

VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE

FAKULTA INFORMATIKY A STATISTIKY



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2018

Lucie Bernasová

VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE
FAKULTA INFORMATIKY A STATISTIKY



Název bakalářské práce:

Využití nutričního problému v praxi

Autor: **Lucie Bernasová**
Katedra: **Katedra ekonometrie**
Obor: **Matematické metody v ekonomii**
Vedoucí práce: **Mgr. Jana Sekničková, Ph.D.**

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Využití nutričního problému v praxi“ zpracovala samostatně. Veškerou použitou literaturu a další podkladové materiály uvádím v seznamu použité literatury.

V Praze dne 20. května 2018

.....

Lucie Bernasová

Poděkování:

Ráda bych na tomto místě poděkovala Mgr. Janě Sekničkové, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, za podnětné návrhy, které ji obohatily a za ochotu a trpělivost při zodpovídání mých dotazů a řešení problémů, které se při zpracování této práce vyskytly.

Abstrakt

Název práce: Využití nutričního problému v praxi

Autor: Lucie Bernasová

Katedra: Katedra ekonometrie

Vedoucí práce: Mgr. Jana Sekničková, Ph.D.

Tato bakalářská práce se zabývá využitím nutričního problému v praxi. Je zaměřena na výživu psa středního plemene, s vahou 27 kg, normální až vyšší aktivity. Cílem této práce je sestavení jednodenní krmné dávky a následně i týdenního krmného plánu, které budou vyhovovat všem nutričním požadavkům a zároveň budou minimalizovány vynaložené náklady. Práce se věnuje dvěma způsobům krmení, kdy je pes nejprve živen pouze doma připravovanou stravou a poté kombinací domácí stravy a komerčního suchého krmiva. Problém je řešen pomocí lineárního programování. Matematické modely jsou řešeny v optimalizačním systému MPL for Windows s využitím řešitelů CPLEX a GUROBI a pro vytvoření databáze potravin a krmiva pro psy byl využit Microsoft Excel.

Klíčová slova: lineární programování, nutriční problém, výživa psů

Abstract

Title: Practical use of the diet problem

Author: Lucie Bernasová

Department: Department of Econometrics

Supervisor: Mgr. Jana Sekničková, Ph.D.

This bachelor thesis deals with the practical use of the diet problem. It is focused on the nutrition of medium sized dog, with the weight of 27 kg and with normal or higher activity. The aim is to create one-day feeding ration and then also weekly feeding plan, while specified nutritional requirements are satisfied and the costs are minimalized. This paper uses two distinctive styles of feeding and the diet consists either of home-made food or of the combination of home-made food and commercial dry dog food. Techniques of linear programming are used to find optimal solution of the problem. The mathematical models are formulated as linear programs and they are solved in MPL for Windows using solvers CPLEX and GUROBI. Also, Microsoft Excel was used to create the database of foodstuffs and pet food.

Keywords: linear programming, nutritional problem, dog nutrition

Obsah

ÚVOD	1
1 VÝŽIVA PSŮ	2
1.1 STRAVITELNOST	2
1.2 ENERGETICKÁ HODNOTA KRMIVA.....	2
1.3 ŽIVINY A JEJICH VÝZNAM	3
1.3.1 Sušina krmiva.....	3
1.3.2 Voda	4
1.3.3 Dusíkaté látky a bílkoviny.....	4
1.3.4 Tuky	4
1.3.5 Sacharidy.....	5
1.3.6 Minerální látky	5
1.3.7 Vitamíny.....	6
1.4 DRUHY KRMIV	7
1.5 DOMA PŘIPRAVOVANÁ STRAVA	8
1.6 KRMNÁ DÁVKA.....	9
1.7 DATA PRO PRAKTICKOU APLIKACI	9
2 LINEÁRNÍ PROGRAMOVÁNÍ	11
2.1 NUTRIČNÍ PROBLÉM.....	11
2.2 OPTIMALIZAČNÍ SOFTWARE	12
3 APLIKAČNÍ ČÁST	13
3.1 STANOVENÍ MEZÍ ŽIVIN	13
3.2 MODEL 1	14
3.3 MODEL 2	22
3.4 MODEL 3.....	29
3.5 MODEL 4.....	33
3.6 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ MODELŮ	38
ZÁVĚR.....	39
LITERATURA	40
PŘÍLOHA I.....	42
PŘÍLOHA II.....	47
PŘÍLOHA III.	49
PŘÍLOHA IV.....	51

PŘÍLOHA V.....	54
PŘÍLOHA VI.....	56

Seznam tabulek

Tabulka 3-1 – Minimální a maximální doporučená množství živin	13
Tabulka 3-2 – Indexy potravin.....	14
Tabulka 3-3 – Meze množství druhů potravin v 1 dávce.....	15
Tabulka 3-4 – Optimální řešení modelu 1.....	21
Tabulka 3-5 – Přehled cen potřebných k zařazení potravin do krmiva.....	21
Tabulka 3-6 – Optimální řešení modelu 2: pondělí	24
Tabulka 3-7 – Optimální řešení modelu 2: úterý	25
Tabulka 3-8 – Optimální řešení modelu 2: středa	25
Tabulka 3-9 – Optimální řešení modelu 2: čtvrtek	26
Tabulka 3-10 – Optimální řešení modelu 2: pátek.....	26
Tabulka 3-11 – Optimální řešení modelu 2: sobota	27
Tabulka 3-12 – Optimální řešení modelu 2: neděle	27
Tabulka 3-13 – Obsah živin ve stravě modelu 2.....	28
Tabulka 3-14 – Meze množství jednotlivých potravin	30
Tabulka 3-15 – Meze množství druhů potravin	30
Tabulka 3-16 – Optimální řešení modelu 3.....	31
Tabulka 3-17 – Přehled cen potřebných k zařazení potravin do krmiva.....	32
Tabulka 3-18 – Optimální řešení modelu 4: pondělí	34
Tabulka 3-19 – Optimální řešení modelu 4: úterý	34
Tabulka 3-20 – Optimální řešení modelu 4: středa	34
Tabulka 3-21 – Optimální řešení modelu 4: čtvrtek	35
Tabulka 3-22 – Optimální řešení modelu 4: pátek.....	35
Tabulka 3-23 – Optimální řešení modelu 4: sobota	35
Tabulka 3-24 – Optimální řešení modelu 4: neděle	36
Tabulka 3-25 – Obsah živin ve stravě modelu 4.....	37

Úvod

V České republice je pes součástí téměř každé druhé domácnosti. Odhadem u nás žije přes 2 miliony psů a Česko tak patří k nejpočetnějším vlastníkům psů a koček v Evropě. Zároveň si lidé začínají uvědomovat význam a důsledky kvalitní výživy, která později může ušetřit výdaje za veterinární péči. Výdaje za kvalitní krmivo v České republice tak neustále rostou [16].

Kvalitu krmiv a nutriční požadavky domácích zvířat řeší zejména AAFCO (Association of American Feed Control Officials) v USA a FEDIAF (Fédération Européenne de l'Industrie des Aliments pour Animaux Familiers, v anglickém překladu The European Pet Food Industry Federation) v Evropské unii. Zabývají se výzkumnou činností a vydávají závazná doporučení týkající se hygieny, bezpečnosti a kvality krmiv pro domácí zvířata. Také stanovují doporučená minimální množství živin ve stravě nebo vydávají předpisy pro správnou deklaraci složení krmiva [13].

Výživou psů a sestavováním krmných dávek se již zabývala Bc. Vojtíšková v [9], která se zaměřila na jedno konkrétní plemeno a uzpůsobila výživu tak, aby se předcházelo častým zdravotním omezením spojených s touto rasou. Výživou psů se také zabývá J. Fritzová v [3], kde ustanovuje potraviny vhodné pro psy a optimální množství krmiva v závislosti na individuálních aspektech psů. Krmnou dávku lze vypočítat i pomocí internetové aplikace firmy Akoira, dostupné na [11].

Cílem této bakalářské práce je optimalizovat jednak jednodenní krmnou dávku, ale zároveň i týdenní krmný plán, které budou vyhovovat nutričním požadavkům za minimalizace nákladů. Krmivový plán bude sestavován pro dospělého psa středního plemene, s hmotností 27 kg, normální až vyšší aktivity a bez zdravotních omezení. Práce se bude zabývat nejprve doma připravovanou stravou a poté kombinací domácí stravy a komerčního granulovaného krmiva.

K vyřešení této úlohy lineárního programování bude využit optimalizační systém MPL for Windows, společně se solvery CPLEX 12.5.0.0 a GUROBI 7.0.2. Databáze potravin a granulovaného krmiva budou sestaveny v Microsoft Excel 2013.

První část práce se zaměří na význam jednotlivých živin, na dostupné druhy krmiv a způsoby krmení a na správné sestavení krmné dávky. V další části bude charakterizován nutriční problém, který je považován za speciální typ směšovací úlohy. Poté následuje již samotná aplikační část, ve které budou představeny všechny matematické modely a interpretována jejich optimální řešení.

1 Výživa psů

Psi žijí po boku lidí už od pradávna. Dnes jsou již plně domestikováni a zcela odkázáni na lidskou péči. Aby však lidé byli schopni zajistit plnohodnotnou stravu, je nutné vědět, zda je pes masožravec či všežravec. Biologickým zařazením je pes masožravec a odpovídá tomu i uspořádání chrupu. Jejich trávicí trakt se ale vlivem evoluce prodloužil a nyní je vzájemný poměr délky trávicí trubice k délce těla 6:1. To znamená, že potrava, kterou pes přijme, prochází trávicím traktem po delší dobu, což může zvýšit schopnost využití rostlinných složek potravy. Psi jsou tedy na rozdíl od striktních masožravců schopni využívat některé rostlinné zdroje esenciálních látek, například betakaroten, který umí přeměnit na vitamín A. Nejsou tedy životně závislí na příjmu živočišné potravy, i když je pro ně prospěšná [3, 7, 24, 25].

Pokud tedy nekrmíme komerčními plnohodnotnými krmivy, je potřeba dbát především na pestrost stravy a její nutriční vyváženost. Co se týče krmiv pro psy, v dnešní době je dostupné velké množství alternativ, a je tedy potřeba jen vybrat takovou, která bude nevíce vyhovovat jak psovi, tak i jeho pánovi. Způsob krmení se odvíjí od stáří, plemene psa, fyzické aktivity a dalších aspektů. Dospělý pes je však nejčastěji krmen jedenkrát denně, a to večer. V případě stravy s obsahem vody nad 60 % je kvůli vyšší stravitelnosti doporučeno krmit alespoň dvakrát denně [3].

1.1 Stravitelnost

Stravitelnost vyjadřuje procentuální podíl krmiva, který je absorbován střevy. U doma připravované stravy je stravitelnost ve většině případů vyšší než u krmiv komerčních. U komerčních krmiv sahá k 85 %, zatímco u krmiv připravovaných doma často přesahuje 90 %. Také u jednotlivých živin se velmi liší: stravitelnost bílkovin je přibližně 86,5 %, tuků 92,5 %, sacharidů 78,3 %, minerálních látek 45,6 % a využitelnost energie krmné dávky je přibližně 88,5 % [3, 8].

1.2 Energetická hodnota krmiva

Výživová hodnota je dána nejen zastoupením jednotlivých živin, ale i obsahem energie. Tato energie je získávána z energetických živin, což jsou živiny, které při prudké oxidaci uvolňují teplo. Energetickými živinami jsou sacharidy, tuky a bílkoviny. Sacharidy jsou snadno stravitelným, a tedy i rychlým zdrojem energie, avšak podstatná část energie je zajišťována prostřednictvím tuků. Energetický výtěžek z bílkovin je v porovnání s předchozími dvěma živinami velmi malý [3, 7].

Vzhledem k tomu, že energie obsažená v krmivu není organismem zcela využita, je možné následující dělení:

Brutto energie je množství tepla, které je uvolněné při úplném spálení krmiva. Vyjadřuje tedy maximální hodnotu energie obsažené v krmivu. Brutto energie však není vhodná pro porovnávání kvality krmiva, neboť závisí na stravitelnosti.

Stravitelná energie je množství energie, kterou po strávení organismus vstřebá do těla. Je rovna brutto energii po odečtení energie obsažené ve výkalech. Zatímco energie získaná ze strávených sacharidů a tuků je využita efektivně, u bílkovin tomu tak není. Proto se častěji používá energie metabolizovatelná.

Metabolizovatelná energie je množství energie využitelné v buněčném metabolismu. Lze ji vypočítat ze stravitelné energie odečtením energie obsažené v moči. Právě metabolizovatelná energie je nejčastěji využívána pro posouzení kvality krmiva.

Netto energie je energie, která je organismem využívána při fyzické aktivitě, k dýchání, trávení a dalším fyziologickým činnostem, a neposledně k udržení tělesné teploty psa. Je možné ji vypočítat za pomoci metabolizovatelné energie a koeficientu využití metabolizovatelné energie [5, 7].

1.3 Živiny a jejich význam

Živiny jsou látky, které:

- poskytují energii využívanou například pro pohyb nebo tvorbu tepla,
- zajišťují tvorbu nových tkání
- a jsou nezbytné k tvorbě enzymů, které aktivují a regulují výše uvedené přeměny.

Živiny je možné dělit na esenciální a neesenciální. Esenciální neboli nenahraditelné živiny jsou látky, které si tělo není schopno samo vyrobit a jejich potřeba je uspokojována pouze potravou. Naopak neesenciální (nahraditelné) živiny je organismus schopen syntetizovat z jiných dostupných látek [3, 7].

1.3.1 Sušina krmiva

Sušina krmiva je zbytek krmiva po odstranění vody vysušením. Jsou v ní obsaženy veškeré živiny. Jelikož ve výživě psa jsou využívána krmiva s rozdílným obsahem vody (vlhká, polosuchá a suchá), je nutné pro jejich vzájemné srovnání a vyjádření nutriční kvality přepočítat obsah živin v krmivu na sušinu [7].

1.3.2 Voda

Voda zajišťuje řadu životních funkcí. Denní potřeba je ovlivňována řadou faktorů a je úzce spojena s fyzickou aktivitou psa a také typem krmiva, kterým je pes živěn. Granulovaná krmiva obsahují standardně 10 % vody, přičemž mokrá krmiva obsahují nad 60 % vody. V případě krmení suchým krmivem proto může být potřeba vody i několikanásobná. Přibližně se však denní potřeba vody u dospělého psa pohybuje mezi 35 a 50 ml na 1 kg živé váhy. Pro psa těžkého 27 kg by tedy denní příjem vody měl být zhruba v rozmezí 945 a 1350 ml [3, 7].

1.3.3 Dusíkaté látky a bílkoviny

Pro výživu psů jsou velmi důležité dusíkaté látky, které je možné rozdělit do dvou skupin, kterými jsou bílkoviny a dusíkaté látky nebílkovinné povahy. Bílkoviny jsou tvořeny aminokyselinami, které se dále dělí na esenciální a neesenciální. Z hlediska výživy je důležitých přibližně 23 aminokyselin, z nichž je zhruba polovina esenciálních [5, 7].

Bílkoviny jsou součástí všech živých buněk a jsou nepostradatelné pro stavbu a zachování tělesných tkání. Menší význam pak mají i jako přímý zdroj energie. V potravě by měly být zastoupeny v 20 až 30 %. Přebytky aminokyselin se v těle neukládají. Část může být využita jako zdroj energie nebo uložena ve formě tuku, avšak většina je jaterními buňkami přeměněna na močovinu a ledvinami vyloučena. V případě dlouhodobého přebytku jsou pak přetěžovány ledviny, a navíc je tělo zaplavováno přílivem fosforu a vzniká tak nepoměr mezi vápníkem a fosforem. Nedostatečný obsah bílkovin vede naopak k pomalejšímu růstu nebo ke ztrátě tělesné hmotnosti a kondice, ke ztrátě netukových částí těla, snížení imunity nebo k větší náchylnosti k infekcím [3, 7, 8].

Prísun esenciálních aminokyselin je nejznatelnější z bílkovinných zdrojů jako jsou vejce, ryby, mléko nebo hovězí maso [3].

1.3.4 Tuky

Tuky jsou organické sloučeniny tvořené mastnými kyselinami a glycerolem, jejich vlastnosti jsou však určovány zejména obsahem mastných kyselin. Ty lze dělit podle typu vazby mezi atomy uhlíku. Nasycené mastné kyseliny v uhlíkovém řetězci tvoří jednoduchou vazbu, zatímco nenasycené mastné kyseliny vytvářejí jednu nebo více dvojných vazeb. Pokud je v uhlíkovém řetězci více dvojných vazeb, jedná se o polynenasycené mastné kyseliny.

Nejvýznamnějšími mastnými kyselinami jsou tři esenciální nenasycené mastné kyseliny – kyselina linolová, a dále kyseliny linolenová a arachidonová, které lze za určitých podmínek syntetizovat z kyseliny linolové. Zdrojem kyseliny linolové jsou především rostlinné oleje. Ostatní mastné kyseliny je možné syntetizovat ze sacharidů [7].

Hlavní funkcí tuků je teplená a izolační funkce, dále jsou podstatným zdrojem energie a zásobují tělo esenciálními mastnými kyselinami a vitamíny rozpustnými v tucích. Jejich zastoupení v potravě psa by mělo být mezi 5 až 20 %. V případě nedostatku mastných kyselin dochází k ztrátě lesku srsti nebo jejímu vypadávání, ztučnění jater, anemii nebo zhoršení plodnosti [7, 8].

1.3.5 Sacharidy

Sacharidy jsou stejně jako tuky organickými sloučeninami. Dělí se na jednoduché sacharidy, tzv. monosacharidy, složité sacharidy, tzv. polysacharidy a oligosacharidy, které se skládají ze dvou či více monosacharidů. Pro organismu je podstatná především glukóza, která patří mezi monosacharidy. Tu je však organismus schopen syntetizovat z aminokyselin a glycerolu, a proto není nutné ji přidávat do krmné dávky.

Sacharidy jsou snadno dosažitelným zdrojem energie a jejich stravitelnost se zvyšuje tepelnou úpravou. Ukládají se jen v omezeném množství a přebytečné sacharidy se přeměňují na tuk a volné mastné kyseliny [7].

Mezi sacharidy se řadí i vláknina, která je tzv. balastní látkou. Je nestravitelnou částí potravy a napomáhá funkci střev a střevní flóry [3].

1.3.6 Minerální látky

Minerální látky jsou anorganické živiny, které se dělí na dvě skupiny – makroprvky a mikroprvky. Makroprvky jsou organismem zvířete požadovány v relativně velkých množstvích, zatímco mikroprvky v relativně malých. Jsou důležitou součástí potravy, jejich význam však není rovnocenný.

Makroprvky

Vápník a fosfor hrají významnou roli pro tvrdost opěrného systému těla. Z převážné části jsou obsaženy v kostech a zubech. Vápník má význam pro srážlivost krve a funkci nervů a svalů a jeho nedostatek může vést k řidnutí kostí. Zdrojem vápníku jsou měkké kosti, svalovina, vaječné skořápky a mléčné výrobky. Fosfor je nenahraditelný pro metabolismus energie. Je možné ho získat z vnitřností a ryb. Velmi důležitý je poměr mezi těmito dvěma prvky. Vzájemný poměr vápníku a fosforu by neměl přesáhnout 2:1 a zároveň by měl být vždy vyšší než 1:1.

Sodík a draslík jsou důležité především pro hospodaření s vodou, přenášení vzruchů v nervech a udržování pH organismu. Pravděpodobnost nedostatku draslíku je malá, jelikož jeho přirozený výskyt ve většině krmiv je dostatečný. Navíc přebytek draslíku je organismem snášen velmi dobře a lze ho eliminovat podáním sodíku. V případě sodíku mají však nedostatek i přebytek negativní důsledky, a proto je nutné obsah sodíku ve stravě regulovat [3, 5].

Hořčík má význam pro tvorbu kostní tkáně a ovlivňuje řadu enzymů podílejících se především na energetickém metabolismu. Nedostatek hořčíku je ale vzácný, jelikož se ve stravě vyskytuje přirozeně v dostatečném množství. Jeho zdrojem jsou kosti, svalovina, játra a ledviny [5, 7].

Selen chrání buněčné membrány před poškozením oxidačními sloučeninami. Jeho potřeba je však velmi nízká a je možné ji uspokojit pomocí vitamínu E. Ve větším množství však může být toxický [7].

Mikroprvky

Železo a měď jsou zapojené do tvorby hemoglobinu v červených krvinkách, který je přenašečem kyslíku v organismu. Jejich nedostatek může vést k anémii [8].

Zinek je součástí inzulinu a některých enzymů, má vliv na růst kostry a plodnost. Jeho potřeba je ovlivňována ostatními složkami krmiva, například vysokým obsahem vápníku.

