

1 Lineární model

Makroekonomický model lineárního programování umožňuje porovnat náklady a zisky na vrcholu výrobní vertikály vepřové maso se odpovídajícími náklady a zisky na jejím konci při realizaci masných výrobků v obchodním řetězci. Modelují se procesy obratu stáda počínaje produkcí prasnic, selat a jejich následného výkrmu, dále zpracování na jatkách až finální prodej vyrobených masných produktů. Procesy jsou agregovány na úroveň produkce v České republice a model umožňuje simulaci vývoje za libovolná období. V současnosti je v modelu k dispozici většina dat od roku 2015 do roku 2019, některá data ale ještě nejsou zveřejněna.

Základní verze modelu je nastavena na hodnoty z roku 2018. Uživatel si může vstupní data libovolně měnit formou interaktivní tabulky a pro tuto volbu si spočítat nové řešení. K dispozici je SW „LINKOSA“, základní znalosti o modelu LP lze najít v odborné literatuře.

1.1 Základní struktura lineárního modelu

Model se skládá z 5-ti bloků

Obrat stáda	prasnice
	selata odstavená
	selata import
	selata export
	výkrm ks
	vyrobené maso kg
Náklady	náklady na krmiva EUR
	náklady na veterinární služby
	náklady na obnovu stáda
	náklady na energie
	opravy, údržba
	pracovní náklady
	odpisy
	finanční náklady
	ostatní náklady
	náklady celkem EUR/kg JUT
Tržby	tržby výroba masa + export selat
	náklady výroba masa + import selat
Výroba masných výrobků	carcas
	krkovice kg
	kýta kg
	pečeně kg
	bok kg
	plec kg
	masné výrobky + konzervy kg
Tržby za masné výrobky	zisk za krk
	zisk kýta
	zisk pečeně
	zisk bok
	zisk plec
	zisk za ostatní výrobky s podílem vepřového masa
Zisk v obchodním řetězci	zisk maso
	zisk celkem
Účelová funkce	Účelová funkce

1.2 Přehled strukturních proměnných

V každém z bloků se řešení účastní následující strukturní proměnné:

Zemědělská výroba – obrat prasat		
1	prasnice ks	Počet ks prasnic evidovaných v kalendářním roce v ČR
2	selata odstavená	Počet ks selat odstavených v průměrné váze 27 kg vyprodukovaných v ČR
3	selata import	Počet ks selat v průměrné váze 27 kg dovezených do ČR v kalendářním roce
4	selata export	Počet ks selat v průměrné váze 27 kg vyvezených z ČR v kalendářním roce
5	výkrm ks	Počet ks vyprodukovaných jatečných prasat v průměrné váze 110 kg JUT z obratu stáda v ČR v kalendářním roce
6	vyrobené maso kg	Produkce vyrobeného vepřového masa JUT v kg z obratu stáda v ČR v kalendářním roce
7	náklady na krmiva	Bilance nákladů za krmiva na kg vyrobeného vepřového masa v EUR za kalendářní rok
8	náklady na veterinární služby	Bilance nákladů na veterinární služby na kg vyrobeného vepřového masa v EUR za kalendářní rok
9	náklady na obnovu stáda	Bilance nákladů obnovu stáda na kg vyrobeného vepřového masa v EUR za kalendářní rok
10	náklady na energie	Bilance nákladů na energii na kg vyrobeného vepřového masa v EUR za kalendářní rok
11	opravy, údržba	Bilance nákladů na opravy a údržbu na kg vyrobeného vepřového masa v EUR za kalendářní rok
12	pracovní náklady	Bilance pracovních nákladů na kg vyrobeného vepřového masa v EUR za kalendářní rok
13	odpisy	Bilance nákladů na odpisy na kg vyrobeného vepřového masa v EUR za kalendářní rok
14	finanční náklady	Bilance finančních nákladů na kg vyrobeného vepřového masa v EUR za kalendářní rok
15	ostatní náklady	Bilance ostatních nákladů na kg vyrobeného vepřového masa v EUR za kalendářní rok
16	náklady celkem EUR/kg JUT	Celkové náklady na kg vyrobeného vepřového masa v EUR za kalendářní rok
17	náklady výroba masa + import selat	Náklady vynaložené v zemědělských podnicích na výrobu vepřového masa včetně importovaných selat v EUR za kalendářní rok
18	tržby výroba masa + export selat	Tržby dosažené v zemědělských podnicích za prodej vepřového masa včetně exportu selat v EUR za kalendářní rok
Zpracování a prodej		
19	carcas kg	Celkové tržby za carcass (půlka JUT) v EUR za kalendářní rok v ČR
20	krkovice kg	Podíl tržeb za kg krkovice na celkových tržbách v EUR
21	kýta sk. Kg	Podíl tržeb za kg kýty na celkových tržbách v EUR
22	pečeně kg	Podíl tržeb za kg pečeně na celkových tržbách v EUR

