

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ**  
**AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2016**

**PAVLA ŽVÁČKOVÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agonomická fakulta**  
**Ústav výživy zvířat a pícninářství**

---



**Porovnání systémů hodnocení krmiv pro skot**

Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*

Prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc., dr. h. c.

*Vypracovala:*

Pavla Žváčková

---

Brno 2016

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: „Porovnání systémů hodnocení krmiv pro skot“ vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne: .....

podpis .....

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěla bych poděkovat panu prof. Ing. Ladislavu Zemanovi, CSc., dr. h. c. za všechny informace, cenné rady a připomínky, konzultace a materiály, které mi poskytl během vypracování mé bakalářské práce. Děkuji také mojí rodině a přátelům za podporu během celého studia.

## ABSTRAKT

V bakalářské práci jsme shromáždili podklady o systémech hodnocení energie v krmivech pro skot. Rovnice pro hodnocení krmiv pocházejí z České republiky ( $NEL_{CZ}$ ), Finska ( $FU_F$ ), Dánska ( $FU_D$ ), Velké Británie ( $ME_{MAFF}$ ,  $ME_{ARC}$ ), Švédska ( $ME_{SW}$ ), Nizozemska a Norska ( $NEL_{NL}$ ), Francie ( $NEL_{FR}$ ), Spojených států amerických ( $NEL_{US}$ ) a Rostocku ( $NEF_{RO}$ ).

První část popisuje obecné zákonitosti hodnocení krmiv včetně nejpoužívanějších zkratk, analýzy krmiv, rozdělení energie a energetických požadavků skotu. Druhá část se zabývá popisem systémů hodnocení krmiv pro skot používaných v Evropě a USA a jejich vzájemnými odlišnostmi. Další část řeší podrobnější popis amerického, českého a slovenského systému, jejich rovnice a výpočty a postup při hodnocení krmiv.

Na závěr jsme vypočítali krmné dávky podle norem používaných v ČR pro dojnici o hmotnosti 550 kilogramů, produkující 36 litrů mléka s použitím hodnot NEL podle českého a nizozemského systému hodnocení krmiv u kukuřičné siláže a ječmene. Při porovnání krmných dávek podle našeho systému a systému používaného v Holandsku jsme zjistili rozdíly v pokrytí potřeby živin. Je zřejmé, že nelze použít zahraniční deklarace o obsahu energie v krmivech a tyto údaje vkládat do počítačových programů používaných v ČR bez nebezpečí, že výsledná dávka bude deficitní na obsah energie.

Klíčová slova: Skot, dojnice, krmiva, hodnocení energie, netto energie laktace

## **ABSTRACT**

In my bachelor's thesis we have collected materials about the systems of energy evaluation in cattle feed. The equations for feed evaluation come from the Czech Republic ( $NEL_{CZ}$ ), Finland ( $FU_F$ ), Denmark ( $FU_D$ ), Great Britain ( $ME_{MAFF}$ ,  $ME_{ARC}$ ), Sweden ( $ME_{SW}$ ), the Netherlands and Norway ( $NEL_{NL}$ ), France ( $NEL_{FR}$ ), the United States of America ( $NEL_{US}$ ) and Rostock ( $NEF_{RO}$ ).

The first part describes general rules of feed evaluation including the most commonly used abbreviations, feed analysis, division of energy and energetic requirements of cattle. The second part deals with the description of systems of cattle feed evaluation used in Europe and the USA and their differences. The next part addresses a more detailed description of American, Czech and Slovakian systems, their equations, calculations and process of evaluating feeds.

Finally we have calculated a feeding dosage according to the norms used in the Czech Republic for a milk cow weighing 550 kilograms, producing 36 litres of milk with the use of the figures of NEL according to the Czech and Dutch systems of feed evaluation of corn silage and barley. While comparing the feed dosage according to our system and the system used in the Netherlands we have found differences in the need of nutrients coverage. It is clear that it is not possible to use foreign declaration about the content of energy in feeds and insert these figures into computer programs used in the Czech Republic without danger of the final dose being deficient in the content of energy.

**Key words:** Cattle, dairy cow, feeds, energy evaluation, net energy for lactation

## OBSAH

1 Úvod.....	9
2 Literární přehled .....	10
2.1 Hodnocení krmiv .....	10
2.1.1 Seznam použitých zkratk .....	10
2.1.2 Analýza krmiva.....	13
2.1.3 Energie krmiva.....	15
2.2 Systémy hodnocení krmiv pro skot a rozdíly mezi nimi .....	19
2.2.1 Systémy hodnocení energie .....	19
2.2.2 $FU_F$ .....	20
2.2.3 $FU_D$ .....	22
2.2.4 $ME_{MAFF}$ .....	26
2.2.5 $ME_{ARC}$ .....	27
2.2.6 $ME_{SW}$ .....	29
2.2.7 $NEL_{NL}$ (VEM systém) .....	30
2.2.8 $NEL_{FR}$ (INRA).....	31
2.2.9 $NEL_{US}$ .....	32
2.2.10 $NEF_{RO}$ .....	33
2.2.11 Výpočet energetických hodnot v systémech hodnocení krmiv .....	35
2.3 Norma USA - NRC (2001) .....	39
2.3.1 O systému NRC (2001).....	39
2.3.2 Postup při energetickém hodnocení krmiv dle NRC (2001).....	39
2.3.3 Protein ve výživě dojnic .....	42
2.3.4 Postup při hodnocení proteinu krmiv dle NRC (2001).....	43
2.4 Český a slovenský systém hodnocení krmiv (SOMMER aj. 1994) .....	48
2.4.1 NEL.....	48
2.4.2 NEV .....	50
2.4.3 PDI.....	50
2.4.4 Výpočet NEL, NEV a PDI kukuřičné siláže a ječmene .....	54
3 Výpočet energetických hodnot podle jednotlivých systémů .....	60
3.1 Vstupní informace pro výpočty .....	60
3.2 Český systém hodnocení krmiv $NEL_{CZ}$ .....	63
3.3 Finský systém hodnocení krmiv $FU_F$ .....	63
3.4 Dánský systém hodnocení krmiv $FU_D$ .....	64

3.5 Britský systém hodnocení krmiv $ME_{MAFF}$ .....	65
3.6 Britský systém hodnocení krmiv $ME_{ARC}$ .....	65
3.7 Švédský systém hodnocení krmiv $ME_{SW}$ .....	66
3.8 Nizozemský a norský systém hodnocení krmiv $NEL_{NL}$ .....	67
3.9 Francouzský systém hodnocení krmiv $NEL_{FR}$ .....	68
3.10 Americký systém hodnocení krmiv $NEL_{US}$ .....	68
3.11 Rostocký systém hodnocení krmiv $NEF_{RO}$ .....	69
4. Porovnání výsledků .....	70
5 Porovnání krmné dávky pro modelovou dojnici .....	71
5.1 Živiny v české krmné dávce .....	71
6 Závěr .....	73
7 Seznam použité literatury .....	74
8 Přílohy .....	77
8.1 Seznam obrázků .....	77
8.2 Seznam tabulek .....	77



# 1 ÚVOD

Hodnocení energie v krmných dávkách skotu se za posledních sto let diametrálně změnilo. Zpočátku byl za krmnou jednotku zvolen stravitelný škrob (Kellnerova škrobová hodnota), tento systém byl však v mnoha zemích kritizován kvůli tomu, že jeho základ byl vytvořen na rostoucích volech a tím pádem vyjadřoval tukotvorný účinek krmiva. Všechny inovace tohoto původního Kellnerova principu spočívaly k přiblížení systému té kategorii zvířat, pro kterou byl odhad energie počítán (mléko, pastevní chov, aj.). V roce 1980 přijala polovina světa principy mezinárodních jednotek (SI soustava) a původní škrobové jednotky nebo kalorie byly nahrazeny Jouly. V Evropě máme těchto systémů několik a prakticky každá větší země má svůj systém, který se mírně liší. Například v původních 15 zemích EU platilo v roce 2004 (rok vstupu ČR do EU) celkem 17 systémů hodnocení energie v krmivech.

Vzhledem k tomu, že se v každé zemi hodnotí obsah energie v krmivech jinak, tak nás zajímá, jak se toto hodnocení promítne do potřeby energie. To znamená, zda je možné zařadit krmivo vyrobené například v Německu (s německou deklarácí) do krmné dávky v ČR, a nebo zda musí být krmiva hodnocena podle jednoho systému, který je zároveň součástí normy potřeby živin v konkrétní zemi (ve Švédsku, Rumunsku, Francii, aj.).

## **2 LITERÁRNÍ PŘEHLED**

### **2.1 Hodnocení krmiv**

#### **2.1.1 Seznam použitých zkratek**

AADI - (acides aminés digestible dans l'intestin) – aminokyseliny stravitelné v tenkém střevě

ADF – acidodetergentní vláknina

ADL – acidodetergentní lignin

Ash - popel

BCS – (body condition score) – hodnocení tělesné kondice

BE - brutto energie

BNLV – bezdusíkaté látky výtažkové

Cal – kalorie

CP – (crude protein) – hrubý protein

deg – degradovatelnost NL krmiva

DM – (dry mass) - sušina

DMI – (dry matter intake) – příjem sušiny

DG – (daily gain) – denní přírůstek

dsi - stravitelnost nedegradovatelných dusíkatých látek krmiva

ECP - (endogenous crude protein) – endogenní protein

EE – (ether extract) - tuk

EPD – (effective protein degradability) – efektivní proteinová stravitelnost v bachoru

FP – fermentační produkty

FOH – fermentovatelná organická hmota

FU – feed unit – krmná jednotka

In vitro NDFD – (in vitro neutral detergent fibre digestibility) – in vitro stravitelnost  
neutrálně detergentní vlákniny

J – joule

kf – efektivita využití ME pro růst

km – efektivita využití ME na záchovu

kp – využití ME pro přírůstek živé hmotnosti

Kp – výtoková rychlost z bachoru

kz – využití ME pro záchovu

kzp – koeficient využití ME pro výpočet NEV

ME – metabolizovatelná energie

MCP – (microbial crude protein) – mikrobiální hrubý protein

MP (AAT) – (metabolizable protein) – metabolizovatelná bílkovina, někdy nazývaná  
AAT kvůli skandinávské zkratce pro aminokyseliny absorbované v tenkém střevě

MPBact – metabolizovatelný protein endogenního původu

MPEndo – mikrobiální protein bakteriálního původu

MPFeed – metabolizovatelný protein pocházející z krmiva

NDCIP – (neutral detergent insoluble protein) – protein nerozpustný v neutrálním  
detergentu

NE – netto energie

NEg – (net energy growth) - netto energie pro růst

NEl – (net energy for lactation) - netto energie laktace

NEm – (net energy for maintenance) - netto energie pro záchovu

NEv – netto energie výkrmu

NDF – (neutral detergent fiber) – neutrálně detergentní vláknina

NdNL - nedegradovatelné dusíkaté látky krmiv

NL – dusíkaté látky

NPN – nebílkovinné dusíkaté látky (např. aminokyseliny, amoniak, močovina, keratin, kyselina močová,...)

PDI – (protein digestible in the intestine) - protein stravitelný v tenkém střevě

PDIA – nedegradovaný protein krmiva skutečně stravitelný v tenkém střevě

PDIM – mikrobiální protein skutečně stravitelný v tenkém střevě

PDIME – množství mikrobiálního proteinu, které může být v bachoru syntetizováno z degradovaného proteinu krmiva, není-li obsah dostupné energie a dalších živin limitující

PDIMN – množství mikrobiálního proteinu, které může být v bachoru syntetizováno z dostupné energie, není-li obsah degradovaného proteinu krmiva a dalších živin limitující

q - koeficient metabolizovatelnosti energie

RUP – (ruminally undegraded feed crude protein) – protein, který unikl bachorové degradaci

SBNLV – stravitelné bezdusíkaté látky výtažkové

SE – stravitelná energie

SNL – stravitelné dusíkaté látky

SOH – stravitelná organická hmota

ST – stravitelný tuk

SVL – stravitelná vláknina

T – tuk

tdCPf – (true digestible crude protein in forage) - skutečně stravitelný protein v objemném krmivu

tdFA – (true digestible fatty acids) – skutečně stravitelné masné kyseliny

TDN – (total digestible nutrients) – veškeré stravitelné živiny

tdNDF – (true digestible neutral detergent fibre) – skutečně stravitelná neutrálně detergentní vláknina

tdNFC – (true digestible non fibre carbohydrate) - skutečně stravitelné nevláknité sacharidy

TMK – těkavé mastné kyseliny

UFL – krmná jednotka pro mléko

UVF – krmná jednotka pro maso

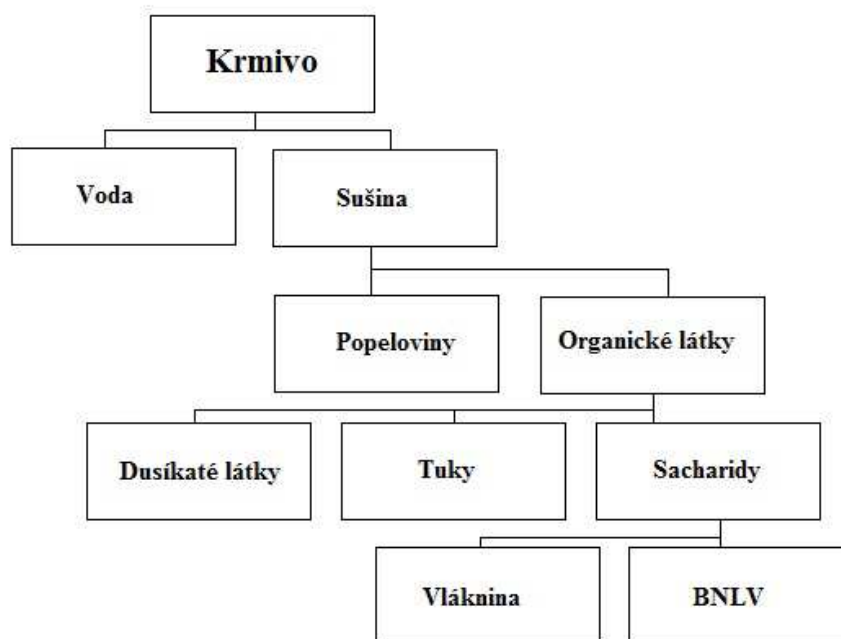
VEM – mléčná krmná jednotka v nizozemském systému