Mangan je nezbytný pro udržení funkcí sacharidového a tukového metabolismu a podílí se na tvorbě chrupavek.

Jód je součástí hormonů štítné žlázy a nedostatek se projevuje zejména na kvalitě srsti a onemocněním štítné žlázy. Jeho nadbytek může mít stejné následky jako nedostatek. Vysoký obsah jódu je především v mořských rybách a řasách [3, 7].

1.3.7 Vitamíny

Vitamíny jsou zásadními složkami potravy, jelikož až na výjimky nemůžou být v těle syntetizovány. Jsou děleny na dvě skupiny – vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E, K) a vitamíny rozpustné ve vodě (B, C). Vitamíny rozpustné v tucích se v těle hromadí, proto není problém krátkodobého nedostatku, ale naopak vzniká nebezpečí v případě nadměrného množství. Na druhou stranu vitamíny rozpustné ve vodě jsou v případě přebytku vylučovány močí, a proto je nutné dbát na jejich dostatečný příjem.

Vitamíny rozpustné v tucích

Vitamin A je označován jako růstový vitamin a je důležitý pro mladé psy. Dále je také složkou zrakového pigmentu a napomáhá při tvorbě kůže a sliznic. V nadměrném množství je toxický.

Vitamin D je podstatný pro metabolismus kostí, kdy podněcuje ukládání vápníku a fosforu v kostech. Nedostatek je často spojen s nevyrovnaným poměrem vápníku a fosforu.

Vitamin E má zejména antioxidační funkci, která zabraňuje oxidaci polynenasycených mastných kyselin.

Vitamin K se podílí na regulaci srážení krve a jeho nedostatek se vyskytuje zřídka [3, 7].

Vitamíny rozpustné ve vodě

Vitamíny skupiny B jsou velmi rozsáhlou skupinou. V přírodě se vyskytují nejčastěji společně, proto jsou také nazývány komplexem. Patří sem vitamín B₁ (tiamin), vitamín B₂ (riboflavin), vitamín B₆ (pyridoxin), vitamín B₁₂ (kobalamin), niacin (kyselina nikotinová) kyselina listová, kyselina pantotenová, biotin a cholin. Jsou podstatné pro využití živin z potravy a jejich přeměnu v energii. Nedostatek kyseliny listové, pantothenové, biotinu nebo cholinu je vzácný [7, 8].

Vitamin C je esenciální pro vývoj a funkci buněčných složek kosterních tkání a stimuluje imunitní systém. Dospělí psi jsou schopni tento vitamín syntetizovat v dostatečném množství, problém nastává u štěňat, která jsou odkázána na jeho příjem z mateřského mléka [5, 7].

1.4 Druhy krmiv

Možností při výživě psa je velmi mnoho. Krmiva lze rozdělit do dvou základních skupin, kterými jsou krmiva komerční a doma připravovaná.

Komerční krmiva můžeme dále rozdělit na kompletní a doplňková. Kompletní krmiva musí obsahovat všechny živiny, které pes potřebuje a v to dostatečném množství. Jejich živinové složení musí odpovídat závazným doporučením, která vydávají AAFCO v USA a FEDIAF v rámci Evropské unie. Naopak doplňková krmiva nejsou nutričně vyvážená a musí být kombinována s dalšími krmivy, zejména minerálními [25].

Komerční krmiva mohou být dále dělena na mokrá, suchá a polosuchá. Suchá krmiva obsahují maximálně 14 % vody a jsou jimi krmiva granulovaná. Z mokrých krmiv, která obsahují více než 60 % vody, jsou to pak zejména konzervy. Polosuchá krmiva bývají také granulovaná a obsah vody je mezi 14-60 %.

U doma připravovaných krmných dávek je v současnosti populární tzv. BARF. Tato zkratka může být vysvětlena několika způsoby, například jako Bones And Raw Food (kosti a syrová strava), Biologically Appropriate Raw Food (biologicky přirozená syrová strava) nebo jako Born-Again Raw Feeders (znovuzrození těch, kteří krmí syrovou stravou). Hlavní myšlenkou je snaha o co nejpřirozenější způsob stravování. Jeho základem je krmení čistě syrovou stravou, jejíž součástí jsou maso a vnitřnosti, masité kosti, ovoce, zelenina a další doplňky.

Další variantou jsou doma vařené dávky, při kterých se málokdy zkrmuje masité kosti a strava je doplněna o potraviny s vysokým obsahem sacharidů, jako je rýže, brambory nebo těstoviny.

Mezníkem mezi těmito způsoby krmení je tzv. částečný barf. Ten může být spojením vařených dávek a barfu, nebo také spojením granulovaných krmiv a syrového masa [3].

Názory se na kombinování suchého krmiva s krmivem připravovaným na principech barfu různí. Argumentem proti tomuto způsobu stravování je velmi rozdílná stravitelnost. Avšak při obtížnosti zajištění všech potřebných živin při barfování nebo krmení vařenými dávkami se při doplnění stravy kompletním komerčním krmivem zamezí možnosti nedostatku některých z těchto živin. Při kombinaci se však právě kvůli rozdílům ve stravitelnosti nedoporučuje podávat tato krmiva v jedné krmné dávce. Možností je rozdělení do dvou dávek podávaných ráno a večer, nebo střídání typů krmiv obden [3, 5, 7].

Při vybírání vhodného krmiva a porovnávání s ostatními variantami je kvůli rozdílnému obsahu vlhkosti nezbytné přepočítat obsah živin na sušinu. U komerčních krmiv je navíc vhodné kromě obsahu živin sledovat také původ surovin a jejich poměr [3].

1.5 Doma připravovaná strava

Pokud je pes živen doma připravovanou stravou, je třeba se vyvarovat některých potravin, protože mohou být pro psa špatně stravitelné a některé dokonce až toxické. Je nutné zaměřit se i na jejich úpravu. Tepelná úprava u některých potravin přispívá stravitelnosti a u jiných je dokonce nezbytná.

Stravitelnost masa v syrovém stavu je velmi vysoká. Naopak luštěniny, obiloviny, brambory a jiné druhy zeleniny jsou stravitelné až po uvaření.

V případě vejce je možné podávat syrový pouze vaječný žloutek. Syrový bílek obsahuje avidin, který zabraňuje využití biotinu, a také trypsin, jenž brání trávení bílkovin. Obě tyto látky jsou však tepelně nestálé.

Kosti obsahují velké množství vápníku. Měly by se však zkrmovat pouze syrové masité kosti, a to jen v případě, že je pes dobře snáší.

Játra jsou velmi bohatá na vitamín A, B₁₂ a biotin. Vitamín A se však v těle psa hromadí a větších dávkách může být až toxický. Proto by se měla játra podávat v omezeném množství.

Hrtany a jícny by se neměly zkrmovat vůbec, neboť mohou obsahovat částičky štítné žlázy a hormony v nich obsažené by mohly vyvolat nadměrnou funkci štítné žlázy psa.

Z jedovatých krmiv je to především kakao obsahující teobromin, který je pro psy toxický a ve vyšších dávkách jej může až usmrtit v důsledku srdečního selhání. Dále by psi neměli požívat česnek a cibuli způsobující anémii. Vinné hrozny obsahují dosud neznámý toxin, který poškozuje ledviny. Stejně tak toxin obsažený v makadamových ořeších může narušit trávicí a nervový systém psa. Zároveň je nutné vyvarovat se avokáda, které v sobě nese persin poškozující srdeční sval. Nakonec jsou to i kořeněné a solené potraviny, které vyvolávají trávicí potíže [3, 25].

1.6 Krmná dávka

Při sestavování krmné dávky je nutné brát v úvahu mnoho faktorů. Nutriční potřeby se velmi liší podle toho, v jakém životním stádiu se pes nachází. Při výživě štěněte je nutné se zaměřit na obsahu vápníku, fosforu, mědi a vitamínů A a D ve stravě. Březi fena zase potřebuje o 40-70 % více bílkovin a zároveň má zvýšenou potřebu vápníku, fosforu, železa a jódu, jakožto i v tucích rozpustných vitamínů A, D a E. U starších psů zůstávají nutriční požadavky v zásadě stejné, ale jejich energetická potřeba se snižuje [3].

Dalším významným faktorem je stupeň fyzické aktivity. Pracovní a sportovní psy vyžadují krmiva s vyšší koncentrací energie. Velmi rozlišné je i krmení psů, kteří trpí určitými nemocemi [5].

Při výpočtu krmné dávky zvířete se používají dva základní způsoby. Je to jednak stanovení množství krmiva v procentech tělesné hmotnosti psa a jednak výpočet na základě energetické potřeby. Sestavování krmné dávky v procentech tělesné hmotnosti je však velmi nepřesné a využití v praxi se nedoporučuje. Při druhém způsobu je nutné počítat s individuálními faktory. Energetická potřeba je udávána na kilogram metabolické hmotnosti, kterou je možné vypočítat za pomoci živé hmotnosti psa umocněné na 0,75. V případě psa s hmotností 27 kg je metabolická hmotnost rovna $27^{0,75}$, což je přibližně 11,845 kg.

1.7 Data pro praktickou aplikaci

Všechna data využitá k sestavení a řešení modelu výživy psa za pomoci barfu doplněného vařenými potravinami jsou převzata z [3]. U několika málo potravin ale nejsou data o obsahu některých živin k dispozici a nebyla jsem schopna je dohledat. Jedná se však vždy o živiny, které se vyskytují pouze ve stopovém množství, a proto je budu pro další využití pro praktickou aplikaci považovat za nulové.

S vyhledáváním dat potřebných k řešení kombinované stravy sestávající z částečného barfu se zahrnutím granulovaných krmiv již byly větší problémy. Veškeré informace o nutričních hodnotách jednotlivých granulovaných krmiv jsem čerpala z internetových stránek výrobců, ale opět ne všechny hodnoty byly k dispozici. Vzhledem k tomu, že výrobci nejsou ze zákona povinni tyto údaje zveřejňovat a také kvůli ochraně firemního know-how, nebyli ochotni po kontaktování tato data poskytnout. Jelikož se však jedná o kompletní krmiva, doplnila jsem chybějící hodnoty doporučenými minimálními hodnotami stanovenými svazem FEDIAF. Všechna zahrnutá krmiva jsou vyšší kvality od známých výrobců, určená pro dospělé psy středních plemen [2, 10, 12, 14, 15, 19, 20, 21, 26].

Problém byl i s oceňováním jednotlivých potravin či krmiv. Při krmení masem jsou dostupné mnohé varianty, které se liší jak cenově, tak i kvalitou. Je možné krmit masem určeným k lidské spotřebě, krájenou svalovinou určenou pro psy, mletou svalovinou, mletou svalovinou s kostmi a dalšími druhy masa. Cenové rozdíly jsou značné, a proto jsem se rozhodla pro střední variantu, kdy je krmeno kvalitní krájenou svalovinou určenou pro psy. U zeleniny a ovoce se ceny liší zejména kvůli jejich dostupnosti v různých ročních obdobích. V případě granulovaných krmiv je pak cena závislá na velikosti balení. Většina cen potravin a krmiv byla vyhledána z internetových zdrojů a zbylé v kamenném obchodě Kaufland [17, 21, 22, 23, 26]. Data pro praktickou aplikaci jsou uvedena v příloze I.

2 Lineární programování

Nutriční problém je jednou z typických úloh lineárního programování (LP), které se zabývá řešením optimalizačních úloh s lineárními omezujícími podmínkami a lineární účelovou funkcí. Hledá extrém kriteriální funkce na množině variant určených soustavou omezujících podmínek.

Při analýze reálného systému je nutné omezit se pouze na části, které jsou podstatné z hlediska cíle analýzy, problém následně zformalizovat a vytvořit matematický model. Obecnou podobu matematického modelu úlohy LP lze obecně zapsat následovně:

maximalizovat (minimalizovat)

$$z = \sum_{j=1}^n c_j x_j,$$

za podmínek

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &\leq b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m, \\ x_j &\geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n, \end{aligned}$$

kde m je počet vlastních omezení,

n je počet strukturních proměnných,

$x_j, j = 1, 2, \dots, n$ jsou strukturní proměnné,

$c_j, j = 1, 2, \dots, n$ je cenový koeficient příslušející j -té proměnné,

$a_{ij}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ jsou strukturní koeficienty,

$b_i, i = 1, 2, \dots, m$ je hodnota pravé strany i -tého omezení [4, 6].

Více informací o řešení úloh lineárního programování lze dohledat v [6].

2.1 Nutriční problém

Nutriční problém je často označován jako speciální typ směšovací úlohy. V takovýchto úlohách je cílem vytvořit směs, která bude mít požadované vlastnosti a minimalizovat přitom potřebné finanční prostředky či optimalizovat jednu z vlastností směsi za podmínky omezeného rozpočtu [1].

V nutriční úloze, stejně jako v úloze směšovací, jde o kombinaci několika komponent, které ale mohou i nemusí být smíchány do jediné směsi. Může být formulována jako problém návrhu denní dávky výživy pro příslušného jedince, ve které sledujeme hodnoty jednotlivých výživových látek. Proměnnými modelu jsou dané komponenty a procesem je intenzita jejich

zahrnutí do konečného návrhu dávky. Omezující podmínky obvykle představují požadavky na minimální či naopak maximální úroveň výživových komponent [6].

2.2 Optimalizační software

Při řešení úloh LP se často využívají profesionální optimalizační systémy. V této bakalářské práci je využit MPL (Mathematical Programming Language) for Windows od společnosti Maximal Software, Inc. Patří mezi otevřené optimalizační systémy, které umožňují spolupracovat s nejrozšířenějšími optimalizačními řešiteli. Standardně je dodáván se systémem CPLEX, který je velmi výkonným řešitelem pro lineární a smíšeně celočíselné modely. Kvůli velmi dlouhé výpočetní době při hledání optimálního řešení pomocí solveru CPLEX, je v této práci využit i solver GUROBI, konkrétně při řešení modelu 2. Oba řešitelé jsou primárně založené na simplexové metodě [4, 18]. Syntaxe modelovacího jazyka systému MPL for Windows je uvedena ve [4].

3 Aplikační část

V této části všechny matematické modely řeší problém výživy při minimalizaci celkových nákladů. Bylo by také vhodné maximalizovat celkovou stravitelnost a tím i využitelnost živin. Určení stravitelnosti je však velmi nákladné a musely by být provedeny náročné pokusy. Někteří výrobci testují stravitelnost svých výrobků za účelem případného zlepšení a také udržení kvality výrobků. Ve většině případů však tyto údaje neposkytují veřejnosti, a proto není možné stravitelnost v této práci hodnotit [3].

3.1 Stanovení mezí živin

Při samotné aplikaci nutričního problému se zaměřím na dospělého psa středního plemene, konkrétně s vahou 27 kilogramů, s normální až vyšší aktivitou. V takovém případě

	Živiny	Jednotka	Minimální množství	Maximální množství
	Hrubý protein	g	58,63	-
	Hrubý tuk	g	17,92	-
Minerální látky	Ca	mg	1628,64	8143,21
	P	mg	1302,91	5211,65
	Na	mg	325,73	4885,92
	K	mg	1628,64	-
	Mg	mg	234,52	-
Stopové prvky	Fe	mg	11,73	462,53
	Cu	mg	2,35	9,12
	Zn	mg	23,45	73,94
	Mn	mg	1,88	55,37
	I	µg	338,76	3583,01
Vitamíny	A	IU	1973,92	130291,33
	D ₃	IU	179,80	739,40
	E	mg	11,73	-
	B ₁	mg	0,70	-
	B ₂	mg	1,95	-
	B ₆	mg	0,47	-
	B ₁₂	µg	10,89	-
	Niacin	mg	5,33	-
	Kyselina listová	µg	84,04	-
	Kyselina pantothenová	mg	4,63	-
	Kyselina linolová	mg	4260,53	-

Tabulka 3-1 – Minimální a maximální doporučená množství živin

budu uvažovat energetickou potřebu 110 kcal na kilogram metabolické hmotnosti, podle doporučení svazu FEDIAF [2]. Vzhledem k tomu, že metabolická hmotnost psa o váze 27 kg je rovna 11,845 kg, celkový denní příjem energie by měl být přibližně 1303 kcal. Meze nutričních hodnot byly vypočítány na základě doporučených hodnot udávaných svazem FEDIAF, veřejně dostupných z [2].

Přehled minimálních a maximálních množství sledovaných živin v potravě dopočtených na základě energetické potřeby psa je uveden v tabulce 3-1. Vitamíny A a D₃ jsou vyjádřeny v jednotkách IU (International Unit), které jsou mezinárodními jednotkami.

3.2 Model 1

První model řeší optimální složení potravy při minimalizaci nákladů. Jedná se o jednodenní stravu za použití částečného barfu, ve které se kombinují syrové suroviny s vařenými. Model vychází z dat, která obsahují různé typy masa a ryb, vnitřností a masitých kostí, které se společně se zeleninou a ovocem zkrmují syrové. Dále je možné do stravy zahrnout luštěniny a různé druhy příloh, které se podávají tepelně zpracované. V neposlední řadě mohou být součástí krmné dávky i mléčné výrobky, ořechy a semínka, vejce, rostlinné oleje a jiné výživové doplňky. Data obsahují 110 různých potravin a jejich indexy jsou pro přehlednost uvedeny v tabulce 3-2.

Druhy potravin	Indexy
Maso	1–10
Ryby	11–18
Vnitřnosti	19–26
Kosti	27–31
Zelenina	32–48
Ovoce	49–63
Přílohy	64–74
Luštěniny	75–77
Ořechy a semínka	78–87
Mléčné výrobky	88–96
Vejce	97–99
Doplňky stravy	100–104
Oleje	105–110

Tabulka 3-2 – Indexy potravin

Je nezbytné stanovit meze množství druhů potravin a doplňků stravy, které může, ale nemusí krmná dávka obsahovat. Tyto meze jsou individuální pro každé zvíře. Výše stanovených mezí v tomto případě jsou zaznamenány v tabulce 3-3.

Druhy potravin	Celkové minimální množství (g)	Celkové maximální množství v gramech (g)
Maso, ryby, vnitřnosti, kosti	500	600
Zelenina, ovoce	150	250
Příloha	300	350
Luštěniny	-	70
Ořechy a semínka	-	15
Mléčné výrobky	-	120
Vejce (ks)	-	1
Vaječné skořápky	-	5
Mořské řasy	-	2
Spirulina	-	5
Barfers Naturals	-	2
Med	-	10
Rostlinné oleje	-	35

Tabulka 3-3 – Meze množství druhů potravin v 1 dávce

Proměnné

V modelu se vyskytují dva typy proměnných. První z nich je *množství_i*, který udává množství *i*-té potraviny v krmivu ve 100 g, kde $i = 1, \dots, 110$. Druhým typem je binární proměnná y_i , která udává, zda je či není *i*-tá potravina obsažena v krmivu (1 – potravina je použita, 0 – potravina použita není).

Účelová funkce

Účelová funkce minimalizuje celkové náklady na jednodenní krmnou dávku a má následující podobu:

minimalizovat

$$\text{náklady} = \sum_{i=1}^{110} \text{cena}_i \cdot \text{množství}_i,$$

kde cena_i je cena za 100 g *i*-té potraviny.

Omezující podmínky

Daný model je definován následujícími omezujícími podmínkami.

Energetická hodnota krmiva je rovna požadované hodnotě.

$$\sum_{i=1}^{110} \text{obsah}_{i,1} \cdot \text{množství}_i = \text{minimum}_1, \quad (3.1)$$

kde $\text{obsah}_{i,1}$ je obsah energie v *i*-té potravíně a minimum_1 je výše potřebné energie.

Množství obsahu jednotlivých živin v krmivu se pohybuje v nutričně doporučeném rozmezí.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{110} obsah_{i,k} \cdot množství_i &\geq minimum_k, \quad k = 2, \dots, 24, \\ \sum_{i=1}^{110} obsah_{i,k} \cdot množství_i &\leq maximum_k, \quad k = 4, \dots, 6, 9, \dots, 15, \end{aligned} \quad (3.2)$$

kde $obsah_{i,k}$ je obsah k -té živiny v i -té potravíně. Hodnoty $minimum_k$, $maximum_k$ jsou dopočítané doporučené meze obsahu k -té živiny a jsou uvedeny v tabulce 3-1.

Poměr mezi vápníkem a fosforem musí být vyšší než 1:1, ale nesmí překročit poměr 2:1.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{110} vápník_i \cdot množství_i &\geq \sum_{i=1}^{110} fosfor_i \cdot množství_i, \\ \sum_{i=1}^{110} vápník_i \cdot množství_i &\leq 2 \cdot \sum_{i=1}^{110} fosfor_i \cdot množství_i, \end{aligned} \quad (3.3)$$

kde $vápník_i$ a $fosfor_i$ jsou množství vápníku a fosforu obsažené v potravíně i .