23	bok kg	Podíl tržeb za kg boku na celkových tržbách v EUR
24	plec kg	Podíl tržeb za kg plece na celkových tržbách v EUR
25	ostatní kg	Podíl tržeb za ostatní výrobky s obsahem vepřového masa na celkových tržbách v EUR
26	zisk krk EUR	Bilance prodeje krkovice za kalendářní rok
27	zisk kýta EUR	Bilance prodeje kýty za kalendářní rok
28	zisk pečeně EUR	Bilance prodeje pečeně za kalendářní rok
29	zisk bok EUR	Bilance prodeje boku za kalendářní rok
30	zisk plec EUR	Bilance prodeje plece za kalendářní rok
31	zisk masné výrobky + konzervy	Bilance prodeje ostatních masných výrobků za kalendářní rok
32	zisk maso celkem EUR	Celkový zisk v EUR za prodej masných výrobků v ČR za kalendářní rok
33	zisk celkem EUR	Celkový zisk v EUR z vyrobené produkce vepřového masa v ČR za kalendářní rok

1.3 Blok obrát stáda

		prasnice ks	selata odstavená	selata import	selata export	výkrm ks	vyrobené maso kg		
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆		
1	prasnice (stav 2019)	1						<	91 000,00
2	selata odstavená	-32,4	1					<	0,00
3	selata import			1				<	172 531,00
4	selata export				1			>	95 159,00
5	výkrm ks		-0,89	-1	1	1		<	0,00
6	vyrobené maso kg					-116	1	<	0,00

Omezující podmínky

1) $x_1 < 91\ 000$

Počet prasnic nemá přesáhnout současný stav. Omezující podmínku doplňuje doplňková proměnná x_{34} „rezerva produkce prasnic“. Je ale blokována kapacitou výroby a náklady na výrobu, takže se dá předpokládat, že v optimálním řešení bude její hodnota rovna nule. V rámci simulace nám ale umožní modelovat situace, kdy se uvažuje o možném zvýšení produkce prasnic.

2) Podmínka $x_2 < 32,4 \cdot x_1$ garantuje počet vyprodukovaných selat na prasnici za 1 rok za předpokladu nejvýše 10% úhynu selat.

3) Podmínka $x_3 < 172\ 531$ se týká dovozu selat ze zahraničí, který by neměl přesáhnout hranici 172 531 ks – stav roku 2018.

4) Podmínka $x_4 > 95\ 159$ se týká vývozu selat do zahraničí, který by měl dosáhnout alespoň 95 159 ks – stav roku 2018.

5) Podmínka $x_4 + x_5 > 0,89 x_2 + x_3$ zajišťuje bilanci selat určených pro výkrm (počet kusů selat narozených je snížený o úhyn).

6) Podmínka $x_6 > 116 \cdot x_5$ se týká vyrobeného masa, kde počet ks ve výkrmu se násobí porážkovou váhou kg a toto množství vyrobeného masa přechází do bloku č. 3 „výroba masa a masných výrobků“.

1.4 Blok náklady

		vyrobené maso kg	náklady na krmiva	náklady na veterinární služby	náklady na obnovu stáda	náklady na energie	opravy, údržba	pracovní náklady	odpisy	finanční náklady	ostatní náklady	náklady celkem EUR/kg JUT		
		X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆		
7	náklady na krmiva EUR	0,87	1										=	0,00
8	náklady na veter. služby	-0,07		1									=	0,00
9	náklady na obnovu stáda	-0,02			1								=	0,00
10	náklady na energie	-0,05				1							=	0,00
11	opravy, údržba	-0,04					1						=	0,00
12	pracovní náklady	-0,14						1					=	0,00
13	odpisy	-0,1							1				=	0,00
14	finanční náklady	-0,05								1			=	0,00
15	ostatní náklady	-0,31									1		=	0,00
16	náklady celkem EUR/kg JUT		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	=	0,00

Načítání nákladů na 1 kg vyrobeného masa. Náklady celkem jsou potom vyjádřeny sumátorem

$$X_{16} = X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16}$$

který převádí hodnotu celkových nákladů do bloku tržby.

1.5 Blok tržby

		selata import	selata export	vyrobené maso kg	náklady výroba masa + import selat	tržby výroba masa + export selat		
		X ₃	X ₄	X ₆	X ₁₇	X ₁₈		
17	tržby výroba masa + export selat		64,3	1,34		-1	=	0,00
18	náklady výroba masa + import selat	-61,3			1		=	0,00

Podmínka $x_{18} = 64,3 \cdot x_4 + 1,34 \cdot x_5$ sumarizuje tržby z prodeje prasat a za export selat u zemědělských výrobců v ČR za 1 kalendářní rok.