VL – vláknina

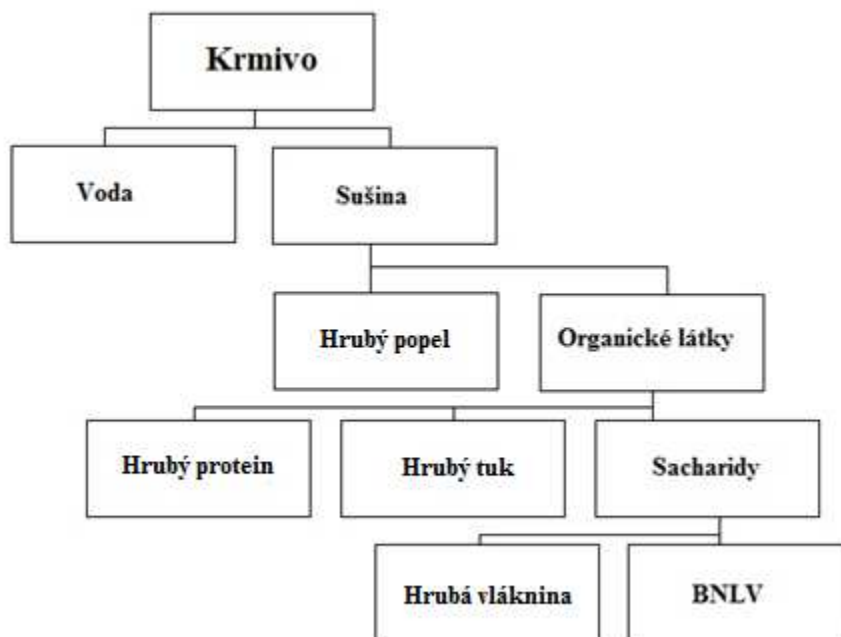
### **2.1.2 Analýza krmiva**

Aby měla krmiva v krmné dávce co nejvyšší využití, je potřeba objektivně zhodnotit jejich kvalitu. Pro základní hodnocení živin krmiva se používá Weendská analýza ([www.agropress.cz/hodnoceni-krmiv-u-skotu](http://www.agropress.cz/hodnoceni-krmiv-u-skotu)). Princip Weendské analýzy spočívá ve stanovení vody a sušiny. V sušině rozlišujeme popeloviny a organické látky (dusíkaté látky, tuky, sacharidy) v krmivu. Ze sacharidů určíme obsah vlákniny. Odečtením obsahu vlákniny od obsahu sacharidů získáme množství bezdusíkatých látek výtahových (Zeman et al., 2006).

Obr. 1: Rozbor krmiva dle Weendské analýzy (obrázek vlastní)



Obr. 2: Rozbor krmiva dle Weendské analýzy (podle 68/2013 sb.)



## Sacharidy

Sacharidy dělíme na strukturální a nestrukturální. Nestrukturální sacharidy zahrnují bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV), mezi něž patří cukry, škroby a organický zbytek. Mezi strukturální sacharidy řadíme část organického zbytku a vlákninu.

## Hrubá vláknina (vláknina)

Dle Van Soesta a Marcuse (1964) se vláknina rozlišuje na neutrálně detergentní vlákninu (NDF) obsahující hemicelulózy, celulózu a lignin a acidodetergentní vlákninu (ADF), která obsahuje jen celulózu a lignin.

Při určování nutriční hodnoty krmiv se zaměřujeme i na jeho stravitelnost.

## Stravitelnost

Stravitelnost se počítá jako rozdíl mezi živinami přijatými v potravě a živinami vyloučenými exkrementy. Jadrná krmiva mají relativně stálou stravitelnost, u objemných krmiv stravitelnost kolísá, protože může být ovlivněna mnoha faktory – například klimatické faktory, konzervace a uskladnění krmiva, věk zvířat a jejich bacherový metabolismus, úpravy krmiv (granulování apod.).

Všechny systémy hodnocení krmiv by měli být schopny:

- vytvořit krmnou dávku pro zvolenou užitkovost
- z krmné dávky odhadnout užitkovost
- určit kvalitu krmiv
- být mezinárodně srovnatelné ([www.agropress.cz/hodnoceni-krmiv-u-skotu](http://www.agropress.cz/hodnoceni-krmiv-u-skotu))

### **2.1.3 Energie krmiva**

## Energie

Energie pochází z trávení sacharidů, bílkovin a tuku. Netto energie laktace (NEL) je energie krmiva dostupná pro záchovu a produkci mléka po trávicích a metabolických ztrátách. Existují různé metody odhadu využitelné (metabolizovatelné)

energie v krmivu. Dojnice požadují energii na záchovu, růst, produkci mléka, reprodukci a tělesné rezervy.

Po vodě je energie pro dojnici největší výživový požadavek. Množství energie nelze měřit v laboratoři. Jelikož energie pochází z trávení sacharidů, bílkovin a tuku, výzkumy se pokouší předvídat energetickou hodnotu krmiva pomocí množství každé živiny a jejich předpokládané (nebo naměřené) stravitelnosti a dostupnosti pro dojnici.

Energie byla obvykle vyjádřena v jednotkách kalorií. Kalorie (cal) je množství energie potřebné pro vzrůst teploty jednoho gramu vody z 16,5°C na 17,5°C. V Evropě je od roku 1980 používána jednotka Joul. Jedna kalorie odpovídá 4,184 Joulům (J). Kilokalorie (kcal) je 1000 kalorií.

### Rozdělení energie

Energii rozdělujeme podle jejího využití.

**Brutto energie (BE)** - energie vytvořená při spalování krmiva. Produkce tepla je měřena pomocí kalorimetru.

**Stravitelná energie (SE)** - energie odvozená od stravitelnosti krmiva. Měří se jako rozdíl celkového tepla vydaného spálením krmiva a celkového tepla vydaného spálením výkalů.

**Metabolizovatelná energie (ME)** - energie dostupná pro metabolismus.

**Netto energie (NE)** - čistá energie dostupná pro produkci a záchovu.

**Netto energie pro záchovu (NE<sub>m</sub>, maintenance)** - energie pro dýchání, chůzi a podobně.

**Netto energie pro růst (NE<sub>g</sub>, growth)** - energie pro produkci svalů a kostí.

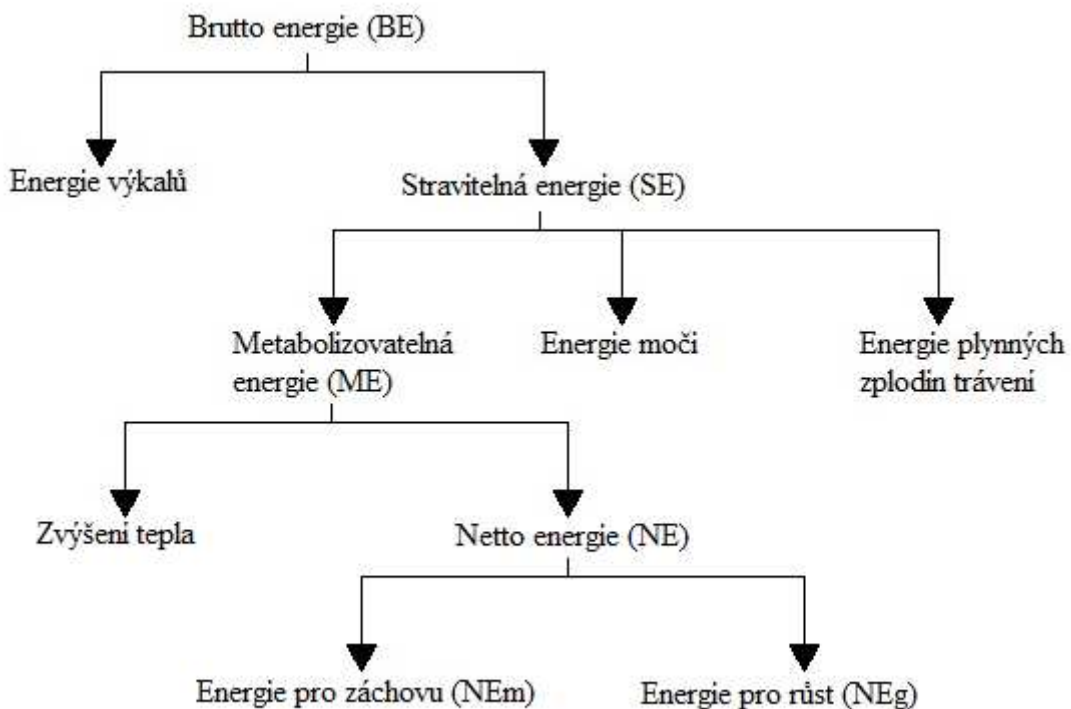
**Netto energie laktace (NE<sub>l</sub>, lactation)** - zahrnuje energii používanou pro záchovu a mléčnou produkci, protože tyto energie jsou používány se stejnou efektivitou a je jednodušší nechat je pohromadě.

Změřit metabolizovatelnou energii a netto energii je poměrně obtížné. Jediná správná cesta, jak to udělat, je umístit dojnici do místnosti a měřit všechny vstupy



(krmiva) a výstupy (výkaly), včetně tepla a plynů z jejího těla. Tento způsob je velmi drahý a nepraktický k tomu, aby se prováděl rutinně. Proto vědci přišli s konverzními faktory. Například ME odpovídá cca 82% DE. NE<sub>1</sub> je zhruba 64% ME. V Evropě je pro energetické požadavky a energetický obsah krmiv obvykle používaná ME, ve Spojených státech se používá více systém netto energie.

**Obr. 3: Rozdělení energie krmiva ve zvířeti (podle Hirooka, Yamada, 1989)**



### Energetické požadavky

Dojnice požaduje energii pro následující funkce: záchovu, růst, produkci mléka, reprodukci a tělesné rezervy (vyjmenováno podle priority). Celkové požadavky dojníc na energii se budou rovnat součtu toho, co potřebuje v každé funkci.

### **Záchova**

Zvířata potřebují energii pro základní funkce záchovy, jako je dýchání, žraní, trávení, chození a udržování tělesné teploty. Velikost dojnice a její psychický stav jsou dva nejdůležitější faktory ovlivňující požadavky energie pro záchovu. Dalšími faktory jsou zima, teplo, rychlost proudění vzduchu, vlhkost, délka srsti, barva srsti, zabahnění,

dostupnost místa u krmiště, povrch podlahy, komfort boxu a úroveň aktivity. Požadavky na záchovu mohou vzrůst až o 30% v případě, že je dojnice pokryta bahnem a stojí venku na studeném větru při vysoké vlhkosti.

## **Růst**

System NRC (1989) odhadoval energii potřebnou pro růst svalů a kostí na základě práce s masnými plemeny. Abychom pochopili složení přírůstku tělesné hmotnosti u mléčných plemen, efektivitu, s jakou je energie využívána u různých věkových kategorií a význam genetických rozdílů, bylo by potřeba udělat další výzkumy.

Bohužel mnoho jalovic, používaných pro mléčnou produkci, potřebuje během své první laktace ještě dokončit růst, energie je u těchto zvířat přeměřovaná na produkci mléka a na růst. S ohledem na tento růst systém NRC (1989) doporučuje, aby požadavky energie na záchovu byly zvýšeny o 20% během první laktace a 10% během druhé laktace.

## **Mléčná produkce**

Energetické požadavky pro produkci mléka jsou obecně vyjádřeny jako konstantní funkce produkce mléka korigovaného na obsah tuku (při produkci stejného množství mléka je množství požadované energie závislé na obsahu tuku).

## **Reprodukce**

System NRC (1989) jednoduše zvyšuje požadavky na energie pro záchovu o 30% pro krávu během jejích posledních 2 měsíců březosti. Je to z toho důvodu, aby bylo poskytnuto více energie pro vyvíjející se tele. Jedná se o poměrně zjednodušený přístup, který je potřeba zlepšit. Kromě toho je potřeba řešit požadavky rostoucích dvojčat u březích krav.

## **Tělesné rezervy**

System NRC (1989) požaduje 2,32 Mcal netto energie laktace pro každého půl kilogramu přírůstku tělesné kondice. Mnoho vědců pracovalo na doladění pětibodového hodnocení tělesné kondice (body condition score, BCS) pro mléčné krávy. Jeden bod tělesné kondice představuje 55 kg tělesné hmotnosti u dospělé holštýnské krávy s tělesnou kondicí mezi 2 a 4. Při používání systému hodnocení tělesné kondice by měly být krmné dávky přizpůsobeny k udržování tělesné kondice mezi 3 a 3,75. ([www.milkproduction.com](http://www.milkproduction.com))

### Hodnocení energie

Původním systémem pro hodnocení energie v krmivech byl tzv. Kellnerův systém, který využíval škrobovou jednotku. Škrobová jednotka vyjadřovala tukotvorný účinek škrobu stanovený při výkrmu dospělých volů. S postupem času se však tento způsob ukázal jako nepřesný a začali se využívat nové systémy, které respektovali odlišnou využitelnost krmiv na záchovu a produkci.

