jako převažující typ nedokonalé konkurence v odvětví produkce vepřového masa lze charakterizovat jako tržní strukturu, pro kterou je charakteristický malý počet firem v odvětví a poměrně vysoký stupeň vzájemné závislosti jejich rozhodování. „Tyto firmy vyrábějí veškerý výstup, nebo alespoň jeho většinu“, Frank, 1991.

5.2 Vliv oligopolizace na výrobu v ČR

„Oligopol může existovat, jelikož jen málo firem (v odvětví) vyrábí daný produkt nebo protože jen málo společností zodpovídá za většinu, i když ne celou, výroby produktu“ (Schiller & Gebhardt, 1981). Jedná se většinou o velké firmy s rozhodujícím podílem v nabídce odvětví. Příkladem oligopolizace odvětví produkce vepřového masa může být koncentrace trhu jatek provádějících porážku prasat. Deset největších jatek v Česku realizovalo v roce 2018 cca 64 % porážek prasat, zatímco v roce 2008 se jednalo o 44,65 % porážek. Konkrétně se jednalo o 1,63 mil. prasat v roce 2008, zatímco v roce 2018 bylo poraženo 1,49 mil. prasat. První pětice jatek je tvořena dvěma holdingy (AGROFERT, a.s., RABBIT Trhový Štěpánov, a.s.) a třemi rodinnými podniky na Moravě. Ze srovnání výkonů a tržních podílů jatečních společností v ČR a sousední SRN vyplývá, že trh jatek v Německu je ještě více oligopolizovaný. V roce 2018 realizovalo deset největších jatečních společností téměř 80 % celkových porážek prasat (tj. 78,9%); těchto 10 společností porazilo celkem 44,74 miliónů prasat. V prvních třech největších jatečních společnostech, tj. společnostech Tönnies (Rheda-Wiedenbrück), Vion (Düsseldorf) a Westfleisch (Münster) bylo v roce 2018 poraženo 57,9 % kusů prasat. Navíc došlo v letech 2013 až 2018 k posílení postavení největší jateční společnosti, společnosti Tönnies. Tržní podíl této společnosti se zvýšil z 27,2% až na 29,3%, tato společnost v roce 2018 porazila 16,6 miliónů prasat (maso.cz, 2019).

V oligopolních odvětvích produkce masa a masných výrobků firmy vyrábějí buď homogenní, nebo heterogenní (substituční) produkci. V případě homogenního produktu (výkrm prasat) vytváří konkurence tendenci k jednotné rovnovážné tržní ceně vepřového

masa, neboť je zde zvlášť silná vzájemná závislost firem, a tedy i sebemenší změna ceny jednou z nich ovlivní výrazně chování ostatních firem. Pokud masokombináty vytvářejí diferencovaný produkt (trvanlivé salámy, klobásy, jitrnice aj.), rozdíly mezi produkty jednotlivých oligopolních firem nejsou zpravidla podstatné; jedná se o blízké substituty.

5.3 Bariéry vstupu nových firem na trh

Omezeními (bariérami) vstupu nových firem do odvětví produkce vepřového masa jsou relativně vysoké náklady kapitálu na zavedení nové firmy, preference spotřebitelů v relaci k existujícím firmám a úmluvy a dohody (kartely) mezi existujícími firmami. Pokud představují překážku vstupu do tohoto odvětví úspory z rozsahu, potom by každá firma usilující o vstup do odvětví měla dosahovat při produkci svých výrobků stejně nízkých průměrných nákladů jako již existující firmy v odvětví (Orea & Wall, 2017). Z tohoto hlediska je existence oligopolu ovlivněna vztahem mezi velikostí trhu a optimální velikostí firmy (tj. velikostí, která umožňuje firmě realizovat úspory z rozsahu).

„Pro oligopol je příznačné, že prodávající při svém rozhodování o cenách a výstupu vzájemně zvažují jednání druhé strany“ (Frank, 1991). Firmy navzájem reagují nejen na změnu ceny, ale i na změnu výstupu, kvality produktu, reklamy každé z nich. Možnost každé firmy v odvětví výrobců či zpracovatelů vepřového masa činit reálné odhady o reakcích a akcích konkurentů je dána skutečností, že v odvětví působí jen několik velkých firem, podniky tak mají určitou monopolní sílu a mohou změnou výše ceny vepřového masa či masných výrobků ovlivňovat objem realizované produkce. Každá firma má možnost kontrolovat též celou tržní poptávku v odvětví, prostřednictvím svého relativně vyššího podílu na celkové tržní nabídce statku. Má-li konkurent reagovat na změnu tržní ceny (tržního množství) firmy, musí tato změna působit na změnu jeho tržní ceny a tržního množství.

6 Modely DEA

6.1 Modely DEA

Následující kapitola je určena pro čtenáře, který se neorientuje v oblasti aplikací modelů DEA a nemá zájem o podrobnější studium z odborné literatury. Stručná informace a ilustrativní příklady vysvětlují základní principy modelů DEA tak, aby čtenář byl schopen sám řešit své vlastní příklady: aplikovat SW a interpretovat výsledky.

Pro podrobné studium lze doporučit např. Jablonský & Dlouhý; Šubrt, Houška, Brožová, 2013. Pro náročnější studium je vhodná publikace Cooper & Seiford, 2007. Podrobnější informace s příklady je v Kapitole č. 15 „Příloha“.

Modely DEA (Data Envelopment Analysis – DEA; Analýza obalu dat) jsou v podstatě modifikované modely lineárního programování, založené na měření relativní efektivnosti (produktivitě, 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:

Efektivnost: poměr mezi výstupy a vstupy: $\frac{\text{výstupy}}{\text{vstupy}}$

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 efektivnosti.

6.2 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.

V kritériální matici (Tabulka 4) jsou uvedeny váhy $\mathbf{v} = (v_1, v_2, \dots, v_m)$ a $\mathbf{u} = (u_1, u_2, \dots, u_m)$, které přiřazujeme vstupům X_i a výstupům Y_j v případě, že porovnáváme efektivitu více jednotek.

	Vstupy $X_i, i = 1, 2, \dots, m$				Výstupy $Y_j, j = 1, 2, \dots, n$			
Jednotky U_k $k = 1, 2, \dots, p$	X_1	X_2		X_m	Y_1	Y_2		Y_n
U_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1m}	y_{11}	y_{12}	...	y_{1n}
U_2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2m}	y_{21}	y_{22}	...	y_{2n}
	...	...		...	...	...		...
U_p	x_{p1}	x_{p2}	...	x_{pm}	y_{p1}	y_{p2}	...	y_{pn}
Váhy	$\mathbf{v}$	$\mathbf{v}$	...	$\mathbf{v}$	$\mathbf{u}$	$\mathbf{u}$	...	$\mathbf{u}$

Tabulka 4: Kritériální matice dat pro modely DEA.

6.3 Efektivita DMU, váhy vstupů a 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 podle tzv. Farrellovy definice efektivnosti: efektivnost k-té jednotky U_k je dána vztahem

$$\Phi_k = \frac{\text{vážený součet výstupů}}{\text{vážený součet vstupů}} = \frac{\text{celková vážená produkce všech jednotek}}{\text{celková vážená produkce vstupů}}$$

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 stejné váhy u_j pro výstupy Y_j .

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

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

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

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

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

Poznámka: V modelech DEA případ stejných vah nemusí odpovídat skutečnosti. Při porovnání efektivnosti veřejných institucí, jako například školy, posuzujeme školy specializované na sport, jazyky, technické předměty apod. Je zřejmé, že sportovně založené školy nebudou dosahovat stejné výsledky ve výuce jazyků, nebo technických předmětech – to ovšem neznamená, že jsou horší. Podobně pomocí vah můžeme vyrovnat rozdíly mezi vstupy a výstupy u zemědělských výrobců v různě úrodných oblastech.

Model DEA rozdělí jednotky na efektivní a neefektivní. Množina přípustných řešení je vymezena efektivními jednotkami, které vytvářejí hranici efektivit („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 efektivit:

- 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 Φ_k bylo maximální.

6.4 Virtuální jednotka

Důležitým pojmem v modelech DEA je tzv. *virtuální jednotka*. Je to uměle vytvořená DMU (jednotka), kterou vytváříme pomocí hodnot váženého průměru vstupů a výstupů od efektivních jednotek. Ostatní jednotky potom s virtuální jednotkou porovnáváme – jedná se o tzv. *peer proces*. Virtuální jednotka tedy slouží k posouzení efektivit reálných jednotek:

- jednotka je neefektivní, když produkuje méně výstupů jako její virtuální jednotka,
- jednotka je neefektivní, když spotřebovává více vstupů než její virtuální jednotka,
- jednotka je efektivní, když produkuje více výstupů než její virtuální jednotka,
- jednotka je efektivní, když spotřebovává méně zdrojů než její virtuální jednotka.

Vytvoření virtuální jednotky:

- 1) Vybereme efektivní jednotky – tzv. „peer zdroje“.
- 2) Vytvoříme jejich vážený součet – jako lineární kombinaci efektivních jednotek. Váhy lineární kombinace určují duální hodnoty modelu lineárního programování, který přiřazujeme ke každé hodnocené jednotce (viz příklad dále).

6.5 Hranice efektivit – modely CRS a VRS

Tvar hranice efektivnosti 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 přírůstky výstupu a přírůstky vstupu *lineární*. Hranice efektivnosti 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 efektivnosti.

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

6.6 Uplatnění modelů DEA v praxi

Modely DEA patří mezi frekventované aplikace. Od první publikace Charnes, Cooper and Rhodes (1978) implementace modelů DEA vykazuje rychlý a trvalý růst v oblasti aplikací efektivity a produktivity v činnostech veřejného i soukromého sektoru. Úplný seznam a analýza výzkumu DEA pokrývajících jeho prvních 20 let historie, není plně k dispozici. Od roku 2002 autoři Emrouznejad, Parker and Tavares (2008) prezentují už 3 203 publikací a v roce 2008 citační zdroje uvádějí více než 7 000 publikací. Tento nárůst publikační aktivity, sledovaný v řadě různorodých oblastí, signalizuje, že modely DEA jsou a) uživatelsky přístupné a b) reálně se uplatňují v různých odvětvích. Seznam nejvíce frekventovaných časopisů a klíčových slov z relevantních oblastí aplikací je uveden např. v Chaowarat, Piboonrugroj and Shi (2013), Ji et al. (2015), Zhou a kol. (2017).

Rozvoj aplikací modelů DEA byl podmíněn dvěma příznivými okolnostmi:

1) Existence dobrých studijních pramenů a vzdělávacích kurzů – Fulginiti (1998), Emrouznejad, Parker and Tavares (2008), Zhu (2015).

2) Volně dostupný a výkonný SW bez poplatků – Cooper, Seiford and Tone (2006).