Podmínka $x_{17} = 61,3 \cdot x_3$ načítá náklady na výrobu prasat a z prodeje selat u zemědělských výrobců v ČR za 1 kalendářní rok.

1.6 Blok výroba a tržby z výsekového masa a masných výrobků

		vyrobené maso kg	carcas kg	Krkovice kg	kýta Kg	pečeně kg	bok kg	plec kg	ostatní kg	zisk krk EUR	zisk kýta EUR	zisk pečeně EUR	zisk bok EUR	zisk plec EUR	zisk masné výrobky + konzervy		
		X ₆	X ₁₉	X ₂₀	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	X ₂₅	X ₂₆	X ₂₇	X ₂₈	X ₂₉	X ₃₀	X ₃₁		
19	carcas	-1	1,14													=	0,00
20	krkovice kg		-0,06	1												=	0,00
21	kýta kg		-0,147		1											=	0,00
22	pečeně kg		-0,06			1										=	0,00
23	bok kg		-0,1				1									=	0,00
24	plec kg		-0,09					1								=	0,00
25	masné výrobky + konzervy kg		-0,543						1							=	0,00
26	zisk za krk			-2,653						1						=	0,00
27	zisk kýta				-2,773						1					=	0,00
28	zisk pečeně					-2,563						1				=	0,00
29	zisk bok						-1,333						1			=	0,00
30	zisk plec							-2,323						1		=	0,00
31	zisk za ostatní								-3,605						1	=	0,00

Omezující podmínka $x_6 = 1,14 \cdot x_{19}$ převádí vyrobené maso do zpracovatelského průmyslu a obchodu. Další bilanční podmínky potom rozdělují výrobky v poměru objemu a zisku, Např. omezující podmínka č. 20 $x_{20} = 0,06 \cdot x_{19}$ kalkuluje objem vyrobené krkovice pro kalkulaci zisku v omezení č. 26 $x_{26} = 2,653 \cdot x_{20}$. Podobně se postupuje u dalších kategorií finálních výrobků.

2 Výpočet a interpretace řešení modelu

Model umožňuje měnit většinu vstupních hodnot a počítat různé varianty řešení. Jedno řešení je již vypočteno pro údaje za rok 2018.

Simulace pobíhá ve formě interakce mezi modelem a interaktivní tabulkou, která slouží pro transport nových hodnot do modelu. Model je odladen pro výpočet „rozumných hodnot“, tj. reálných hodnot, se kterými se můžeme setkat v praxi, tj. v případě vložení extrémně velkých, či malých hodnot, nebo záporných čísel nebude funkční.

V interaktivních tabulkách si uživatel zvolené hodnoty vkládá do sloupce „Použit“. V tabulce jsou k dispozici reálné hodnoty, lze ale volit i hodnoty jiné, např. předpokládané z hlediska očekávaného vývoje.

Vstupy pro blok obrát stáda							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Použit
Stav prasnic	96000	93000	93000	91000	91000	88000	91000
Počet selat odchovaných/prasnice/rok	28,6	30,1	31,2	31,6	32,4		32,4
Ztráta selat %	10,2	10,6	10,8	11	11		11
Porážková hmotnost kg							116
Import selat ks	400732	242664	221122	172531	115122		115122
Export selat ks	71850	76766	65730	95159	91497		91497
Import selat cena EUR/ks	45,6	53,6	65,5	61,3	73,9		73,9
Export selat EUR/ks	55,2	53,9	64,8	64,3	62,6		62,6

Vstupy pro blok náklady							
EUR/kg JUT	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Použit
Náklady na krmiva	0,88	0,85	0,86	0,87			0,87
Veterinární	0,06	0,07	0,08	0,07			0,07
Obnova stáda	0,02	0,02	0,02	0,02			0,02
Energie	0,04	0,04	0,04	0,05			0,05
Opravy, údržba	0,04	0,03	0,03	0,04			0,04
Pracovní	0,11	0,12	0,13	0,14			0,14
Odpisy	0,1	0,1	0,1	0,1			0,1
Finanční	0,04	0,04	0,04	0,05			0,05
Ostatní náklady	0,31	0,3	0,35	0,31			0,31
Tržby za maso	1,46	1,45	1,60	1,34	1,57	1,58	1,338846

Vstupy pro blok masných výrobků							
EUR/kg SPOTŘEBITELSKÉ CENY	2015	2016	2017	2018	2019	2020*/	Použit
Krkovice	Krkovice	Kýta	Pečeně sk	Bok	Plec	Krkovice	
Kýta	4,2007	4,4567	4,1771	3,09385	4,1046	4,2007	
Pečeně	4,2056	4,36231	4,2229	3,18885	4,0722	4,2056	
Bok	4,659	4,73423	4,5518	3,61308	4,4957	4,659	
Plec	4,6492	4,7604	4,5071	3,50577	4,4324	4,6492	
Ostatní	4,9829	5,06923	4,8944	3,66731	4,6543	4,9829	