Tyto nově vzniklé systémy byly dvojího druhu:

- 1) **Systémy založené na metabolizovatelné energii** – používají se například ve Velké Británii nebo v Irsku. Tepelné ztráty nejsou v těchto systémech považovány za důležité.
- 2) **Systémy založené na netto energii** – systémy ve Francii, Německu, České republice, USA. Počítají s tepelnými ztrátami. ([www.agropress.cz/energeticke-hodnoceni-krmiv-pro-prezvykavce](http://www.agropress.cz/energeticke-hodnoceni-krmiv-pro-prezvykavce))

## **2.2 Systémy hodnocení krmiv pro skot a rozdíly mezi nimi**

### **2.2.1 Systémy hodnocení energie**

V následujících tabulkách jsou srovnány vzorce a rovnice používané v devíti systémech hodnocení energie. Jedná se o tyto systémy:

FU<sub>F</sub>                      krmná jednotka používaná ve Finsku

FU<sub>D</sub>                      krmná jednotka používaná v Dánsku

$ME_{MAFF}, ME_{ARC}$	metabolizovatelné energie používané ve Velké Británii
$ME_{SW}$	metabolizovatelná energie používaná ve Švédsku
$NEL_{NL}$	netto energie laktace používaná v Nizozemsku a Norsku
$NEL_{FR}$	netto energie laktace používaná ve Francii
$NEL_{US}$	netto energie laktace používaná ve Spojených státech amerických
$NEF_{RO}$	netto energie přírůstku původem z Rostocku

### 2.2.2 $FU_F$

#### Hodnocení energie dle finského systému

Koncentrace metabolizovatelné energie se ve Finsku počítá podle Britské metody (MAFF 1975, 1981, 1984) – vzorce a postup jsou popsány dále (viz  $ME_{MAFF}$ ) ([https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/energy\\_value\\_ruminants](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/energy_value_ruminants))

#### Hodnocení bílkovin

Hodnocení bílkovin v krmivech pro přežvýkavce je ve Finsku vyjádřeno pomocí dvou jednotek, kterými jsou MP (metabolizovatelná bílkovina, někdy nazývaná AAT kvůli skandinávské zkratce pro aminokyseliny absorbované v tenkém střevě) a PBV (skandinávská zkratka pro bílkovinnou rovnováhu v batoru).

MP představuje množství aminokyselin absorbovaných v tenkém střevě, které pocházejí z batorově nestravitelného proteinu krmiva a mikrobiálního proteinu syntetizovaného v batoru. Výpočet množství mikrobiálního proteinu je založen na odečtení nestravitelného proteinu krmiva od množství stravitelné organické hmoty. Hodnota efektivní proteinové stravitelnosti v batoru (EPD) je používána pro výpočet stravitelnosti proteinu krmiva. Hodnota PBV popisuje dostatečnost dusíku vzhledem k energetickému zásobování mikroorganismů z krmiva.

Hodnoty bílkovin krmiva pro přežvýkavce jsou počítány následovně:

$$MP = MP_{MIP} + MP_{BP}$$

$$\begin{aligned}
\text{PBV} &= \text{RDP} - \text{MIP} \\
\text{MP}_{\text{MIP}} &= \text{AA}_{\text{MIP}} \cdot \text{MIPD} \cdot \text{MIP} \\
\text{MP}_{\text{BP}} &= \text{BPD} \cdot \text{BP} \\
\text{MIP} &= 152 \cdot (\text{D - value} - \text{BP}) / 1000 \\
\text{RDP} &= \text{EPD} \cdot \text{CP} \\
\text{BP} &= \text{CP} - \text{RDP} = (1 - \text{EPD}) \cdot \text{CP},
\end{aligned}$$

kde:

MP – (metabolizable protein / AAT) – metabolizovatelný protein (g/kg sušiny)

PBV – (protein balance in the rumen) – proteinová rovnováha v bachoru (g/kg sušiny)

MIP – (microbial protein) – mikrobiální protein (g/kg sušiny)

RDP – (rumen degradable protein) – protein stravitelný v bachoru (g/kg sušiny)

BP – (by-pass protein) – by passový protein (g/kg sušiny)

$\text{MP}_{\text{MIP}}$  – (microbial protein absorbed from small intestine) – mikrobiální protein absorbovaný v tenkém střevě (g/kg sušiny)

$\text{MP}_{\text{BP}}$  – (by-pass protein absorbed from small intestine) - mikrobiální protein absorbovaný v tenkém střevě (g/kg sušiny)

D – value – (digestible organic matter / dOM) - stravitelná organická hmota v sušině (g/kg sušiny)

EPD – (effective protein degradability) – efektivní proteinová stravitelnost

CP – (crude protein) – koncentrace hrubého proteinu (g/kg sušiny)

$\text{AA}_{\text{MIP}}$  – podíl aminokyselin v mikrobiálním proteinu (konstantní hodnota 0,75)

MIPD – (microbial protein digestibility) – stravitelnost mikrobiálního proteinu, konstantní hodnota 0,85

BPD – (by-pass protein digestibility) – stravitelnost by-pass proteinu, konstantní

hodnota 0,82

([https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/protein\\_value\\_ruminants](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/protein_value_ruminants))

### Doporučené dávky

Oficiální finská doporučení z roku 1962 již nejsou v této době používána. Následující doporučení, ačkoliv jsou neoficiální, představil Melen v roce 1976 a jsou použita v těchto krmných tabulkách. Tabulky jsou počítány pro téměř každé stádo spadající pod systém podobný naší kontrole užítkovosti.

**Tab. 1: Energetická (FFU/den) a bílkovinná doporučení pro rostoucí býky**

Živá hmotnost (kg)	Přírůstek živé hmotnosti (g/den)						
	700	800	900	1000	1100	1200	g DCP/den
100 - 150	2,8	2,9	3,0	3,2	3,4	3,7	138
150 – 200	3,1	3,3	3,5	3,8	4,1	4,5	128
200 – 250	3,4	3,7	4,0	4,4	4,8	5,3	119
250 - 300	3,8	4,2	4,5	5,0	5,5	6,1	113
300 – 350	4,2	4,7	5,1	5,7	6,3	7,0	108
350 – 400	4,7	5,2	5,7	6,7	7,1	7,9	105
400 – 450	5,2	5,8	6,4	7,1	7,9	8,8	102
450 - 500	5,8	6,4	7,1	7,9	8,8		100

FFU – (finnish feed unit) – finská krmná jednotka

DCP – (digestible crude protein) – stravitelný hrubý protein (Tuori, 1980)

### **2.2.3 FU<sub>D</sub>**

FU<sub>D</sub> je zkratka pro krmnou jednotku používanou v Dánsku. Energetická hodnota krmiv, stejně tak jako energetické požadavky rostoucích zvířat a dojících krav, jsou v Dánsku stále vyjadřovány jako skandinávská krmná jednotka (SFU). Jedna SFU je

ekvivalentní energetickému obsahu 1kg ječmene při 85% sušině (Refsgaard, Foldager, 1980).

### Historie vzniku Skandinávské krmné jednotky (SFU)

Skandinávská krmná jednotka (SFU) vznikla v Dánsku roku 1880, kde byl krmnou jednotkou označován 1kg koncentrátů. V té době byla koncentrátem nazývána směs obilovin (oves a ječmen), ale později severské země souhlasily, aby byl jako základ pro tuto jednotku použit 1 kg ječmene. Díky Nielsovi Johannesovi Fjordovi a Nilsovi Hanssonovi byla SFU dále rozvíjena a bylo provedeno mnoho krmných experimentů pro stanovení ekvivalentních hodnot pro různá krmiva. (Sundstøl, 1993)

Výhody Dánského systému jsou přídavky energetických hodnot krmiv, jednoduchost odhadování složení dávek pro přídavek produkce a předpokládaná produkce z definované dávky.

Požadavky na bílkoviny jsou vyjádřeny jako stravitelný hrubý protein (digestible crude protein – DCP)

### Dánská norma

**Tab. 2: Dánské energetické dávky pro středně dospívající býky a chovné jalovice [SFU/den].**

Živá hmotnost (kg)	Pohlaví	Denní přírůstek (g)					
		400	600	800	1000	1200	1400
150	♂	-	1,9	2,4	3,0	3,6	-
	♀	1,2	2,0	2,9	3,9	-	-
200	♂	-	2,4	2,9	3,5	4,1	4,9
	♀	1,6	2,5	3,6	4,7	-	-
250	♂	-	2,8	3,3	4,0	4,7	5,7
	♀	2,3	3,5	4,9	6,7	-	-
300	♂	-	3,2	3,8	4,5	5,4	7,0
	♀	2,3	3,5	4,9	6,7	-	-
350	♂	-	3,6	4,3	5,1	6,4	-

	♀	2,6	3,9	5,6	8,1	-	-
400	♂	-	4,0	4,8	5,8	8,0	-
	♀	2,7	4,2	6,2	-	-	-
450	♂	-	4,5	5,3	6,7	-	-
	♀	-	-	-	-	-	-
500	♂	-	4,9	5,9	8,2	-	-
	♀	-	-	-	-	-	-

Býci:  $ADG = 206,5 - 4,27W + 0,002W^2 + 574,7E - 36,9E^2 + 0,038(W \cdot E)$

Jalovice:  $ADG = 550,8 - 3,83W + 0,006W^2 + 312,5E - 10,3E^2 - 0,27(W \cdot E)$ , kde

ADG – (average daily gain) = průměrný denní přírůstek (g)

W = živá hmotnost (kg)

E = SFU za den

#### Energetická hodnota krmiv

Obsah SFU na kilogram sušiny krmiva je vypočítáván jako:

$$SFU = (1,43 \cdot X_1 + k \cdot X_2 + 1,00 \cdot X_3 + 1,00 \cdot X_4) \cdot \left(\frac{V}{0,75}\right), \text{ kde}$$

SFU = skandinávské krmné jednotky na kg sušiny

$X_1$  = stravitelný hrubý protein, procento v původní hmotě

$X_2$  = stravitelný hrubý tuk, procento v původní hmotě

$X_3$  = stravitelná hrubá vláknina, procento v původní hmotě

Ve srovnání s jinými systémy (například výkrmová krmná jednotka a škrobová jednotka), SFU systém nadhodnocuje energetickou hodnotu krmiv bohatých na bílkoviny kvůli vyššímu bílkovinnému faktoru (1,43 oproti 0,94). Energetické dávky pro býky i chovné jalovice byly určeny podle vztahu mezi denním přírůstkem a denním příjmem SFU v krmných pokusech. Výhoda tohoto postupu je například to, že dávka



bere v úvahu rozdíly v energetických požadavcích na záchovu a přírůstek, které mohou nastat v důsledku rozdílů v úrovni krmení.

### Dávkování bílkovin

Doporučené dávkování bílkovin pro mladé býky a chovné jalovice jsou uvedeny v následující tabulce.

Doporučení pro býky je podle Sørensen a Kousgaard, 1976. Doporučení pro chovné jalovice je podle Steensberga, 1947 a Jensena et al., 1949.

**Tab. 3: Dánské dávkování stravitelného hrubého proteinu pro průměrné býky a chovné jalovice.**

Hmotnostní interval (kg)	Stravitelný hrubý protein (g/SFU)	
	Býci	Chovné jalovice
- 100	155	155
100 – 150	135	140
150 – 200	115	125
200 – 250	100	110
250 – 300	90	95
300 – 350	85	85
350 – 400	80	75
400 – 450	75	75
450 - 500	75	75

(Refsgaard, Foldager, 1980)

### Předpokládaný denní přírůstek

Výpočet PDG (predicted daily gain = předpokládaného denního přírůstku) pro rostoucí jalovice podle Foldager et al. (1988):

$$PDG = 3079 E^{0,28} - 258 \cdot E^{0,28} \cdot \ln(LW) - 1738$$

Pro výpočet PDG pro býky v systému SFU byly vypočteny následující rovnice:

$$PDG = 2,17e^{(0,00256 LW)} / E \cdot [1 - (1,62 - 0,579 I + 6,13 \cdot 10^{-4} I^2 - 1,96 \cdot 10^{-6} \cdot I^3)],$$

kde:

E = SFU za den

LW = živá hmotnost v kg

I = úroveň krmení (feeding level)

(Berg, Thuen, 1991)

#### 2.2.4 ME<sub>MAFF</sub>

System, který se používá pro energetické hodnocení krmiv (výpočet koncentrace metabolizovatelné energie) ve Velké Británii a ve Finsku. Jedná se o britskou metodu (MAFF 1975, 1981, 1984). Hodnoty energie pro přežvýkavce a pro koně jsou v tomto systému založeny na metabolizovatelné energii (ME). V roce 2010 byly krmné jednotky (FU – feed units) nahrazeny uváděním energetických hodnot v megajoulech. Krmné jednotky byly počítány pomocí rozdělení energetické hodnoty v MJ číslem 11,7. V této aktualizaci byl změněn pouze způsob vyjádření energetické hodnoty, metody stanovení a následně poměrné rozdíly mezi krmivy zůstaly nezměněny.

Uvádění energetických hodnot v megajoulech má několik výhod:

- je odstraněn jeden doplňující výpočet
- Megajoul je mezinárodní standard
- pokud se nepoužívají národní modifikace v oblasti živočišného krmení, vylepšuje se přehlednost hodnocení krmiva.

#### Koncentráty:

Výpočet koncentrace ME v koncentrátech je založena na množství stravitelných živin krmiva. Používají se následující rovnice:

$$ME \text{ (MJ/kg DM)} = (15.2 \times dCP + 34.2 \times dCFat + 12.8 \times dCF + 15.9 \times dNFE) / 1000,$$

kde:

dCP - (digestible crude protein) - stravitelný hrubý protein (g/kg sušiny)

dCFat – (digestible crude fat) - stravitelný hrubý tuk (g/kg sušiny)

dCF – (digestible crude fibre) - stravitelná hrubá vláknina (g/kg sušiny)

dNFE – (digestible nitrogen free extract) – stravitelné BNLV (g/kg sušiny)

### Píce:

Výpočet koncentrace ME v píci je založena na koncentraci stravitelné organické hmoty v sušině (D - value). Používají se následující rovnice:

siláž, tráva:

$$ME (MJ) = 0,016 \times \text{stravitelná organická hmota v sušině}$$

seno:

$$ME (MJ) = 0,0169 \times \text{stravitelná organická hmota v sušině} - 1,05$$

sláma:

$$ME (MJ) = 0,0140 \times \text{stravitelná organická hmota v sušině} \quad (\text{MAFF 1975, 1981})$$

siláž z celých rostlin obilovin

$$ME (MJ) = 0.0155 \times \text{stravitelná organická hmota v sušině}$$

([https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/energy\\_value\\_ruminants](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/energy_value_ruminants))

## **2.2.5 ME<sub>ARC</sub>**

### Historie vzniku systému

Od konce 19. století bylo jedním z nejdůležitějších témat živočišného výzkumu to, jak z určitého zdroje krmiva předvídat výkonnost zvířat a naopak, jak předvídat požadavky na krmivo nezbytné pro dosažení určité úrovně produkce. Výsledkem bylo vytvoření mnoha studií pro vývoj krmných standardů v mnoha zemích.