Následující podmínky jsou potřebné k vytvoření binárních proměnných y_i a zároveň stanovují dolní a v některých případech i horní meze množství potravin v krmivu. Tyto meze pak mimo jiné zajišťují poměry zastoupení druhů potravin ve stravě. Při stanovování konkrétních mezí jsem se inspirovala v [3] a jsou určeny subjektivně. Při nevelké změně hodnot by tedy bylo možné sestavit jinou krmnou dávku, která by splňovala nutriční požadavky, pouze by se lišily poměry jednotlivých druhů potravin ve stravě. Zároveň jsou meze v této výši z praktických důvodů snadné přípravy krmné dávky a zejména u doplňků stravy mohou být také určeny doporučeným dávkováním. Vzhledem k uvedeným hodnotám stačí, aby bylo $M = 10^2$.

Pokud je i -tý druh masa nebo ryby obsažen v krmivu, jeho váha musí být alespoň 250 gramů.

$$\begin{aligned} množství_i &\geq 2,5 \cdot y_i, \quad i = 1, \dots, 18, \\ množství_i &\leq M \cdot y_i, \quad i = 1, \dots, 18. \end{aligned} \quad (3.4)$$

Pokud je i -tý druh vnitřností obsažen v krmivu, jeho váha musí být alespoň 50 gramů.

$$\begin{aligned} množství_i &\geq 0,5 \cdot y_i, \quad i = 19, \dots, 26, \\ množství_i &\leq M \cdot y_i, \quad i = 19, \dots, 26. \end{aligned} \quad (3.5)$$

Pokud je i -tý druh kostí obsažen v krmivu, jeho váha musí být alespoň 50 gramů.

$$\begin{aligned} množství_i &\geq 0,5 \cdot y_i, \quad i = 27, \dots, 31, \\ množství_i &\leq M \cdot y_i, \quad i = 27, \dots, 31. \end{aligned} \quad (3.6)$$

Pokud je i -tý druh zeleniny obsažen v krmivu, jeho váha musí být alespoň 30 gramů.

$$\begin{aligned} \text{množství}_i &\geq 0,3 \cdot y_i, & i = 32, \dots, 48, \\ \text{množství}_i &\leq M \cdot y_i, & i = 32, \dots, 48. \end{aligned} \quad (3.7)$$

Pokud je i -tý druh ovoce obsažen v krmivu, jeho váha musí být alespoň 20 gramů.

$$\begin{aligned} \text{množství}_i &\geq 0,2 \cdot y_i, & i = 49, \dots, 63, \\ \text{množství}_i &\leq M \cdot y_i, & i = 49, \dots, 63. \end{aligned} \quad (3.8)$$

Pokud je i -tý druh přílohy obsažen v krmivu, jeho váha musí být alespoň 300 gramů a nesmí přesáhnout 350 gramů.

$$\begin{aligned} \text{množství}_i &\geq 3 \cdot y_i, & i = 64, \dots, 74, \\ \text{množství}_i &\leq 3,5 \cdot y_i, & i = 64, \dots, 74. \end{aligned} \quad (3.9)$$

Pokud je i -tý druh luštěniny obsažen v krmivu, jeho váha musí být alespoň 50 gramů a nesmí přesáhnout 70 gramů.

$$\begin{aligned} \text{množství}_i &\geq 0,5 \cdot y_i, & i = 75, \dots, 77, \\ \text{množství}_i &\leq 0,7 \cdot y_i, & i = 75, \dots, 77. \end{aligned} \quad (3.10)$$

Pokud je i -tý druh ořechů nebo semínek obsažen v krmivu, jeho váha musí být alespoň 5 gramů a nesmí přesáhnout 15 gramů.

$$\begin{aligned} \text{množství}_i &\geq 0,05 \cdot y_i, & i = 78, \dots, 87, \\ \text{množství}_i &\leq 0,15 \cdot y_i, & i = 78, \dots, 87. \end{aligned} \quad (3.11)$$

Pokud je i -tý druh mléčného výrobku obsažen v krmivu, jeho váha musí být alespoň 50 gramů a nesmí přesáhnout 120 gramů.

$$\begin{aligned} \text{množství}_i &\geq 0,5 \cdot y_i, & i = 88, \dots, 96, \\ \text{množství}_i &\leq 1,2 \cdot y_i, & i = 88, \dots, 96. \end{aligned} \quad (3.12)$$

Pokud je vejce obsaženo v krmivu, musí být použit jeden kus. V případě celého vejce bez skořápek je jeho váha přibližně 60 gramů a v případě žloutku a bílku přibližně 30 gramů.

$$\begin{aligned} \text{množství}_i &= 0,6 \cdot y_i, & i = 97, \\ \text{množství}_i &= 0,3 \cdot y_i, & i = 98, \\ \text{množství}_i &= 0,3 \cdot y_i, & i = 99. \end{aligned} \quad (3.13)$$

Pokud jsou vaječné skořápky obsaženy v krmivu, jejich váha musí být alespoň 2 gramy a nesmí přesáhnout 5 gramů.

$$\begin{aligned} \text{množství}_i &\geq 0,02 \cdot y_i, & i = 100, \\ \text{množství}_i &\leq 0,05 \cdot y_i, & i = 100. \end{aligned} \quad (3.14)$$

Pokud je mořská řasa obsažena v krmivu, její váha musí být alespoň 1 gram a nesmí přesáhnout 2 gramy.

$$\begin{aligned} \text{množství}_i &\geq 0,01 \cdot y_i, & i = 101, \\ \text{množství}_i &\leq 0,02 \cdot y_i, & i = 101. \end{aligned} \quad (3.15)$$

Pokud je spirulina obsažena v krmivu, její váha musí být alespoň 1 gram a nesmí přesáhnout 5 gramů.

$$\begin{aligned} \text{množství}_i &\geq 0,01 \cdot y_i, & i = 102, \\ \text{množství}_i &\leq 0,05 \cdot y_i, & i = 102. \end{aligned} \quad (3.16)$$

Pokud je minerální doplněk Barfers Naturals obsažen v krmivu, jeho váha musí být alespoň 1 gram a nesmí přesáhnout 2 gramy.

$$\begin{aligned} \text{množství}_i &\geq 0,01 \cdot y_i, & i = 103, \\ \text{množství}_i &\leq 0,02 \cdot y_i, & i = 103. \end{aligned} \quad (3.17)$$

Pokud je med obsažen v krmivu, jeho váha musí být alespoň 5 gramů a nesmí přesáhnout 10 gramů.

$$\begin{aligned} \text{množství}_i &\geq 0,05 \cdot y_i, & i = 104, \\ \text{množství}_i &\leq 0,1 \cdot y_i, & i = 104. \end{aligned} \quad (3.18)$$

Pokud je i -tý druh rostlinného oleje obsažen v krmivu, jeho váha musí být alespoň 10 gramů a nesmí přesáhnout 35 gramů.

$$\begin{aligned} \text{množství}_i &\geq 0,1 \cdot y_i, & i = 105 \dots 110, \\ \text{množství}_i &\leq 0,35 \cdot y_i, & i = 105 \dots 110. \end{aligned} \quad (3.19)$$

Další skupinou podmínek jsou podmínky omezující celkové množství určitých skupin potravin. Podmínky jsou opět subjektivní, a i při změně hodnot by stále mohla být nalezena optimální krmná dávka.

Celkový součet hmotností masa, ryb, vnitřností a masitých kostí se musí pohybovat v rozmezí 500-600 gramů.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{31} \text{množství}_i &\geq 5, \\ \sum_{i=1}^{31} \text{množství}_i &\leq 6. \end{aligned} \quad (3.20)$$

Celkový součet hmotnosti ovoce a zeleniny se musí pohybovat v rozmezí 150-250 gramů.

$$\begin{aligned} \sum_{i=32}^{63} množství_i &\geq 1,5, \\ \sum_{i=32}^{63} množství_i &\leq 2,5. \end{aligned} \quad (3.21)$$

Následují podmínky využívají binární proměnné k omezení počtu potravin jednoho druhu v krmivu. Jsou zahrnuty z důvodu zajištění pestrosti stravy a jsou stanoveny subjektivně.

V krmivu musí být právě jeden druh masa nebo ryby.

$$\sum_{i=1}^{18} y_i = 1. \quad (3.22)$$

V krmivu může být maximálně jeden druh vnitřností.

$$\sum_{i=19}^{26} y_i \leq 1. \quad (3.23)$$

V krmivu může být maximálně jeden druh kostí.

$$\sum_{i=27}^{31} y_i \leq 1 \quad (3.24)$$

V krmivu musí být minimálně tři druhy zeleniny.

$$\sum_{i=32}^{48} y_i \geq 3. \quad (3.25)$$

V krmivu musí být minimálně dva druhy ovoce.

$$\sum_{i=49}^{63} y_i \geq 2. \quad (3.26)$$

V krmivu musí být právě jeden druh přílohy.

$$\sum_{i=64}^{74} y_i = 1. \quad (3.27)$$

V krmivu může být maximálně jeden druh luštěnin.

$$\sum_{i=75}^{77} y_i \leq 1. \quad (3.28)$$

V krmivu může být maximálně jeden druh ořechů nebo semínek.

$$\sum_{i=78}^{87} y_i \leq 1. \quad (3.29)$$

V krmivu může být maximálně jeden druh mléčných výrobků.

$$\sum_{i=88}^{96} y_i \leq 1. \quad (3.30)$$

V krmivu může být maximálně jedno vejce nebo jeho část.

$$\sum_{i=97}^{99} y_i \leq 1. \quad (3.31)$$

V krmivu může být maximálně jeden druh rostlinného oleje.

$$\sum_{i=105}^{110} y_i \leq 1. \quad (3.32)$$

Podmínky nezápornosti:

$$množství_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, 110. \quad (3.33)$$

Binární proměnné:

$$y_i \in \{0, 1\}, \quad i = 1, \dots, 110. \quad (3.34)$$

Řešení a interpretace výsledků

Za pomoci optimalizačního softwaru je nalezeno optimální řešení, které je uvedené v tabulce 3-4.

Při minimalizaci nákladů je optimální cena krmné dávky 38,95 Kč a její celková hmotnost je 1026 g. Dávka se skládá z tresky, hovězích jater a telecích kostí a součet hmotností těchto potravin je 500 g. Tresky je použito 250 g a pokud by množství masa nebo ryby v dávce muselo být o 100 g vyšší, celkové náklady by vzrostly o 5,89 Kč. Hmotnost hovězích jater je 200 g a telecích kostí 50 g. Jako příloha jsou použity vařené brambory se slupkou, a to o váze 300 g. Hmotnost ovoce a zeleniny dává v součtu 150 g, přičemž největší zastoupení má červená řepa, které je v dávce 50 g. Dále jsou to bulvový celer a mrkev o hmotnosti 30 g a jablka a mandarinky o hmotnosti 20 g. Je využito 15 g lněného semínka, jeden žloutek, 27 g slunečnicového oleje, 3 g vaječných skořápek a 1 g minerálního doplňku stravy Barfers Naturals.

Názvy potravin	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
Treska obecná	250	18,75
Hovězí játra	200	7,00
Telecí kosti	50	0,50
Bulvový celer	30	0,60
Mrkev	30	0,66
Červená řepa	50	0,75
Jablka	20	0,40
Mandarinky	20	0,46
Brambory se slupkou	300	4,20
Lněné semínko	15	0,45
Žloutek	30	0,75
Vaječné skořápky	3	0,00
Barfers Naturals	1	3,34
Slunečnicový olej	27	1,09
Celkem	1026	38,95

Tabulka 3-4 – Optimální řešení modelu 1

Jak by se musely změnit ceny druhů masa a ryb, aby byly využity v krmivu namísto tresky a celkové náklady zůstaly neměnné, je uvedeno v tabulce 3-5. Z této tabulky je očividné, že změny by musely být razantní. Redukované ceny zbylých potravin jsou nulové, což vypovídá o existenci alternativního řešení.

Typ masa	Aktuální cena (Kč/100 g)	Potřebná cena (Kč/100 g)
Kachní	13,50	2,80
Drůbeží	12,00	1,94
Drůbeží s kůží	12,00	2,24
Telecí	11,50	2,72
Králíčí	13,50	2,13
Jehněčí	13,50	2,78
Krůtí	16,00	2,26
Hovězí	10,50	3,65
Srnčí	13,00	1,67
Jelení	17,00	2,81
Pstruh	11,50	1,77
Sleď	11,50	2,38
Losos	12,00	2,21
Makrela	10,00	2,12
Sardinky	15,00	2,91
Platýs	10,00	1,69
Tuňák	11,00	2,16

Tabulka 3-5 – Přehled cen potřebných k zařazení potravin do krmiva

Energetická hodnota krmiva je požadovaných 1302,92 kcal. Pokud by hodnota energie musela být o 1 kcal vyšší, celkové náklady by se zvýšily o 0,0044 Kč. Obsah proteinu ve stravě je 111,51 g a tuků 35,65 g. Vápníku je obsaženo 8143,21 mg, fosforu 4777,1 mg a jejich vzájemný poměr je 1,7:1. Obsah sodíku je 729,5 mg, draslíku 3462,02 mg a hořčíku 426,05 mg. Ze stopových prvků je v krmné dávce 23,48 mg železa, 7,85 mg mědi, 23,45 mg zinku, 2,82 mg manganu a 829,93 µg jódu. Obsah vitamínu A ve stravě je 100968,2 IU, vitamínu D₃ 333,2 IU a vitamínu E 32,08 mg. Ze zbylých vitamínů je to vitamín B₁ v celkovém množství 1,72 mg, obsah vitamínu B₂ je 7,8 mg, B₆ 3,58 mg, vitamínu B₁₂ 138,67 µg, niacinu 40,24 mg, kyseliny listové 1360,7 mg a kyseliny pantothenová 20,27 mg. Váha kyseliny linolové, která je esenciální mastnou kyselinou, je 19,25 g. Všechny hodnoty se pohybují v doporučených mezích, kromě hodnoty zinku a vápníku. Obsah zinku je přesně na dolní hranici a pokud by bylo potřeba ve stravě o 1 g zinku více, celkové náklady by se zvýšily o 0,37 Kč. Naopak vápník je na horní hranici doporučeného množství a pokud by ve stravě mohlo být o 1 mg vápníku více, celkové náklady by se snížily o 0,0001 Kč.

3.3 Model 2

Pomocí modelu 1 byla nalezena jednodenní krmná dávka. Kvůli zaručení pestrosti stravy je však nutné stravu denně obměňovat, a proto není možné tuto dávku podávat po celý týden. Proto se model 2 zabývá optimalizací sedmi krmných dávek, rozvržených do dnů jednoho týdne. Rozhodující proměnné jsou opatřeny dvěma indexy, kde první z nich odkazuje na určitou potravinu a druhý na den v týdnu. Všechny omezující podmínky týkající se obsahu živin ve stravě, množství potravin a doplňků stravy v krmivu i počtu potravin jednoho druhu zahrnutých do dávky jednoho dne zůstávají totožné s podmínkami modelu 1. Tyto podmínky platí pro všech sedm dní týdne. Navíc jsou přidány podmínky, které zabraňují opakování potravin v průběhu týdne a zaručují tak pestrost stravy.

Proměnné

Proměnná $množství_{ij}$ udává množství i -té potraviny ve 100 g použité v j -tý den, kde $i = 1, \dots, 110$ a $j = 1, \dots, 7$. Binární proměnná y_{ij} říká, zda je i -tá potravina zahrnuta do krmiva j -tý den, pro $i = 1, \dots, 110$ a $j = 1, \dots, 7$.

Účelová funkce

Účelová funkce minimalizuje celkové náklady na týdenní stravu a má následující podobu:

minimalizovat

$$náklady = \sum_{i=1}^{110} \sum_{j=1}^7 cena_i \cdot množství_{ij},$$

kde $cena_i$ je cena za 100 g i -té potraviny.

Omezující podmínky

Omezující podmínky jsou shodné s podmínkami modelu 1, kde pro každé $j = 1, \dots, 7$ musí platit podmínky (3.1) až (3.34) a kde jsou proměnné $množství_i$ a y_i zaměněny za proměnné $množství_{ij}$ a y_{ij} . Model byl rozšířen o následující podmínky.

V týdenní stravě může být rybí maso využito maximálně třikrát. V případě častého krmení syrovými rybami vzniká totiž nebezpečí nadměrného přísunu vitamínu B₁.

$$\sum_{i=11}^{18} \sum_{j=1}^7 y_{ij} \leq 3. \quad (3.35)$$

V týdenní stravě mohou být játra využita maximálně dvakrát. Tato podmínka je stanovena kvůli vysokému obsahu vitamínu A a jeho možné toxicitě.

$$\sum_{i=22}^{23} \sum_{j=1}^7 y_{ij} \leq 2. \quad (3.36)$$

Následující podmínky zajišťují pestrost stravy a jsou velmi subjektivní.

Každý den musí být v krmivu jiný druh masa nebo ryby.

$$\sum_{j=1}^7 y_{ij} \leq 1, \quad i = 1, \dots, 18. \quad (3.37)$$

Každý druh vnitřností se za týden může opakovat maximálně dvakrát.

$$\sum_{j=1}^7 y_{ij} \leq 2, \quad i = 19, \dots, 26. \quad (3.38)$$

Každý druh kostí se za týden může opakovat maximálně dvakrát.

$$\sum_{j=1}^7 y_{ij} \leq 2, \quad i = 27, \dots, 31. \quad (3.39)$$

Každý druh zeleniny se za týden může opakovat maximálně dvakrát.

$$\sum_{j=1}^7 y_{ij} \leq 2, \quad i = 32, \dots, 48. \quad (3.40)$$

Každý druh ovoce se za týden může opakovat maximálně dvakrát.

$$\sum_{j=1}^7 y_{ij} \leq 2, \quad i = 49, \dots, 63. \quad (3.41)$$

Každý den musí být v krmivu jiný druh přílohy.

$$\sum_{j=1}^7 y_{ij} \leq 1, \quad i = 64, \dots, 74. \quad (3.42)$$

Každá luštěnina se za týden může opakovat maximálně dvakrát.

$$\sum_{j=1}^7 y_{ij} \leq 2, \quad i = 75, \dots, 77. \quad (3.43)$$

Každý druh ořechů a semínek se za týden může opakovat maximálně dvakrát.

$$\sum_{j=1}^7 y_{ij} \leq 2, \quad i = 78, \dots, 87. \quad (3.44)$$

Každý mléčný výrobek se za týden může opakovat maximálně dvakrát.

$$\sum_{j=1}^7 y_{ij} \leq 2, \quad i = 88, \dots, 96. \quad (3.45)$$

Řešení a interpretace výsledků

Optimální řešení tohoto modelu je vyobrazeno v tabulkách 3-6 až 3-12.