*/ Průměr měsíců 1-11/2020

Vstupy pro blok masných výrobků							
	Krkovice	Kýta	Pečeně	Bok	Plec	Ostatní	Použit
Podíl částí na půlce %	6	15	6	10,5	9	54,3	x
tržby EUR/kg	4,98	5,1	4,89	3,66	4,65	6,29	x
nákupní cena masa EUR/kg	1,79						x
Náklady na zpracování výsekové maso % z nákupní ceny	30						x
Náklady na zpracování ostatní výrobky % z nákupní ceny	50						x

3 Rozbor řešení, analýza výsledků

Na příkladu modelu s daty pro rok 2018 ukážeme základní postup při simulaci řešení. Předpokladem je základní znalost modelu lineárního programování. Výpočet byl proveden pomocí SW „LINKOSA“.

a) Obrat stáda a výroba masa

Název proměnné	Hodnota
Prasnice ks	91 000
Selata odstavená ks	2 875 600
Selata import ks	172 531
Selata export ks	95 159
Výkrm ks	2 636 656
Vyrobené maso (v živém) kg	306 379 427

Výpočty jednotlivých kategorií vycházejí z průměrných ročních stavů prasnic v ČR. Počet selat odstavených je spočítán s použitím průměrného počtu selat narozených na prasnici a rok a průměrného úhynu narozených selat. Počet selat odstavených je pro další výpočty navýšen o počty selat dovezených a snížen o počty selat vyvezených.

Počty vykrmených prasat jsou o 11% procent nižší než počty zastavených selat. Pro rok 2018 bylo počítáno s průměrnou porážkovou váhou 116 kg/ks. Z tohoto vztahu byl odvozeno množství vyrobeného masa v živém 306 379 427 kg.

b) Náklady a tržby producentů masa

Náklady EUR/ kg masa vyrobeného	Hodnota
Náklady na krmiva	266 550 102
Náklady na veterinární služby	21 446 560

Náklady na obnovu stáda	6 127 589
Náklady na energie	15 318 971
Opravy, údržba	12 255 177
Pracovní náklady	42 893 120
Odpisy	30 637 943
Finanční náklady	15 318 971
Ostatní náklady	94 977 622
Celkové náklady EUR	Hodnota
Náklady na výrobu masa celkem	505 526 055
Náklady výroba masa + import selat	516 102 205
Tržby výroba masa + export selat	416 313 641

Vyčíslení celkových ročních nákladů v jednotlivých nákladových kategoriích závisí na nákladech na 1 kg vyrobeného masa a celkovém množství vyrobeného masa. Celkové náklady na výrobu masa byly zvýšeny o náklady na import selat. Tržby z výroby masa jsou založeny na výkupních cenách jatečných kusů a celkovém množství vyrobeného masa s přičtením tržeb z exportu selat. Zisk v odvětví prvovýroby vepřového masa tedy činí: **-99 788 591 EUR**.

Tento zisk je dlouhodobě záporný, jelikož náklady výroby jsou vyšší než tržby. Tržby, resp. výkupní ceny, sledují ceny evropské a nejsou ovlivnitelné českými výrobci.

c) Zisk z výsekového masa a ostatních výrobků (obchod + zpracovatelský průmysl)

Produkce kg	Hodnota
Carcas	268 753 884
Krkovice	16 125 233
Kýta	39 506 821
Pečeně	16 125 233
Bok	26 875 388
Plec	24 187 850
Ostatní (masné výrobky + konzervy) kg	145 933 359

Zisk EUR	Hodnota
Zisk krkovice	42 780 243
Zisk kýta	109 552 414
Zisk pečeně	41 328 972
Zisk bok	35 824 893
Zisk plec	56 188 374
Zisk ostatní	526 089 758
Zisk výsekové maso + ostatní celkem EUR	811 764 655

Množství vyprodukovaného masa v živém bylo sníženo o 14 %. Rozdělení na jednotlivé části výsekového masa bylo provedeno podle norem se snížením v souladu se skutečností, že 54,3% hmotnosti je použito na ostatní (masné výrobky a konzervy).

Výpočet zisku vychází z průměrné spotřebitelské ceny a nákladů na zpracování, které byly odhadnuty na 30 % u výsekového masa a na 50 % u kategorie ostatní. Tyto odhady si může uživatel upravit podle vlastního odhadu a disponibilních dat.

d) Zisk výroba a prodej vepřového masa

Celkový zisk za odvětví se skládá ze:

zisku realizovaném v zemědělství: **-99 788 591 EUR**,

zisku z prodeje vepřového výsekového masa a masných výrobků: **811 764 655 EUR**,

v součtu: **711 976 091 EUR**.