Blaxter a jeho kolegové poprvé navrhli nový přístup v popisování energetických hodnot krmiv a požadavků přežvýkavců (Blaxter 1962). Jejich koncepce byla přijata Zemědělskou výzkumnou radou Velké Británie - Agricultural Research Council of U.K (ARC, 1965) jako systém metabolizovatelné energie. Tento systém byl později

pozměněn pro praktické použití metodou MAFF (1975) a ARC (1980) provedlo v poslední době další úpravy zahrnutím aktualizovaných informací.

### Popis systému

ARC systém je založen na metabolizovatelné energii (ME) a jako jednotka energie je používán megajoul.

ARC (1980) vyjadřuje metabolismus při hladovění (F - fasting) v o určité živé hmotnosti W (v tunách) za čas t (ve dnech) jako alometrickou funkci:

$$F = 0,53 [W(t) / 1,08]^{0,67}$$

Přídavek pro stání a chůzi (AC) se vyjadřuje jako:

$$AC = 0,0043 \cdot W(t)$$

A efektivitu využití ME na záchovu ( $k_m$ ) vyjadřuje jako:

$$k_m = 0,35 \cdot q + 0,503$$

kde  $W(t) / 1,08$  označuje váhu při hladovění (fasted weight, kg) a  $q$  je metabolizovatelnost krmiva (to znamená ME/BE), která představuje kvalitu krmiva.

Požadavky ME na záchovu -  $ME_m$  (MJ/den) - jsou dány:

$$ME_m = (F + AC) / k_m$$

Celková uchovaná energie (retained energy, RE) vyjádřená v MJ/den je odhadována na:

$$RE = k_f (ME_i - ME_m),$$

kde  $ME_i$  představuje příjem energie (MJ/den) a  $k_f$  je efektivita využití ME pro růst. ARC (1980) udává  $k_f$  jako:

$$k_f = 0,78 \cdot q + 0,006$$

Navíc ARC (1980) uvádí, že kvůli platnosti lineárního vztahu mezi  $k_f$  a  $q$  pouze při úrovni krmení rovné dvojnásobku požadavku energie na záchovu, je přírůstek postupně nadhodnocován nad tuto úroveň. Jako důsledek ARC (1980) navrhuje následující opravný faktor pro úroveň výživy:

$$C = k_m / (k_m - k_f) / (L - 1) \cdot [1 - (k_f / k_m)^{L-1}],$$

kde L je úroveň výživy vyjádřena jako násobek požadavků na záchovu (to znamená  $ME_i / ME_m$ ). Energetická hodnota přírůstu (energy value of gain, EVG) vyjádřená v MJ/kg je dána v systému ARC (1980) jako:

$$EVG = 4,1 + 0,0332 W(t) - 0,000009 W(t)^2 + 0,1475 RE$$

Z tohoto důvodu, denní přírůstek živé hmotnosti (daily live – weight gain, DG), vyjádřen v kg/den, je odvozen jako:

$$DG = RE / EVG$$

(Hirooka, Yamada, 1989)

### 2.2.6 $ME_{SW}$

Upravená energetická a proteinová krmná doporučení pro rostoucí skot byla publikována ve Švédsku v roce 1977 (Norrman, 1977).

#### Energetické krmné standardy

Energetické dávky ve Švédsku jsou dány ve formě metabolizovatelné energie (ME). Standardy jsou založeny hlavně na Britských doporučeních, které se objevily v MAFF 33, 1975. Jsou používány odhady energetických požadavků na záchovu podle Thorbecka a Henckela, 1976.

**Tab. 4: Doporučení ME pro rostoucí skot v MJ (Norrman, 1977).**

Živá hmotnost (kg)		Denní přírůstek (g)							
		0	200	400	600	800	1000	1200	1400
100	MINEC	7,5	8,4	9,2	10,0	10,9	11,7	12,6	
	BBR	15,0	18,5	22,0	26,5	31,5	37,5	44,5	
	MR	15,0	19,0	23,5	28,5	34,5	42,0	50,0	
200	MINEC	7,5	8,4	9,2	10,0	10,9	11,3	11,7	12,1
	BBR	25,0	29,5	34,0	39,5	45,5	52,5	61,5	71,5
	MR	25,0	30,0	35,5	42,0	49,5	58,0	68,5	81,0
	MINEC	7,1	8,0	8,8	9,2	9,6	10,5	11,3	11,7

300	BBR	34,0	39,0	44,5	51,0	58,0	67,0	76,5	98,5
	MR	34,0	40,0	46,5	54,0	63,0	73,5	85,5	100,5
400	MINER	7,1	7,5	8,4	8,8	9,2	10,0	10,9	11,3
	BBR	42,5	48,0	54,5	61,5	70,0	80,0	92,2	106,00
	MR	42,5	49,0	57,0	65,5	76,0	87,5	102,0	119,0
500	MINEC	7,1	7,5	8,4	8,8	9,2	10,0	10,9	11,3
	BBR	50,0	56,5	64,0	72,0	82,0	93,0	106,5	122,5
	MR	50,0	58,0	66,5	76,5	88,0	101,5	11705	137,0
600	MINEC	7,1	7,5	8,4	8,8	9,2	10,0	10,9	11,3
	BBR	57,5	64,5	73,0	82,0	93,0	105,5	120,5	138,5
	MR	57,5	66,0	76,0	87,0	100,0	115,0	133,0	155,0

MINEC – (minimum metabolisable energy concentration) – minimální koncentrace metabolizovatelné energie (MJ ME / kg sušiny)

BBR – (baby beef type rations) – druh krmné dávky pro výkrm baby beef

MR – (mixed type rations) – směsné druhy krmných dávek

Tato základní doporučení se vztahují k býkům švédského červeného skotu. Pro jalovice a volí a pro zvířata jiných plemen musí být tato doporučení upravena. (Olsson, 1980)

### 2.2.7 NEL<sub>NL</sub> (VEM systém)

Nizozemský systém netto energie laktace (NEL) je popsán Van Esem (1975 a 1978), který navrhl systém pro vyjádření energetické hodnoty krmiv pro mléčnou produkci. Tento systém je založen na téměř všude dostupných údajích získaných z pokusů energetické rovnováhy mléčného skotu.

Obsah netto energie krmiv je odhadovaný z obsahu ME upravené na koncentraci potravy a úroveň výživy. Při koncentraci energie 57 ( $q = 100 \cdot \text{ME/BE}$ ) se předpokládá 60% využití. Při vyšším a nižším  $q$  využití energie stoupá nebo klesá o 0,4 procentní

jednotky (v tomto pořadí). Využití metabolizovatelné energie je také snižováno o 1,8% příjmem energie mnohonásobně nad úroveň záchovy. Pro průměrný příjem (úroveň záchovy 2,38) je využití sníženo o 2,484%. Rovnice pro odhad NEI je následující:

$$NE = 0,60 \cdot [1,0 + 0,004 (Q - 57)] \cdot 0,9752 \cdot ME$$

V nizozemském systému krmení se používá mléčná krmná jednotka (VEM). Jedna VEM odpovídá 6,9 kJ, což představuje například 1g ječmene (Sundstøl, 1993).

### 2.2.8 NEL<sub>FR</sub> (INRA)

Jedním z evropských systémů hodnocení krmiv je francouzský systém INRA. Z tohoto systému vychází v současnosti používaný český a slovenský systém hodnocení krmiv, který publikoval Sommer et al. (1994). Systém INRA byl publikován v roce 1987, následně byl aktualizován v roce 1988. V roce 1989 vznikla jeho anglická verze.

Využívá se jednak pro hodnocení energie a proteinu krmiva, ale také pro hodnocení plnivosti krmiva a to na základě regresních vztahů. Regresní vztahy umožňují vypočítat stravitelnost organické hmoty a tím stanovit obsah využitelné energie a predikovat příjem sušiny krmiva. Díky tomu, že využívá hodnocení plnivosti krmiva, patří mezi jeden z nejkompaktnějších systémů. Musí se však počítat i s tím, že plnivost krmiva je individuální vlastností, a proto pro zjištění přesných hodnot je potřeba tuto hodnotu stanovit experimentálně.

Systém INRA je založen na netto energii – u dojnic jde o netto energii na produkci mléka (NEI), u rostoucího skotu o netto energii na výkrm (NEV). Obsah NEI se počítá v krmných jednotkách (UFL). Krmná jednotka pro maso (UVF) se používá u jalovic s denním přírůstkem nad 1kg.

1 UFL = 1700 kcal NEL = energie pro laktaci v 1kg standardního ječmene

1 UVF = 1820 kcal NEV = energie pro výkrm v 1kg standardního ječmene

Obě jednotky (UFL i UVF) lze přepočítat na megajouly a to následujícím způsobem:

$$\text{Hodnota v UFL} * 7,12 = \text{hodnota v megajoulech}$$

$$\text{Hodnota v UVF} * 7,62 = \text{hodnota v megajoulech.}$$

Takto vyjádřené hodnoty NEI a NEv krmiv odpovídají normovaným hodnotám, které se v ČR používají podle systému dle Sommera et al. (1994) pro výživu přežvýkavců (Richter, Třináctý, Křížová, 2010).

Hodnocení proteinu dle INRA zahrnuje výpočet stravitelnosti organické hmoty a výpočet fermentovatelné organické hmoty a to podle regresních rovnic. Dále se počítá efektivní degradovatelnost a intestinální stravitelnost NL krmiva. Na závěr se vypočítají hodnoty PDI a AADI krmiva (Richter, Třináctý, 2009).

### 2.2.9 NEL<sub>US</sub>

V USA se po mnoho let používal systém veškerých stravitelných živin (TDN – total digestible nutrients), poté se přešlo na systém netto energie pro masný a mléčný skot. V tomto systému je metabolizovatelná energie počítána jako 0,82 x stravitelná energie, přičemž stravitelná energie představuje 4,409 Mcal (18,45 MJ) pro kg TDN. Pro masný skot jsou dány 2 hodnoty netto energie – na záchovu (NEm) a přírůstek (NEg). Tyto netto energie jsou vypočítány z obsahu metabolizovatelné energie (ME) v sušině každého krmiva podle následujících rovnic:

$$\text{NEm} = 1,37\text{ME} - 0,138\text{ME}^2 + 0,0105\text{ME}^3 - 1,12$$

$$\text{NEg} = 1,42\text{ME} - 0,174\text{ME}^2 + 0,0122\text{ME}^3 - 1,65$$

ME – obsah metabolizovatelné energie v sušině, všechny energetické hodnoty jsou vyjádřeny v Mcal/kg



Hodnota netto energie laktace (NEL) v americkém systému byla počítána z TDN. Stravitelná nebo metabolizovatelná energie byla počítána pomocí rovnic podobných těm, co se používají v Nizozemském systému (McDonald, 2011)

### 2.2.10 NEF<sub>RO</sub>

Rostocký systém (NEF = Nettoenergie Fett) byl popsán Schiemanem et al. v roce 1971 v knize: Energetische Futter-bewertung und Energionormen. Bylo provedeno velké množství pokusů, které přinesly vyváženou stravu pro přežvýkavce.

Pro skot byly stanoveny následující rovnice:

$$\text{NEFr (kJ)} = 7,2 \cdot x_1 + 31,5 \cdot x_2 + 8,4 \cdot x_3 + 8,4 \cdot x_4,$$

kde  $x_1$  až  $x_4$  jsou gramy stravitelného hrubého proteinu, tuku, hrubé vlákniny a bezdusíkatých látek výtahových v tomto pořadí. Tyto rovnice jsou platné pouze pro koncentrace (DE/BE) mezi 0,67 – 0,80.

Pro krmení v praxi Schieman a kolektiv navrhli „energetickou krmnou jednotku“ (Energetische Futtereinheit), která pro přežvýkavce (E<sub>Fr</sub>) odpovídá 2,5 kcal. (10,5 kJ). Jeden kilogram ječmene (vlhkost 14%) podle tohoto systému odpovídá 6,2 MJ NEFr. (Sundstøl, 1993).



### 2.2.11 Výpočet energetických hodnot v systémech hodnocení krmiv

**Tab. 5: Vzorce používané pro výpočet energetických hodnot koncentrátů**

Zkratka systému	Jednotka	Vzorce pro koncentráty
ME <sub>MAFF</sub>	MJ	$15,21 \cdot \text{DCP} + 34,2 \cdot \text{DEE} + 12,8 \cdot \text{DCF} + 15,9 \cdot \text{D} \cdot \text{NFE}$
ME <sub>SW</sub>	MJ	$18,9 \cdot \text{DCP} + f \cdot \text{DEE} + 12,2 \cdot \text{DCF} + 15,5 \cdot \text{DNFE}$ $f = 34,8 - 36,9$
ME <sub>ARC</sub>	MJ	Stejný postup jako u ME <sub>MAFF</sub>
NEL <sub>NL</sub>	MJ	$0,60 \cdot [1 + 0,4 (q - 0,57)] \cdot 0,9752 \cdot \text{ME}$ $\text{ME} = 15,9 \cdot \text{DCP} + 37,7 \cdot \text{DEE} + 13,8 \cdot \text{DCF} + 14,7 \cdot \text{DNFE}$ $q = \text{ME}/\text{GE}$
NEF <sub>RO</sub>	MJ	$7,2 \cdot \text{DCP} + 31,5 \cdot \text{DEE} + 8,4 \cdot \text{DCF} + 8,4 \cdot \text{DNFE}$
NEL <sub>FR</sub>	MJ	$[0,60 + 0,24 (q - 0,57)] \cdot \text{ME}$ $q = \text{ME}/\text{GE}; \text{ME} = \text{ME}/\text{DE} \cdot \text{DE}$ $\text{DE} = \text{GE} \cdot \text{DE}/\text{GE}; \text{DE}/\text{GE} = \text{DOM}/\text{OM} - 0,013$ $\text{ME}/\text{DE} = 0,87 - (0,000088 \cdot \text{CF} + 0,00017 \cdot \text{CP})$
NEL <sub>US</sub>	Mcal	$0,10257 \cdot \text{TDN} - 0,502$ $\text{TDN} = \text{DCP} + 2,25 \cdot \text{DEE} + \text{DCF} + \text{DNFE}$
FU <sub>F</sub>	MJ	$[(9,38 \cdot \text{DCP} + f \cdot \text{DEE} + 9,88 \cdot \text{DCF} + 9,88 \cdot \text{DNFE}) \cdot \text{V}] / 6,91$ $f = 20,9 - 23,9; \text{V} = \text{value number}, 0,90 - 1,00$
FU <sub>D</sub>	MJ	$-0,369 + 0,0989 \cdot \text{DE} - 0,347 \cdot \text{CF}$ $\text{DE} = 24,237 \cdot \text{DCP} + 34,1 \cdot \text{DEE} + 17,3 \cdot (\text{DOM} - \text{DCP} - \text{DEE}) - 0,766 \cdot \text{Si}$