Pondělí	Název potraviny	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
	Hovězí	252	26,45
	Hovězí játra	248	8,68
	Kedluben	30	1,20
	Mrkev	47	1,04
	Rajčata	30	1,50
	Jablka	23	0,45
	Cukrový meloun	20	0,80
	Nudle	300	12,00
	Jogurt, 3,5 % tuku	50	2,20
	Vaječné skořápky	4	0,00
	Mořské řasy	1	0,82
	Barfers Naturals	1	3,00
	Slunečnicový olej	10	0,40
	Celkem	1016	58,54

Tabulka 3-6 – Optimální řešení modelu 2: pondělí

Úterý	Název potraviny	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
	Makrela	250	25,00
	Hovězí plíce	250	7,50
	Okurka	50	1,98
	Hlávkový salát	30	1,98
	Paprika	30	2,10
	Vodní meloun	20	0,61
	Broskve	20	0,80
	Polenta	300	15,00
	Slunečnicová jádra	10	0,40
	Žloutek (1 ks)	30	0,75
	Vaječné skořápky	5	0,00
	Barfers Naturals	1	3,75
	Celkem	996	59,87

Tabulka 3-7 – Optimální řešení modelu 2: úterý

Středa	Název potraviny	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
	Drůbeží	250	30,01
	Hovězí srdce	179	15,23
	Drůbeží krky	71	3,19
	Bulvový celer	50	1,00
	Kedluben	30	1,20
	Dýně	30	1,05
	Hrušky	20	0,50
	Mandarinky	20	0,46
	Brambory se slupkou	300	4,20
	Sezam	14	1,10
	Gouda, 45 % tuku	79	18,90
	Žloutek (1 ks)	30	0,75
	Vaječné skořápky	5	0,00
	Mořské řasy	1	0,69
	Barfers Naturals	1	3,13
	Celkem	1080	81,41

Tabulka 3-8 – Optimální řešení modelu 2: středa

Čtvrtek	Název potraviny	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
	Jehněčí	276	37,20
	Hovězí srdce	224	19,08
	Brokolice	30	1,20
	Dýně	30	1,05
	Mrkev	50	1,10
	Mandarinky	20	0,46
	Broskve	20	0,80
	Brambory	300	4,20
	Slunečnicová jádra	10	0,40
	Gouda, 45 % tuku	67	16,08
	Žloutek (1 ks)	30	0,75
	Vaječné skořápky	5	0,00
	Barfers Naturals	1	3,74
	Celkem	1063	86,06

Tabulka 3-9 – Optimální řešení modelu 2: čtvrtek

Pátek	Název potraviny	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
	Tuňák	250	27,50
	Drůbeží žaludky	200	9,00
	Drůbeží krky	50	2,25
	Okurka	31	1,23
	Červená řepa	49	0,74
	Cuketa	30	1,35
	Banány	20	0,54
	Vodní meloun	20	0,60
	Batáty	300	15,00
	Vaječné skořápky	5	0,00
	Barfers Naturals	2	5,07
	Slunečnicový olej	10	0,40
	Celkem	967	63,68

Tabulka 3-10 – Optimální řešení modelu 2: pátek

Sobota	Název potraviny	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
	Telecí	250	28,75
	Hovězí játra	200	7,00
	Telecí kosti	50	0,50
	Bulvový celer	50	1,00
	Rajčata	30	1,50
	Cuketa	30	1,35
	Jablka	20	0,40
	Cukrový meloun	20	0,80
	Rýže natural	300	9,00
	Žloutek (1 ks)	30	0,75
	Vaječné skořápky	2	0,00
	Mořské řasy	1	0,93
	Barfers Naturals	1	3,00
	Slunečnicový olej	10	0,40
	Celkem	994	55,38

Tabulka 3-11 – Optimální řešení modelu 2: sobota

Neděle	Název potraviny	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
	Treska obecná	250	18,75
	Hovězí plíce	350	10,50
	Brokolice	30	1,20
	Kořenová petržel	30	1,41
	Červená řepa	50	0,75
	Banány	20	0,54
	Hrušky	20	0,50
	Rýže	300	12,00
	Lněné semínko	11	0,34
	Eidam, 45 % tuku	69	9,30
	Žloutek (1 ks)	30	0,75
	Vaječné skořápky	5	0,00
	Barfers Naturals	1	3,12
	Slunečnicový olej	10	0,40
	Celkem	1176	59,56

Tabulka 3-12 – Optimální řešení modelu 2: neděle

Celkové náklady za celý týden činí 464,49 Kč. Hmotnost krmných dávek všech dní v týdnu se pohybuje přibližně mezi 950 až 1200 g. Ceny denní stravy se velmi liší a pohybují se v rozmezí od 55 do 90 Kč. Vápník je dodáván hlavně prostřednictvím vaječných skořápek, méně pak jako složka masitých kostí a mléčných výrobků. Každý den je ve stravě také obsažen doplněk Barfers Naturals, který pomáhá předcházet nedostatku minerálních látek a vitamínů.

Tabulka 3-13 obsahuje přehled obsahu sledovaných živin ve stravě pro jednotlivé dny.

	Živiny	Jednotka	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle
	Metabol. energie	kcal	1302,91	1302,91	1302,91	1302,91	1302,91	1302,91	1302,91
	Hrubý protein	g	116,31	116,42	135,41	120,42	109,58	115,45	143,11
	Hrubý tuk	g	27,93	58,31	54,72	61,54	50,81	39,09	37,44
Minerální látky	Ca	mg	1628,64	2051,16	4025,27	2562,21	2924,49	7891,05	2624,00
	P	mg	1536,91	1595,78	2324,25	1658,79	1722,68	4879,71	2093,55
	Na	mg	847,44	1085,16	1054,35	883,79	422,23	1281,78	1010,91
	K	mg	2180,81	1992,79	3285,56	3071,15	2954,73	2203,54	2471,44
	Mg	mg	241,21	317,84	398,16	334,93	366,60	362,39	307,10
Stopové prvky	Fe	mg	28,10	36,88	18,92	20,85	12,86	26,29	39,18
	Cu	mg	9,12	2,41	2,35	2,74	2,40	7,75	2,35
	Zn	mg	35,26	23,86	23,48	27,33	23,45	28,07	23,52
	Mn	mg	2,08	1,88	1,89	2,28	2,63	2,00	1,92
	I	µg	338,76	397,37	349,71	338,76	471,02	338,76	815,39
Vitamíny	A	IU	124184,88	2203,20	1973,91	1973,91	3750,00	100976,68	1973,91
	D3	IU	180,29	467,20	179,80	191,81	450,00	203,17	206,16
	E	mg	15,27	471,37	12,06	12,69	29,77	16,93	659,36
	B1	mg	1,59	1,81	2,22	2,99	1,56	1,81	1,28
	B2	mg	9,36	3,35	3,62	4,70	2,57	8,14	2,89
	B6	mg	3,54	2,52	2,94	2,98	2,56	3,59	1,53
	B12	µg	173,90	36,86	32,80	36,13	20,45	140,58	20,19
	Niacin	mg	51,46	27,03	36,49	39,10	27,51	46,50	18,59
	Kys. listová	µg	1563,87	170,46	205,31	217,87	135,38	1339,67	214,94
	Kys. pantothenová	mg	21,62	9,23	9,87	13,24	11,32	19,12	9,98
	Kys. linolová	mg	6345,00	4640,00	4260,53	4436,71	6882,50	7725,00	8383,71

Tabulka 3-13 – Obsah živin ve stravě modelu 2

Obsah všech živin se pohybuje v požadovaných mezích, které jsou vyobrazeny v tabulce 3-1. Avšak obsah mědi, zinku, manganu, jódu, vitamínu A, vitamínu D₃ a kyseliny linolové je alespoň pro jeden den týdne roven své minimální hranici. Výrazně vyšší obsah vitamínu A a kyseliny listové v pondělí a sobotní krmné dávce je způsoben zahrnutím hovězích jater, která jsou na tyto živiny velmi bohatá.

3.4 Model 3

V tomto modelu je opět řešena jednodenní krmná dávka za použití částečného barfu, nyní však v kombinaci se suchým granulovaným krmivem. Data tedy navíc obsahují 25 typů suchého krmiva různých značek. Všechna tato krmiva jsou určena pro psy středního až velkého plemene s normální až vyšší zátěží. Účelová funkce obdobně jako u modelu 1 minimalizuje celkové náklady. Stejně tak i proměnné modelu zůstávají neměnné, pouze přibude 25 proměnných vztahujících se ke granulovanému krmivu. Zároveň je převzato i několik omezujících podmínek modelu 1.

Proměnné

Proměnná $množství_i$ udává množství i -té potraviny v krmivu ve 100 g, kde $i = 1, \dots, 135$, a proměnná y_i udává, zda je i -tá potravina obsažena v krmivu.

Účelová funkce

Účelová funkce minimalizuje celkové náklady na jednodenní krmnou dávku. Její podoba je následující:

minimalizovat

$$náklady = \sum_{i=1}^{135} cena_i \cdot množství_i,$$

kde $cena_i$ je cena za 100 g i -té potraviny.

Omezující podmínky

Model se od předchozích modelů liší zejména tím, že polovina energie má být získána z granulovaného krmiva. Tato podmínka může být zapsána následovně:

$$\sum_{i=111}^{135} energie_i \cdot množství_i = \frac{minimum_1}{2}, \quad (3.46)$$

kde $energie_i$ je energie obsažená v i -té potravíně a $minimum_1$ je potřebná energetická hodnota krmné dávky.

Podmínky týkající se obsahu živin v krmné dávce jsou totožné s podmínkami modelu 1, tedy s podmínkami (3.1) až (3.3), nyní však pro $i = 1, \dots, 135$.

Po úpravě pravých stran jsou dále platné i podmínky (3.4) až (3.21) modelu 1. Pravé strany je nutné upravit z toho důvodu, že polovina energie je nyní přijata ze suchého krmiva. Množství energie přijaté z mokrého krmiva se tedy sníží, a tím klesne i jeho celková hmotnost. Proto je nezbytné přepočítat hodnoty omezující váhu jednotlivých potravin v krmné

dávce a stejně tak i celkovou váhu jednotlivých skupin potravin. Vzhledem k tomu, že množství přijaté energie z mokrého krmiva se sníží o polovinu, minimální a maximální množství potravin klesnou také zhruba o polovinu. Tyto meze pak určují pravé strany omezujících podmínek. Stejně jako u předchozích modelů je při stanovování mezí brána v úvahu praktická stránka přípravy krmných dávek a jejich výše je stanovena subjektivně. Nové meze pro podmínky (3.4) až (3.19) jsou uvedeny v tabulce 3-14. Tyto podmínky určují, v jakém rozmezí se musí pohybovat hmotnost konkrétní potraviny, pokud je zahrnuta do krmiva.

Druhy potravin	Minimální množství (g)	Maximální množství (g)
Maso a ryby	150	-
Vnitřnosti	25	-
Kosti	25	-
Zelenina	25	-
Ovoce	2	-
Přílohy	150	175
Luštěniny	20	35
Mléčné výrobky	25	60
Vejce (ks)	-	1
Vaječné skořápky	1	3
Mořské řasy	0,5	1
Spirulina	1	3
Barfers Naturals	0,5	1
Med	3	5
Rostlinné oleje	5	20

Tabulka 3-14 – Meze množství jednotlivých potravin

Meze podmínek (3.20) a (3.21) zobrazuje tabulka 3-15. Tyto podmínky udávají, v jakém rozmezí se musí pohybovat celková váha všech potravin jedné skupiny.

Druhy potravin	Celkové minimální množství (g)	Celkové maximální množství (g)
Maso, ryby, vnitřnosti, kosti	250	300
Zelenina, ovoce	75	125

Tabulka 3-15 – Meze množství druhů potravin

K podmínkám (3.4) až (3.19) navíc přibude omezení pro granulovaná krmiva.

$$\begin{aligned} \text{množství}_i &\geq \frac{1}{M} \cdot y_i, \quad i = 111, \dots, 135, \\ \text{množství}_i &\leq M \cdot y_i, \quad i = 111, \dots, 135. \end{aligned} \quad (3.47)$$

Podmínky omezující počet potravin jednoho druhu v krmivu jsou opět převzaty z modelu 1. Jsou jimi podmínky (3.22) až (3.32). Podmínka (3.25) je však nahrazena podmínkou (3.48), ve které již nejsou požadovány tři druhy zeleniny ale jen dva. Je to opět pouze z praktických důvodů přípravy stravy, aby množství zahrnuté zeleniny nebylo příliš malé. Podmínka je zapsána následovně.

$$\sum_{i=32}^{48} y_i \geq 2. \quad (3.48)$$

Stejně tak je požadován minimálně již jen jeden druh ovoce a podmínka (3.26) je nahrazena podmínkou (3.49).

$$\sum_{i=49}^{63} y_i \geq 1. \quad (3.49)$$

Navíc přibude podmínka zajišťující, aby bylo krmeno pouze jedním druhem granulovaného krmiva.

$$\sum_{i=111}^{135} y_i = 1. \quad (3.50)$$

Podmínky nezápornosti a podmínky binárních proměnných se opět neliší od podmínek (3.33) a (3.34) modelu 1.

Řešení a interpretace výsledků

Tento model má optimální řešení, které je uvedeno v tabulce 3-16.

Název potravin	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
Treska obecná	150	11,25
Hovězí játra	25	0,88
Hovězí chrupavky	75	2,25
Bulvový celer	25	0,50
Červená řepa	30	0,45
Jablka	20	0,40
Brambory se slupkou	150	2,10
Slunečnicový olej	6	0,24
ProPlan – Optipower	168	11,49
Celkem	649	29,55

Tabulka 3-16 – Optimální řešení modelu 3

Celková váha denní dávky je 649 g a optimální cena je 29,55 Kč. Z granulovaného krmiva je použita varianta od firmy Purina ProPlan pro dospělé psy všech velikostí, Performance Optipower. Pro zajištění poloviny potřebné energie tímto krmivem je nutná dávka o 168 g, jejíž cena vychází na 11,49 Kč. Zbytek dávky je složen především z tresky a vařených brambor se slupkou, oboje po 150 g.

Jak by se musely změnit ceny některých potravin, aby byly v krmivu využity, vyobrazuje tabulka 3-17. Tyto změny by ve většině případů musely být velmi znatelné. Redukované ceny ostatních potravin jsou nulové.

Potraviny	Aktuální cena (Kč/100 g)	Potřebná cena (Kč/100 g)
Kachní maso	13,50	2,22
Drůbeží maso s kůží	12,00	1,96
Krůtí maso	16,00	1,68
Losos	12,00	2,12
Makrela	10,00	2,03
Drůbeží paličky	5,00	1,98
Vodní meloun	3,00	1,48
Cukrový meloun	4,00	1,55
Mango	10,00	1,60
Papája	25,00	1,49
Broskve	4,00	1,50
ProPlan – Optiderma	6,78	6,62
Markus Mühle	7,33	6,05
Orijen – Adult Dog	16,74	7,02
Orijen – Six Fish Dog	19,85	6,70

Tabulka 3-17 – Přehled cen potřebných k zařazení potraviny do krmiva

Energetická hodnota krmiva je 1302,92 kcal a pokud by potřebná energie byla o 1 kcal vyšší, celkové náklady by se zvýšily o 0,0044 Kč. Množství proteinu ve stravě je 149,32 g, tuků 44,69 g, vápníku je v krmivu 2440,5 mg a fosforu 2014,58 mg. Vzájemný poměr vápníku a fosforu je 1,2:1. Obsah sodíku je 1016,82 mg, draslíku 2582,89 mg a hořčíku 270,78 mg. Dále dávka obsahuje 33,95 mg železa, 3,79 mg mědi, 32,82 mg zinku, 8,26 mg manganu a 716,6 µg jódu. Z vitamínů je ve stravě je 15158,95 IU vitamínu A, 241,22 IU vitamínu D₃, 50,26 mg vitamínu E, obsah vitamínu B₁ je 4,19 mg, vitamínu B₂ 2,97 mg, vitamínu B₆ 3,26 mg, vitamínu B₁₂ 17,79 µg, niacinu 33,16 mg, kyseliny listové 891,24 mg a kyseliny pantothenová 8,99 mg. Obsah kyseliny linolové je 8,65 g. Všechny hodnoty se pohybují v nutričně doporučených mezích.

3.5 Model 4

Poslední model optimalizuje týdenní stravu při použití kombinace částečného barfu a granulovaného krmiva. Omezující podmínky jsou převzaty z modelu 3 pouze s rozšířenou platností pro všech sedm dní týdne. Model je navýšen o podmínky zaručující pestrost stravy.

Proměnné

Proměnná $množství_{ij}$ udává množství i -té potraviny ve 100 g použité v j -tý den, kde $i = 1, \dots, 135$ a $j = 1, \dots, 7$. Binární proměnná y_{ij} říká, zda je i -tá potravina zahrnuta do krmiva j -tý den, pro $i = 1, \dots, 135$ a $j = 1, \dots, 7$.

Účelová funkce

Účelová funkce minimalizuje celkové náklady na týdenní stravu a má následující podobu:

minimalizovat

$$náklady = \sum_{i=1}^{135} \sum_{j=1}^7 cena_i \cdot množství_{ij},$$

kde $cena_i$ je cena za 100 g i -té potraviny.

Omezující podmínky

Podmínky modelu jsou shodné se všemi omezujícími podmínkami modelu 3, ve kterých jsou proměnné $množství_i$ a y_i nahrazeny proměnnými $množství_{ij}$ a y_{ij} , a jejichž platnost je rozšířena pro všech sedm dní týdne, tedy pro $j = 1, \dots, 7$.

Kromě toho model obsahuje podmínky (3.35) a (3.36) modelu 2 omezující využití rybího masa a jater v týdenní stravě. Stejně tak obsahuje podmínky, které slouží k zachování pestrosti stravy. Tyto podmínky jsou totožné s podmínkami (3.37) až (3.45) modelu 2 a určují, kolikrát se může každá potravina určitého druhu za týden opakovat.

Řešení a interpretace výsledků

Optimální řešení modelu je zobrazeno v tabulkách 3-18 až 3-24.

Pondělí	Název potraviny	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
	Platýs	150	15,00
	Drůbeží žaludky	25	1,13
	Hovězí chrupavky	75	2,25
	Brokolice	25	1,00
	Dýně	25	0,88
	Jablka	25	0,50
	Brambory	150	2,10
	Slunečnicový olej	6	0,24
	Josera Lamb & Rice	185	11,94
	Celkem	666	35,03

Tabulka 3-18 – Optimální řešení modelu 4: pondělí

Úterý	Název potraviny	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
	Drůbeží s kůží	150	18,00
	Hovězí plíce	100	3,00
	Bulvový celer	30	0,60
	Mrkev	25	0,55
	Hrušky	20	0,50
	Rýže natural	150	4,50
	Slunečnicový olej	9	0,37
	Josera Lamb & Rice	185	11,94
	Celkem	669	39,45

Tabulka 3-19 – Optimální řešení modelu 4: úterý

Středa	Název potraviny	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
	Treska obecná	150	11,25
	Drůbeží žaludky	25	1,13
	Hovězí chrupavky	75	2,25
	Bulvový celer	30	0,60
	Kedluben	25	1,00
	Hrušky	20	0,50
	Brambory se slupkou	150	2,10
	Slunečnicový olej	7	0,30
	Josera Lamb & Rice	185	11,94
	Celkem	667	31,06

Tabulka 3-20 – Optimální řešení modelu 4: středa

Čtvrtek	Název potraviny	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
	Telecí	150	17,25
	Drůbeží křídla	100	4,00
	Kedluben	25	1,00
	Mrkev	30	0,66
	Mandarinky	20	0,46
	Polenta	150	7,50
	Slunečnicový olej	11	0,42
	Josera Lamb & Rice	185	11,94
	Celkem	671	43,23

Tabulka 3-21 – Optimální řešení modelu 4: čtvrtek

Pátek	Název potraviny	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
	Makrela	150	15,00
	Hovězí plíce	100	3,00
	Brokolice	25	1,00
	Červená řepa	30	0,45
	Mandarinky	20	0,46
	Batáty	150	7,50
	Vaječné skořápky	1	0,00
	Slunečnicový olej	9	0,38
	ProPlan – Optipower	168	11,49
	Celkem	653	39,28

Tabulka 3-22 – Optimální řešení modelu 4: pátek

Sobota	Název potraviny	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
	Drůbeží	150	18,00
	Hovězí játra	58	2,04
	Telecí kosti	42	0,42
	Okurka	25	1,00
	Dýně	25	0,88
	Jablka	25	0,50
	Nudle	150	6,00
	Slunečnicový olej	6	0,22
	ProPlan – Optipower	168	11,49
	Celkem	649	40,54

Tabulka 3-23 – Optimální řešení modelu 4: sobota

Neděle	Název potraviny	Množství (g)	Cena za potravinu (Kč)
	Hovězí	150	15,75
	Hovězí játra	58	2,04
	Telecí kosti	42	0,42
	Okurka	25	1,00
	Červená řepa	30	0,45
	Banány	20	0,54
	Rýže	150	6,00
	Slunečnicový olej	11	0,43
	ProPlan – Optipower	168	11,49
	Celkem	654	38,11

Tabulka 3-24 – Optimální řešení modelu 4: neděle

Celkové náklady na týdenní stravu jsou 266,69 Kč. Váhy jednotlivých krmných dávek se pohybují přibližně mezi 650 až 670 g a jejich ceny sahají od 31 do 44 Kč. První čtyři dny týdne je podáváno granulované krmivo značky Josera, Lamb & Rice. Zbylé dny je využito krmivo firmy Purina ProPlan pro dospělé psy všech velikostí Performance Optipower. První z uvedených krmiv má nižší obsah energie, a proto množství krmiva v jedné dávce je 185 g, zatímco u druhého krmiva je to jen 168 g. Zdrojem vápníku ve většině krmných dávek jsou masité kosti, pouze v pátek jsou nahrazeny vaječnými skořápkami. Kvůli zachování pestrosti stravy je každý den zkrmován jiný typ masa i přílohy. Po celý týden je navíc podáván slunečnicový olej, který je bohatým zdrojem kyseliny linolové.

Jak by musely vypadat ceny potravin, které určitý den v krmivu zahrnutý nejsou, aby byly součástí potravy, je vyobrazeno v příloze II.

Tabulka 3-25 obsahuje přehled množství sledovaných živin ve stravě pro jednotlivé dny. Všechny hodnoty se opět pohybují v doporučených mezích uvedených v tabulce 3-1.