Modely DEA jsou dnes využívány ekonomy a manažery, aniž by museli být odborníky na operační výzkum, nebo jiné metody matematického modelování procesů. Metodika aplikace je jednoduchá, srozumitelná a nabízí řadu praktických možností jak využít výsledky bezprostředně do praxe.

Podle studie Liu et al. (2013), nejvíce praktických aplikací se objevuje v oblasti bankovního sektoru, zdravotnictví, dopravy a školství. Yang (2018), a Anon (2018) ukazují, že dvě třetiny odborných publikací se zabývá řešením praktických problémů, zbytek teorií a metodikou. V posledních letech se zájem odborníků soustřeďuje na problémy energie, životního prostředí a zemědělství (Avkiran & Parker, 2010).

Huguenin (2015) provádí analýzu SW modulů, které jsou k dispozici na trhu. Prokazuje, že soudobý SW (volně přístupný i komerční placené verze) je uživatelsky příjemný a nabízí řadu variací, které reagují i na řešení komplikovaných environmentálních modelů.

V zemědělství se modely DEA uplatňují na dvou úrovních podle typu a specializace výroby. Ve stejném regionu existují různě velké a výrobně různě orientované podniky s velkým počtem vstupů a výstupů. Silnější postavení velkých farem má vliv na ceny výrobků malých farem (Davis, 2017). Antle et al. (2017) řeší problém distribuce plodin mezi regiony (Turecko), kde si vzájemně konkurují malé a velké farmy s rozdílnými úrovněmi specializace a kde se projevují i environmentální aspekty v rámci produkce zdravé výživy.

V období posledních 10 let se zvyšuje frekvence článků zabývajících se problémy životního prostředí. Příkladem je práce Kuo et al. (2014), kde se pomocí modelů DEA řeší ekonomický problém se zahrnutím environmentálních podmínek. Modely DEA se zde uplatňují efektivně, i když se jedná o modely s velkým počtem proměnných. Podobné přístupy, zahrnující v procesu ekonomického rozhodování i respekt k životnímu prostředí, lze najít např. v pracích Coyne et al. (2015) a Picazo-Tadeo et al. (2011).

Modely DEA jsou vhodné i pro řešení problémů v prostředí se speciálními datovými soubory:

Řešení rozhodovacích problémů ve stochastickém prostředí ilustruje práce autorů Sharma et al. (1997), ve které se řeší problém optimalizace produkce výroby prasat za podmínek výskytu náhodných vlivů na trhu krmiv a v odbytů na Havaji.

Příkladem řešení rozhodovacího problému ve fuzzy prostředí jsou práce autorů Li et al. (2016), Mu et al. (2018).

Řešení problémů v modelech s velkým počtem dat ("big data") v oblasti trhu a financí ilustrují práce Kiani Mavi, Saen and Goh (2019).

V období posledních 20 let se setkáváme s aplikacemi tzv. "Dvoustupňové DEA analýzy" (Two-stage DEA, Two-stage network DEA structure). V rámci řešení prvního stupně se výpočty soustřeďují na zpětnou analýzu vstupních datových souborů z hlediska jejich vzájemných vazeb a přesnosti. Po úpravě, případně doplnění, původních vstupních dat se provádí nové hodnocení. Tento postup se může i několikrát opakovat, dokud se nedosáhne reálných výsledků. Metodologii vícestupňové metody DEA vypracovali Färe and Whittaker (1995), Emrouznejad, Parker and Tavares (2008). Zejména práce Liu et al. (2015) a Despotis, Sotiros and Koronakos (2016) lze považovat za průkopnické v modelech s velkými daty. Stochastická data se zpracovávají např. v práci Izadikhah and Saen (2018)) a modely, respektující podmínky trvale udržitelného rozvoje publikují např. Kiani Mavi, Saen and Goh (2019), Lim and Zhu (2019).

7 Sběr dat a tvorba datových souborů

7.1 Datové zdroje a data – EU, Brazílie a USA

Pro hodnocení českých výrobců vepřového masa bylo vybráno 14 evropských zemí (Rakousko, Belgie, Česká republika, Dánsko, Finsko, Francie, Německo, Velká Británie, Maďarsko, Irsko, Itálie, Nizozemsko, Španělsko a Švédsko) a dvě mimoevropské země (Brazílie a USA). Brazílie je reprezentována dvěma oblastmi s rozdílnými podmínkami pro výrobu.

Technologie výroby a management jsou v uvažovaných zemích srovnatelné, Velká Británie a Brazílie mají vyšší podíl výroby ve „welfare“ prostředí, podobně i Itálie, kde jsou ale vyšší náklady kompenzovány dotacemi. Tyto specifické podmínky budou uvažovány při interpretaci výsledků.

V Tabulce 5 je přehled zemí, zařazených do hodnocení, a institucí, které poskytují souhrnná data do světových databází.

	Výrobce
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

Tabulka 5: Přehled zemí zařazených do hodnocení a databází poskytující odpovídající data.

V Tabulce 6 jsou vstupní data pro modely DEA spočtené jako průměrné hodnoty za šestileté období 2012 – 2017. Většinu dat bylo možné převzít z publikací InterPIG, Davis Carol (2017), chybějící data byla dohledána v databázích EUROSTAT a v národních databázích (Tabulka 5).

Mezi země je vložena *fiktivní země „Průměr EU“*. Pomocí ní můžeme porovnat postavení jednotlivých sledovaných zemí k průměrným hodnotám v Evropském prostoru.

Data jsou rozdělena na 6 vstupů (I) a 6 výstupů (O). Jednotlivé země bude možné hodnotit ze tří hledisek: 1. vstupů, 2. výstupů, 3. globálně z hlediska vstupů i výstupů.

Země	(I)Úhyn: odchov a výkrm, %	(I)Krmiva, na 1kg přirůstku, kg	(I)Krmiva, EUR/kg/carcas	(I)Materiálové náklady, EUR/kg/carcas	(I)Osobní náklady, EUR/kg/carcas	(I)Ostatní náklady, EUR/kg/carcas	(O)Počet porodů, prasnice/rok	(O)Selata narozená, prasnice/rok	(O)Selata odchovaná, prasnice/rok	(O)Přrůstek 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	27,170	26,660	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

Tabulka 6: Vstupní data do modelů DEA.

7.2 Úprava dat na standard InterPIG

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.

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).

7.3 Prověření statistické nezávislosti dat

Data je třeba prověřit z hlediska jejich závislosti. Podle často citované práce [Farrell \(1957\)](#) je třeba prověřit statistickou nezávislost dat, která by neměla přesahovat hodnoty 0,8.

Koeficienty korelace v Tabulce 7 vykazují závislost dat v jediném případě pro dvojici vstupů „Selata narozená“ a „Selata odchovaná“, s vysokým koeficientem korelace 0,99. Tuto závislost jsme očekávali, protože oba procesy jsou na sobě závislé v rámci výrobního procesu, kde narozená selata po odečtení úhynu (kolem 7 % stavu) postupují do fáze odchovu (doba kolem 3 měsíců) a dále do fáze výkrmu. Vysoká korelace v tomto případě znamená, že pro hodnocení jednotek postačí v modelu jeden z obou procesů. Skutečně, po výpočtu modelů s 6ti vstupy a 5ti výstupy (např. bez vstupu „Selata narozená“), výsledky se liší v hodnotách až na třetím desetinném místě.

V procesu výroby, a tedy i ve výrobním řetězci, obě kategorie „Selata narozená“ a „Selata odchovaná“ jsou posuzovány jako dva oddělené výrobní procesy. Pro hodnocení jednotek a jejich vzájemný benchmarking je proto nutné ponechat oba vstupy v modelu.

	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	Přírůstek výkrmu, kus/den/g	Vyskladnění živá, kg/kus	Produkce masa, prasnice/kg/rok
Úhyn: odchov a výkrm, %	1	0,08	-0,04	-0,28	-0,33	-0,35	0,32	-0,03	-0,06	-0,39	0,12	0,06
Krmiva, na 1kg přírůstku, kg	0,08	1	0,60	0,13	0,45	0,30	-0,47	-0,48	-0,50	-0,36	0,77	0,47
Krmiva, EUR/kg/carcas	-0,04	0,60	1	0,11	0,44	0,24	-0,48	-0,31	-0,31	-0,45	0,41	0,28
Mat. náklady, EUR/kg/carcas	-0,28	0,13	0,11	1	0,38	0,11	-0,44	0,05	0,06	0,11	-0,09	0,04
Osobní náklady, EUR/kg/carcas	-0,33	0,45	0,44	0,38	1	0,91	-0,71	-0,08	-0,10	0,19	0,24	0,22
Ostat. náklady, EUR/kg/carcas	-0,35	0,30	0,24	0,11	0,91	1	-0,52	-0,03	-0,04	0,27	0,25	0,23
Počet porodů, prasnice/rok	0,32	-0,47	-0,48	-0,44	-0,71	-0,52	1,00	0,22	0,22	-0,08	-0,12	-0,00
Selata narozená, prasnice/rok	-0,03	-0,48	-0,31	0,05	-0,08	-0,03	0,22	1	0,99	0,41	-0,30	0,36
Selata odchovaná, prasnice/rok	-0,06	-0,50	-0,31	0,06	-0,10	-0,04	0,22	0,99	1	0,38	-0,33	0,35
Přírůstek výkrmu, kus/den/g	-0,39	-0,36	-0,45	0,11	0,19	0,27	-0,08	0,41	0,38	1	-0,25	-0,12
Vyskladnění živá, kg/kus	0,12	0,77	0,41	-0,09	0,24	0,25	-0,12	-0,30	-0,33	-0,25	1	0,74
Produkce masa, prasnice/kg/rok	0,06	0,47	0,28	0,04	0,22	0,23	-0,00	0,36	0,35	-0,12	0,74	1

Tabulka 7: Prověření nezávislosti vstupních dat po modely DEA.

8 Metodika aplikace modelů DEA

Metodický postup řešení je založen na práci autorů Avkiran and Parker (2010), ve které je uveden přehled a analýza metodik užívaných pro řešení problémů pomocí modelů DEA do roku 2008. Formální prezentace metod a analýza výsledků se provádí podle metodiky prezentované v učebním textu Brožová, Houška & Šubrt (2014).

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).

V této studii se používá třetí přístup, který reprezentuje možnosti vícekriteriálního programování v kombinaci „minimalizace vstupů při požadavku maximalizace výstupů“ sledovaného výrobního systému.

Do modelu vstupuje 18 jednotek. Při tomto počtu může dojít ke kardinálnímu uspořádání jednotek, které na intervalu $\langle 0, 1 \rangle$ nebude dostatečně selektivní. Proto se pro zpřesnění hodnocení použije vhodná SuperDEA metoda, viz např. Cooper, Seiford, & Tone, (2006b).