**Tab. 6: Vzorce používané pro výpočet energetických hodnot siláží**

Zkratka systému	Jednotka	Vzorce pro siláže
$ME_{MAFF}$	MJ	$16 \cdot D$
$ME_{SW}$	MJ	$18,0 \cdot DCP + 20,9 \cdot DEE + 12,1 \cdot DCF + 15,5 \cdot DNFF$
$ME_{ARC}$	MJ	Stejný postup jako u $ME_{MAFF}$
$NEL_{NL}$	MJ	$0,60 [1 + 0,4(q - 0,57)] \cdot 0,9752 \cdot ME$  $ME = 15,1 \cdot D; q = ME/18,4$
$NEF_{RO}$	MJ	$7,2 \cdot DCP + 31,5 \cdot DEE + 8,4 \cdot DCF + 8,4 \cdot DNFE$
$NEL_{FR}$	MJ	$[0,60 + 0,24 (q - 0,57)] \cdot ME$  $q = ME/GE; ME = ME/DE \cdot DE$  $DE = GE \cdot DE/GE;$  $DE/GE = 1,0087 \cdot DOM/OM - 0,0377$  $ME/DE = 0,87 - (0,000088 \cdot CF + 0,00017 \cdot CP)$
$NEL_{US}$	Mcal	$0,10257 \cdot TDN - 0,502$  $TDN = DCP + 2,25 \cdot DEE + DCF + DNFE$
$FU_F$	MJ	$[(9,38 \cdot DCP + 18,84 \cdot DEE + 9,88 \cdot DCF + 9,88 \cdot DNFE) \cdot V] / 6,91$  $V = \text{value number}, 0,80$
$FU_D$	MJ	$- 0,369 + 0,0989 \cdot DE - 0,347 \cdot CF$  $DE = 24,237 \cdot DCP + 34,1 \cdot DEE + 17,3 \cdot (DOM - DCP - DEE) - 0,766 \cdot Si$

**Tab. 7: Rovnice používané pro výpočet energetických požadavků**

Zkratka systému	Jednotka	Energie na záchovu	Energie na mléčnou produkci	Změna živé hmotnosti (přírůstek / úbytek)
ME <sub>MAFF</sub>	MJ ME	$8,3 \cdot 0,091 \cdot LW$	$5,3 \cdot FCM$	34 / 28
ME <sub>SW</sub>	MJ ME	$0,507 \cdot LW^{0,75}$	$5,0 \cdot FCM$	36 / 35
ME <sub>ARC</sub> <sup>a</sup>	MJ ME	$[0,53 \cdot (LW/1,08)^{0,67} + 0,0071 \cdot LW] / (0,35q + 0,503)$	$[M \cdot (1,509 + 0,0406 \cdot F)] / (0,35q - 0,420)$	27,4 / 21,8
NEL <sub>NL</sub>	VEM	$42,4 \cdot LW^{0,75}$	$5013 \cdot 440 \cdot FCM + 0,7293 \cdot FCM^2$ VEM = 6,91 kg NEL	<sup>b</sup>
NEF <sub>RO</sub>	EFr	$26 \cdot LW^{0,75}$	$285 \cdot FCM$ EFr = 10.47 kJ NEFr	<sup>b</sup>
NEL <sub>FR</sub>	UFL	$1,4 + 0,6 \cdot LW/100$	$0,43 \cdot FCM$	3,5 / 3,5
NEL <sub>US</sub>	MJ NEL	$0,335 \cdot LW^{0,75}$	$3,096 \cdot FCM$	21,4 / 20,6
FU <sub>F</sub>	FFU	$0,338 \cdot LW^{0,75}$	$0,4 \cdot FCM$ FFU = 6,91 MJ NE	2,5 / 2,5
FU <sub>D</sub>	FUC	$LW/200 + 1,5$	$0,4 \cdot FCM$ FUC = 7,89 MJ NEL	2,5 / 2,5

**Použité zkratky v tabulkách 5 až 7:**

DCP - (digestible crude protein) – stravitelný hrubý protein

DEE - (digestible ether extract) – stravitelný tuk

DCF - (digestible crude fiber) – stravitelná hrubá vláknina

D - (digestible organic matter in dry matter) – stravitelná organická hmota v sušině

TDN - (total digestible nutrients) – celkové stravitelné živiny

DOM - (digestible organic matter) – stravitelná organická hmota

S - (sugar) – cukr, korekce cukru se provádí, když obsah cukru převyšuje 20% sušiny

LW - (live weight) – živá hmotnost

FCM – kilogramy mléka korigovaného na 4% tuku

VEM – krmná jednotka pro mléko

UFL - (feed unit for milk) – krmná jednotka pro mléko

EFr - (feed unit for fattening) – krmná jednotka pro přírůstek

q – metabolizovatelnost

M – kilogramy mléka

f – gramy tuku v kilogramu mléka

a – celkové požadavky =  $[1 - 0,018 (L - 1)] \cdot (\text{Energie}_{\text{záchova}} + \text{Energie}_{\text{laktace}})$ ,

kde L = úroveň krmení (feeding level)

b – 20 MJ/kg změna živé hmotnosti

(Kaustell, Tuori, Huhtanen, 1997)

## 2.3 Norma USA - NRC (2001)

### 2.3.1 O systému NRC (2001)

V současnosti využívá Česká republika několik systémů pro hodnocení krmiv, nejčastěji je to francouzský systém INRA, nověji se však využívá i americký systém NRC. Výhodou amerického systému je komunikace v anglickém jazyce a světová rozšířenost. Díky tomu se dobře uplatňuje v praxi a snadno se používá. Při výpočtu krmných dávek je systém dostatečně přesný a konkurenceschopný. Je však potřeba myslet na to, že se hodnoty energie v systému NRC musí přepočítat z kalorií na jouly.

V energetické části NRC systému se používá parametr TDN (total digestible nutrients = veškeré stravitelné živiny), který pro systém představuje určitou zátěž a nevýhodu. V předchozí verzi systému z roku 1989 se tento parametr využíval pro přímý výpočet netto energie. Novější verze z roku 2001 již využívá parametr TDN pouze pro vypočítání korekce na úroveň výživy a jako parametr pro výpočet produkce mikrobiálního proteinu z energetické složky krmné dávky. Díky této změně nemá hodnota TDN takový vliv na konečný výsledek a nemusí se na ni brát takový ohled.

Proteinová část NRC systému se podobá francouzskému systému PDI, založenému na bachorové degradovatelnosti proteinu metodou nylonových sáčků. Na první pohled však tyto systémy podobně působit nemusí, protože jsou rozdílné při používání vstupních parametrů. Systém NRC používá tři frakce proteinu (A,B,C), které se stanovují metodou nylonových sáčků a strukturně se podobá spíše francouzskému systému INRA. ([www.naschov.cz/hodnoceni-krmiv-pro-dojnice-sytemem-nrc-s-nadstavbou-milk-2006](http://www.naschov.cz/hodnoceni-krmiv-pro-dojnice-sytemem-nrc-s-nadstavbou-milk-2006))

### 2.3.2 Postup při energetickém hodnocení krmiv dle NRC (2001)

Při přepočítávání energie z kalorií (cal) na jouly (J) a naopak se řídíme následujícími rovnicemi:

$$1 \text{ cal} = 0,239 \text{ J}$$

$$1 \text{ J} = 4,184 \text{ cal}$$

V systému NRC se obsah energie a potřeba energie pro dojnice na záchovu a laktaci vyjadřuje v jednotkách NEL (netto energie laktace). Pro zjištění netto energie krmiva se využívá následující postup:

### 1) Analýza krmiva

System NRC získává parametry pro výpočet nutriční hodnoty krmiv z chemické analýzy. Využívá se analýza stanovení neutrálně detergentní vlákniny (NDF – neutral detergent fibre), acido detergentního ligninu (ADL – acido detergent lignin), dusíkatých látek (CP – crude protein), tuku (EE – ether extract), popela (ash), proteinu nerozpustného v neutrálním detergentu (NDICP – neutral detergent insoluble protein), proteinu nerozpustného v kyselém detergentu (ADICP – acid detergent insoluble protein) a in vitro stravitelnosti NDF (in vitro NDFD – in vitro neutral detergent fibre digestibility). Dále je potřeba znát korekční faktor zpracování krmiva (PAF – processing adjustment factor), který zjistíme z tabulky.

### 2) Výpočet hodnoty TDN krmiva na záchovné úrovni výživy

Hodnoty se vyjadřují v procentech sušiny (DM – dry mass), pro výpočet slouží následující rovnice:

*Skutečně stravitelné nevláknité sacharidy (tdNFC – true digestible non fibre carbohydrate)*

$$tdNFC = 0,98 (100 - [(NDF - NDCIP) + CP + EE + Ash]) \cdot PAF$$

*Skutečně stravitelný protein v objemném krmivu (tdCPf – true digestible crude protein in forage)*

$$tdCPf = CP \cdot \exp [-1,2 \cdot (ADICP/CP)]$$

*Skutečně stravitelné masné kyseliny (tdFA – true digestible fatty acids)*

$$tdFA = FA; \text{ jestliže } EE < 1, \text{ pak } FA = 0$$

$$FA = EE - 1$$



*Skutečně stravitelná neutrálně detergentní vláknina (tdNDF – true digestible neutral detergent fibre)*

$$\text{tdNDF} = 0,75 (\text{NDFN} - \text{L}) \cdot [1 - (\text{L}/\text{NDFN})^{0,007}]$$

*Veškeré stravitelné živiny při úrovni výživy 1x záchova (TDN1x – total digestible nutrients)*

$$\text{TDN1x} (\%) = \text{tdNFC} + \text{tdCP} + (\text{tdFA} \cdot 2,25) + \text{tdNDF} - 7$$

### 3) Výpočet stravitelné energie (DE) na záchovné úrovni výživy

Hodnoty tdNFC, tdNDF, tdCP a AF jsou vyjádřeny v procentech sušiny.

*Stravitelná energie DE1x*

$$\text{DE1x} = (\text{tdNFC}/100) \cdot 4,2 + (\text{tdNDF}/100) \cdot 4,2 + (\text{tdCP}/100) \cdot 5,6 + (\text{FA}/100) \cdot 9,4 - 0,3 \text{ [Mcal/kg]}$$

### 4) Stanovení stravitelné energie (DE) při skutečném příjmu (3x záchova)

Pro účely porovnání nebo pro předběžný odhad se při výpočtu NEL hodnoceného krmiva používá úroveň výživy ve výši 3x záchova. Při úrovni výživy 3x se počítá TDN1x na úrovni 74%

$$\text{Korekční faktor} = (\text{TDN1x} - (0,18 \cdot \text{TDN1x} - 10,3) \cdot \text{Příjem}) / \text{TDN1x}$$

*Stravitelná energie (3x záchova) DE3x*

$$\text{DE3x} = \text{Odpočet (korekční faktor)} \cdot \text{DE1x}$$

### 5) Stanovení metabolizovatelné energie (ME) při skutečném příjmu (3x záchova)

*Metabolizovatelná energie (pro krmiva s obsahem EE nad 3%)*

$$\text{ME3x} = (1,01 \cdot \text{DEp} - 0,45) + 0,0046 \cdot (\text{EE} - 3)$$

## 6) Stanovení netto energie laktace (NEL) při skutečném příjmu (3x záchova)

*Netto energie laktace (pro krmiva s obsahem EE nad 3%)*

$$NEL_{3x} = 0,703 \cdot ME_{3x} - 0,19 + [(0,097 \cdot ME_{3x} + 0,19)/97] \cdot (EE - 3)$$

## 7) Stanovení netto energie krmiv pro záchovu a dokončení růstu dojníc

Pro výpočet netto energie krmiv pro záchovu a růst se vychází z ME při úrovni výživy 1,5x záchova (DE<sub>1x</sub> násobená faktorem 0,82)

$$ME_{1,5x} = DE_{1x} \cdot 0,82$$

*Netto energie na záchovu (NE<sub>m</sub> – net energy for maintenance)*

$$NE_m = 1,37 \cdot ME_{1,5x} - 0,138 \cdot ME_{1,5x}^2 + 0,0105 \cdot ME_{1,5x}^3 - 1,12 \text{ [Mcal/kg]}$$

*Netto energie na růst (NE<sub>g</sub> – net energy for growth)*

$$NE_g = 1,42 \cdot ME_{1,5x} - 0,174 \cdot ME_{1,5x}^2 + 0,0122 \cdot ME_{1,5x}^3 - 1,65 \text{ [Mcal/kg]}$$

(Třináctý, Richter, Křížová, 2009)

### **2.3.3 Protein ve výživě dojníc**

Protein hraje důležitou roli při výživě vysokoužitkových dojníc. Moderní systémy zabývající se výživou přežvýkavců se snaží o správné určení potřeby proteinu a předpovídání toku jednotlivých frakcí proteinu do tenkého střeva.

Mezi proteinové frakce patří mikrobiální protein (MCP – microbial crude protein, stavební látka pro bачorové mikroorganismy), ruminálně nedegradovaný protein (RUP – ruminally undegraded feed crude protein - protein, který unikl bачorové degradaci) a endogenní protein (ECP – endogenous crude protein – protein, který pochází ze slin, trávicích enzymů a odumřelých buněk epitelu trávicího traktu).

Při hodnocení musíme nejprve určit procentuální zastoupení hrubého proteinu krmiva degradovaného v bачoru (RDP – ruminally degraded feed crude protein) a hrubého proteinu krmiva nedegradovaného v bачoru (RUP) z hrubého proteinu (CP – crude protein) krmiva a to pomocí frakcionalizace hrubého proteinu krmiva metodou

nylonových sáčků. Metoda spočívá v umístění sáčků s krmivem do bachoru přes bachorovou kanylu. Sáčky jsou v určitých časových intervalech vyjímány a je stanoven úbytek proteinu. Výsledkem je určení frakcí A, B a C.