	Živiny	Jednotka	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle
	Metabol. energie	kcal	1302,91	1302,91	1302,91	1302,91	1302,91	1302,91	1302,91
	Hrubý protein	g	133,35	92,03	134,50	93,21	104,70	116,83	108,17
	Hrubý tuk	g	30,80	39,96	29,21	39,99	57,85	49,52	53,94
Minerální látky	Ca	mg	3832,78	3799,41	3802,41	5272,51	2805,79	8143,21	8143,21
	P	mg	2560,97	2848,62	2560,87	3351,52	2208,88	4653,29	4645,86
	Na	mg	1017,29	1440,43	991,43	1289,21	1187,28	1326,39	1152,82
	K	mg	2116,07	1713,82	2206,82	1843,22	2690,31	1952,93	2106,85
	Mg	mg	278,58	320,58	293,08	320,08	286,85	349,61	339,07
Stopové prvky	Fe	mg	36,16	44,42	35,84	41,36	42,30	36,44	38,33
	Cu	mg	3,04	3,16	2,94	2,99	3,57	4,97	4,87
	Zn	mg	31,66	34,08	31,65	38,67	34,12	35,21	40,99
	Mn	mg	3,30	3,09	3,22	3,09	8,45	8,16	8,24
	J	µg	456,27	378,32	714,07	370,57	456,86	378,33	382,70
Vitamíny	A	IU	3355,64	3703,64	3358,64	3375,14	3308,45	31993,81	31730,71
	D3	IU	512,56	332,56	410,56	332,56	386,22	185,90	185,78
	E	mg	41,73	227,97	44,74	45,32	241,72	49,50	51,44
	B1	mg	3,30	3,12	3,05	3,18	4,27	4,21	4,20
	B2	mg	4,20	4,35	3,92	4,19	3,03	4,10	4,15
	B6	mg	4,62	4,74	4,37	4,52	3,86	3,74	3,45
	B12	µg	21,73	25,98	20,23	21,48	16,54	42,46	42,36
	Niacin	mg	25,70	30,29	23,14	26,52	39,31	43,64	40,89
	Kys. listová	µg	1021,29	999,89	993,89	977,49	756,04	1052,90	1066,11
	Kys. pantothenová	mg	11,61	10,48	10,08	9,39	9,88	10,90	11,21
	Kys. linolová	mg	6005,23	7909,23	6864,23	8780,73	11096,33	8343,63	11591,68

Tabulka 3-25 – Obsah živin ve stravě modelu 4

Obsah vápníku dosahuje v sobotu a v neděli maximální výše a pokud by bylo možné zahrnout do stravy o 1mg vápníku více, celkové náklady na stravu by klesly o 0,0002 Kč. Poměr vápníku a fosforu se pro každý den nachází ve stanoveném rozmezí.

3.6 Porovnání výsledků modelů

Při porovnání modelu 1 a modelu 3, tedy modelů zabývajících se jednodenní krmnou dávkou, je cena krmné dávky modelu 3 výrazně nižší. Optimální cena krmiva modelu 1 je 38,95 Kč, zatímco u modelu 3 je to jen 29,55 Kč, což je téměř o jednu čtvrtinu méně. Je to však dáno tím, že všechna kompletní granulovaná krmiva splňují nutriční požadavky psů. Pokud tedy porovnáme dvě suchá krmiva stejného typu, jen jiných cenových kategorií, budou se lišit zejména kvalitou surovin. Cenové rozdíly jsou ale značné. Rozdíl mezi cenou nejdražšího a nejlevnějšího suchého krmiva, uvedených v datovém souboru je až trojnásobný. Váhy krmných dávek jsou 1026 g a 649 g. Rozdíl je opět způsoben tím, že v model 1 pracuje pouze s mokrým krmivem, které obsahuje velké množství vody, zatímco model 3 řeší kombinaci mokrého a suchého krmiva, jehož hmotnost je výrazně nižší.

Při týdenní perspektivě jsou rozdíly v celkových nákladech také velmi citelné. Cena týdenní stravy modelu 2 při minimalizaci nákladů je 464,49 Kč a pro model 4 je to 266,69 Kč. Opět se výrazně liší i průměrné hmotnosti krmných dávek, které jsou rovny 1042 g pro model 2 a 661 g pro model 4.

Při kombinaci suchého a mokrého krmiva musejí být obě tyto části vyvážené samostatně. Je to proto, že kompletní suchá krmiva jsou již nutričně vyvážená a mokrá strava nesmí tuto rovnováhu narušit, aby byly splněny celkové požadavky. Z tohoto důvodu se krmné plány sestavené pomocí suchého i mokrého krmiva liší od plánů využívajících pouze mokrá krmiva především právě v zahrnutí granulovaného krmiva. Složení mokré části stravy je velmi podobné, jen s tou odlišností, že v případě kombinovaných plánů je hmotnost mokrého krmiva přibližně poloviční, jelikož je z něho přijímána pouze polovina potřebné energie. Jediným významnějším rozdílem je, že při krmení kombinovanou stravou již není nutné využívat tolik doplňků stravy, jako jsou například mořské řasy nebo Barfers Naturals. Příjem živin, jejichž výskyt v mokré stravě je vzácný, je v takovém případě zajištěn jejich dostatečným obsahem v suchém krmivu.

Závěr

Cílem této práce bylo nalézt denní a týdenní optimální složení krmiva pro psa středního plemene, s hmotností 27 kg, jehož fyzická aktivita je normální až vyšší, tak, aby vyhovovalo nutričním požadavkům a náklady vynaložené na stravu byly minimální. K sestavení krmné dávky jsou využity dvě varianty částečného barfu. První dva modely využívají spojení vařených dávek a barfu, druhé dva modely jsou navíc kombinací se suchým granulovaným krmivem. Při řešení problému byl využit optimalizační systém MPL for Windows společně s Microsoft Excel.

Pomocí modelu 1 a modelu 3 byly nalezeny dvě varianty jednodenní krmné dávky. Obě jsou nutričně vyvážené a náklady na dávku obsahující komerční granulované krmivo jsou výrazně nižší. Pokud bychom však využili granulované krmivo vyšší cenové kategorie, náklady by mohly být srovnatelné. Není proto možné jednoznačně určit, který typ stravování je lepší a cenově přijatelnější a záleží zejména na preferencích samotného psa i jeho majitele.

Pomocí modelů 2 a 4 byly sestaveny dva týdenní krmné plány a optimální náklady jsou opět nižší pro model 4, který pracuje i s granulovaným krmivem. Oba tyto plány by bylo možné využít v praxi, jelikož obsahují všechny potřebné živiny a je zaručena dostatečná pestrost stravy.

Oproti již zpracovaným pracím se tato práce vyznačuje velkým počtem sledovaných živin a stejně tak i objemem dat. Je tak ve stravě zabezpečen doporučený obsah těchto živin a tím je eliminováno riziko nedostatku nějaké z nich. Díky rozsáhlým datům pak také lze stravu obměňovat a zajistit tak její pestrost.

Tuto práci by bylo možné přepracovat a vytvořit krmné plány pro psy se specifitějšími nutričními požadavky, jako například pro starší psy, kteří se často potýkají s obezitou. Také by bylo možné vypracovat krmný plán pro štěňata. V tomto stádiu mají vyvážená strava a kvalitní potraviny veliký význam, neboť důsledky špatné výživy by mohly přetrvávat až do dospělosti psa. Tento krmný plán by poté mohl být využit chovateli, kteří by tak zamezili nedostatku některé z potřebných živin a zároveň by minimalizovali vynaložené náklady. Také by bylo vhodné místo jednoho datového souboru vytvořit dva, které by se lišili oceněním potravin. V první souboru by mohly být použity ceny dostupné v letním období, zatímco v druhém souboru ceny dostupné v zimním období. Rozdíly mezi cenami sezónních potravin jsou totiž v průběhu roku značné.

Literatura

- [1] FÁBRY, J.: *Matematické modelování*. Praha: Oeconomica, 2007.
- [2] FEDIAF. *Nutritional Guidelines*. Brusel, 2017.
Dostupné z: <http://www.fediaf.org/self-regulation/nutrition/>
- [3] FRITZOVÁ, J.: *BARF, syrová strava po psy*. Praha: Knižní klub, 2016.
- [4] JABLONSKÝ, J.: *Programy pro matematické modelování*, 1. vyd. Praha: Oeconomica, 2007.
- [5] KVÁŠ, M.: *Výživa psů*. České Budějovice: DONA, 1998.
- [6] LAGOVÁ, M., JABLONSKÝ, J.: *Lineární modely*. 3. vyd. Praha: Oeconomica, 2014.
- [7] MUDŘÍK, Z., PODSEDNÍČEK, M., HUČKO, B.: *Základy výživy a krmení psa*. Praha: ČZU, 2007.
- [8] PROCHÁZKA, Z.: *Chov psů*. Paseka, 2005.
- [9] VOJTÍŠKOVÁ, K.: *Využití nutričního problému v praxi*. Praha, 2014. Bakalářská práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Fakulta informatiky a statistiky.

Internetové zdroje:

- [10] ACANA. *Krmivo pro psy*. [online]. Alberta, 2018. [cit. 28.3. 2018].
Dostupné z: <https://acana.com/cs/our-foods/dog-foods/>
- [11] AKOIRA. *Krmná dávka*. [online]. Praha, 2018. [cit. 17.5. 2018].
Dostupné z: <http://www.akoira.cz/info/krmna-davka>
- [12] FARMINA. *Krmivo pro vašeho psa*. [online]. Itálie, 2018. [cit. 28.3. 2018].
Dostupné z: <https://www.farmina.com/cz/d-krmivo-pro-va%C5%A1eho-psa.html>
- [13] FEDIAF. *Legislation*. [online]. Brusel, 2017. [cit. 21.3. 2018].
Dostupné z: <http://www.fediaf.org/legislation.html>
- [14] FITMIN. *Fitmin pro psy*. [online]. Česká republika, 2018. [cit. 28.3. 2018].
Dostupné z: <https://www.fitmin.cz/psi.html>
- [15] JOSERA GMBH & CO. KG. *Krmivo pro psy*. [online]. Kleinheubach, 2018.
[cit. 28.3. 2018]. Dostupné z: <http://www.josera.cz/krmivo-pro-psy/super-premium/>

- [16] LIDOVKY.CZ. *V Česku má domácího mazlíčka každá druhá domácnost* [online]. Česká republika, 2016. [cit. 10.4. 2018]. Dostupné z: https://relax.lidovky.cz/v-cechach-ma-domaciho-mazlicka-kazda-druha-domacnost-fh3-/domaci-mazlicci.aspx?c=A160822_120219_domaci-mazlicci_ape
- [17] MAKRO CASH&CARRY ČR S.R.O. *MAKRO sortiment*. [online]. Praha, 2018. [cit. 25.3. 2018]. Dostupné z: <https://sortiment.makro.cz/cs/>
- [18] MAXIMAL SOFTWARE, INC. *Solvers for MPL* [online]. Arlington. [cit. 2018-3-21]. Dostupné z: <http://maximalsoftware.com/solvers/>
- [19] ORIEN. *Krmivo pro psy*. [online]. Alberta, 2018. [cit. 28.3. 2018]. Dostupné z: <https://www.orien.ca/cs/produkty/krmivo-pro-psy/>
- [20] PURINA PROPLAN. *Produkty*. [online]. St. Louis, 2018. [cit. 28.3. 2018]. Dostupné z: <https://www.purina-proplan.cz/pes/produkty>
- [21] SPOKOJENÝ PES.CZ. *Granule pro psy*. [online]. Praha, 2018. [cit. 30.3. 2018]. Dostupné z: <https://www.spokojenypes.cz/granule-pro-psy/>
- [22] TESCO STORES ČR A.S. *Tesco Potraviny. Rychlé a pohodlné nakupování*. [online]. Česká republika, 2018. [cit. 25.3. 2018]. Dostupné z: <https://nakup.itesco.cz/groceries/>
- [23] VETAMIX S.R.O. *Přírodní česká krmiva*. [online]. Praha, 2018. [cit. 30.3. 2018]. Dostupné z: <https://www.vetamix.cz/>
- [24] VETERINÁRNÍ PÉČE. *Obecná pravidla výživy psů*. [online]. Česká republika, 2018. [cit. 10.4. 2018]. Dostupné z: <https://www.veterinaripece.cz/obecna-pravidla-vyzivy-psu-3383.html>
- [25] VSE-O-KRMIVECH.CZ. *Krmení psů*. [online]. Česká republika, 2018. [cit. 21.3. 2018]. Dostupné z: <https://vse-o-krmivech.cz/>
- [26] ZOOHIT. *Granule pro psy*. [online]. Mnichov, 2018. [cit. 30.3. 2018]. Dostupné z: <http://www.zoohit.cz/shop/psi/granule>

Příloha I.

Data pro matematické modely

Obsah živin ve 100 g potraviny	Metab. Energie (kcal)	Hrubý protein (g)	Hrubý tuk (g)	Ca (mg)	P (mg)	Na (mg)	K (mg)	Mg (mg)	Fe (mg)	Cu (mg)	Zn (mg)	Mn (mg)	I (µg)	A (IU)	D3 (IU)	E (m)g	B1 (mg)	B2 (mg)	B6 (mg)	B12 (µg)	Niacin (mg)	Kys. listová (µg)	Kys. pantothenová (mg)	Kys. linolová (mg)	Cena (Kč/100 g)
kachní	225,0	18,0	17,0	14,0	195,0	40,0	270,0	22,0	2,5	0,2	1,8	0,1	1,0	167,0	0,0	0,5	0,3	0,2	0,3	2,0	3,5	8,0	0,0	0,0	13,5
drůbeží	100,0	23,0	1,0	14,0	165,0	83,0	262,0	30,0	0,7	0,1	1,0	0,0	0,0	130,0	0,0	1,0	0,1	0,2	0,5	3,0	7,0	4,0	0,0	0,0	12,0
drůbeží, s kůží	166,0	20,0	10,0	12,0	200,0	83,0	262,0	37,0	0,7	0,0	1,0	0,0	1,0	130,0	0,0	0,8	0,1	0,2	0,5	3,0	6,8	12,0	0,0	0,0	12,0
telecí	106,0	20,0	3,0	13,0	200,0	92,0	360,0	16,0	2,1	0,1	3,0	0,0	0,0	33,0	0,0	0,3	0,1	0,3	0,4	2,0	6,2	5,0	0,0	0,0	11,5
králíčí	108,0	22,0	2,0	12,0	226,0	50,0	380,0	29,0	3,2	0,5	1,4	0,0	1,0	10,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,1	10,0	8,0	5,0	0,0	0,0	13,5
jehněčí	128,0	18,0	6,0	10,0	195,0	71,0	279,0	22,0	1,5	0,1	2,9	0,0	1,0	150,0	0,0	0,7	0,2	0,3	0,3	2,0	6,4	2,0	0,0	0,0	13,5
krůtí	105,0	24,0	1,0	13,0	200,0	46,0	330,0	20,0	1,0	0,1	1,8	0,0	1,0	3,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,5	1,0	11,0	7,0	0,0	0,0	16,0
hovězí	130,0	20,0	5,0	4,0	165,0	50,0	296,0	19,0	2,3	0,1	5,2	0,0	3,0	10,0	0,0	0,2	0,1	0,2	0,3	3,0	5,1	10,0	0,0	0,0	10,5
srnčí	97,0	21,0	1,0	5,0	220,0	60,0	309,0	20,0	3,0	0,2	0,3	0,0	1,0	0,0	0,0	0,7	0,2	0,3	0,3	5,0	0,0	5,0	0,0	0,0	13,0
jelení	111,0	21,0	3,0	10,0	197,0	62,0	306,0	21,0	2,3	0,2	3,2	0,0	1,0	17,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	6,0	0,0	5,0	0,8	0,0	17,0
pstruh	103,0	20,0	3,0	12,0	245,0	63,0	413,0	26,0	0,4	0,2	0,5	0,0	4,0	100,0	72,0	1,7	0,1	0,1	0,2	5,0	3,4	9,0	1,7	232,0	11,5
sleď	233,0	18,0	18,0	34,0	250,0	117,0	360,0	31,0	1,1	0,1	0,6	0,1	47,0	127,0	1,0	1,7	0,0	0,2	0,5	9,0	3,8	5,0	0,9	153,0	11,5
treska obecná	77,0	18,0	1,0	28,0	194,0	72,0	340,0	24,0	0,3	0,1	0,4	0,0	229,0	22,0	52,0	1,5	0,1	0,1	0,2	1,0	2,3	8,0	0,3	15,0	7,5
losos	202,0	20,0	14,0	16,0	240,0	60,0	331,0	25,0	0,6	0,1	0,5	0,0	34,0	137,0	186,0	1,0	0,2	0,2	1,0	3,0	7,5	3,0	1,0	430,0	12,0
makrela	182,0	19,0	12,0	12,0	244,0	80,0	380,0	30,0	1,2	0,1	0,5	0,0	50,0	333,0	160,0	1,3	0,1	0,4	0,6	9,0	7,5	1,0	0,5	170,0	10,0
sardinky	118,0	19,0	5,0	85,0	258,0	100,0	420,0	24,0	2,4	0,2	3,4	0,1	32,0	67,0	440,0	0,5	0,0	0,3	1,0	0,0	9,7	4,0	0,8	88,0	15,0
platýs	86,0	17,0	2,0	61,0	198,0	104,0	311,0	22,0	0,9	0,0	0,5	0,0	53,0	20,0	120,0	0,1	0,2	0,2	0,2	2,0	4,0	11,0	0,8	42,0	10,0
tuňák	226,0	22,0	16,0	40,0	299,0	43,0	363,0	50,0	1,0	0,1	0,1	0,0	50,0	1500,0	180,0	0,3	0,2	0,2	0,5	4,0	8,5	15,0	0,7	233,0	11,0
drůbeží žaludky	97,0	19,0	2,0	11,0	130,0	76,0	160,0	12,0	2,0	0,1	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	1,0	2,0	0,0	0,8	0,0	4,5