Pro analýzu efektivnosti výroby a vzájemné porovnání jednotlivých zemí pomocí modelů DEA je třeba analyzovat více vstupů a výstupů. Pro hodnocení výše uvedených zemí se použilo 6 vstupních a 6 výstupních ukazatelů:

Vstupy					
Úhyn: odchov a výkrm, %	Krmiva, na 1kg přírůstku, kg	Krmiva, EUR/kg/carcas	Materiálové náklady, EUR/kg/carcas	Osobní náklady, EUR/kg/carcas	Ostatní náklady, EUR/kg/carcas
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

Tabulka 8: Prověření nezávislosti vstupních dat po modely DEA.

Výpočet je proveden pomocí SW programu “DEA-Solver-LV 8.0” (<http://www.saitech-inc.com/index.asp>), který nabízí 28 různých verzí modelů DEA do rozsahu 50 DMU.

9 Efektivita výroby prasat v ČR, zemích EU, USA a Brazílie

9.1 Modely CCR

Modely CCR I a CCR O dávají stejné výsledky (protože účelové funkce jsou formulovány jako reciproční hodnoty).

V Tabulce 9 je uvedeno pořadí zemí a jejich bodové hodnocení.

	CCR I, CCR O	Score	Rank
1	BRA (MT)	1	1
2	BRA (SC)	1	1
3	DEN	1	1
4	FIN	1	1
5	NL	1	1
6	SPA	1	1
7	SWE	1	1
8	USA	1	1
9	CR	1	1
10	BEL	0,9806	12
11	IRE	0,9784	13
12	ITA	0,9606	15
13	FRA	0,9526	16
14	GER	0,9378	17
15	AUS	0,9094	18
16	EU průměr	0,9074	19
17	GB	0,8803	20
18	HUN	0,7963	21

Tabulka 9: Výsledky hodnocení pomocí modelů CCR.

Mezi peers se umístilo 9 zemí, ČR je mezi nimi umístěna jako poslední.

Mezi zeměmi s excelentním hodnocením jsou obě mimoevropské země Brazílie a USA. Významné místo zauímají Dánsko, Holandsko a dvě severské země Finsko a Švédsko. Umístění ČR v konkurenci těchto výrobců překvapuje vzhledem k pesimismu, se kterým se při hodnocení výrobců běžně setkáváme ve veřejných médiích.

Pro další hodnocení se využívají modely typu „BCC“, které jsou „méně přísné“ než modely „CCR“. Zpravidla zařazují více DMU mezi peers (vzhledem k nelineární obálce, kterou vytvářejí VRS verze modelů).

Data, která jsme použili jako vstupy pro modely DEA, jsou šestileté průměry různě velkých a různě úspěšných výrobců z každé hodnocené země. I když korelace (Tabulka 4) prokazuje jejich nezávislost, použití modelů BCC může zvýšit počet evropských zemí mezi peers.

9.2 Modely BCC

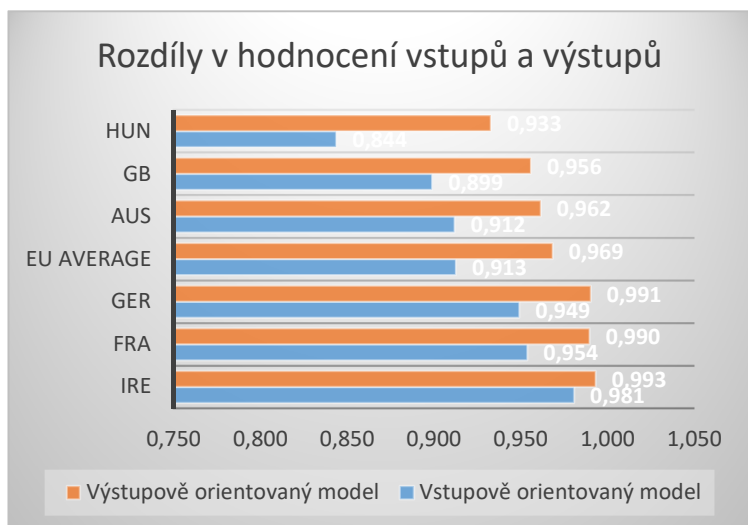
V Tabulce 10 je hodnocení jednotek provedeno pomocí modelů BCC, vstupově a výstupově orientovaných.

V obou typech modelu BCC se z 18 DMU, umístilo v kategorii „efektivní“ 11 jednotek. Ostatní, „neefektivní“ DMU, jsou hodnoceny na stupnici (0, 1) mírnějšími hodnotami. Podle předpokladu, oproti modelu CCR, se zvýšil počet excelentních jednotek z 9 na 11 – mezi peers se zařadily Belgie a Itálie.

			Vstupově orientovaný BCC I	Výstupově orientovaný BCC O	Rozdíly v hodnocení obou přístupů
		Pořadí	Bodové hodnocení na škále (0, 1)	Bodové hodnocení na škále (0, 1)	
1	BEL	1	1	1	0
2	BRA (MT)	1	1	1	0
3	BRA (SC)	1	1	1	0
4	DEN	1	1	1	0
5	FIN	1	1	1	0
9	ITA	1	1	1	0
7	NL	1	1	1	0
8	SPA	1	1	1	0
9	SWE	1	1	1	0
10	USA	1	1	1	0
11	CR	1	1	1	0
12	IRE	14	0,981	0,993	0,012
13	FRA	15	0,954	0,990	0,036
14	GER	16	0,949	0,991	0,041
15	EU průměr	17	0,913	0,969	0,056
16	AUS	18	0,912	0,962	0,050
17	GB	19	0,899	0,956	0,057
18	HUN	20	0,844	0,933	0,089

Tabulka 10: Výsledky hodnocení vstupově a výstupově orientovaným modelem BCC.

Bodové rozdíly mezi vstupově a výstupově orientovaným hodnocením ukazuje názorně Graf 2:



Graf 2: Rozdíly v hodnocení DMU mezi vstupově a výstupově orientovanými modely BCC.

Z grafu lze odvodit:

a) Absolutní rozdíly mezi *výstupy* (rozdíly mezi „oranžovými hodnotami u neefektivních výrobců) nejsou velké, výrobci se neliší výrazně ve vstupech. To ukazuje, že výrobci působí v konkurenčním prostředí, které neumožňuje výrazně zvyšovat výstupy.

b) Absolutní rozdíly mezi *vstupy* (rozdíly mezi „modrými hodnotami u neefektivních výrobců) už jsou výraznější: např. mezi výrobcí Irska a Maďarska, podobně mezi výrobcí VB a Irskem. To ukazuje na možné rozdíly v technologiích výkrmu v uvažovaných zemích.

c) Rozdíly mezi vstupy a výstupy u jednotlivých výrobců: např. v Maďarsku jsou výrazné rozdíly mezi rovnováhou vstupů a výstupů, Irové mají bilanci vyrovnanou atp.

Mezi peers se zařadilo 11 zemí. ČR se umístila na posledním místě mezi peers a toto pořadí svádí k závěru, že její bodové hodnocení by mohlo být blízké hodnotám Irska (0,981). Skutečné postavení ČR (na posledním místě mezi excelentními podle obou modelů CCR a BCC) ale takto určit nelze. K tomu je třeba provést „jemnější“ hodnocení, tj. kardinálně ohodnotit i excelentní jednotky peers.

9.3 Hodnocení DMU pomocí SuperDEA modelů

Bodové hodnocení ČR (která se umístila ve skupině excelentních jednotek) obdržíme až po výpočtu pomocí modelu „Super DEA“, který mírně porušuje podmínku $\varepsilon = \frac{\sum \text{výstupů}}{\sum \text{vstupů}} \leq 1$ (Cooper & Seiford, 2007).

Model Super DEA umožní přiřadit jednotkám body o hodnotách větší než „1“ a tím se dostává bodového hodnocení i excelentním jednotkám, které lze potom kardinálně seřadit.

Kardinální hodnocení všech 18 jednotek je uvedeno v Tabulce 11.

Super DEA CCR I, CCR O			Super DEA BCC I			Super DEA BCC O		
Rank	DMU	Score	Rank	DMU	Score	Rank	DMU	Score
1	BRA (MT)	1,392	1	BRA (MT)	1,753	1	BRA (MT)	1,3923
2	USA	1,338	2	SWE	1,409	2	USA	1,3376
3	SWE	1,202	3	BRA (SC)	1,119	3	SWE	1,2018
4	DEN	1,157	4	CR	1,097	4	DEN	1,1570
5	NL	1,111	5	SPA	1,055	5	NL	1,1113
6	BRA (SC)	1,104	6	BEL	1,033	6	BRA (SC)	1,1042
7	CR	1,078	7	USA	1	7	CR	1,0784
8	FIN	1,041	8	FIN	1	8	FIN	1,0407
9	SPA	1,016	9	DEN	1	9	SPA	1,0159
10	BEL	0,981	10	NL	1	10	BEL	0,9806
11	IRE	0,978	11	ITA	1	11	IRE	0,9784
12	ITA	0,961	12	IRE	0,981	12	ITA	0,9606
13	FRA	0,953	13	FRA	0,954	13	FRA	0,9526
14	GER	0,938	14	GER	0,949	14	GER	0,9378
15	AUS	0,909	15	EU průměr	0,913	15	AUS	0,9094
16	EU průměr	0,907	16	AUS	0,912	16	EU průměr	0,9074
17	GB	0,880	17	GB	0,899	17	GB	0,8803
18	HUN	0,796	18	HUN	0,844	18	HUN	0,7963

Tabulka 11: Hodnocení jednotek pomocí SuperDEA modelů CCR a BCC.

V hodnocení excelence pomocí SuperDEA modelu se ČR umístila velmi dobře. V konkurenci 16 zemí je na 4. místě ve vstupově orientovaném modelu BCC a na 7. místě ve výstupově orientovaných modelech CCR a BCC. Její bodové umístění se nachází i vysoko nad průměrem EU (v hodnotách bodového hodnocení).

Závěr: ČR má v konkurenci ostatních zemí výrazně dobré postavení!

10 Porovnání efektivity výroby prasat ve vybraných zemích EU

10.1 Implementace modelů BCC pro hodnocení evropských zemí

V další fázi provedeme obdobné hodnocení *pouze pro evropské země*. Z dat byly vyřazeny Brazílie a USA a hodnocení ČR se provádí pouze ve srovnání s evropskými zeměmi.

Hodnocení v předchozí kapitole prokázalo, že použití modelů BCC je vhodnější, než modely CCR. V další evaluaci proto budeme pro hodnocení využívat jenom modely BCC.

V Tabulce 12 jsou uvedeny výsledky hodnocení vstupově a výstupově orientovaný modelem BCC.

			Vstupově orientovaný BCC I	Výstupově orientovaný BCC O	Rozdíly v hodnocení obou přístupů
		Pořadí	Bodové hodnocení na škále (0, 1)	Bodové hodnocení na škále (0, 1)	
1	BEL	1	1	1	0
2	DEN	1	1	1	0
3	FIN	1	1	1	0
4	FRA	1	1	1	0
5	IRE	1	1	1	0
6	ITA	1	1	1	0
7	NL	1	1	1	0
8	SPA	1	1	1	0
9	SWE	1	1	1	0
10	CR	1	1	1	0
11	GER	11	0,993	0,996	0,004
12	AUS	12	0,992	0,995	0,002
13	EU průměr	13	0,942	0,978	0,036
14	HUN	14	0,931	0,951	0,021
15	GB	15	0,914	0,974	0,060

Tabulka 12: Hodnocení výrobců pomocí vstupově a výstupově orientovaného modelu BCC.