Frakce A – nerozpustný, v bachoru rychle degradovatelný protein s podílem neproteinového dusíku (NPN).

Frakce B – potenciaálně v bachoru degradovatelný protein, parametr Kd – vyjadřuje rychlost degradace frakce B

Frakce C – nedegradovatelná složka CP krmiva, získává se odpočtem složek A a B od 100%.

Při zohlednění intestinální stravitelnosti (dsi) složky RUP získáme hodnotu MP (metabolizable protein – metabolizovatelný protein, skutečný protein stravitelný v tenkém střevě – aminokyseliny absorbované tenkým střevem,  $g \cdot den^{-1}$ ) pocházejícího z krmiva - MPFeed

V bachoru se syntetizuje mikrobiální hmota s daným podílem MCP (microbial crude protein – mikrobiální hrubý protein). Množství MCP může být limitováno buď energií (v případě, že máme přebytek RDP) nebo množstvím RDP (pokud máme dostatek energie). Výsledná hodnota MCP je ta nižší (limitovaná jedním z uvedených parametrů). Při zohlednění intestinální stravitelnosti složky MCP získáme hodnotu MP bakteriálního původu – MPBact.

Frakce ECP je funkcí DMI (dry matter intake – příjem sušiny). Při započítání výše konverze této frakce do MP získáme hodnotu MP endogenního původu – MPEndo.

Výsledný tok MP je vyjádřen součtem frakcí MPFeed, MPBact a MPEndo. Výsledná hodnota MP není uváděna pro jednotlivá krmiva, ale vypočítává se za celou krmnou dávku.

### **2.3.4 Postup při hodnocení proteinu krmiv dle NRC (2001)**

#### 1) Analýza krmiva

Provádí se analýza CP, NDF, ADL (acido detergentní lignin), EE, Ash (popela), NDICP, ADICP a in vitro NDFD

2) Odečtení parametrů A, B, C, Kd a RUPDigest [ruminally undegraded feed crude protein intestinal digestibility – intestinální stravitelnost hrubého proteinu krmiva nedegradovaného v bacheru, % CP] z tabulek

Výchozí parametry (A, B, C, Kd), pomocí kterých se vypočítá hodnota RUP v rámci optimalizace krmné dávky, jsou uvedeny v tabulkách krmiv NRC (2001). Tyto parametry lze najít buď v NRC (2001) databázi krmiv (tabulka č. 15-2a pro běžná krmiva a tabulka č. 15-2b pro méně běžná krmiva), nebo v softwaru systému NRC (NRC Dairy cattle Program, Version 1.0)

Pro zjištění hodnot RUPDigest lze použít nejen databázi NRC, ale i další zdroje, kde je intestinální stravitelnost publikována.

3) Výpočet parametru Kp (rate of passage from rumen – výtoková rychlost z bacheru, % . h<sup>-1</sup>)

Výtoková rychlost z bacheru v rámci NRC není konstantní, proto při výpočtu platí pro různá krmiva různé vzorce:

*Vlhká objemná krmiva (siláže, zelená hmota)*

$$K_p (\%/h^{-1}) = 3,054 + 0,614X_1$$

*Suchá objemná krmiva (seno)*

$$K_p (\%/h^{-1}) = 3,362 + 0,479X_1 + 0,007X_2 - 0,017X_3$$

*Jadrná krmiva*

$$K_p (\%/h^{-1}) = 2,904 + 1,375X_1 - 0,020X_2$$

$X_1$  = DMI (dry matter intake – příjem sušiny) v % živé hmotnosti (% BW – body weight)

$X_2$  = obsah jaderného krmiva v KD (% DM)

$X_3$  = obsah NDF v hodnoceném krmivu (% DM)

4) výpočet podílu RDP a RUP v CP krmiva

$$\text{RDP (\%CP)} = A + B \cdot [\text{Kd} / (\text{Kd} + \text{Kp})]$$

$$\text{RUP (\%CP)} = B \cdot [\text{Kd} / (\text{Kd} + \text{Kp})] + C \text{ nebo } \text{RUP (\%CP)} = 100 - \text{RDP}$$

Parametry A, B, C jsou vyjádřeny v % CP

Parametry Kd, Kp jsou vyjádřeny v % . h<sup>-1</sup>

5) výpočet toku MPFeed, MPBact, MPEndo a celkového MP

*Výpočet toku MPFeed za kompletní KD*

**Výpočet MPFeed pro dané krmivo n**

$$\text{RUPn (g/den)} = (10 \cdot \text{CPn}) \cdot (\text{RUPn}/100) \cdot \text{DMIFeedn}$$

$$\text{MPFeedn (g/den)} = \text{RUPn} \cdot \text{RUPDigestn}$$

Parametry jsou vyjádřeny v:

RUPn ( % CP) – v první rovnici

RUPn (g/den) – ve druhé rovnici

CPm (% DM)

DMIFeedn (kg/den)

MPFeedn (g/den)

RUPDigestn (%RUPn)

**Výpočet MPFeed za kompletní KD (krmiva 1 až n)**

$$\text{MPFeed (g/den)} = \text{MPFeed1} + \dots + \text{MPFeedn}$$

Parametry MPFeed a MPFeedn jsou vyjádřeny v g/den

### *Výpočet toku MPBact za kompletní KD*

Nejprve je potřeba vypočítat celkový příjem TDN korigovaný na aktuální příjem (TotalTDNcorr), až poté se vypočítá bakteriální tok MP.

#### **Výpočet TDN při příjmu na úrovni záchovy**

##### Skutečně stravitelné NFC (tdNFC)

$$\text{tdNFC} = 0,98 (100 - [(NDF - \text{NDICP}) + \text{CP} + \text{EE} + \text{Ash}]) \cdot \text{PAF}$$

##### Skutečně stravitelné CP pro objem

$$\text{tdCPl} = \text{CP} \cdot \exp [-1,2 \cdot (\text{ADIC}/\text{CP})]$$

##### Skutečně stravitelné CP pro koncentráty

$$\text{tdCPc} = \text{CP} \cdot \{1 - [0,4 \cdot (\text{ADIC}/\text{CP})]\}$$

##### Skutečně stravitelné FA

$$\text{tdFA} = \text{FA}; \text{ jestliže } \text{EE} < 1, \text{ pak } \text{FA} = 0$$

##### Skutečně stravitelná NDF

$$\text{tdNDF} = 0,75 (\text{NDFn} - \text{L}) \cdot [1 - (\text{L} / \text{NDFn}^{0,067})]$$

$$\text{TDN1x (\%DM)} = \text{tdNFC} + \text{tdCP} + (\text{tdFA} \cdot 2,25) + \text{tdNDF} - 7$$

#### **Výpočet TDN korigované na aktuální příjem, celkově přijaté TDN (Total TDNcorr)**

$$\text{Korekční faktor} = [(\text{TDN1x} - [(0,18 \cdot \text{TDN1x}) - 10,3]) \cdot \text{příjem}] / \text{TDN1x}$$

Příjem = přírůstek příjmu nad záchovnou potřebu, např. příjem 2 = dojnice přijímající 3-násobek záchovy

$$\text{TotalTDNcorr (kg} \cdot \text{den}^{-1}\text{)} = \text{Korekční faktor} \cdot [(\text{TDN1} \cdot 1 / 100 \cdot \text{DMIFeed } 1) + (\text{TDN1xn} / 100 \cdot \text{DMIFeedn})]$$

Parametr TDN1x (1 až n) je vyjádřen v % DM

Parametr DMIFeed(1 až n) je vyjádřen v kg  $\cdot$  den<sup>-1</sup>

### **Výpočet MCP při přebytku RDP (MCPE)**

$$\text{MCPE (g} \cdot \text{den}^{-1}) = 130 \cdot \text{TotalTDNcorr}$$

Parametr TotalTDNcorr je vyjádřen v  $\text{kg} \cdot \text{den}^{-1}$

Koeficient 130 = množství syntetizovaného MCP (g) z kg TDN

### **Výpočet MCP při přebytku TDN (MCPN)**

$$\text{RDPn (g} \cdot \text{den}^{-1}) = (10 \cdot \text{CPn}) \cdot (\text{RDPn} / 100) \cdot \text{DMIFeedn}$$

$$\text{RDPn (g} \cdot \text{den}^{-1}) = \text{RDP1} + \dots + \text{RDPn}$$

$$\text{MCPN (g} \cdot \text{den}^{-1}) = 0,85 \cdot \text{RDP}$$

Parametr RDPn je v první rovnici vyjádřen v % CP, ve druhé a třetí rovnici v  $\text{g} \cdot \text{den}^{-1}$

Parametr CPn je vyjádřen v % DM

Parametr DMIFeedn je vyjádřen v  $\text{kg} \cdot \text{den}^{-1}$

Koeficient 0,85 = množství syntetizovaného MCP (g) z 1g RDP

### *Výpočet toku bakteriálního MP (MPBact)*

$$\text{MCP (g} \cdot \text{den}^{-1}) = \text{nižší z hodnot MCPE a MCPN}$$

$$\text{MPBact (g} \cdot \text{den}^{-1}) = \text{MCP} \cdot 0,80 \cdot 0,80$$

1. koeficient 0,80 vyjadřuje podíl skutečného proteinu v MCP

2. koeficient 0,80 vyjadřuje stravitelnost skutečného proteinu v tenkém střevě

### *Výpočet toku MPEndo za kompletní KD*

$$\text{ECP (g} \cdot \text{den}^{-1}) = 11,9 \cdot \text{DMI}$$

$$\text{MPEndo (g} \cdot \text{den}^{-1}) = \text{ECP} \cdot 0,50 \cdot 0,80$$

Parametr DMI je vyjádřen v  $\text{kg} \cdot \text{den}^{-1}$

Koeficient 0,50 vyjadřuje podíl skutečného proteinu v ECP

Koeficient 0,80 vyjadřuje stravitelnost skutečného proteinu v tenkém střevě

*Výpočet celkového toku MP za kompletní KD*

$$\text{MP (g/den)} = \text{MPFeed} + \text{MPBact} + \text{MPEndo}$$

Parametry MPFeed, MPBact a MPEndo jsou vyjádřeny v g/den (Richter, Třináctý, 2009)

## **2.4 Český a slovenský systém hodnocení krmiv (SOMMER aj. 1994)**

Současný systém hodnocení krmiv, používaný v České republice a na Slovensku, se zabývá hodnocením množství energie a dusíkatých látek. Krmivo je posuzováno podle obsahu jednotek NEL (netto energie pro laktaci) a NEV (netto energie pro výkrm). Množství dusíkatých látek v krmivu je vyjadřováno pomocí PDI – proteinu stravitelného v tenkém střevě.

### **2.4.1 NEL**

Netto energie laktace je hodnota energie, která je použita organismem na produkci mléka. Před dosazením do rovnice pro výpočet NEL je nutno vypočítat obsah brutto energie (BE) a metabolizovatelné energie (ME).

Při výpočtu BE a ME používáme pro každou skupinu krmiv odlišné regresní rovnice odvozené Venclem aj. (1991), v závislosti na jejich živinovém složení, proto se výsledky pro různá krmiva liší. Při výpočtu BE potřebujeme znát u objemných krmiv obsah organické hmoty a dusíkatých látek. U jadrných krmiv se zaměřujeme na obsah jednotlivých organických živin. U vypočítávání ME nás navíc zajímá stravitelnost těchto živin (dusíkatých látek, organické hmoty, tuku, vlákniny a bezdusíkatých látek výtahových).



Množství živin dosazujeme do výpočtu v g/kg sušiny, výsledek odpovídá množství energie v MJ/kg sušiny.

Používané odvozené regresní rovnice:

Pro objemná krmiva

$$BE = 0,00588 \cdot NL + 0,01918 \cdot OH$$

$$ME = 0,00137 \cdot SNL + 0,01504$$

Pro kukuřici

$$BE = (0,00588 \cdot NL + 0,01918 \cdot OH) - 0,15$$

$$ME = 0,01549 \cdot SOH$$

Pro cukrovku a krmnou řepu

$$BE = 0,01826 \cdot OH$$

$$ME = 0,01486 \cdot SOH$$

Pro cukrové skrojky

$$BE = 0,01163 \cdot NL + 0,01655 \cdot OH$$

$$ME = 0,01426 \cdot SOH$$

Pro jadrná krmiva

$$BE = 0,0239 \cdot NL + 0,0397 \cdot T + 0,0200 \cdot VL + 0,0174 \cdot BNLV$$

$$ME = 0,01588 \cdot SNL + 0,03765 \cdot ST + 0,01380 \cdot SVL + 0,01518 \cdot SBNLV$$

Po vypočítání hodnot brutto energie a metabolizovatelné energie dosazujeme do následující rovnice pro výpočet NEL:

$$NEL = ME \cdot [0,4632 + 0,24 \cdot q]$$

Koeficient q (koeficient metabolizovatelnosti energie) vypočítáme jako podíl metabolizovatelné energie a brutto energie.

$$q = ME/BE$$

### 2.4.2 NEV

Při stanovení hodnoty netto energie výkrmu je zohledňován fakt, že ME pro záchovu je využívána efektivněji než ME pro růst. Používá se rovnice

$$NEV = ME \cdot kzp,$$

ve které se počítá koeficient kzp ( koeficient využití ME pro výpočet NEV) jako

$$kzp = \frac{(kz \cdot kp) \cdot \acute{u}}{[(kp + kz \cdot (\acute{u} - 1))]}$$

Písmenem  $\acute{u}$  je označována úroveň výživy, která vyjadřuje, jaký násobek potřeby energie pro záchovu zvířete odpovídá energii, kterou obsahuje krmná dávka. Český systém používá jednotnou úroveň výživy a to je úroveň 1,5. Pokud tedy předchozí rovnici upravíme a dosadíme do ní hodnotu úrovně výživy, rovnice dostane podobu

$$kzp = \frac{(kz \cdot kp) \cdot 1,5}{[(kp + kz \cdot (1,5 - 1))]}$$

Koeficient kz vyjadřuje využití ME pro záchovu,  $kz = 0,554 + 0,287 \cdot q$

Koeficient kp znamená využití ME pro přírůstek živé hmotnosti,  $kp = 0,006 + 0,780 \cdot q$

$q$  je koeficient metabolizovatelnosti energie a vypočítá se stejným způsobem jako při stanovování hodnoty NEL ( $q = ME/BE$ ).