drůbeží srdce	132,0	17,0	6,0	22,0	164,0	111,0	262,0	17,0	1,7	0,3	3,1	0,1	9,0	30,0	0,0	1,3	0,4	1,2	0,2	4,0	6,0	38,0	2,6	0,0	7,0
hovězí srdce	124,0	17,0	6,0	7,0	165,0	108,0	215,0	18,0	4,0	0,3	1,4	0,0	30,0	30,0	40,0	0,4	0,5	0,9	0,3	10,0	7,2	2,0	2,8	0,0	8,5
játra, kuřecí	136,0	22,0	5,0	18,0	240,0	68,0	218,0	13,0	7,4	0,3	3,2	0,3	0,0	77040,0	35,0	0,4	0,3	2,5	0,8	26,0	12,0	380,0	7,2	0,0	4,5
játra, hovězí	131,0	19,0	4,0	6,0	351,0	116,0	340,0	21,0	6,9	3,2	4,8	0,3	14,0	50000,0	68,0	0,8	0,3	3,1	1,0	65,0	15,0	592,0	7,3	0,0	3,5
dršťky prané	94,0	15,0	4,0	15,0	79,0	46,0	19,0	8,0	1,8	0,6	2,5	0,1	5,0	30,0	0,0	1,0	0,1	0,2	0,1	4,0	2,0	6,0	1,2	0,0	7,5
hovězí kniha	105,0	15,0	5,0	90,0	80,0	80,0	60,0	25,0	3,1	0,2	2,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
plíce, hovězí	100,0	18,0	3,0	11,0	224,0	198,0	240,0	14,0	8,8	0,3	2,2	0,0	6,0	183,0	0,0	183,0	0,1	0,3	0,1	3,0	3,0	11,0	1,0	0,0	3,0
drůbeží krky	131,0	17,0	7,0	1726,0	1099,0	137,0	525,0	53,0	0,0	0,1	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
drůbeží křídla	172,0	16,0	12,0	1490,0	823,0	131,0	241,0	46,0	1,7	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
drůbeží paličky	171,0	18,0	11,0	750,0	490,0	130,0	310,0	0,0	2,0	0,1	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
telecí kosti	281,0	23,0	21,0	13800,0	6200,0	360,0	140,0	210,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
hovězí chrupavky	401,0	80,0	9,0	17,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
řapíkatý celer	15,0	1,2	0,2	80,0	48,0	125,0	329,0	12,0	0,2	0,0	0,1	0,1	1,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,6	7,0	0,4	0,0	7,0
květák	23,0	2,5	0,3	22,0	49,0	13,0	282,0	15,0	0,5	0,1	0,3	0,2	1,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	0,6	88,0	1,0	0,0	7,5
brokolice	31,0	3,8	0,2	58,0	63,0	23,0	256,0	18,0	0,8	0,1	0,5	0,5	15,0	0,0	0,0	0,7	0,1	0,2	0,3	0,0	1,0	114,0	1,3	0,0	4,0
polníček	31,0	1,8	0,4	35,0	49,0	4,0	421,0	13,0	2,0	0,1	0,4	0,2	35,0	0,0	0,0	0,6	0,1	0,1	0,3	0,0	0,4	145,0	0,0	0,0	28,0
okurka	12,0	0,6	0,2	16,0	15,0	3,0	164,0	8,3	0,2	0,0	0,2	0,1	3,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	15,0	0,2	0,0	4,0
bulvový celer	27,0	1,6	0,3	50,0	69,0	77,0	414,0	14,0	0,4	0,1	0,4	0,2	2,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,2	0,0	0,9	76,0	0,5	0,0	2,0
kedluben	25,0	1,9	0,2	59,0	50,0	20,0	322,0	43,0	0,5	0,1	0,2	0,1	1,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,1	0,1	0,0	1,8	70,0	0,1	0,0	4,0
hlávkový salát	15,0	1,2	0,2	21,0	23,0	7,4	177,0	8,8	0,3	0,1	0,4	0,2	2,0	0,0	0,0	0,6	0,1	0,1	0,1	0,0	0,3	59,0	0,1	0,0	6,6
dýně	25,0	1,1	0,1	22,0	44,0	3,1	304,0	8,0	0,8	0,1	0,2	0,1	1,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,1	0,1	0,0	1,8	70,0	0,1	0,0	3,5
mrkev	30,0	1,0	0,2	35,0	36,0	62,0	328,0	13,0	0,4	0,1	0,3	0,2	2,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,1	0,3	0,0	0,6	26,0	0,3	0,0	2,2
paprika	8,0	1,1	0,2	10,0	21,0	1,5	174,0	11,0	0,4	0,1	0,1	0,1	1,0	0,0	0,0	2,5	0,1	0,0	0,2	0,0	0,3	57,0	0,2	0,0	7,0
petržel, listová	50,0	4,4	0,4	179,0	87,0	37,0	811,0	44,0	3,6	0,1	0,7	0,8	3,0	0,0	0,0	4,0	0,1	0,3	0,2	0,0	1,4	149,0	0,3	0,0	15,0
petržel, kořenová	36,0	2,9	0,5	39,0	57,0	12,0	399,0	26,0	0,9	0,2	0,2	0,2	1,0	0,0	0,0	1,7	0,1	0,1	0,2	0,0	2,0	5,0	0,1	0,0	4,7
červená řepa	42,0	1,5	0,1	17,0	44,0	58,0	407,0	20,0	0,9	0,1	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	83,0	0,1	0,0	1,5
špenát	20,0	2,8	0,3	117,0	46,0	69,0	554,0	62,0	3,4	0,1	0,6	0,6	12,0	0,0	0,0	1,4	0,1	0,2	0,2	0,0	0,6	145,0	0,3	0,0	13,0
rajčata	18,0	1,0	0,2	8,9	22,0	3,3	235,0	11,0	0,3	0,1	0,2	0,1	1,0	0,0	0,0	0,8	0,1	0,0	0,1	0,0	0,5	22,0	0,3	0,0	5,0
cuketa	21,0	2,0	0,3	25,0	29,0	3,0	117,0	18,0	1,0	0,1	0,2	0,1	2,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,4	42,0	0,1	0,0	4,5
jablka	54,0	0,3	0,6	5,3	11,0	1,2	119,0	5,4	0,2	0,1	0,1	0,0	1,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	8,0	0,1	0,0	2,0

banány	95,0	1,2	0,2	6,5	22,0	1,0	367,0	30,0	0,4	0,1	0,2	0,3	2,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1	0,4	0,0	0,7	14,0	0,2	0,0	2,7
hrušky	54,0	0,0	0,0	10,0	11,0	2,1	114,0	7,0	0,2	0,1	0,1	0,1	1,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	14,0	0,1	0,0	2,5
ostružiny	52,0	1,2	1,0	44,0	30,0	2,4	190,0	30,0	0,9	0,1	0,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,1	0,0	0,4	34,0	0,2	0,0	42,0
jahody	35,0	0,8	0,4	19,0	25,0	1,4	164,0	13,0	0,6	0,1	0,3	0,4	3,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,5	43,0	0,3	0,0	8,0
šípky	97,0	3,6	0,6	257,0	258,0	24,0	291,0	104,0	0,5	0,2	0,9	1,2	1,0	0,0	0,0	4,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,5	7,0	0,2	0,0	9,0
šípky, sušené	249,0	8,0	1,0	341,0	352,0	193,0	796,0	148,0	8,2	0,4	2,1	2,7	2,0	0,0	0,0	1,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,9	18,0	0,3	0,0	16,0
borůvky	44,0	0,6	0,6	10,0	13,0	1,0	78,0	2,4	0,7	0,1	0,1	4,2	1,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,4	11,0	0,2	0,0	24,0
maliny	43,0	1,3	0,3	40,0	44,0	1,3	200,0	30,0	1,0	0,1	0,4	0,4	3,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,1	0,1	0,0	0,3	30,0	0,3	0,0	37,0
mandarinky	46,0	0,7	0,3	33,0	20,0	1,0	150,0	11,0	0,0	0,1	0,1	0,0	1,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	7,0	0,2	0,0	2,3
meloun, vodní	37,0	0,6	0,2	7,0	9,0	1,0	109,0	9,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	5,0	1,6	0,0	3,0
meloun, cukrový	54,0	0,9	0,1	13,0	24,0	17,0	309,0	13,0	0,2	0,1	0,2	0,0	2,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,6	30,0	0,1	0,0	4,0
mango	65,0	0,6	0,5	12,0	1,6	5,0	170,0	18,0	0,4	0,0	0,2	0,0	1,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	0,2	0,0	10,0
papája	39,0	0,5	0,1	21,0	16,0	2,2	191,0	41,0	0,4	0,0	0,2	0,0	1,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	0,2	0,0	25,0
broskve	42,0	0,8	0,1	6,0	20,0	1,3	192,0	9,0	0,3	0,1	0,1	0,1	3,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	3,0	0,1	0,0	4,0
pohanka	336,0	10,0	2,0	18,0	320,0	2,0	392,0	142,0	3,8	0,6	2,7	1,5	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,6	0,0	2,9	50,0	1,2	0,0	10,0
ovesné vločky	348,0	14,0	7,0	43,0	430,0	6,8	397,0	130,0	5,8	0,5	4,3	4,5	5,0	0,0	0,0	0,8	0,6	0,2	0,2	0,0	1,0	87,0	1,1	0,0	3,5
brambory	77,0	2,0	0,0	6,2	50,0	2,7	417,0	21,0	0,4	0,1	0,3	0,1	2,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,0	1,2	22,0	0,4	0,0	1,4
brambory se slupkou	79,0	2,0	0,0	12,0	50,0	3,0	410,0	23,0	0,9	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	1,2	10,0	0,0	0,0	1,4
nudle	157,0	5,0	1,0	8,0	50,0	96,0	22,0	10,0	0,7	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	4,0	
nudle celozrnné	328,0	13,0	4,0	25,0	160,0	32,0	350,0	53,0	3,8	0,4	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,1	0,2	0,0	3,1	22,0	0,7	0,0	5,0
polenta	134,0	5,0	2,0	24,0	51,0	110,0	26,0	20,0	2,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0	5,0
quinoa	335,0	15,0	5,0	80,0	328,0	9,6	804,0	275,0	8,0	0,8	2,5	2,8	0,0	0,0	0,0	4,0	0,2	0,1	0,4	0,0	0,5	184,0	0,0	0,0	25,0
rýže, vařená	88,0	2,0	0,0	3,0	36,0	2,0	31,0	8,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	3,0	0,2	0,0	4,0	
rýže natural	129,0	3,0	1,0	33,0	112,0	165,0	25,0	26,0	0,7	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	3,0
batáty	109,0	2,0	1,0	22,0	39,0	4,0	360,0	18,0	0,7	0,1	0,4	0,2	2,0	0,0	0,0	4,5	0,1	0,1	0,3	0,0	0,6	12,0	0,8	0,0	5,0
hrášek	286,0	23,0	1,0	50,0	348,0	24,0	992,0	118,0	5,2	0,7	3,3	1,2	14,0	0,0	0,0	1,5	0,8	0,3	0,1	0,0	2,7	250,0	1,7	0,0	3,2
cizrna	321,0	19,0	6,0	124,0	332,0	23,0	800,0	126,0	6,1	0,5	2,4	2,7	2,0	0,0	0,0	2,8	0,5	0,1	0,6	0,0	1,7	340,0	1,3	0,0	6,7
čočka	284,0	23,0	2,0	65,0	408,0	6,6	837,0	139,0	8,0	0,8	3,4	1,5	0,0	0,0	0,0	1,3	0,5	0,3	0,6	0,0	2,5	168,0	1,6	0,0	6,0
kešu	572,0	21,0	42,0	31,0	373,0	14,0	552,0	267,0	2,8	3,7	2,1	0,8	10,0	0,0	0,0	0,3	0,6	0,3	0,4	0,0	2,0	60,0	1,2	7380,0	36,0
lískové oříšky	644,0	14,0	62,0	226,0	333,0	2,0	636,0	156,0	3,8	1,3	1,9	5,7	2,0	0,0	0,0	26,0	0,4	0,2	0,3	0,0	1,4	71,0	1,2	8500,0	22,0

dýňová jádra	582,0	24,0	46,0	40,0	1175,0	20,0	810,0	535,0	15,0	1,5	7,5	1,3	1,0	0,0	0,0	4,0	0,2	0,3	0,2	0,0	1,7	58,0	0,6	0,0	12,0
lněné semínko	393,0	29,0	31,0	198,0	662,0	60,0	725,0	350,0	8,2	1,2	5,5	2,6	10,0	0,0	0,0	3,0	0,2	0,2	0,6	0,0	1,4	20,0	0,8	4200,0	3,0
para ořechy	670,0	16,0	67,0	132,0	674,0	2,0	644,0	160,0	3,4	1,3	4,0	0,6	0,0	0,0	0,0	6,5	1,0	0,0	0,1	0,0	0,2	39,0	0,2	29800,0	59,0
pekanové ořechy	703,0	11,0	72,0	73,0	290,0	3,0	604,0	142,0	2,4	1,2	4,5	3,5	2,0	0,0	0,0	1,2	0,9	0,1	0,2	0,0	2,0	22,0	0,8	15200,0	59,0
piniová jádra	685,0	14,0	69,0	16,0	575,0	2,0	780,0	250,0	5,6	1,2	6,5	8,2	11,0	0,0	0,0	9,3	0,4	0,2	0,1	0,0	3,3	34,0	0,3	27800,0	73,0
sezam	565,0	21,0	50,0	783,0	607,0	45,0	458,0	347,0	10,0	1,6	7,7	1,2	5,0	0,0	0,0	2,5	0,8	0,3	0,8	0,0	4,5	90,0	0,1	18700,0	8,0
slunečnicová jádra	580,0	27,0	49,0	98,0	618,0	2,0	725,0	420,0	6,3	1,6	5,7	2,8	5,0	0,0	0,0	2,5	1,9	0,4	0,6	0,0	4,1	90,0	0,8	27900,0	4,0
vlašské ořechy	663,0	17,0	63,0	87,0	409,0	2,4	544,0	129,0	2,5	0,9	2,7	2,0	3,0	0,0	0,0	1,9	0,3	0,1	0,9	0,0	1,0	77,0	0,8	34300,0	29,0
jogurt 1,5 % tuku	49,0	3,0	2,0	114,0	87,0	45,0	149,0	11,0	0,0	0,0	0,4	0,0	4,0	43,0	1,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	13,0	0,3	41,0	5,4
jogurt 3,5 % tuku	68,0	4,0	4,0	120,0	92,0	48,0	157,0	12,0	0,0	0,0	0,5	0,0	4,0	97,0	23,0	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	13,0	0,4	90,0	4,4
tvoroh, odtučněný	73,0	13,0	0,0	92,0	160,0	40,0	95,0	12,0	0,4	0,0	0,6	0,1	4,0	4,0	8,0	0,0	0,0	0,3	0,1	1,0	0,2	16,0	0,7	3,0	8,8
tvoroh, polotučný	110,0	12,0	5,0	85,0	165,0	35,0	87,0	11,0	0,4	0,0	0,5	0,0	4,0	133,0	3,0	0,1	0,0	0,3	0,1	1,0	0,1	16,0	0,7	105,0	9,2
tvoroh, plnotučný	160,0	11,0	11,0	95,0	187,0	34,0	82,0	10,0	0,3	0,0	0,5	0,1	3,0	300,0	8,0	0,3	0,0	0,2	0,1	1,0	0,1	28,0	0,6	233,0	9,5
eidam, 30 % tuku	265,0	26,0	16,0	800,0	570,0	51,0	95,0	34,0	0,3	0,1	5,3	0,0	5,0	530,0	13,0	0,4	0,1	0,4	0,1	2,0	0,1	20,0	0,4	214,0	13,5
ementál, 45 % tuku	401,0	28,0	31,0	1030,0	620,0	275,0	95,0	31,0	0,4	0,1	4,6	0,0	40,0	902,0	44,0	0,5	0,1	0,3	0,1	3,0	0,2	9,0	0,4	508,0	36,0
gouda, 45 % tuku	335,0	25,0	25,0	820,0	443,0	512,0	76,0	28,0	0,5	0,1	3,9	0,0	4,0	866,0	52,0	0,8	0,0	0,2	0,1	2,0	0,1	21,0	0,3	331,0	24,0
parmezán	388,0	35,0	26,0	1107,0	695,0	704,0	131,0	40,0	0,6	0,4	3,0	0,0	40,0	1132,0	26,0	0,7	0,0	0,6	0,1	2,0	0,2	20,0	0,5	367,0	50,0
slepičí vejce	154,0	13,0	11,0	51,0	210,0	144,0	147,0	11,0	1,8	0,1	1,3	0,1	9,0	906,0	116,0	2,2	0,1	0,4	0,1	2,0	0,1	67,0	1,6	1660,0	5,0
žloutek	353,0	16,0	32,0	140,0	590,0	51,0	138,0	16,0	7,2	0,1	3,8	0,1	12,0	3044,0	224,0	5,7	0,3	0,4	0,3	2,0	0,1	162,0	3,7	4750,0	2,5
bílek	48,0	11,0	0,0	11,0	21,0	170,0	157,0	12,0	0,2	0,1	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,0	0,1	9,0	0,1	0,0	2,5
vaječné skořápky	0,0	0,0	0,0	37000,0	150,0	150,0	72,0	370,0	16,0	0,4	12,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
mořské řasy	230,0	7,0	2,0	1600,0	200,0	4200,0	2800,0	800,0	37,0	0,2	0,8	2,2	7800,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	69,0
spirulina, sušená	354,0	60,0	4,0	637,0	101,0	839,0	1092,0	910,0	19,8	1,8	10,0	4,6	0,0	2028,0	0,0	0,0	1,9	3,3	0,3	0,0	11,6	2,0	3,0	0,0	160,0
Barfers Naturals	257,0	11,6	2,0	0,0	0,0	2600,0	0,0	5500,0	150,0	90,0	800,0	100,0	20000,0	0,0	0,0	500,0	50,0	100,0	20,0	500,0	0,0	0,0	300,0	0,0	300,0
med	325,0	0,0	0,0	6,0	4,9	2,4	45,0	1,6	1,3	0,1	35,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	2,0	0,1	0,0	15,0
bodlákový olej	900,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75000,0	12,0
slunečnicový olej	900,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	67,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	63000,0	4,0
z kukuřičných klíčků	900,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	109,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56000,0	30,0
olej z pšeničných klíčků	900,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	240,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	56000,0	80,0

pupalkový olej	900,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74000,0	170,0
brunátkový olej	900,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37000,0	210,0
N&D Digestion Lamb	389,5	25,0	12,0	900,0	600,0	500,0	900,0	95,0	25,0	8,8	91,0	38,0	101,3	1500,0	150,0	60,0	0,5	0,8	0,6	0,0	3,8	45,0	1,5	1273,7	19,4
N&D Skin & Coat Herring	388,0	23,0	12,0	900,0	600,0	500,0	900,0	95,0	25,0	8,8	91,0	38,0	100,9	1500,0	150,0	60,0	0,5	0,8	0,6	0,0	3,8	45,0	1,5	1268,8	19,4
N&D Skin & Coat Duck	386,0	23,0	12,0	1200,0	900,0	500,0	900,0	95,0	25,0	8,8	91,0	38,0	100,4	1500,0	150,0	60,0	0,5	0,8	0,6	0,0	3,8	45,0	1,5	1262,2	19,4
N&D Chicken & Pomegranate	432,2	37,0	18,0	1300,0	900,0	500,0	900,0	95,0	25,0	8,8	91,0	38,0	112,4	1500,0	150,0	60,0	0,5	0,8	0,6	0,0	3,8	45,0	1,5	1413,3	15,9
N&D Boar & Apple	433,0	37,0	18,0	1300,0	900,0	500,0	900,0	95,0	25,0	8,8	91,0	38,0	112,6	1500,0	150,0	60,0	0,5	0,8	0,6	0,0	3,8	45,0	1,5	1415,9	15,9
N&D Codfish & Orange	434,0	30,0	18,0	1200,0	900,0	500,0	900,0	95,0	25,0	8,8	91,0	38,0	112,8	1500,0	150,0	60,0	0,5	0,8	0,6	0,0	3,8	45,0	1,5	1419,2	13,5
N&D Lamb & Blueberry	425,0	28,0	18,0	1400,0	1100,0	500,0	900,0	95,0	25,0	8,8	91,0	38,0	110,5	1500,0	150,0	60,0	0,5	0,8	0,6	0,0	3,8	45,0	1,5	1389,8	13,5
Cibau Adult Medium	354,0	25,0	12,0	1200,0	900,0	500,0	900,0	95,0	10,4	5,0	22,8	15,0	2400,0	1000,0	100,0	10,0	0,3	0,5	0,4	0,0	2,5	30,0	1,0	1157,6	8,1
Fitmin Maintenance	351,3	24,0	12,0	1000,0	870,0	200,0	439,1	63,2	18,3	2,1	19,6	4,3	360,0	1670,0	138,0	30,5	0,8	1,3	0,8	0,0	7,0	90,0	2,3	1148,8	8,1
Fitmin Performance	377,6	26,0	17,0	1200,0	1000,0	200,0	472,0	68,0	18,4	2,1	20,4	4,1	360,0	1670,0	135,0	30,5	0,8	1,4	0,9	0,0	7,0	80,0	2,2	1234,8	8,3
Pro Plan Optibalance	367,0	26,0	16,0	1310,0	840,0	520,0	640,0	110,0	17,1	1,7	18,5	5,0	235,0	2100,5	99,8	47,5	2,7	1,3	1,5	0,0	16,1	450,0	4,5	2300,0	6,8
Pro Plan Optidigest	367,0	26,0	16,0	1460,0	810,0	540,0	640,0	110,0	20,7	1,9	20,3	5,0	270,0	2189,5	99,6	47,3	2,8	1,5	1,5	0,0	16,3	472,0	4,5	1800,0	8,5
Pro Plan Optipower	388,5	32,0	21,0	1400,0	910,0	500,0	670,0	110,0	17,9	1,7	18,0	4,7	220,0	1566,0	87,2	25,9	2,3	1,2	1,4	0,0	14,2	400,0	3,9	2900,0	6,9
Pro Plan Optiderma	375,3	29,0	18,0	1120,0	870,0	500,0	660,0	110,0	16,5	1,9	20,7	5,2	279,0	2810,7	179,8	48,6	3,5	1,6	2,0	0,0	20,4	544,0	5,8	1600,0	6,8
Markus Mühle Black Angus	343,0	25,2	10,1	1350,0	1120,0	390,0	428,8	80,0	24,0	1,2	14,4	5,8	89,2	1200,0	120,0	24,0	0,4	0,8	0,5	0,0	2,5	42,0	1,0	1121,6	7,3
Orijen Adult dog	398,0	38,0	18,0	1450,0	1150,0	300,0	1000,0	120,0	23,0	2,6	24,0	2,5	360,0	1500,0	200,0	47,0	7,0	5,5	5,2	0,1	39,0	470,0	6,4	1301,5	16,7
Orijen Six Fish Dog	380,0	38,0	18,0	1550,0	1250,0	500,0	1000,0	130,0	19,0	2,2	22,0	2,2	700,0	1500,0	230,0	76,0	7,5	5,7	6,0	0,1	39,0	470,0	4,8	1242,6	19,9
Orijen Regional red	398,0	38,0	18,0	1750,0	1450,0	400,0	1000,0	130,0	25,0	3,1	27,0	2,4	480,0	2800,0	300,0	40,0	14,5	6,1	3,8	0,0	4,6	550,0	4,1	1301,5	21,8
Acana Adult Dog	351,0	29,0	17,0	1300,0	1000,0	360,0	750,0	100,0	14,0	2,0	17,0	1,4	170,0	1250,0	145,0	15,0	1,1	1,0	0,6	0,0	6,5	200,0	2,4	2400,0	10,6
Acana Prairie Poultry	349,3	29,0	17,0	1300,0	1000,0	300,0	700,0	100,0	19,0	1,5	22,0	2,4	190,0	1000,0	100,0	17,0	1,2	1,0	0,7	0,0	6,0	190,0	3,0	2400,0	9,9
Acana Wild Coast	349,3	29,0	17,0	1100,0	900,0	400,0	800,0	140,0	10,0	3,5	20,5	2,0	350,0	1600,0	180,0	19,0	2,1	2,0	1,8	0,0	5,5	140,0	2,3	2200,0	12,2
Acana Wild Prairie	385,0	35,0	17,0	1500,0	1100,0	300,0	850,0	100,0	16,4	3,0	27,0	1,8	200,0	1500,0	150,0	24,0	2,7	1,6	1,5	0,0	11,5	206,0	2,5	1259,0	14,0
Acana Ranchlands	379,0	35,0	17,0	1800,0	1300,0	300,0	700,0	100,0	27,0	2,3	20,0	1,6	350,0	2000,0	250,0	19,0	1,5	2,0	1,0	0,0	10,0	200,0	2,5	1239,3	17,1
Josera Lamb & Rice	352,6	21,0	11,0	2000,0	1150,0	450,0	440,8	110,0	18,0	1,5	16,0	1,6	200,0	1800,0	180,0	20,0	1,5	2,0	2,0	10,0	9,0	500,0	5,0	1153,0	6,5
Josera Salmon&Potato	378,2	22,0	14,0	850,0	650,0	400,0	472,8	90,0	20,0	1,8	16,0	2,0	220,0	1800,0	180,0	20,0	1,5	2,0	2,0	0,0	9,0	500,0	5,0	1236,7	8,0

Příloha II.