Mezi peers se zařadilo 10 zemí – výrazně se projevila chybějící konkurence výrobců Brazílie a USA.

Rozdíly mezi hodnocením vstupově a výstupově orientovaného modelu se pohybují mezi 3 % - 6 %; v rámci benchmarkingu lze tedy kombinovat změny vstupů i výstupů. To je v souladu s předpokladem uvedeným v Metodice, Kapitola 8.

ČR je opět na posledním místě excelentních výrobců – její skutečné postavení v konkurenčním prostředí prověříme SuperDEA modelem.

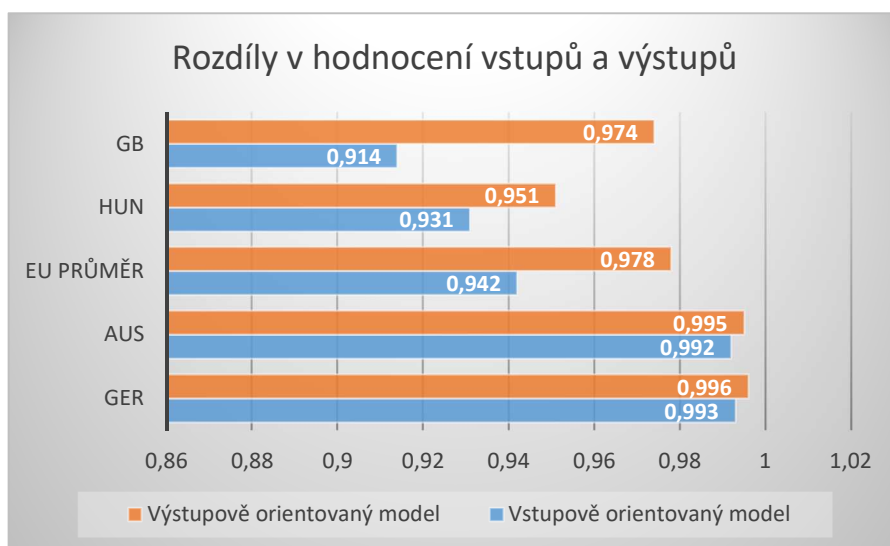
Překvapující je postavení Německa, které nedosáhlo hodnocení 1.

Z Grafu 3 lze porovnávat:

a) absolutní rozdíly mezi *výstupy* (rozdíly mezi „oranžovými hodnotami u neefektivních výrobců). Ty nejsou velké – s výjimkou Maďarska, ostatní výrobci se neliší výrazně ve vstupech.

b) absolutní rozdíly mezi *vstupy* (rozdíly mezi „modrými hodnotami u neefektivních výrobců). Ty jsou velké v případě VB a Maďarska.

c) Rozdíly mezi vstupy a výstupy u jednotlivých výrobců jsou markantní u VB. Zajímavý je i výraznější rozdíl mezi vstupy u GB, Maďarska a průměrem EU.



Graf 3: Rozdíly v hodnocení DMU mezi vstupově a výstupově orientovanými modely BCC.

10.2 Kardinální hodnocení DMU

Kardinální hodnocení všech 15 jednotek je uvedeno v Tabulce 13. ČR je opět na posledním místě mezi peers, model Super DEA určí její skutečné pořadí.

Zde se ČR umístila opět dobře – na 4. místě ve vstupově orientovaném modelu a na 5. místě ve výstupově orientovaném modelu – mezi 14 evropskými zeměmi.

V evropském prostředí je to pro ČR výborné umístění – dosahuje hodnocení nad „1“ (1,125 – lepší než Německo (0,993), vysoko nad průměrem EU (v hodnotách bodového hodnocení).

Závěr: ČR má v konkurenci ostatních zemí výrazně dobré postavení!

Super DEA BCC I		
Pořadí	DMU	Hodnocení
1	SWE	1,409
2	BEL	1,272
3	SPA	1,129
4	CR	1,125
5	FRA	1
5	FIN	1
5	IRE	1
5	ITA	1
5	NL	1
5	DEN	1
14	GER	0,993
15	AUS	0,992
16	EU průměr	0,942
17	HUN	0,931
18	GB	0,914

Super DEA BCC O		
Pořadí	DMU	Hodnocení
1	ITA	1,248
2	BEL	1,089
3	FRA	1,024
4	IRE	1,019
5	DEN	1
5	CR	1
5	FIN	1
5	SWE	1
5	NL	1
5	SPA	1
14	GER	0,996
15	AUS	0,994
16	EU průměr	0,978
17	GB	0,973
18	HUN	0,951

Tabulka 13: Hodnocení jednotek pomocí SuperDEA modelu BCC.

10.3 Peer proces

V tabulkách 14a a 14b je přehled peer jednotek pro neefektivní DMU. Peer jednotky leží na hranici efektivity, neefektivní jednotky mohou hranice efektivity dosáhnout snížením zdrojů, nebo zvýšením produkce.

BCC I		Úhyn			Krmiva 1kg			Krmiva carcass			Mat. náklady carcass			Osob.náklady carcass			Ostat. náklady carcass		
No.	DMU	Data	Nová	Diff.(%)	Data	Nová	Diff.(%)	Data	Nová	Diff.(%)	Data	Nová	Diff.(%)	Data	Nová	Diff.(%)	Data	Nová	Diff.(%)
1	AUS	4,81	4,774	-0,758	2,86	2,764	-3,35	0,867	0,861	-0,758	0,251	0,249	-0,758	0,171	0,161	-5,876	0,468	0,449	-3,943
2	BEL	7,1	7,1	0	2,76	2,76	0	0,913	0,913	0	0,217	0,217	0	0,114	0,114	0	0,308	0,308	0
3	DEN	6,2	6,2	0	2,66	2,66	0	0,788	0,788	0	0,217	0,217	0	0,137	0,137	0	0,342	0,342	0
4	FIN	5,1	5,1	0	2,7	2,7	0	0,788	0,788	0	0,377	0,377	0	0,171	0,171	0	0,491	0,491	0
5	FRA	6,42	6,42	0	2,72	2,72	0	0,833	0,833	0	0,263	0,263	0	0,137	0,137	0	0,331	0,331	0
6	GER	5,8	5,496	-5,245	2,81	2,685	-4,433	0,856	0,850	-0,726	0,308	0,306	-0,726	0,148	0,142	-4,28	0,388	0,365	-5,987
7	GB	6,57	6,006	-8,584	2,86	2,614	-8,584	0,993	0,908	-8,584	0,251	0,230	-8,584	0,148	0,123	-16,85	0,320	0,292	-8,584
8	HUN	5,86	5,454	-6,922	3,04	2,761	-9,183	0,913	0,850	-6,922	0,263	0,244	-6,922	0,137	0,127	-6,922	0,342	0,271	-20,9
9	IRE	5,12	5,12	0	2,66	2,66	0	1,016	1,016	0	0,263	0,263	0	0,137	0,137	0	0,365	0,365	0
10	ITA	6,63	6,63	0	3,75	3,75	0	1,210	1,210	0	0,251	0,251	0	0,171	0,171	0	0,422	0,422	0
11	NL	4,9	4,9	0	2,58	2,58	0	0,856	0,856	0	0,342	0,342	0	0,137	0,137	0	0,354	0,354	0
12	SPA	7,25	7,25	0	2,46	2,46	0	0,913	0,913	0	0,228	0,228	0	0,103	0,103	0	0,228	0,228	0
13	SWE	3,6	3,6	0	2,87	2,87	0	0,902	0,902	0	0,194	0,194	0	0,183	0,183	0	0,548	0,548	0
14	EU prům	5,8	5,445	-6,121	2,83	2,667	-5,761	0,913	0,860	-5,761	0,263	0,247	-5,761	0,148	0,129	-13,08	0,377	0,295	-21,65
15	CR	5	5	0	2,92	2,92	0	0,879	0,879	0	0,434	0,434	0	0,103	0,103	0	0,126	0,126	0

Tabulka 14a: Přiřazení peer jednotek a koeficienty transformace (λ) pro neefektivní jednotky – pro vstupy.

Počet porodů			Selata narozená			Selata odchovaná			Přírůstek výkrmu			Vyskladnění živá			Produkce masa		
Data	Nová	Diff.(%)	Data	Nová	Diff.(%)	Data	Nová	Diff.(%)	Data	Nová	Diff.(%)	Data	Nová	Diff.(%)	Data	Nová	Diff.(%)
2,29	2,29	0	24,9	28,13	12,97	24,15	27,33	13,15	810	898,5	10,93	121	121	0	2245	2420	7,797
2,34	2,34	0	28,83	28,83	0	28,64	28,64	0	694	694	0	116	116	0	2620	2620	0
2,28	2,28	0	33,29	33,29	0	32,26	32,26	0	971	971	0	114	114	0	2683	2683	0
2,23	2,23	0	27,13	27,13	0	26,51	26,51	0	970	970	0	121	121	0	2326	2326	0
2,37	2,37	0	28,19	28,19	0	27,4	27,4	0	815	815	0	121	121	0	2440	2440	0
2,33	2,33	0	29,66	29,82	0,54	28,74	29,01	0,95	832	854,7	2,73	122	122	0	2636	2636	0
2,29	2,311	0,899	25,75	29,01	12,65	24,78	28,08	13,31	833	833	0	109	115	5,10	1998	2348	17,53
2,25	2,281	1,361	25,47	30,66	20,39	24,99	29,74	19,00	710	927,8	30,68	111	119	6,88	2103	2554	21,47
2,36	2,36	0	28,45	28,45	0	27,62	27,62	0	866	866	0	111	111	0	2285	2285	0
2,25	2,25	0	24,77	24,77	0	23,75	23,75	0	687	687	0	168	168	0	3126	3126	0
2,36	2,36	0	30,25	30,25	0	29,49	29,49	0	822	822	0	121	121	0	2708	2708	0
2,31	2,31	0	26,98	26,98	0	25,99	25,99	0	701	701	0	110	110	0	2081	2081	0
2,24	2,24	0	26,92	26,92	0	26,09	26,09	0	941	941	0	122	122	0	2304	2304	0
2,3	2,311	0,48	27,79	30,63	10,23	26,95	29,746	10,37	819	883,83	7,915	120	120	0	2427	2608	7,44
2,27	2,27	0	26,65	26,65	0	25,86	25,86	0	844	844	0	115	115	0	2237	2237	0

Tabulka 14b: Přiřazení peer jednotek a koeficienty transformace (λ) pro neefektivní jednotky – pro výstupy.