### 2.4.3 PDI

V současných evropských systémech hodnocení dusíkatých látek (NL) je posuzována úroveň krytí požadavků organismu na přívod aminokyselin. Nejčastěji je tato úroveň hodnocena podle množství proteinu skutečně vstupujícího do tenkého střeva. Jedním z těchto moderních systémů je systém PDI (Sommer a kol., 1994), používaný v České republice i na Slovensku.

Systém PDI (protein skutečně stravitelný v tenkém střevě) vychází z francouzského systému INRA. Rozlišuje rozdílný původ celkového proteinu, který

vstupuje do tenkého střeva, který může být buď exogenní (mikrobiální protein a nedegradovaný protein krmiva) nebo endogenní.

Před zavedením systému PDI se používal systém hodnocení dusíkatých látek podle obsahu stravitelných dusíkatých látek (SNL). Mezi systémy je několik rozdílů:

**Tab. 8: Rozdíly mezi systémy PDI a SNL**

	PDI	SNL
Nároky na rozsah vstupních dat	Vyšší	Nižší
Posuzování úrovně krytí požadavku na přívod aminokyselin	Podle množství proteinu skutečně vstupujícího do tenkého střeva	Odvození z rozdílu mezi množstvím NL přijatým v krmivu a množstvím NL vyloučených ve výkalech
Zahrnutí metabolických přeměn NL v trávicím traktu	Ano (př. degradovatelnost v batoru, střevní stravitelnost nedegradovatelné části,...)	Ne

Dusíkaté látky vstupující do tenkého střeva jsou tvořeny převážně mikrobiálními dusíkatými látkami, z menší části se jedná o nedegradovatelné dusíkaté látky krmiva. Poměr těchto zdrojů závisí na degradovatelnosti dusíkatých látek krmiva (deg).

#### Degradovatelné dusíkaté látky

Degradovatelné dusíkaté látky slouží jako zdroj dusíku pro batorové mikroorganismy. Poté, co jsou těmito mikroorganismy rozloženy, dochází z velké části ke konverzi na mikrobiální dusíkaté látky. Podle systému PDI je konverze dusíkatých látek krmiv na mikrobiální látky účinná z 90%. U NPN (nebílkovinné dusíkaté látky) se počítá s účinností konverze 80%.

V případě nadbytečného přívodu degradovatelných dusíkatých látek do bachoru dochází ke zvyšování koncentrace čpavku. Tento nadbytečný čpavek je nutné eliminovat, což se negativně odráží v energetické bilanci. Nedostatek degradovatelných dusíkatých látek lze vyřešit např. doplněním zdrojů nebílkovinných dusíkatých látek.

V případě, že degradovatelné dusíkaté látky nejsou v nedostatku, je intenzita mikrobiální proteosyntézy závislá na množství dostupné energie. Systém PDI měří tuto energii pomocí množství organické hmoty fermentovatelné v bachoru (FOH). Z 1kg FOH průměrně vzniká 145g mikrobiálních dusíkatých látek, složených z 80% mikrobiálním proteinem a z 20% nukleovými kyselinami.

#### Nedegradovatelné dusíkaté látky

Dusíkaté látky krmiva, které nejsou odbourávány mikroorganismy v bachoru. Přejíždí do slezu, respektive do tenkého střeva, kde jsou tráveny. Toto trávení probíhá s různou intenzitou a proto střevní stravitelnost nedegradovatelných dusíkatých látek krmiva (dsi) dosahuje od 55% do 95%. V systému PDI se s těmito rozdíly počítá.

#### Definování nutriční hodnoty krmiva v jednotkách PDI

Výživnou hodnotu krmiva posuzujeme podle obsahu proteinu skutečně stravitelného v tenkém střevě (PDI). Tento protein je v krmné dávce složen ze dvou frakcí – PDIA a PDIM.

#### FRAKCE PDIA

Jedná se o nedegradovaný protein krmiva skutečně stravitelný v tenkém střevě.

#### FRAKCE PDIM

Mikrobiální protein skutečně stravitelný v tenkém střevě. PDIM má dvě formy, protože bachorové mikroorganismy získávají z krmiva k zajištění proteosyntézy degradovatelný protein i dostupnou energii. Zeman (2006) tyto formy definuje následovně:

„PDIMN – množství mikrobiálního proteinu, které může být v batoru syntetizováno z degradovaného proteinu krmiva, není-li obsah dostupné energie a dalších živin limitující.

PDIME – množství mikrobiálního proteinu, které může být v batoru syntetizováno z dostupné energie, není-li obsah degradovaného proteinu krmiva a dalších živin limitující.“

Je potřeba brát v úvahu oba způsoby získání proteinu, a proto charakterizujeme nutriční hodnotu krmiva dvěma hodnotami PDI:

$$PDIN = PDIA + PDIMN$$

$$PDIE = PDIA + PDIME$$

Když se počítá obsah PDI v krmné dávce, je nutné sčítat hodnoty PDIN a PDIE odděleně. Hodnota, jejíž součet je nižší, představuje skutečnou nutriční hodnotu krmiva. Vyšší hodnota vyjadřuje potencionální hodnotu krmiva, které by bylo dosaženo kombinací s vhodným komplementárním krmivem.

Porovnáním PDIN a PDIE mezi sebou lze zjistit, jestli je rovnováha mezi potřebou mikroorganismů a přívodem degradovatelných dusíkatých látek.

**Tab. 9: Vztah mezi hodnotami PDIN a PDIE a z toho plynoucí důsledky**

PDIN = PDIE	Přívod degradovatelných dusíkatých látek odpovídá potřebě mikroorganismů.
PDIN > PDIE	Je potřeba snížit přívod degradovatelných NL.
PDIN < PDIE	Je potřeba zařadit krmivo s vyšší degradovatelností NL nebo zdroj NPN.

Pro výpočet množství PDI v krmivu musíme znát:

- obsah dusíkatých látek ( = obsah dusíku vynásobený koeficientem 6,25)
- degradovatelnost dusíkatých látek (deg)
- obsah fermentovatelné organické hmoty (FOH)

FOH = stravitelná organická hmota (SOH) – tuk – nedegradovatelné dusíkaté látky krmiv (NdNL)

SOH = OH . koeficient stravitelnosti OH

NdNL = NL . (1- deg)

- skutečnou stravitelnost nedegradovaných dusíkatých látek krmiva (NdNL) v tenkém střevě (dsi)
- pokud provádíme výpočet u silážovaných krmiv, je potřeba znát ještě hodnotu fermentačních produktů (FP)

FP = kyselina mléčná + těkavé mastné kyseliny (TMK) + alkoholy

Dosazujeme do následujících rovnic:

PDIA = NL . 1,11 (1 -deg) . 1,0 . dsi

PDIMN = NL . [1 - 1,11 (1 -deg)] . 0,9 . 0,8 . 0,8

PDIME = FOH . 0,145 . 0,8 . 0,8

Index 1,11 používáme v případě stanovování degradability dusíkatých látek metodou in situ, protože při této metodě je krmivo uzavřeno v sáčku s odlišnými podmínkami fermentace krmiva. Pokud se sáčky nepracujeme, mění se tento index na 1,0. (Zeman, 2006)

#### **2.4.4 Výpočet NEL, NEV a PDI kukuřičné siláže a ječmene**

Údaje o živinách obsažených v kukuřičné siláži a ječmenu byly získány z Kapesního katalogu krmiv (Vyskočil, 2008). Obsah živin v tabulkách je uveden v 1kg sušiny krmiva.

##### NEL kukuřičné siláže

Než začneme s výpočtem samotné NEL, potřebujeme si vypočítat hodnotu metabolizovatelné energie a brutto energie. Pro výpočet těchto energií použijeme Venclovy regresní rovnice pro kukuřici.

$$BE = (0,00588 \cdot NL + 0,01918 \cdot OH) - 0,15 =$$

$$= (0,00588 \cdot 96,10 + 0,01918 \cdot 923) - 0,15 = 18,12 \text{ [MJ/kg]}$$

$$ME = 0,01549 \cdot SOH = 0,01549 \cdot 654,59 = 10,14 \text{ [MJ/kg]}$$

**Tab. 10: Hodnoty živin v kukuřičné siláži**

Kukuřičná siláž					
	NL	Tuk	Vláknina	BNLV	OH
Obsah [g/kg]	96,1	28,7	210,4	587,8	923
Koeficient stravitelnosti [%/100]	0,48	0,72	0,69	0,753	0,7092
Stráveno [g/kg]	46,13	20,66	145,18	442,61	654,59
Ekvivalent BE	0,00588				0,01918
Brutto energie	0,5651				17,7031
BE krmiva	18,12 [MJ/kg]				
Ekvivalent ME					0,01549
Metabolizovatelná energie					10,1395
ME krmiva	10,14 [MJ/kg]				

Obsah organické hmoty zjistíme součtem obsahu NL, tuku, vlákniny a BNLV.

$$OH = 96,10 + 28,70 + 210,40 + 587,80 = 923 \text{ g/kg sušiny.}$$

Obsah živin, které byly stráveny, zjistíme součinem obsahu živin v 1kg sušiny krmiva a koeficientu stravitelnosti.

#### Výpočet NEL kukuřičné siláže

Vzorec:  $NEL = ME \cdot [0,4632 + 0,24 \cdot q]$ , kde  $q = ME/BE$

$$q = ME/BE = 10,14/18,12 = 0,5596$$

$$NEL = 10,14 \cdot [0,4632 + 0,24 \cdot 0,5596] = \mathbf{6,06 \text{ MJ}}$$

## NEL ječmene

Jelikož ječmen patří mezi jadrná krmiva, použijeme pro výpočet jeho brutto energie a metabolizovatelné energie příslušné regresní rovnice – rovnice pro jadrná krmiva.

$$BE = 0,0239 \cdot NL + 0,0397 \cdot T + 0,0200 \cdot VL + 0,0174 \cdot BNLV = 0,0239 \cdot 127,00 + 0,0397 \cdot 22,50 + 0,0200 \cdot 55,80 + 0,0174 \cdot 763,70 = 18,33 \text{ [MJ/kg]}$$

$$ME = 0,01588 \cdot SNL + 0,03765 \cdot ST + 0,01380 \cdot SVL + 0,01518 \cdot SBNLV = 0,01588 \cdot 92,58 + 0,03765 \cdot 17,57 + 0,01380 \cdot 15,96 + 0,01518 \cdot 683,51 = 12,73 \text{ [MJ/kg]}$$

**Tab. 11: Hodnoty živin v ječmeni**

Ječmen					
	NL	Tuk	Vláknina	BNLV	OH
Obsah [g/kg]	127	22,5	55,8	763,7	969
Koeficient stravitelnosti [%/100]	0,729	0,781	0,286	0,895	0,8355
Stráveno [g/kg]	92,58	17,57	15,96	683,51	809,6
Ekvivalent BE	0,0239	0,0397	0,02	0,0174	
Brutto energie	3,0353	0,8933	1,116	13,2884	
BE krmiva	18,33 [MJ/kg]				
Ekvivalent ME	0,01588	0,03765	0,0138	0,01518	
Metabolizovatelná energie	1,4702	0,6615	0,2202	10,3757	
ME krmiva	12,73 [MJ/kg]				

Obsah organické hmoty:

$$OH = 127,00 + 22,50 + 55,80 + 763,70 = 969 \text{ g/kg sušiny.}$$



### Výpočet NEL ječmene

Vzorec:  $NEL = ME \cdot [0,4632 + 0,24 \cdot q]$ , kde  $q = ME/BE$

$$q = ME/BE = 12,73/18,33 = 0,6945$$

$$NEL = 12,73 \cdot [0,4632 + 0,24 \cdot 0,6945] = \mathbf{8,02 \text{ MJ}} \text{ (Zeman et al., 1995)}$$

### NEV kukuřičné siláže

$$\begin{aligned} BE &= (0,00588 \cdot NL + 0,01918 \cdot OH) - 0,15 = \\ &= (0,00588 \cdot 96,10 + 0,01918 \cdot 923) - 0,15 = 18,12 \text{ [MJ/kg]} \end{aligned}$$

$$ME = 0,01549 \cdot SOH = 0,01549 \cdot 654,59 = 10,14 \text{ [MJ/kg]}$$

$$q = ME/BE = 10,14/18,12 = 0,5596$$

$$Kz = 0,554 + 0,287 \cdot q = 0,554 + 0,287 \cdot 0,5596 = 0,7146$$

$$Kp = 0,006 + 0,780 \cdot q = 0,006 + 0,780 \cdot 0,5596 = 0,4425$$

$$kzp = \frac{(kz \cdot kp) \cdot 1,5}{[(kp + kz) \cdot (1,5 - 1)]} = \frac{(0,7146 \cdot 0,4425) \cdot 1,5}{[(0,4425 + 0,7145) \cdot (1,5 - 1)]} = 0,4743/0,7998 = 0,5930$$

$$NEV = ME \cdot kzp = 10,14 \cdot 0,5930 = \mathbf{6,01 \text{ MJ}} \text{ při 100\% sušině}$$

### NEV ječmene

$$\begin{aligned} BE &= 0,0239 \cdot NL + 0,0397 \cdot T + 0,0200 \cdot VL + 0,0174 \cdot BNLV = \\ &= 0,0239 \cdot 127,00 + 0,0397 \cdot 22,50 + 0,0200 \cdot 55,80 + 0,0174 \cdot 763,70 = \\ &= 18,33 \text{ [MJ/kg]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ME &= 0,01588 \cdot SNL + 0,03765 \cdot ST + 0,01380 \cdot SVL + 0,01518 \cdot SBNLV = \\ &= 0,01588 \cdot 92,58 + 0,03765 \cdot 17,57 + 0,01380 \cdot 15,96 + 0,01518 \cdot 683,51 = \\ &= 12,73 \text{ [MJ/kg]} \end{aligned}$$

$$q = ME/BE = 12,73/18,33 = 0,6945$$

$$Kz = 0,554 + 0,287 \cdot q = 0,554 + 0,287 \cdot 0,6945 = 0,7533$$

$$kp = 0,006 + 0,780 \cdot q = 0,006 + 0,780 \cdot 0,6945 = 0,5477$$

$$kzp = \frac{(kz \cdot kp) \cdot 1,5}{[(kp + kz \cdot (1,5 - 1))]} = \frac{(0,7533 \cdot 0,5477) \cdot 1,5}{[(0,5477 + 0,7533 \cdot (1,5 - 1))]} = 0,6189/0,9244 = 0,6695$$

$$NEV = ME \cdot kzp = 12,73 \cdot 0,6695 = \mathbf{8,52 \text{ MJ}}$$
 při 100% sušině

### PDI kukuřičné siláže

**Tab. 12: Obsah živin – kukuřičná siláž**

Živiny obsažené v 1 kg sušiny kukuřičné siláže (g)						
NL	Tuk	Vláknina	BNLV	OH	Dsi	deg
96,10	28,70	210,40	587,80	923	0,70	0,72

deg – degradovatelnost NL krmiva

dsi - stravitelnost nedegradovatelných dusíkatých látek krmiva

$$OH = NL + tuk + vláknina + BNLV$$

**Tab. 13: Fermentační produkty – kukuřičná siláž**

Fermentační produkty (g)		
Kyselina mléčná	Těkavé mastné kyseliny (TMK)	Alkoholy
21,75	49,30	1,45

Výpočet:

U kukuřičné siláže je potřeba si nejprve spočítat obsah fermentačních produktů (FP)

$$FP = \text{kyselina mléčná} + \text{TMK} + \text{alkoholy} = 21,78 + 49,30 + 1,45 = 72,50 \text{ g}$$

Dále je potřeba vypočítat hodnoty PDIN a PDIE. Výslednou hodnotou PDI je nižší z jednotek (PDIN nebo PDIE).