Aktuální ceny, redukované ceny a ceny potřebné pro zahrnutí potraviny do stravy modelu 4

Potravina	Den	Aktuální cena (Kč)	Redukovaná cena (Kč)	Potřebná cena (Kč)
kachní	pondělí	13,50	11,28	2,22
kachní	středa	13,50	11,28	2,22
kachní	neděle	13,50	9,58	3,92
drůbeží	neděle	12,00	8,64	3,36
drůbeží, s kůží	pondělí	12,00	10,04	1,96
telecí	neděle	11,50	8,11	3,39
králíčí	pondělí	13,50	11,80	1,70
králíčí	úterý	13,50	10,46	3,04
králíčí	středa	13,50	11,80	1,70
srnčí	pondělí	13,00	11,35	1,65
srnčí	úterý	13,00	10,01	2,99
srnčí	středa	13,00	11,35	1,65
srnčí	čtvrtek	13,00	9,33	3,67
srnčí	pátek	13,00	10,01	2,99
srnčí	sobota	13,00	9,65	3,35
srnčí	neděle	13,00	9,65	3,35
makrela	sobota	10,00	6,27	3,73
platýs	úterý	10,00	7,06	2,94
platýs	středa	10,00	8,40	1,60
platýs	čtvrtek	10,00	6,38	3,62
platýs	pátek	10,00	7,06	2,94
platýs	sobota	10,00	6,71	3,29
platýs	neděle	10,00	6,71	3,29
tuňák	pondělí	11,00	8,78	2,22
tuňák	úterý	11,00	7,44	3,56
tuňák	středa	11,00	8,78	2,22
tuňák	čtvrtek	11,00	6,76	4,24
tuňák	pátek	11,00	7,44	3,56
tuňák	sobota	11,00	7,09	3,91
tuňák	neděle	11,00	7,09	3,91
drůbeží křídla, syrová	pátek	4,00	0,68	3,32
řapíkatý celer	sobota	7,00	5,19	1,81
květák	neděle	7,50	6,09	1,41
brokolice	úterý	4,00	1,98	2,02
brokolice	středa	4,00	1,98	2,02
brokolice	čtvrtek	4,00	1,80	2,20
brokolice	sobota	4,00	2,11	1,89
brokolice	neděle	4,00	2,56	1,44
polníček	pondělí	28,00	26,10	1,90
polníček	úterý	28,00	25,98	2,02

polníček	středa	28,00	25,98	2,02
polníček	čtvrtek	28,00	25,80	2,20
polníček	pátek	28,00	26,55	1,45
polníček	sobota	28,00	26,11	1,89
polníček	neděle	28,00	26,55	1,45
okurka	pondělí	4,00	2,19	1,81
okurka	úterý	4,00	2,07	1,93
okurka	středa	4,00	2,07	1,93
okurka	čtvrtek	4,00	1,88	2,12
okurka	pátek	4,00	2,63	1,37
bulvový celer	pondělí	2,00	0,12	1,88
mango	čtvrtek	10,00	7,64	2,36
brambory, se slupkou	sobota	1,40	1,05	0,35
brambory, se slupkou	neděle	1,40	1,05	0,35
nudle	pondělí	4,00	3,30	0,70
nudle	úterý	4,00	3,30	0,70
nudle	středa	4,00	3,30	0,70
nudle	čtvrtek	4,00	3,30	0,70
nudle	pátek	4,00	3,30	0,70
nudle	neděle	4,00	3,30	0,70
nudle celozrnné	pondělí	5,00	3,54	1,46
nudle celozrnné	úterý	5,00	3,54	1,46
nudle celozrnné	středa	5,00	3,54	1,46
nudle celozrnné	čtvrtek	5,00	3,54	1,46
nudle celozrnné	pátek	5,00	3,54	1,46
nudle celozrnné	sobota	5,00	3,55	1,45
nudle celozrnné	neděle	5,00	3,55	1,45
polenta	pondělí	5,00	4,40	0,60
polenta	úterý	5,00	4,40	0,60
polenta	středa	5,00	4,40	0,60
polenta	pátek	5,00	4,40	0,60
polenta	sobota	5,00	4,41	0,59
polenta	neděle	5,00	4,41	0,59
quinoa	pondělí	25,00	23,51	1,49
quinoa	úterý	25,00	23,51	1,49
quinoa	středa	25,00	23,51	1,49
quinoa	čtvrtek	25,00	23,51	1,49
quinoa	pátek	25,00	23,51	1,49
quinoa	sobota	25,00	23,53	1,47
quinoa	neděle	25,00	23,53	1,47
rýže	pondělí	4,00	3,61	0,39
rýže	úterý	4,00	3,61	0,39
rýže	středa	4,00	3,61	0,39
rýže	čtvrtek	4,00	3,61	0,39
rýže	pátek	4,00	3,61	0,39
rýže	sobota	4,00	3,61	0,39
rýže natural	pondělí	3,00	2,43	0,57
rýže natural	středa	3,00	2,43	0,57
rýže natural	čtvrtek	3,00	2,43	0,57
rýže natural	pátek	3,00	2,43	0,57
rýže natural	sobota	3,00	2,43	0,57
rýže natural	neděle	3,00	2,43	0,57

Příloha III.

Model 1 v MPL for Windows

```

TITLE   NutricniProblem1
OPTIONS
    ExcelWorkBook="modell.xlsx";

INDEX
    potraviny:=ExcelRange("nazvy_potravin");
    ziviny:=ExcelRange("nazvy_zivin");

DATA
    M=100;
    vapnik[potraviny]:=ExcelRange("Ca");
    fosfor[potraviny]:=ExcelRange("P");
    obsah[potraviny,ziviny]:=ExcelRange("obsah_zivin");
    cena[potraviny]:=ExcelRange("cena_100g");
    podm_min[ziviny]:=ExcelRange("min");
    podm_max[ziviny]:=ExcelRange("max");

VARIABLES
    naklady Export to ExcelRange("celk_naklady");
    mnozstvi[potraviny] Export to Excelrange("mnozstvi_dkg");
BINARY VARIABLES
    y[potraviny] Export to ExcelRange("binarni");
MODEL
    MIN naklady
SUBJECT TO
    naklady=sum(potraviny:cena[potraviny]*mnozstvi[potraviny]);

    podminky_energie[ziviny=ME]:sum(potraviny:obsah[potraviny,ziviny]*mnozstvi[potraviny])
    =podm_min[ziviny];
    podminky_min[ziviny=protein..kyselina_linolova]:sum(potraviny:obsah[potraviny,ziviny]
    *mnozstvi[potraviny])>=podm_min[ziviny];
    podminky_max1[ziviny=Ca..Na]:sum(potraviny:obsah[potraviny,ziviny]*mnozstvi[potraviny])
    <=podm_max[ziviny];
    podminky_max2[ziviny=Fe..D3]:sum(potraviny:obsah[potraviny,ziviny]*mnozstvi[potraviny])
    <=podm_max[ziviny];

    sum(potraviny:vapnik[potraviny]*mnozstvi[potraviny])>=sum(potraviny:fosfor[potraviny]
    *mnozstvi[potraviny]);
    sum(potraviny:vapnik[potraviny]*mnozstvi[potraviny])<=2*sum(potraviny:fosfor[potraviny]
    *mnozstvi[potraviny]);

    maso_min[potraviny=kachni..tunak]:mnozstvi[potraviny]>=2.5*y[potraviny];
    maso_max[potraviny=kachni..tunak]:mnozstvi[potraviny]<=M*y[potraviny];

    vnitrnosti_min[potraviny=drubezi_zaludky..plice_hovezi]:mnozstvi[potraviny]
    >=0.5*y[potraviny];
    vnitrnosti_max[potraviny=drubezi_zaludky..plice_hovezi]:mnozstvi[potraviny]
    <=M*y[potraviny];

    kosti_min[potraviny=drubezi_krky..hovezi_chrupavky]:mnozstvi[potraviny]>=0.5*y
    [potraviny];
    kosti_max[potraviny=drubezi_krky..hovezi_chrupavky]:mnozstvi[potraviny]<=M*y
    [potraviny];

    zelenina_min[potraviny=rapikaty_celer..cuketa]:mnozstvi[potraviny]>=0.3*y[potraviny];
    zelenina_max[potraviny=rapikaty_celer..cuketa]:mnozstvi[potraviny]<=M*y[potraviny];

    ovoce_min[potraviny=jablka..broskve]:mnozstvi[potraviny]>=0.2*y[potraviny];
    ovoce_max[potraviny=jablka..broskve]:mnozstvi[potraviny]<=M*y[potraviny];

```

```

prilohy_min[potravin=pohanka_loupana..bataty]:mnozstvi[potraviny]>=3*y[potraviny];
prilohy_max[potravin=pohanka_loupana..bataty]:mnozstvi[potraviny]<=3.5*y[potraviny];

lusteniny_min[potravin=hrasek..cocka]:mnozstvi[potraviny]>=0.5*y[potraviny];
lusteniny_max[potravin=hrasek..cocka]:mnozstvi[potraviny]<=0.7*y[potraviny];

orechy_min[potravin=kesu..vlasske_orechy]:mnozstvi[potraviny]>=0.1*y[potraviny];
orechy_max[potravin=kesu..vlasske_orechy]:mnozstvi[potraviny]<=0.15*y[potraviny];

mlecne_vyroby_min[potravin=jogurt_15_procent_tuku..parmezan]:mnozstvi[potraviny]
>=0.5*y[potraviny];
mlecne_vyroby_max[potravin=jogurt_15_procent_tuku..parmezan]:mnozstvi[potraviny]
<=1.2*y[potraviny];

vejce1[potravin=slepici_vejce_bez_skorapky]:mnozstvi[potraviny]=0.6*y[potraviny];
vejce2[potravin=zloutek]:mnozstvi[potraviny]=0.3*y[potraviny];
vejce3[potravin=bilek]:mnozstvi[potraviny]=0.3*y[potraviny];

skorapky_min[potravin=vajecne_skorapky]:mnozstvi[potraviny]>=0.02*y[potraviny];
skorapky_max[potravin=vajecne_skorapky]:mnozstvi[potraviny]<=0.05*y[potraviny];

rasy_min[potravin=morske_rasy]:mnozstvi[potraviny]>=0.01*y[potraviny];
rasy_max[potravin=morske_rasy]:mnozstvi[potraviny]<=0.02*y[potraviny];

spirulina_min[potravin=spirulina_susena]:mnozstvi[potraviny]>=0.01*y[potraviny];
spirulina_max[potravin=spirulina_susena]:mnozstvi[potraviny]<=0.05*y[potraviny];

barfers_min[potravin=barfers_naturals]:mnozstvi[potraviny]>=0.01*y[potraviny];
barfers_max[potravin=barfers_naturals]:mnozstvi[potraviny]<=0.02*y[potraviny];

med_min[potravin=med]:mnozstvi[potraviny]>=0.05*y[potraviny];
med_max[potravin=med]:mnozstvi[potraviny]<=0.1*y[potraviny];

oleje_min[potravin=bodlakovy_olej..brunatkovy_olej]:mnozstvi[potraviny]
>=0.1*y[potraviny];
oleje_max[potravin=bodlakovy_olej..brunatkovy_olej]:mnozstvi[potraviny]
<=0.35*y[potraviny];

sum(potravin=kachni..hovezi_chrupavky:mnozstvi[potraviny])>=5;
sum(potravin=kachni..hovezi_chrupavky:mnozstvi[potraviny])<=6;

sum(potravin=rapikaty_celer..broskve:mnozstvi[potraviny])>=1.5;
sum(potravin=rapikaty_celer..broskve:mnozstvi[potraviny])<=2.5;

sum(potravin=kachni..tunak:y[potraviny])=1;
sum(potravin=drubezi_zaludky..plice_hovezi:y[potraviny])<=1;
sum(potravin=drubezi_krky..hovezi_chrupavky:y[potraviny])<=1;
sum(potravin=rapikaty_celer..cuketa:y[potraviny])>=3;
sum(potravin=jablka..broskve:y[potraviny])>=2;
sum(potravin=pohanka_loupana..bataty:y[potraviny])=1;
sum(potravin=hrasek..cocka:y[potraviny])<=1;
sum(potravin=kesu..vlasske_orechy:y[potraviny])<=1;
sum(potravin=jogurt_15_procent_tuku..parmezan:y[potraviny])<=1;
sum(potravin=slepici_vejce_bez_skorapky..bilek:y[potraviny])<=1;
sum(potravin=bodlakovy_olej..brunatkovy_olej:y[potraviny])<=1;

```

END

Příloha IV.

Model 2 v MPL for Windows

```

TITLE    NutricniProblem2_tyden
OPTIONS
    ExcelWorkBook="model2.xlsx";
INDEX
    potraviny:=ExcelRange("nazvy_potravin");
    ziviny:=ExcelRange("nazvy_zivin");
    dny:=ExcelRange("nazvy_dnu");
DATA
    M=100;
    vapanik[potraviny]:=ExcelRange("Ca");
    fosfor[potraviny]:=ExcelRange("P");
    obsah[potraviny,ziviny]:=ExcelRange("obsah_zivin");
    cena[potraviny]:=ExcelRange("cena_100g");
    podm_min[ziviny]:=ExcelRange("min");
    podm_max[ziviny]:=ExcelRange("max");
VARIABLES
    naklady Export to ExcelRange("celk_naklady");
    mnozstvi[potraviny,dny] Export to Excelrange("mnozstvi_dkg");
BINARY VARIABLES
    y[potraviny,dny] Export to ExcelRange("binarni");
MODEL
    MIN naklady
SUBJECT TO
    naklady=sum(potraviny,dny:cena[potraviny]*mnozstvi[potraviny,dny]);

    podminky_energie[ziviny=ME,dny]:sum(potraviny:obsah[potraviny,ziviny]*mnozstvi
    [potraviny,dny])=podm_min[ziviny];
    podminky_min[ziviny=protein..kyselina_linolova,dny]:sum(potraviny:obsah[potraviny,
    ziviny]*mnozstvi[potraviny,dny])>=podm_min[ziviny];
    podminky_max1[ziviny=Ca..Na,dny]:sum(potraviny:obsah[potraviny,ziviny]*mnozstvi
    [potraviny,dny])<=podm_max[ziviny];
    podminky_max2[ziviny=Fe..D3,dny]:sum(potraviny:obsah[potraviny,ziviny]*mnozstvi
    [potraviny,dny])<=podm_max[ziviny];

    podminky_Ca_P[dny]:sum(potraviny:vapanik[potraviny]*mnozstvi[potraviny,dny])
    >=sum(potraviny:fosfor[potraviny]*mnozstvi[potraviny,dny]);
    podminky_Ca_P_2[dny]:sum(potraviny:vapanik[potraviny]*mnozstvi[potraviny,dny])
    <=2*sum(potraviny:fosfor[potraviny]*mnozstvi[potraviny,dny]);

    maso_min[potraviny=kachni..tunak,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]>=2.5*y[potraviny,dny];
    maso_max[potraviny=kachni..tunak,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]<=M*y[potraviny,dny];

    vnitrnosti_min[potraviny=drubezi_zaludky..plice_hovezi,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]
    >=0.5*y[potraviny,dny];
    vnitrnosti_max[potraviny=drubezi_zaludky..plice_hovezi,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]
    <=M*y[potraviny,dny];

    kosti_min[potraviny=drubezi_krky..hovezi_chrupavky,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]
    >=0.5*y[potraviny,dny];
    kosti_max[potraviny=drubezi_krky..hovezi_chrupavky,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]
    <=M*y[potraviny,dny];

    zelenina_min[potraviny=rapikaty_celer..cuketa,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]
    >=0.3*y[potraviny,dny];
    zelenina_max[potraviny=rapikaty_celer..cuketa,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]
    <=M*y[potraviny,dny];

    ovoce_min[potraviny=jablka..broskve,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]>=0.2*y[potraviny,dny];
    ovoce_max[potraviny=jablka..broskve,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]<=M*y[potraviny,dny];

```

```

prilohy_min[potravin=y=pohanka_loupana..bataty,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]
>=3*y[potravin,y,dny];
prilohy_max[potravin=y=pohanka_loupana..bataty,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]
<=3.5*y[potravin,y,dny];
lusteniny_min[potravin=y=hrasek..cocka,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]>=0.5*y[potravin,
dny];
lusteniny_max[potravin=y=hrasek..cocka,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]<=0.7*y[potravin,
dny];

orechy_min[potravin=y=kesu..vlasske_orechy,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]
>=0.1*y[potravin,y,dny];
orechy_max[potravin=y=kesu..vlasske_orechy,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]
<=0.15*y[potravin,y,dny];

mlece_vyroby_min[potravin=y=jogurt_15_procent_tuku..parmezan,dny]:mnozstvi[potravin,
dny]>=0.5*y[potravin,y,dny];
mlece_vyroby_max[potravin=y=jogurt_15_procent_tuku..parmezan,dny]:mnozstvi[potravin,
dny]<=1.2*y[potravin,y,dny];

vejce1[potravin=y=slepici_vejce_bez_skorapky,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]
=0.6*y[potravin,y,dny];
vejce2[potravin=y=zloutek,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]=0.3*y[potravin,y,dny];
vejce3[potravin=y=bilek,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]=0.3*y[potravin,y,dny];

skorapky_min[potravin=y=vajecne_skorapky,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]>=0.02*y[potravin,
dny];
skorapky_max[potravin=y=vajecne_skorapky,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]<=0.05*y[potravin,
dny];

rasy_min[potravin=y=morske_rasy,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]>=0.01*y[potravin,y,dny];
rasy_max[potravin=y=morske_rasy,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]<=0.02*y[potravin,y,dny];

spirulina_min[potravin=y=spirulina_susena,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]
>=0.01*y[potravin,y,dny];
spirulina_max[potravin=y=spirulina_susena,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]
<=0.05*y[potravin,y,dny];

barfers_min[potravin=y=barfers_naturals,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]
>=0.01*y[potravin,y,dny];
barfers_max[potravin=y=barfers_naturals,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]
<=0.02*y[potravin,y,dny];

med_min[potravin=y=med,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]>=0.05*y[potravin,y,dny];
med_max[potravin=y=med,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]<=0.1*y[potravin,y,dny];

oleje_min[potravin=y=bodlakovy_olej..brunatkovy_olej,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]
>=0.1*y[potravin,y,dny];
oleje_max[potravin=y=bodlakovy_olej..brunatkovy_olej,dny]:mnozstvi[potravin,y,dny]
<=0.35*y[potravin,y,dny];

omezeni_masol[dny]:sum(potravin=y=kachni..hovezi_chrupavky:mnozstvi[potravin,y,dny])>=5;
omezeni_maso2[dny]:sum(potravin=y=kachni..hovezi_chrupavky:mnozstvi[potravin,y,dny])<=6;

omezeni_zel1[dny]:sum(potravin=y=rapikaty_celer..broskve:mnozstvi[potravin,y,dny])>=1.5;
omezeni_zel2[dny]:sum(potravin=y=rapikaty_celer..broskve:mnozstvi[potravin,y,dny])<=2.5;

sum(potravin=y=pstruh..tunak,dny:y[potravin,y,dny])<=3;
sum(potravin=y=jatra_kureci..jatra_hovezi,dny:y[potravin,y,dny])<=2;

omezeni1[dny]:sum(potravin=y=kachni..tunak:y[potravin,y,dny])=1;
omezeni2[dny]:sum(potravin=y=drubezi_zaludky..plice_hovezi:y[potravin,y,dny])<=1;
omezeni3[dny]:sum(potravin=y=drubezi_krky..hovezi_chrupavky:y[potravin,y,dny])<=1;
omezeni4[dny]:sum(potravin=y=rapikaty_celer..cuketa:y[potravin,y,dny])>=3;
omezeni5[dny]:sum(potravin=y=jablka..broskve:y[potravin,y,dny])>=2;
omezeni6[dny]:sum(potravin=y=pohanka_loupana..bataty:y[potravin,y,dny])=1;
omezeni7[dny]:sum(potravin=y=hrasek..cocka:y[potravin,y,dny])<=1;
omezeni8[dny]:sum(potravin=y=kesu..vlasske_orechy:y[potravin,y,dny])<=1;
omezeni9[dny]:sum(potravin=y=jogurt_15_procent_tuku..parmezan:y[potravin,y,dny])<=1;
omezeni10[dny]:sum(potravin=y=slepici_vejce_bez_skorapky..bilek:y[potravin,y,dny])<=1;
omezeni11[dny]:sum(potravin=y=bodlakovy_olej..brunatkovy_olej:y[potravin,y,dny])<=1;

```

```
omezeni12[potravin=ykachni..tunak]:sum(dny:y[potravin,dny])<=1;  
omezeni13[potravin=ydrubezi_zaludky..plice_hovezi]:sum(dny:y[potravin,dny])<=2;  
omezeni14[potravin=ydrubezi_krky..hovezi_chrupavky]:sum(dny:y[potravin,dny])<=2;  
omezeni15[potravin=yrapikaty_celer..cuketa]:sum(dny:y[potravin,dny])<=2;  
omezeni16[potravin=yjablka..broskve]:sum(dny:y[potravin,dny])<=2;  
omezeni17[potravin=ypohanka_loupana..bataty]:sum(dny:y[potravin,dny])<=1;  
omezeni18[potravin=yhrasek..cocka]:sum(dny:y[potravin,dny])<=2;  
omezeni19[potravin=ykesu..vlasske_orechy]:sum(dny:y[potravin,dny])<=2;  
omezeni20[potravin=yjogurt_15_procent_tuku..parmezan]:sum(dny:y[potravin,dny])<=2;
```

END

Příloha V.