Podobně, jako v příkladu 18.1.5 v Kapitole č. 16 „Příloha“, pro neefektivní jednotky lze určit postupy, vedoucí k dosažení hranice efektivity.

Příklad: Jednotka na řádku č. 8 Maďarsko, v Tabulce 14a, se umístila mezi neefektivní výrobce s bodovým hodnocením 0,931 (model BCC I), resp. 0,951 (model BCC O). K dosažení hranice efektivity se doporučuje upravit vstupy takto:

Vstupní hodnotu „Úhyn: odchov a výkrm, %“ = 5,86 je třeba snížit na hodnotu 5,454 tj. o 6,9 %.

Podobně „Krmiva, na 1kg přírůstku, kg“ = 3,04 snížit na hodnotu 2,76 tj. o 9,18 %.

Další doporučení jsou zřejmá z hodnot uvedených v Tabulce 14a. Nejvyšší snížení se požaduje u kategorie „Ostatní náklady, EUR/kg/carcas“; ty je třeba snížit až o 20 %.

Podobně lze najít doporučení pro zvýšení vstupů, Tabulka 14b: výrazně je třeba zvýšit „*Přírůstek výkrmu, kus/den/g*“ – z hodnoty přírůstku 0,7 na 0,8 kg, podobně vstup „*Produkce masa, prasnice/kg/rok*“ zvýšit o 21,5 %.

Na webových stránkách projektu <https://cevema.pef.czu.cz> jsou k dispozici podrobné výstupy ze všech modelů CCR (I), CCR(O), BCC(I), BCC (O) a odpovídajících modelů SuperDEA, které lze využít pro další, podrobnější analýzu.

10.4 Závěry hodnocení

Z hlediska efektivnosti produkce vepřového masa, zkoumané pomocí metod DEA, *Česká republika* se v Evropě umísťuje společně se Španělskem, Nizozemskem, Německem a Francií mezi nejlepšími producenty. Je to zřejmě výsledek úspěšného transformačního procesu, kdy Česko převzalo od vyspělých západoevropských ekonomik nejlepší zkušenosti z oboru chovu prasat.

Efektivnost výroby, hodnocená vstupově i výstupově orientovanými modely DEA, neodpovídá dlouhodobě dosahovaným cenám. Očekávali bychom, že nejlépe hodnocení výrobci z hlediska nákladů a produkce, budou dosahovat i nejvyšších cen. V Tabulce 15 jsou uvedeny průměrné ceny u vybraných výrobců za období leden 2010 – červen 2018 a jejich hodnocení metodou SuperDea(O) na intervalu (1,25; 0,95). Německo, které v rámci hodnocení nedosahuje hranice peers, dlouhodobě realizuje produkci za nejvyšší ceny.

	Průměr	Rozptyl	DEA hodnocení
Německo Živá €/KG	1,541	0,027	0,99
Holandsko Živá €/KG	1,216	0,024	1
Maďarsko Živá €/kg	1,212	0,021	0,951
Polsko Živá €/kg	1,15	0,019	0,91
ČR Živá €/kg ČNB	1,175	0,013	1

Tabulka 15: Korespondence výše dosahovaných cen s hodnocením efektivity výroby u vybraných výrobců.

10.5 Doporučení pro další výzkum

Provedení analýzy pomocí modelů DEA pro skupinu českých výrobců s podrobnou analýzou potřebných změn pro neefektivní výrobce.

Po výběru nejlepších výrobců zorganizovat reálný benchmarking v českém výrobním prostředí pro vybrané skupiny excelentních a méně úspěšných výrobců.

11 Příklad hodnocení efektivity výroby tří českých farem

11.1 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 16 je přehled zemí, zařazených do hodnocení, a institucí, ze kterých byla čerpána data.

	Země zařazené do porovnání a databáze, poskytující data
1	Austria – VLV Upper Austria
2	Belgium – Flemish Government and Boerenbond Belgie
3	Brazil (MT) – <i>oblast Mato Grosso</i>
4	Brazil (ST) – <i>oblast Santa Catarina</i>
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 16: Přehled zemí a výrobců zařazených do srovnávací studie pomocí modelů DEA.

V Tabulce 17a a 17b 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, kusů/leto	(O)Selata odchovaná, kusů/leto	(O)Přrůstek 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

Tabulka 17a: Vstupní data pro porovnání výrobců pomocí modelů DEA, zařazených do srovnávací studie.

	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, kusů/leto	Selata odchovaná, kusů/leto	Přrůstek 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

Tabulka 17b: Průměrné hodnoty, maxima, minima, směrodatná odchylka.

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

Podle odborné literatury (Farrell, 1957), korelační matice, Tabulka 18, by měla obsahovat koeficienty nejvýše do hodnot $|0,7 - 0,8|$. To je v našem případě splněno.

11.2 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).

11.3 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 19: 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, Tabulka 19.

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, peer“ jednotky jsou hodnoceny podle toho „jak dalece převyšují hranici efektivnosti“ (více v dílčí závěrečné zprávě Smutka, L., Havlíček, J., Dömeová, L. a kol. (2019)).

Speciální verze modelů *Super DEA CCR(I)* a *SuperDEA CCR(O)*, Tabulka 20, hodnotí farmu A jako nejlepší, s výrazně vysokým hodnocením: 1,84.

I postavení ČR mezi evropskými výrobci je velmi dobré: hodnocení 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 20: Hodnocení DMU pomocí modelu SuperDEA.

Farmy B a C se nacházejí pod hranicí efektivity – nabízí se možnost zlepšení. Modely DEA poskytují potřebné údaje, Tabulka 21a, 21b:

CCR I	Vstupy	Úhyn: odchov a výkrm, %	Krmiva, na 1kg přírůstu, 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	5,930	13,163	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	21,743	22,981	0,725

Tabulka 21a: 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	9,582	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	7,322	18,227	12,165

Tabulka 21b: 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, J., Havlíček, J., Dömeova, L., (2018b).

12 Návrh modelů pro analýzu cen na výrokové vertikále vepřové maso v ČR

Návrh vhodných modelů a jejich zdůvodnění vychází z dílčí zprávy 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.¹

Podrobný popis navrženého IO modelu je uveden v Odstavci 15.2.

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 Odstavci 16.1.

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 Odstavci 17.2.

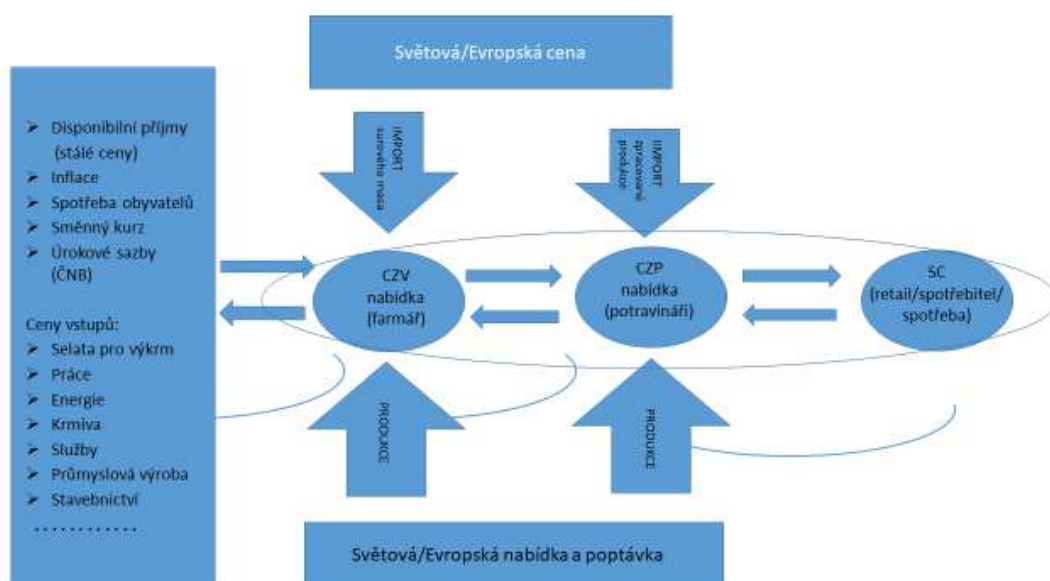
¹ ČSÚ: Evropský systém účtů ESA

EUROSTAT: The ESA Input-Output Manual. Luxembourg 2019

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

12.1 Obecný systémový model pro analýzu cenové vertikály

Obecné schéma procesů vstupujících a vytvářejících cenovou vertikálu je na Obrázku 2.



Obrázek 2: Procesy utvářející cenovou vertikálu „Vepřové maso“.

Procesy (v matematických modelech „proměnné“) zobrazené na Obrázku 2 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 2 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 dozívání (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 2 je třeba vzít v úvahu při návrhu a konstrukci vhodného modelu pro analýzu výrobní vertikály vepřového masa.

13 Model výrobní vertikály v makroekonomickém prostředí

13.1 Základní informace o modelu meziodvětvové analýzy (Input–Output model)

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 aplikace².

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.

13.2 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).

² 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 3.

Input-output tabulka

Dodavatelská odvětví	Spotřebitelská odvětví			Finální produkce	FP celkem	Celková produkce celkem
	1	2	n			
1	x_{ij}			y_{ik}	y_i	x_i
2						
n						
Primární činitelé						
1	z_{kj}					Celkové množství primárních činitelů z_k
2						
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 3: Schéma IO tabulky s ilustračním příkladem.

13.3 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).

13.4 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

$$\frac{\text{přímý} + \text{nepřímý efekt} + \text{indukovaný efekt}}{\text{přímý efekt}}$$

který 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.

13.5 Indikátory na výrobní 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.

13.6 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 různých úrodných regionech. Z hlediska budoucího vývoje, očekávané „zelené a udržitelné“ politiky EU, se jedná o jednoduchý nástroj pro analýzu regionálních disparit v rámci výrobní 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.

13.7 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.

14 Modul LP 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 4.

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

Obrázek 4: Blokový model LP - schéma.

K dispozici je několik verzí modelu LP vytvořených VUZE³. Tyto výsledky lze bezprostředně využít pro konstrukci modelu se specifikací na výrobu vepřového masa.

14.1 Schéma obratu stáda v modelu LP

V rámci předběžného výzkumu byl vytvořen LP model výroby vepřového masa. Velmi zjednodušené schéma vnořeného boku je v Tabulce 22a, 22b a 22c.

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“.

³ 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										
Prasnice CHJ										
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										
Chovná prasata CHJ										
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
Prasata CHJ					1,00	110	110			

Tabulka 22a: Schéma bloku v simplexové tabulce „odchov prasat“ v modelu výroby rodinné farmy.

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												

Tabulka 22b: Schéma bloku v simplexové tabulce „odchov prasat“ v modelu výroby rodinné farmy.

Počet krmných dnů	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

Tabulka 22c: Schéma bloku v simplexové tabulce „odchov prasat“ v modelu výroby rodinné farmy.