Model 3 v MPL for Windows

```

TITLE    NutricniProblem3
OPTIONS
    ExcelWorkBook="model3.xlsx";
INDEX
    potraviny:=ExcelRange("nazvy_potravin");
    ziviny:=ExcelRange("nazvy_zivin");
DATA
    M=100;
    energie[potraviny]:=ExcelRange("ME");
    vapnik[potraviny]:=ExcelRange("Ca");
    fosfor[potraviny]:=ExcelRange("P");
    obsah[potraviny,ziviny]:=ExcelRange("obsah_zivin");
    cena[potraviny]:=ExcelRange("cena_100g");
    podm_min[ziviny]:=ExcelRange("min");
    podm_max[ziviny]:=ExcelRange("max");
VARIABLES
    naklady Export to ExcelRange("celk_naklady");
    mnozstvi[potraviny] Export to ExcelRange("mnozstvi_dkg");
BINARY VARIABLES
    y[potraviny] Export to ExcelRange("binarni");
MODEL
    MIN naklady
SUBJECT TO
    naklady=sum(potraviny:cena[potraviny]*mnozstvi[potraviny]);

    podminky_energie[ziviny=ME]:sum(potraviny:obsah[potraviny,ziviny]*mnozstvi[potraviny])
    =podm_min[ziviny];
    podminky_min[ziviny=protein..kyselina_linolova]:sum(potraviny:obsah[potraviny,ziviny]
    *mnozstvi[potraviny])>=podm_min[ziviny];
    podminky_max1[ziviny=Ca..Na]:sum(potraviny:obsah[potraviny,ziviny]*mnozstvi[potraviny])
    <=podm_max[ziviny];
    podminky_max2[ziviny=Fe..D3]:sum(potraviny:obsah[potraviny,ziviny]*mnozstvi[potraviny])
    <=podm_max[ziviny];

    sum(potraviny:vapnik[potraviny]*mnozstvi[potraviny])>=sum(potraviny:fosfor[potraviny]
    *mnozstvi[potraviny]);
    sum(potraviny:vapnik[potraviny]*mnozstvi[potraviny])<=2*sum(potraviny:fosfor[potraviny]
    *mnozstvi[potraviny]);

    sum(potraviny=N_and_D_DIGESTION_LAMB..Josera_Salmon_and_Potato:energie[potraviny]
    *mnozstvi[potraviny])=podm_min[ME]/2;

    maso_min[potraviny=kachni..tunak]:mnozstvi[potraviny]>=1.5*y[potraviny];
    maso_max[potraviny=kachni..tunak]:mnozstvi[potraviny]<=M*y[potraviny];

    vnitrnosti_min[potraviny=drubezi_zaludky..plice_hovezi]:mnozstvi[potraviny]
    >=0.25*y[potraviny];
    vnitrnosti_max[potraviny=drubezi_zaludky..plice_hovezi]:mnozstvi[potraviny]
    <=M*y[potraviny];

    kosti_min[potraviny=drubezi_krky..hovezi_chrupavky]:mnozstvi[potraviny]
    >=0.25*y[potraviny];
    kosti_max[potraviny=drubezi_krky..hovezi_chrupavky]:mnozstvi[potraviny]
    <=M*y[potraviny];

    zelenina_min[potraviny=rapikaty_celer..cuketa]:mnozstvi[potraviny]>=0.25*y[potraviny];
    zelenina_max[potraviny=rapikaty_celer..cuketa]:mnozstvi[potraviny]<=M*y[potraviny];

```

```

ovoce_min[potravin=y=jablka..broskve]:mnozstvi[potravin]>=0.2*y[potravin];
ovoce_max[potravin=y=jablka..broskve]:mnozstvi[potravin]<=M*y[potravin];

prilohy_min[potravin=y=pohanka_loupana..bataty]:mnozstvi[potravin]>=1.5*y[potravin];
prilohy_max[potravin=y=pohanka_loupana..bataty]:mnozstvi[potravin]<=1.75*y[potravin];

lusteniny_min[potravin=y=hrasek..cocka]:mnozstvi[potravin]>=0.2*y[potravin];
lusteniny_max[potravin=y=hrasek..cocka]:mnozstvi[potravin]<=0.35*y[potravin];

orechy_min[potravin=y=kesu..vlasske_orechy]:mnozstvi[potravin]>=0.05*y[potravin];
orechy_max[potravin=y=kesu..vlasske_orechy]:mnozstvi[potravin]<=0.1*y[potravin];

mlecne_vyrobky_min[potravin=y=jogurt_15_procent_tuku..parmezan]:mnozstvi[potravin]
>=0.25*y[potravin];
mlecne_vyrobky_max[potravin=y=jogurt_15_procent_tuku..parmezan]:mnozstvi[potravin]
<=0.6*y[potravin];

vejcel[potravin=y=slepici_vejce_bez_skorapky]:mnozstvi[potravin]=0.6*y[potravin];
vejce2[potravin=y=zloutek]:mnozstvi[potravin]=0.3*y[potravin];
vejce3[potravin=y=bilek]:mnozstvi[potravin]=0.3*y[potravin];

skorapky_min[potravin=y=vajecne_skorapky]:mnozstvi[potravin]>=0.01*y[potravin];
skorapky_max[potravin=y=vajecne_skorapky]:mnozstvi[potravin]<=0.03*y[potravin];

rasy_min[potravin=y=morske_rasy]:mnozstvi[potravin]>=0.005*y[potravin];
rasy_max[potravin=y=morske_rasy]:mnozstvi[potravin]<=0.01*y[potravin];

spirulina_min[potravin=y=spirulina_susena]:mnozstvi[potravin]>=0.01*y[potravin];
spirulina_max[potravin=y=spirulina_susena]:mnozstvi[potravin]<=0.03*y[potravin];

barfers_min[potravin=y=barfers_naturals]:mnozstvi[potravin]>=0.005*y[potravin];
barfers_max[potravin=y=barfers_naturals]:mnozstvi[potravin]<=0.01*y[potravin];

med_min[potravin=y=med]:mnozstvi[potravin]>=0.03*y[potravin];
med_max[potravin=y=med]:mnozstvi[potravin]<=0.05*y[potravin];

oleje_min[potravin=y=bodlakovy_olej..brunatkovy_olej]:mnozstvi[potravin]
>=0.05*y[potravin];
oleje_max[potravin=y=bodlakovy_olej..brunatkovy_olej]:mnozstvi[potravin]
<=0.2*y[potravin];

granule_min[potravin=y=N_and_D_DIGESTION_LAMB..Josera_Salmon_and_Potato]:
mnozstvi[potravin]>=1/M*y[potravin];
granule_max[potravin=y=N_and_D_DIGESTION_LAMB..Josera_Salmon_and_Potato]:
mnozstvi[potravin]<=M*y[potravin];

sum(potravin=kachni..hovezi_chrupavky:mnozstvi[potravin])>=2.5;
sum(potravin=kachni..hovezi_chrupavky:mnozstvi[potravin])<=3;

sum(potravin=rapikaty_celer..broskve:mnozstvi[potravin])>=0.75;
sum(potravin=rapikaty_celer..broskve:mnozstvi[potravin])<=1.25;

sum(potravin=kachni..tunak:y[potravin])=1;
sum(potravin=drubezi_zaludky..plice_hovezi:y[potravin])<=1;
sum(potravin=drubezi_krky..hovezi_chrupavky:y[potravin])<=1;
sum(potravin=rapikaty_celer..cuketa:y[potravin])>=2;
sum(potravin=jablka..broskve:y[potravin])>=1;
sum(potravin=pohanka_loupana..bataty:y[potravin])=1;
sum(potravin=hrasek..cocka:y[potravin])<=1;
sum(potravin=kesu..vlasske_orechy:y[potravin])<=1;
sum(potravin=jogurt_15_procent_tuku..parmezan:y[potravin])<=1;
sum(potravin=slepici_vejce_bez_skorapky..bilek:y[potravin])<=1;
sum(potravin=bodlakovy_olej..brunatkovy_olej:y[potravin])<=1;
sum(potravin=N_and_D_DIGESTION_LAMB..Josera_Salmon_and_Potato:y[potravin])=1;

```

END

Příloha VI.

Model 4 v MPL for Windows

```

TITLE   NutricniProblem4_tyden
OPTIONS
        ExcelWorkBook="model4.xlsx";
INDEX
        potraviny:=ExcelRange("nazvy_potravin");
        ziviny:=ExcelRange("nazvy_zivin");
        dny:=ExcelRange("nazvy_dnu");
DATA
        M=100;
        energie[potraviny]:=ExcelRange("ME");
        vapnik[potraviny]:=ExcelRange("Ca");
        fosfor[potraviny]:=ExcelRange("P");
        obsah[potraviny,ziviny]:=ExcelRange("obsah_zivin");
        cena[potraviny]:=ExcelRange("cena_100g");
        podm_min[ziviny]:=ExcelRange("min");
        podm_max[ziviny]:=ExcelRange("max");
VARIABLES
        naklady Export to ExcelRange("celk_naklady");
        mnozstvi[potraviny,dny] Export to Excelrange("mnozstvi_dkg");
BINARY VARIABLES
        y[potraviny,dny] Export to ExcelRange("binarni");
MODEL
        MIN naklady
SUBJECT TO
        naklady=sum(potraviny,dny:cena[potraviny]*mnozstvi[potraviny,dny]);

        podminky_energie[ziviny=ME,dny]:sum(potraviny:obsah[potraviny,ziviny]*mnozstvi
        [potraviny,dny])=podm_min[ziviny];
        podminky_min[ziviny=protein..kyselina_linolova,dny]:sum(potraviny:obsah[potraviny,
        ziviny]*mnozstvi[potraviny,dny])>=podm_min[ziviny];
        podminky_max1[ziviny=Ca..Na,dny]:sum(potraviny:obsah[potraviny,ziviny]*mnozstvi
        [potraviny,dny])<=podm_max[ziviny];
        podminky_max2[ziviny=Fe..D3,dny]:sum(potraviny:obsah[potraviny,ziviny]*mnozstvi
        [potraviny,dny])<=podm_max[ziviny];

        podminky_Ca_P[dny]:sum(potraviny:vapnik[potraviny]*mnozstvi[potraviny,dny])
        >=sum(potraviny:fosfor[potraviny]*mnozstvi[potraviny,dny]);
        podminky_Ca_P_2[dny]:sum(potraviny:vapnik[potraviny]*mnozstvi[potraviny,dny])
        <=2*sum(potraviny:fosfor[potraviny]*mnozstvi[potraviny,dny]);

        podminky_granule_min[dny]:sum(potraviny=N_and_D_DIGESTION_LAMB..Josera_Salmon_
        and_Potato:energie[potraviny]*mnozstvi[potraviny,dny])=podm_min[ME]/2;

        maso_min[potraviny=kachni..tunak,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]>=1.5*y[potraviny,dny];
        maso_max[potraviny=kachni..tunak,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]<=M*y[potraviny,dny];

        vnitrnosti_min[potraviny=drubezi_zaludky..plice_hovezi,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]
        >=0.25*y[potraviny,dny];
        vnitrnosti_max[potraviny=drubezi_zaludky..plice_hovezi,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]
        <=M*y[potraviny,dny];

        kosti_min[potraviny=drubezi_krky..hovezi_chrupavky,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]
        >=0.25*y[potraviny,dny];
        kosti_max[potraviny=drubezi_krky..hovezi_chrupavky,dny]:mnozstvi[potraviny,dny]
        <=M*y[potraviny,dny];

```

```

zelenina_min[potravinu=rapikaty_celer..cuketa,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]
>=0.25*y[potravinu,dny];
zelenina_max[potravinu=rapikaty_celer..cuketa,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]
<=M*y[potravinu,dny];

ovoce_min[potravinu=jablka..broskve,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]>=0.2*y[potravinu,dny];
ovoce_max[potravinu=jablka..broskve,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]<=M*y[potravinu,dny];

prilohy_min[potravinu=pohanka_loupana..bataty,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]
>=1.5*y[potravinu,dny];
prilohy_max[potravinu=pohanka_loupana..bataty,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]
<=1.75*y[potravinu,dny];

lusteniny_min[potravinu=hrasek..cocka,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]>=0.2*y[potravinu,
dny];
lusteniny_max[potravinu=hrasek..cocka,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]<=0.35*y[potravinu,
dny];

orechy_min[potravinu=kesu..vlasske_orechy,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]
>=0.05*y[potravinu,dny];
orechy_max[potravinu=kesu..vlasske_orechy,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]
<=0.1*y[potravinu,dny];

mlece_vyroby_min[potravinu=jogurt_15_procent_tuku..parmezan,dny]:mnozstvi[potravinu,
dny]>=0.25*y[potravinu,dny];
mlece_vyroby_max[potravinu=jogurt_15_procent_tuku..parmezan,dny]:mnozstvi[potravinu,
dny]<=0.6*y[potravinu,dny];

vejce1[potravinu=slepici_vejce_bez_skorapky,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]
=0.6*y[potravinu,dny];
vejce2[potravinu=zloutek,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]=0.3*y[potravinu,dny];
vejce3[potravinu=bilek,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]=0.3*y[potravinu,dny];

skorapky_min[potravinu=vajecne_skorapky,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]>=0.01*y[potravinu,
dny];
skorapky_max[potravinu=vajecne_skorapky,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]<=0.03*y[potravinu,
dny];

rasy_min[potravinu=morske_rasy,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]>=0.005*y[potravinu,dny];
rasy_max[potravinu=morske_rasy,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]<=0.01*y[potravinu,dny];

spirulina_min[potravinu=spirulina_susena,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]
>=0.01*y[potravinu,dny];
spirulina_max[potravinu=spirulina_susena,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]
<=0.03*y[potravinu,dny];

barfers_min[potravinu=barfers_naturals,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]>=0.01*y[potravinu,
dny];
barfers_max[potravinu=barfers_naturals,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]<=0.02*y[potravinu,
dny];

med_min[potravinu=med,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]>=0.03*y[potravinu,dny];
med_max[potravinu=med,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]<=0.05*y[potravinu,dny];

oleje_min[potravinu=bodlakovy_olej..brunatkovy_olej,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]
>=0.05*y[potravinu,dny];
oleje_max[potravinu=bodlakovy_olej..brunatkovy_olej,dny]:mnozstvi[potravinu,dny]
<=0.2*y[potravinu,dny];

granule_min[potravinu=N_and_D_DIGESTION_LAMB..Josera_Salmon_and_Potato,dny]:mnozstvi
[potravinu]>=1/M*y[potravinu];
granule_max[potravinu=N_and_D_DIGESTION_LAMB..Josera_Salmon_and_Potato,dny]:mnozstvi
[potravinu]<=M*y[potravinu];

omezeni_maso1[dny]:sum(potravinu=kachni..hovezi_chrupavky:mnozstvi[potravinu,dny])
>=2.5;
omezeni_maso2[dny]:sum(potravinu=kachni..hovezi_chrupavky:mnozstvi[potravinu,dny])<=3;

omezeni_zel1[dny]:sum(potravinu=rapikaty_celer..broskve:mnozstvi[potravinu,dny])>=0.75;
omezeni_zel2[dny]:sum(potravinu=rapikaty_celer..broskve:mnozstvi[potravinu,dny])<=1.25;

```

```

sum(potravin=y=pstruh..tunak,dny:y[potravin,y,dny])<=3;
sum(potravin=y=jatra_kureci..jatra_hovezi,dny:y[potravin,y,dny])<=2;

omezeni1[dny]:sum(potravin=y=kachni..tunak:y[potravin,y,dny])=1;
omezeni2[dny]:sum(potravin=y=drubezi_zaludky..plice_hovezi:y[potravin,y,dny])<=1;
omezeni3[dny]:sum(potravin=y=drubezi_krky..hovezi_chrupavky:y[potravin,y,dny])<=1;
omezeni4[dny]:sum(potravin=y=rapikaty_celer..cuketa:y[potravin,y,dny])>=2;
omezeni5[dny]:sum(potravin=y=jablka..broskve:y[potravin,y,dny])>=1;
omezeni6[dny]:sum(potravin=y=pohanka_loupana..bataty:y[potravin,y,dny])=1;
omezeni7[dny]:sum(potravin=y=hrasek..cocka:y[potravin,y,dny])<=1;
omezeni8[dny]:sum(potravin=y=kesu..vlasske_orechy:y[potravin,y,dny])<=1;
omezeni9[dny]:sum(potravin=y=jogurt_15_procent_tuku..parmezan:y[potravin,y,dny])<=1;
omezeni10[dny]:sum(potravin=y=slepici_vejce_bez_skorapky..bilek:y[potravin,y,dny])<=1;
omezeni11[dny]:sum(potravin=y=bodlakovy_olej..brunatkovy_olej:y[potravin,y,dny])<=1;
omezeni12[dny]:sum(potravin=y=N_and_D_DIGESTION_LAMB..Josera_Salmon_and_Potato:
y[potravin,y,dny])=1;

omezeni13[potravin=y=kachni..tunak]:sum(dny:y[potravin,y,dny])<=1;
omezeni14[potravin=y=drubezi_zaludky..plice_hovezi]:sum(dny:y[potravin,y,dny])<=2;
omezeni15[potravin=y=drubezi_krky..hovezi_chrupavky]:sum(dny:y[potravin,y,dny])<=2;
omezeni16[potravin=y=rapikaty_celer..cuketa]:sum(dny:y[potravin,y,dny])<=2;
omezeni17[potravin=y=jablka..broskve]:sum(dny:y[potravin,y,dny])<=2;
omezeni18[potravin=y=pohanka_loupana..bataty]:sum(dny:y[potravin,y,dny])<=1;
omezeni19[potravin=y=hrasek..cocka]:sum(dny:y[potravin,y,dny])<=2;
omezeni20[potravin=y=kesu..vlasske_orechy]:sum(dny:y[potravin,y,dny])<=2;
omezeni21[potravin=y=jogurt_15_procent_tuku..parmezan]:sum(dny:y[potravin,y,dny])<=2;

```

END