15 Závěr

15.1 Shrnutí dosažených výsledků

Evropský potravinový řetězec dosahuje nižšího růstu produktivity a zavádění inovací než ostatní ekonomická odvětví. Potravinářská výrobková vertikála je v Evropě silně fragmentována. Tuto fragmentaci umožňují rozdílné intervenční zásahy vlád s cílem posílit tržní rovnováhu. Vývoj cen u jednotlivých článků výrobního řetězce se proto liší i v jednotlivých státech EU a stává se jednou z příčin nižší produktivity a zavádění inovací.

Vepřové maso tvoří jednu z nejvýznamnějších součástí jídelníčku českých spotřebitelů. V současnosti dochází k výraznému zvýšení tržních cen vepřového masa nejen v ČR ale i v evropském regionu. V ČR stouply ceny od poloviny března do poloviny dubna 2019 u jatečně zpracovaných prasat o 20 %, u jednotlivých samostatně obchodovaných částí i o 40 %. Za zdražením stojí větší prodeje masa do Číny a skutečnost, že zpracovatelé v minulosti nezlevňovali, když byla prasata vykupovaná za ceny nižší, než činily náklady. Chovatelé tak zavírali chovy a nyní prasata nemají, cena proto roste.

V souladu s metodikou projektu se pro modelování pohybu cen uvnitř výrobkové vertikály vepřové maso aplikovaly různé verze lineárního programování (LP). Analýza duálních hodnot v modelech LP (ceny obětované příležitosti, oportunitní náklady) umožňuje kvantitativní hodnocení zásahů do průběhu výrobního procesu na mikro i makro úrovni výrobního řetězce.

Pro porovnání efektivnosti výrobců vepřového masa českých a zahraničních výrobců byly použity modely DEA, které patří do skupiny modelů vícekritériálního rozhodování, založeného na modelech LP. Pro prvovýrobce je důležitá znalost principů fungování evropského trhu, zvláště pohybu odbytových cen v Německu, Nizozemsku a v Polsku. Důležitá je aktualizace dat a možnost komparace cen mezi státy i regionálními výrobci. Řešitelé se domnívají, že analýza vztahu nákladů na jednotkovou cenu selete, hmotnost a cenu vykrmeného kusu bude vhodným podkladovým materiálem pro rozhodování podniků v kontextu produkce vepřového masa v otevřeném či v uzavřeném obratu stáda. Data shromážděná řešiteli umožňují analýzu nákladů a produkce od roku 2012 do 2018 a jejich zahrnutí do modelu transparence cen.

Do hodnocení bylo zařazeno 14 evropských zemí (Rakousko, Belgie, Česká republika, Dánsko, Finsko, Francie, Německo, Velká Británie, Maďarsko, Irsko, Itálie, Nizozemsko, Španělsko a Švédsko) a dvě mimoevropské země (Brazílie a USA). Technologie výroby a úroveň řízení jsou v těchto zemích podobné a lze je tedy porovnat. Výrobu vepřového masa reprezentuje 12 datových souborů, rozdělených do šesti vstupních a šesti výstupních ukazatelů, ve formě průměrů za šestileté období. Mezi nejlépe hodnocené (peers) se zařadilo 11 zemí včetně ČR. Mezi zeměmi s excelentním hodnocením jsou obě mimoevropské země Brazílie a USA. Významné místo zaujímají Dánsko, Holandsko a dvě severské země Finsko a Švédsko. I v hodnocení excellence modelem SuperDEA se ČR umístila velmi dobře. V konkurenci 16 zemí je na 4. místě ve vstupově orientovaném modelu BCC a na 7. místě ve výstupově orientovaných modelech CCR a BCC. Její bodové umístění se nachází i vysoko nad průměrem EU.

Ve skupině pouze evropských zemí (bez Brazílie a USA) se výrobci v ČR umístili opět dobře společně s výrobci ve Španělsku, Nizozemsku, Německu a Francii. ČR dosahuje hodnocení 1,125, vysoko nad průměrem EU (0,942) i Německem (0,993).

Obdobné hodnocení bylo provedeno pro tři české farmy A, B a C vybrané z různých výrobních oblastí v ČR. V tomto hodnocení se farma A umístila mezi nejlepšími evropskými výrobci, farmy B a C pod hranicí efektivity. Pro farmy B a C se pomocí duálních hodnot navrhuje potřebné změny ve vstupech i výstupech vedoucí ke srovnatelné efektivitě výroby v rámci zemí EU. Zkušenosti z hodnocení výrobců pomocí modelů DEA se uplatní při tvorbě on-line modulu pro malé farmy, pomocí kterého si výrobce ověří úspěšnost svého podnikání v porovnání s podobnými farmami v ČR a v okolních zemích.

Pro další fázi výzkumu se navrhuje použití makroekonomického modelu meziodvětvové analýzy (IO model), který dobře reprezentuje vztahy cen v rámci výrobního řetězce (Obrázek 2). IO model je standardní, snadno použitelný, makroekonomická data každoročně produkuje ČSÚ. Výhodou IO modelu je i možnost jeho transformace na odpovídající model LP, a to umožňuje využití duálních hodnot pro analýzu a hodnocení přímých a nepřímých efektů včetně indukovaných šoků.

15.2 Závěrečná poznámka

1) Hlavní cílovou skupinou výzkumu pro následujícím období jsou pracovníci (manažeři) působící v *makroekonomické oblasti* řízení. Při analýze cen na výrobní vertikále vepřové maso uplatní se systémový model meziodvětvové analýzy (Input-Output model), Kapitola 13.

Mezi vedlejší cílové skupiny patří:

2) Velcí producenti vepřového masa (velké farmy, specializované na výkrm) – *střední úroveň řízení*. Pro hodnocení efektivity výroby se uplatnily modely DEA.

Postavení výrobců vepřového masa v České republice ve skupině 14 evropských zemí (Rakousko, Belgie, Česká republika, Dánsko, Finsko, Francie, Německo, Velká Británie, Maďarsko, Irsko, Itálie, Nizozemsko, Španělsko a Švédsko) a dvou mimoevropských zemí (Brazílie a USA) v období 2012 – 2017 se prezentuje v Kapitole 9 a Kapitole 10.

V Kapitole 11 se používají modely DEA pro hodnocení efektivity výroby (analýzu a hodnocení vstupů a výstupů) u tří vybraných farem A, B a C, reprezentujících výrobce ve třech rozdílných výrobních oblastech. Popisuje se zde metodika aplikace modelů DEA a ilustrují se příklady vzájemného hodnocení formou benchmarkingu.

Stručná informace o modelech DEA s příklady je připojena v Příloze, Kapitola 16.

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. 14).

16 Příloha: Ilustrační příklad výpočtu modelu DEA

16.1 Příklady aplikace modelu DEA – jeden vstup a jeden výstup

Příklady jsou vybrány a upraveny z publikace Jablonský & Dlouhý.

Příklad 1: Konstantní výnosy (CRS):

Výrobce má 8 poboček. Vstupy: počty pracovníků, výstupy: tržby.

Peer proces:

Hodnocení jednotky $U_8 = [4, 9]$ provedeme pomocí virtuální jednotky U_6 , kterou považujeme za míru efektivity a porovnáme s ní ostatní jednotky. Např. pro jednotku U_8 : pro výstup $U' = [4, 12]$, pro vstup $U'_8 = [3, 9]$.

a) míra efektivity U_8 při orientaci na výstupy je poměr $\frac{y}{y^0} = \frac{9}{12} = 0,75$, převrácená hodnota $1/0,75=1,33$ ukazuje potřebu navýšení tržeb, míra pro dosažení efektivní hranice.

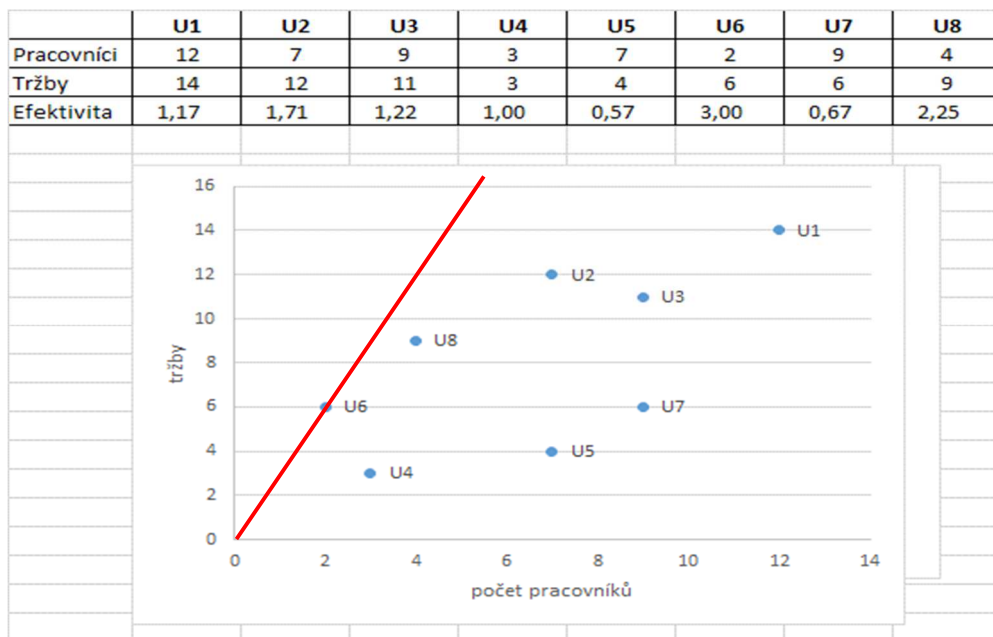
b) míra efektivity U_8 při orientaci na vstupy je poměr $\frac{x}{x^0} = \frac{3}{4} = 0,75$, potřebná míra redukce pracovníků pro dosažení hranice efektivnosti.

c) kombinace obou předchozích možností

Postavení U_6 je ale relativní – její pozice se může změnit, když do systému vstoupí nová, lepší jednotka.

pobočky	osoby	tržby	
U1	12	14	Pobočku U5 např. charakterizuje bod U5[7, 4]. Umístění bodů v grafu vymezí <i>množinu produkčních možností</i> a tzv. <i>efektivní hranici (červená přímka)</i>. Porovnání jednotek U_6 a U_8: Aby se $U_8 = [4, 9]$ dostala na hranici efektivity, musí zvýšit výstup na hranici efektivity - virtuální jednotka je $U'_8 = [4, 12]$. Nebo musí snížit hodnotu spotřebovaného vstupu - virtuální jednotka je $U'_8 = [3, 9]$. Nebo kombinovat obě možnosti (tzv. odchylkové modely, aditivní modely). Kromě U_6 jsou všechny jednotky neefektivní.
U2	7	12	
U3	9	11	
U4	3	3	
U5	7	4	
U6	2	6	
U7	9	6	
U8	4	9	

Efektivní hranice

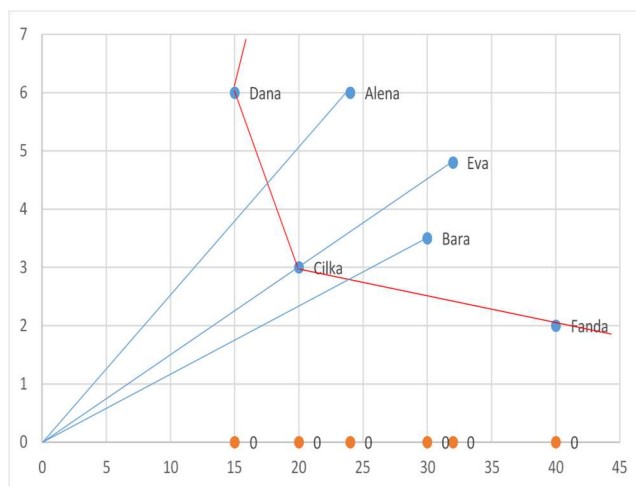


Příklad 2: Variabilní výnosy (VRS) – vstupově orientovaný model:

Hodnotíme 6 týmů, vstupy: počet minut, výstupy: počet výrobků.

V případě *variabilních výnosů z rozsahu* tvoří hranici efektivity konvexní obal. Nelineární hranici efektivity tvoří 3 jednotky, protože neplatí požadavek linearity, že pro zachování efektivity je třeba doplnit vstupy odpovídajícím násobkem výstupů. V případě VRS se dosahuje vyšší míry efektivity, než u modelů typu CRS.

	X ₁	X ₂
Alena	24	6
Bara	30	3,5
Cilka	20	3
Dana	15	6
Eva	32	4,8
Fanda	40	2



Peer proces:

Neefektivní	Peer	Úprava nákladů Y ₁	Úprava nákladů Y ₂
Alena	Dana, Cilka	17,64	4,40
Eva	Cilka	26,67	2,67
Bara	Cilka, Fanda	23,9	2,79

16.2 Modely CCR a BCC

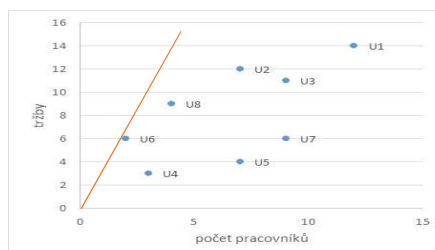
Odborná literatura nabízí mnoho různých modelů a jejich variant. V praxi se nejčastěji používají dva základní modely: CCR model a BCC model, které se liší využitím vah. Modely CCR předpokládají pouze konstantní výnosy z rozsahu (CRS). Modely BCC umožňují zahrnout do modelu i variabilní výnosy z rozsahu (VRS).

Konstantní výnos

CCR – Charnes, Cooper, Rhodes

lineární model

vstupově nebo výstupově orientovaný

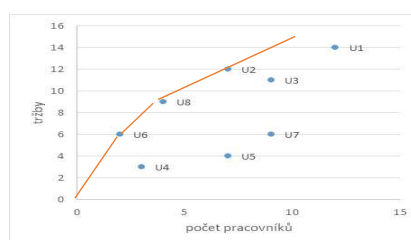


Proměnlivý výnos

BCC – Banker, Charnes, Cooper

po částech lineární výnos

vstupově nebo výstupově orientovaný



16.3 Vstupově orientovaný model CCR

Cíl: hledáme *efektivní množství vstupů* odpovídající maximálním možným výstupům za podmínek:

- pro každou jednotku stanovíme váhy vstupů a výstupů
- váhy jsou kladná čísla z intervalu $(0, 1)$
- jednotka maximalizuje koeficient technické efektivity $\Phi = \frac{\text{vážená produkce výstupů}}{\text{vážená produkce vstupů}}$

Každá produkční jednotka má svůj vlastní matematický model; např. pro jednotku U_h

$$\Phi_h = \frac{\sum_{j=1}^n u_{hj} y_{hj}}{\sum_{i=1}^m v_{hi} x_{hi}} = z_{max}$$

Jmenovatele položíme = 1 a maximalizujeme čitatele za podmínek efektivity jednotky a podmínek nezápornosti:

$$\frac{\sum_{j=1}^n u_{hj} y_{hj}}{\sum_{i=1}^m v_{hi} x_{hi}} \leq 1 \quad \text{pro } h = 1, 2, \dots, p$$

$$v_{hi} \geq 0, \quad u_{hj} \geq 0, \quad \forall h, i, j$$

Při vstupově orientovaném modelu je-li $\Phi_h = 1$, jednotka je efektivní, je-li $\Phi \leq 1$, je neefektivní. Váhy vstupů a váhy výstupů jsou proměnné v modelu. Váhy jsou menší než 1, ukazují na snížení hodnot vstupů (%). Z výsledků optimalizace určíme peer jednotky a z jejich lineárních kombinací virtuální jednotky.

Pro každou jednotku je třeba sestavit jiný model: má-li model m jednotek, je třeba spočítat m lineárních modelů.

16.4 Výstupově orientovaný model

Cíl: hledáme *efektivní množství výstupů* odpovídající daným vstupům za podmínek:

- pro každou jednotku stanovíme individuální váhy vstupů a výstupů
- váhy jsou kladná čísla, větší než 1
- jednotka minimalizuje koeficient technické efektivity $\Phi = \frac{\text{vážená produkce výstupů}}{\text{vážená produkce vstupů}}$

Každá produkční jednotka má svůj vlastní matematický model; např. pro jednotku U_h

$$\Phi_h = \frac{\sum_{i=1}^m v_{hi} x_{hi}}{\sum_{j=1}^n u_{hj} y_{hj}} = z_{min}$$

Jmenovatele položíme = 1 a minimalizujeme čitatele za podmínek efektivity jednotky a podmínek nezápornosti:

$$\frac{\sum_{i=1}^m v_{hi} x_{hi}}{\sum_{j=1}^n u_{hj} y_{hj}} \geq 1 \text{ pro } h = 1, 2, \dots, p$$

$$v_{hi} \geq 0, \quad u_{hj} \geq 0, \quad \forall_{h,i,j}$$

Pro každou jednotku je třeba sestavit jiný model: má-li model m jednotek, je třeba spočítat m lineárních modelů.

Příklad 3: Model CCR, vstupově orientovaný, výpočet a hodnocení

Servisní střediska se liší počtem zaměstnanců, počtem obslužených zákazníků a výší dosažených tržeb. Zhodnotíme jejich efektivitu.

	Vstupy	Výstupy	
	Počet zaměstnanců	Počet zákazníků	Tržby
váhy	„v“	„u“	„u“
U1	2	4	10
U2	3	10	23
U3	1	2	4
U4	5	6	13
U5	2	4	17

Pro zhodnocení středisek je třeba vypočítat 5 modelů LP – pro každé středisko zvlášť, najít koeficient technické efektivity, váhy vstupů a výstupů, peer jednotky a jejich koeficienty, vytvořit virtuální jednotku, vyhodnotit efektivitu v porovnání s virtuálními jednotkami, navrhnout opatření.

Ukážeme hodnocení střediska U1. V tabulce jsou základní vstupy, ze kterých sestavíme model lineárního programování pro středisko U1 podle výše uvedeného modelu:

	Vstupy	Výstupy	
	Počet zaměstnanců	Počet zákazníků	Tržby
váhy	v_{11}	u_{11}	u_{12}
U1	2	4	10
U2	3	10	23
U3	1	2	4
U4	5	6	13
U5	2	4	17

$$2v_{11} = 1$$

$$-2v_{11} + 4u_{11} + 10u_{12} \leq 0$$

$$-3v_{11} + 10u_{11} + 23u_{12} \leq 0$$

$$-v_{11} + 2u_{11} + 4u_{12} \leq 0$$

$$-5v_{11} + 6u_{11} + 13u_{12} \leq 0$$

$$-2v_{11} + 4u_{11} + 17u_{12} \leq 0$$

$$0v_{11} + 4u_{11} + 10u_{12} = z_{\max}$$

$$\{v_{11}, u_{11}, u_{12}\} \geq 0$$

Podobně se sestaví model lineárního programování pro další DMU. Např. pro U₄ by se první podmínka formulovala jako $5v_{11} = 1$. Ostatní omezení se nezmění.

V tabulce je uvedeno výsledné řešení simplexovou metodou (pomocí SW „Linkosa“) pro jednotku U₁:

				v_{11}	u_{11}	u_{12}		λ			λ
		c	B	x_1	x_2	x_3	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5
v_{11}	x_1	0	0,500	1	0	0	0	0,000	0	0	0,000
	d_1	0	0,359	0	0	0	1	0,359	0	0	0,103
u_{11}	x_2	4	0,032	0	1	0	0	0,218	0	0	0,295
	d_3	0	0,230	0	0	0	0	0,231	1	0	0,077
	d_4	0	1,641	0	0	0	0	0,641	0	1	0,103
u_{12}	x_3	10	0,051	0	0	1	0	0,051	0	0	0,128
	Dual		0,641					0,359			0,103

Vyhodnocení Střediska **U1** (vstupově orientovaný model, má 2 zaměstnance):

Koeficient technické efektivity $\Phi_1 = z_{\max} = 0,641 < 1 \Rightarrow$ je neefektivní

Při stejných výstupech by mělo snížit vstupy na 64 %

2 zaměstnanci, $2 \times 0,64 = 1,28$, tj. 1 zaměstnanec na plný úvazek, jeden na třetinu úvazku

Váha vstupů a výstupů: $v_{11} = 0,5$, $u_{11} = 0,03$, $u_{12} = 0,05$

Koeficienty peer jednotek (duální hodnoty)

pro **U2** $\lambda_{21} = 0,359$

pro **U5** $\lambda_{51} = 0,103$

Virtuální jednotka pro **U1** je tvořena kombinací **U2** a **U5** s koeficienty „ λ “

Peer jednotky pro **U1**

	Vstupy	Výstupy	
	Počet zaměstnanců	Počet zákazníků	Tržby
váhy	0,359	0,103	
U1	2	4	10
U2 peer	3	10	23
U3	1	2	4
U4	5	6	13
U5 peer	2	4	17
Virtuální U1'	1,28	4	10

$$\begin{pmatrix} x'_{11} \\ y'_{11} \\ y'_{12} \end{pmatrix} = 0,359 \begin{pmatrix} 3 \\ 10 \\ 23 \end{pmatrix} + 0,103 \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \\ 17 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,28 \\ 4 \\ 10 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \mathbf{1,28} \text{ zaměstnanci} \\ \mathbf{4} \text{ zákazníci} \\ \mathbf{10} \text{ tržeb} \end{pmatrix}$$

V další tabulce se prezentují odpovídající řešení, spočtené pomocí SW firmy Springer. Jednotka U_1 je v pořadí hodnocení na třetím místě, s body 0,641. Z tabulky lze určit peers a doporučené hodnoty transformace (Diff %) i pro další jednotky. Např. pro U_3 : snížit úvazek 1 zaměstnance na 0,6 (tj. o 40 %), přitom počet zákazníků ponechat beze změny, tržby zvýšit na 4,6 (tj. o 15 %). Podobně lze hodnotit i neefektivní jednotku U_4 .

Model = CCR-I			Workbook Name = C:\Users\havlicekj\Downloads\Desktop\Model CCR									
				ZAMES			ZAKAZ			TRZBY		
No.	DMU	Score	Rank	Data	Project	Diff.(%)	Data	Project	Diff.(%)	Data	Project	Diff.(%)
1	U1	0,641	3	2	1,282	-35,897	4	4	0	10	10	0
2	U2	1	1	3	3	0	10	10	0	23	23	0
3	U3	0,6	4	1	0,6	-40	2	2	0	4	4,6	15
4	U4	0,36	5	5	1,8	-64	6	6	0	13	13,8	6,154
5	U5	1	1	2	2	0	4	4	0	17	17	0
				ZAMES			ZAKAZ			TRZBY		
	Score	Rank		Data	Project	Diff.(%)	Data	Project	Diff.(%)	Data	Project	Diff.(%)
Average	0,7202	2,8		2,6	1,7364	-27,979	5,2	5,2	0	13,4	13,68	4,2308
Max	1	5		5	3	0	10	10	0	23	23	15
Min	0,36	1		1	0,6	-64	2	2	0	4	4,6	0
St Dev	0,2771	1,7889		1,5166	0,89	27,705	3,0332	3,0332	0	7,1624	6,9622	6,5836

V následující tabulce je hodnocení efektivity provedeno modelem BCC:

Model = BCC-I			Workbook Name = C:\Users\havlicekj\Downloads\Desktop\									
				ZAMES			ZAKAZ			TRZBY		
No.	DMU	Score	Rank	Data	Projection	Diff.(%)	Data	Projection	Diff.(%)	Data	Projection	Diff.(%)
1	U1	0,788	4	2	1,576	-21,212	4	4	0	10	10	0
2	U2	1	1	3	3	0	10	10	0	23	23	0
3	U3	1	1	1	1,000	-0,001	2	2	0	4	4,00	0
4	U4	0,400	5	5	2,000	-60	6	6	0	13	13,50	3,846
5	U5	1	1	2	2	0	4	4	0	17	17	0

V modelu BCC tvoří hranici efektivity 3 jednotky (nelineární obálka). Jednotka U₁ je zde v pořadí efektivity na 4. místě s hodnocením 0,788 na škále (0, 1). Aby byla srovnatelně efektivní s excelentními jednotkami, počet zaměstnanců se doporučuje snížit o 21 % (na 1,57 zaměstnance), zisk a tržby zůstanou beze změny. Podobně lze hodnotit neefektivní jednotku U₄.

Oba příklady ilustrují rozdíly mezi modely CCR a BCC.

17 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>
- Antle, J. M., Basso, B., Conant, R. T., Godfray, H. C. J., Jones, J. W., Herrero, M., ... Wheeler, T. R. (2017). Towards a new generation of agricultural system data, models and knowledge products: Design and improvement. *Agricultural Systems*, 155, 255–268. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2016.10.002>
- 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>
- Atici, K. B., & Podinovski, V. V. (2015). Using data envelopment analysis for the assessment of technical efficiency of units with different specialisations: An application to agriculture. *Omega*, 54, 72–83. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.01.015>
- Avkiran, N. K., & Parker, B. R. (2010). Pushing the DEA research envelope. *Socio-Economic Planning Sciences*, 44(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2009.06.001>
- 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.agry.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>
- Brožová, H., Houška, M., & Šubrt, T. (2014). *Modely pro vícekritériální rozhodování*. Česká zemědělská univerzita v Praze, ISBN 978-80-213-1019-3.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Cooper, W. W., & Seiford, L. M. (2007). *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software Second Edition*.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006a). *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses : With DEA-Solver Software and References*. Springer Science+Business Media, Inc.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006b). *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses : With DEA-Solver Software and References*. Springer Science+Business Media, Inc.
- Coyne, J. M., Berry, D. P., Mäntysaari, E. A., Juga, J., & McHugh, N. (2015). Comparison of fixed effects and mixed model growth functions in modelling and predicting live weight in pigs. *Livestock Science*, 177, 8–14. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.03.031>
- Databáze národních účtů. (n.d.). Retrieved February 3, 2020, from <http://apl.czso.cz/pll/rocenka/rocenka.indexnu>
- Davis, C. (2017). *2017 pig cost of production in selected countries Contents*. Retrieved from <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/2017-pig-cost-of-production-in-selected-countries?>
- 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/>
- Despotis, D. K., Sotiros, D., & Koronakos, G. (2016). A network DEA approach for series multi-stage processes. *Omega (United Kingdom)*. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.07.005>

- Emrouznejad, A., Parker, B. R., & Tavares, G. (2008). Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(3), 151–157. <https://doi.org/10.1016/J.SEPS.2007.07.002>
- Färe, R., & Whittaker, G. (1995). AN INTERMEDIATE INPUT MODEL OF DAIRY PRODUCTION USING COMPLEX SURVEY DATA. *Journal of Agricultural Economics*, 46(2), 201–213. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.1995.tb00766.x>
- 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>
- Frank, R. (1991). *Microeconomics and behavior*. Retrieved from <https://dl.uswr.ac.ir/bitstream/Hannan/130731/1/007337573XMicroeconomic.pdf>
- Fulginiti, L. E. (1998). Fare, Rolf, and Shawna Grosskopf. Intertemporal Production Frontiers: With Dynamic DEA. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1996, 208 pp., \$79.95. *American Journal of Agricultural Economics*, 80(1), 232–233. <https://doi.org/10.2307/3180285>
- Huguenin, J.-M. (2015). Adjusting for the environment in DEA: A comparison of alternative models based on empirical data. *Socio-Economic Planning Sciences*, 52, 41–54. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2015.10.004>
- Izadikhah, M., & Saen, R. F. (2018). Assessing sustainability of supply chains by chance-constrained two-stage DEA model in the presence of undesirable factors. *Computers and Operations Research*. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2017.10.002>
- Jablonský, J., & Dlouhý, M. (n.d.). *Modely hodnocení efektivnosti a alokace zdrojů*.
- Khodabakhshi, M., & Aryavash, K. (2012). Ranking all units in data envelopment analysis. *Applied Mathematics Letters*, 25(12), 2066–2070. <https://doi.org/10.1016/j.aml.2012.04.019>
- Kiani Mavi, R., Saen, R. F., & Goh, M. (2019). Joint analysis of eco-efficiency and eco-innovation with common weights in two-stage network DEA: A big data approach. *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.01.035>
- Kuo, H.-F., Chen, H.-L., & Tsou, K.-W. (2014). Analysis of Farming Environmental Efficiency Using a DEA Model with Undesirable Outputs. *APCBEE Procedia*, 10, 154–158. <https://doi.org/10.1016/J.APCBEE.2014.10.034>
- Li, X., Liu, Y., Wang, Y., & Gao, Z. (2016). Evaluating transit operator efficiency: An enhanced DEA model with constrained fuzzy-AHP cones. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2016.05.004>
- Liu, J. S., Lu, L. Y. Y., Lu, W.-M., & Lin, B. J. Y. (2013). A survey of DEA applications. *Omega*, 41(5), 893–902. <https://doi.org/10.1016/J.OMEGA.2012.11.004>
- Lukáš Vavrla*, M. R. (2019). *Sestavování symetrických input-output tabulek a jejich aplikace*. Retrieved from http://hp482.wz.cz/Input_output_model.pdf
- Mu, W., Kanellopoulos, A., van Middelaar, C. E., Stilmant, D., & Bloemhof, J. M. (2018). Assessing the impact of uncertainty on benchmarking the eco-efficiency of dairy farming using fuzzy data envelopment analysis. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.091>
- Orea, L., & Wall, A. (2017a). A Parametric Approach to Estimating Eco-Efficiency. *Journal of Agricultural Economics*, 68(3), 901–907. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12209>
- Orea, L., & Wall, A. (2017b). A Parametric Approach to Estimating Eco-Efficiency. *Journal of Agricultural Economics*, 68(3), 901–907. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12209>
- Recent developments on the use of DEA in the public sector. (2018). *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 61, pp. 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.06.001>
- Rojíček, M. (2007). Supply side of the czech economy - structural characteristics. *Politická Ekonomie*, 55(4), 435–457. <https://doi.org/10.18267/j.polek.607>

- Schiller, B. R. (1989). *The Economy Today*.
- Semerák, V. (2012). *Vyhodnocení vývoje české ekonomiky a vybraných regionů prostřednictvím input-output analýzy*. Retrieved from file:///G:/VERTIKALY/Vertikály 2020/IO_1.pdf
- Sharma, K. R., Leung, P., & Zaleski, H. M. (1997). Productive Efficiency of the Swine Industry in Hawaii: Stochastic Frontier vs. Data Envelopment Analysis. *Journal of Productivity Analysis*, 8(4), 447–459. <https://doi.org/10.1023/A:1007744327504>
- Smutka, J., Havlíček, J., Dömeová, L., et al. (2018a). *Komparace časových řad výrobní vertikály vepřového masa v prostředí vybraných zemí EU* (No. 1). Retrieved from <http://www.cenema.czu.cz>
- Smutka, J., Havlíček, J., Dömeová, L., et al. (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, J., Havlíček, J., Dömeová, L., et al. (2018c). *Vyšetření závislosti tvorby cen výrobců vepřového masa na spotřebitelských cenách masných výrobků v ČR*. Praha.
- Smutka, L., Havlíček, J., & Dömeová, L. (2019). *Porovnání výkonnosti výrobců vepřového masa v ČR a ve vybraných zemích EU, USA a Brazílie*. Retrieved from <https://cevema.pef.czu.cz>
- Šubrt, T., Houška, M., & Brožová, H. (2013). *Modely pro vícekritériální rozhodování - Tomáš Šubrt / Databáze knih*. Retrieved from <http://www.databazeknih.cz/knihy/modely-pro-vicekriterialni-rozhodovani-217335>
- Vysušil, J. (2002). *Národní účty a meziodvětvové vztahy*. Retrieved from <https://search.rsl.ru/ru/record/01002094174>
- Yang, G. (2018). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. *Socio-Economic Planning Sciences*, 61, 4–8. <https://doi.org/10.1016/J.SEPS.2017.01.008>
- Zhu, J. (2015). *Data envelopment analysis : a handbook of models and methods* (I.). Retrieved from [https://books.google.cz/books?id=6TiBBwAAQBAJ&dq=Färe+and+Whittaker+\(1995\)&hl=cs&source=gbs_navlinks_s](https://books.google.cz/books?id=6TiBBwAAQBAJ&dq=Färe+and+Whittaker+(1995)&hl=cs&source=gbs_navlinks_s)