Mezivýpočty:

$$\begin{aligned} \text{PDIA} &= \text{NL} \cdot 1,11 (1 - \text{deg}) \cdot 1,0 \cdot \text{dsi} = \\ &= 96,10 \cdot 1,11 \cdot (1 - 0,72) \cdot 1,0 \cdot 0,70 = 20,908 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PDIMN} &= \text{NL} \cdot [1 - 1,11 (1 - \text{deg})] \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = \\ &= 96,10 \cdot [1 - 1,11 \cdot (1 - 0,72)] \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 38,150 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{PDIME} = \text{FOH} \cdot 0,145 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 527,222 \cdot 0,145 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 48,926 \text{ g}$$

$$\text{FOH} = \text{SOH} - \text{tuk} - \text{NdNL} - \text{FP} = 655,33 - 28,70 - 26,908 - 72,50 = 527,222 \text{ g}$$

$$\text{SOH} = \text{OH} \cdot \text{koeficient stravitelnosti OH} = 923 \cdot 0,71 = 655,33 \text{ g}$$

$$\text{NdNL} = \text{NL} \cdot (1 - \text{deg}) = 96,10 \cdot (1 - 0,72) = 26,908 \text{ g}$$

$$\text{PDIN} = \text{PDIA} + \text{PDIMN} = 20,908 + 38,150 = 59,058 \text{ g}$$

$$\text{PDIE} = \text{PDIA} + \text{PDIME} = 20,908 + 48,926 = 69,836 \text{ g}$$

Jednotka PDIN je nižší, proto odpovídá výsledné hodnotě PDI.

Kukuřičná siláž při 100% sušině obsahuje v 1kg **59,058g** PDI.

PDI ječmene

**Tab. 14: Obsah živin - ječmen**

Živiny obsažené v 1kg ječmene (g)						
NL	Tuk	Vláknina	BNLV	OH	Dsi	deg
127,00	22,50	55,80	763,70	969,00	0,86	0,73

Výpočet:

Ječmen nepatří mezi silážovaná krmiva, proto nepočítáme obsah fermentačních produktů.

Mezivýpočty:

$$\begin{aligned} \text{PDIA} &= \text{NL} \cdot 1,11 (1 - \text{deg}) \cdot 1,0 \cdot \text{dsi} = \\ &= 127,00 \cdot 1,11 \cdot (1 - 0,73) \cdot 1,0 \cdot 0,86 = 32,733 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PDIMN} &= \text{NL} \cdot [1 - 1,11 (1 - \text{deg})] \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = \\ &= 127,00 \cdot [1 - 1,11 \cdot (1 - 0,73)] \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 51,228 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{PDIME} = \text{FOH} \cdot 0,145 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 753,294 \cdot 0,145 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 69,906 \text{ g}$$

$$\text{FOH} = \text{SOH} - \text{tuk} - \text{NdNL} = 810,084 - 22,50 - 34,29 = 753,294 \text{ g}$$

$$\text{SOH} = \text{OH} \cdot \text{koeficient stravitelnosti OH} = 969,00 \cdot 0,836 = 810,084 \text{ g}$$

$$\text{NdNL} = \text{NL} \cdot (1 - \text{deg}) = 127,00 \cdot (1 - 0,73) = 34,29 \text{ g}$$

$$\text{PDIN} = \text{PDIA} + \text{PDIMN} = 32,733 + 51,228 \text{ g} = 83,961 \text{ g}$$

$$\text{PDIE} = \text{PDIA} + \text{PDIME} = 32,733 + 69,906 = 102,639 \text{ g}$$

Jednotka PDIN je nižší, proto odpovídá výsledné hodnotě PDI.

Ječmen při 100% sušiny obsahuje v 1kg **83,961 g** PDI. (Zeman, 2006)

### **3 VÝPOČET ENERGETICKÝCH HODNOT PODLE JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ**

#### **3.1 Vstupní informace pro výpočty**

Pro výpočet energetické hodnoty krmiv je třeba znát hodnoty jednotlivých živin. Některé živiny je potřeba ještě dopočítat a to pomocí následujících rovnic. Hodnoty všech živin uvedených v tabulkách jsou v g/kg sušiny krmiva.

Rovnice pro výpočet živin:

$$\text{TDN} = \text{DCP} + 2,25 \cdot \text{DEE} + \text{DCF} + \text{DNFE}$$

$$\text{DOM} = \text{DNFE} + \text{DCF} + \text{DEE} + \text{DCP}$$

$$\text{DE} = 24,237 \cdot \text{DCP} + 34,1 \cdot \text{DEE} + 17,3 \cdot (\text{DOM} - \text{DCP} - \text{DEE}) - 0,766 \cdot \text{Si}$$

$$\text{D} = \text{DOM}/\text{sušina}$$

**Tab. 15: Vstupní informace o ječmenu**

Název krmiva	Kód krmiva	Sušina	NL	Tuk	Vláknina	BNLV	ME	BE
Ječmen	828	1000	126,932	22,5	55,795	763,409	12,716	18,330
Koeficient stravitelnosti			72,9	78,1	28,6	89,5		
Strávené živiny			92,533	17,573	15,958	683,251		

Název krmiva	Kód krmiva	Sušina	q	TDN	DOM	DE	D	Dsi
Ječmen	828	1000	0,694	831,280	809,314	14872,615	0,809	85,7

**Tab. 16: Vstupní informace o kukuřičné siláži**

Název krmiva	Kód krmiva	Sušina	NL	Tuk	Vláknina	BNLV	ME	BE
Kukuřičná siláž mléčná zralost	352	1000	107,826	26,957	245,217	570	10,261	18,696
Koeficient stravitelnosti			52	72	59	77,6		
Strávené živiny			56,070	19,409	144,678	442,32		

Název	Kód	Sušina	q	TDN	DOM	DE	D	Dsi

krmiva	krmiva							
Kukuřičná siláž mléčná zralost	352	1000	0,549	686,737	662,477	12122,245	0,662	70

Koeficienty používané ve finském a švédském systému nemají stanovenou konkrétní hodnotu, ale mohou dosahovat určitého rozmezí hodnot. Pro výpočty při porovnávání systémů je však potřeba si tyto hodnoty zvolit.

**Tab. 17: Rozmezí koeficientů v systémech  $FU_F$  a  $ME_{SW}$**

Koeficient	Rozmezí hodnot
v	0,90 – 1,00
f (finský systém)	20,29 – 23,9
f (švédský systém)	34,8 – 36,9

**Tab. 18: Zvolené hodnoty koeficientů v systémech  $FU_F$  a  $ME_{SW}$**

Koeficient	Zvolená hodnota
v	1
f (finský systém)	22
f (švédský systém)	35

V českém systému hodnocení krmiv se používají jiné zkratky než v systémech evropských. Zde je přehled používaných ekvivalentních zkratk:

$$NL = CP \text{ (crude protein)}$$

Tuk = EE (ether extract)

Vláknina = CF (crude fiber)

BNLV = NFE (nitrogen free extracts)

Dsi = Si

V následujících tabulkách je v deseti systémech hodnocení krmiv vypočítána energetická hodnota ječmene a kukuřičné siláže v kilogramu sušiny. Výsledné hodnoty energie jsou převedeny na společnou jednotku – megajouly (MJ).

### 3.2 Český systém hodnocení krmiv $NEL_{CZ}$

**Tab. 19: Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $NEL_{CZ}$ )**

	ME	q
Ječmen	12,716	0,694
Kukuřičná siláž	10,261	0,549

**Tab. 20: Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž ( $NEL_{CZ}$ )**

	Rovnice $NEL_{CZ}$	Výsledek	Jednotky
Koncentráty (ječmen)	$[0,60 + 0,24 (q - 0,57)] \cdot ME$	8,007	MJ
Siláže (kukuřičná siláž)	$[0,60 + 0,24 (q - 0,57)] \cdot ME$	6,104	MJ

### 3.3 Finský systém hodnocení krmiv $FU_F$

**Tab. 21: Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $FU_F$ )**

	DCP	f (Finsko)	DEE	DCF	DNFE	v
Ječmen	92,533	22	17,573	15,958	683,251	1
Kukuřičná siláž	56,070	22	19,409	144,678	442,32	1

**Tab. 22: Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž (FU<sub>F</sub>)**

	Rovnice FU <sub>F</sub>	Výsledek	Jednotky	Přepočet na MJ ME
Koncentráty (ječmen)	$[(9,38 \cdot \text{DCP} + f \cdot \text{DEE} + 9,88 \cdot \text{DCF} + 9,88 \cdot \text{DNFE}) \cdot V] / 6,91$	1181,294	MJ	15026,054
Siláže (kukuřičná siláž)	$[(9,38 \cdot \text{DCP} + 18,84 \cdot \text{DEE} + 9,88 \cdot \text{DCF} + 9,88 \cdot \text{DNFE}) \cdot V] / 6,91$	968,326	MJ	12317,111

Přepočet: 1 MJ FU = MJ energie v 1kg ječmene = 12,72 MJ ME

### 3.4 Dánský systém hodnocení krmiv FU<sub>D</sub>

**Tab. 23: Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž (FU<sub>D</sub>)**

	DE	CF
Ječmen	14872,6	55,796
Kukuřice	12122,2	245,217

**Tab. 24: Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž (FU<sub>D</sub>)**

	Rovnice FU <sub>D</sub>	Výsledek	Jednotk	Přepočet na
--	-------------------------	----------	---------	-------------



			y	MJ ME
Koncentráty (ječmen)	$- 0,369 + 0,0989 \cdot DE - 0,347 \cdot CF$	1451,172	MJ	18458,903
Siláže (kukuřičná siláž)	$- 0,369 + 0,0989 \cdot DE - 0,347 \cdot CF$	1113,431	MJ	14162,837

Přepočít: 1 MJ FU = MJ energie v 1kg ječmene = 12,72 MJ ME

### 3.5 Britský systém hodnocení krmiv $ME_{MAFF}$

**Tab. 25: Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $ME_{MAFF}$ )**

	DCP	DEE	DCF	D	NFE
Ječmen	92,533	17,573	15,958	0,809	763,409
Kukuřičná siláž	56,070	19,409	144,678	0,662	570

**Tab. 26: Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž ( $ME_{MAFF}$ )**

	Rovnice $ME_{MAFF}$	Výsledek	Jednotky
Koncentráty (ječmen)	$15,21 \cdot DCP + 34,2 \cdot DEE + 12,8 \cdot DCF$ $+ 15,9 \cdot D \cdot NFE$	12036,291	MJ
Siláže (kukuřičná siláž)	$16 \cdot D$	10,600	MJ

### 3.6 Britský systém hodnocení krmiv $ME_{ARC}$

**Tab. 27: Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž (ME<sub>ARC</sub>)**

	DCP	DEE	DCF	D	NFE
Ječmen	92,533	17,573	15,958	0,809	763,409
Kukuřičná siláž	56,070	19,409	144,678	0,662	570

**Tab. 28: Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž (ME<sub>ARC</sub>)**

	Rovnice ME <sub>MAFF</sub>	Výsledek	Jednotky
koncentráty (ječmen)	$15,21 \cdot \text{DCP} + 34,2 \cdot \text{DEE} + 12,8 \cdot \text{DCF} + 15,9 \cdot \text{D} \cdot \text{NFE}$	12036,291	MJ
siláže (kukuřičná siláž)	$16 \cdot \text{D}$	10,600	MJ

### 3.7 Švédský systém hodnocení krmiv ME<sub>SW</sub>

**Tab. 29: Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž (ME<sub>SW</sub>)**

	DCP	DEE	DCF	DNFE	f
Ječmen	92,533	17,573	15,958	683,251	35
Kukuřičná siláž	56,070	19,409	144,678	442,32	35

**Tab. 30: Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž (ME<sub>SW</sub>)**

	Rovnice ME <sub>SW</sub>	Výsledek	Jednotky

Koncentráty (ječmen)	$18,9 \cdot \text{DCP} + f \cdot \text{DEE} + 12,2 \cdot \text{DCF} + 15,5 \cdot \text{DNFE}$	13148,991	MJ
Siláže (kukuřičná siláž)	$18,0 \cdot \text{DCP} + 20,9 \cdot \text{DEE} + 12,1 \cdot \text{DCF} + 15,5 \cdot \text{DNFE}$	10021,461	MJ

### 3.8 Nizozemský a norský systém hodnocení krmiv $\text{NEL}_{\text{NL}}$

**Tab. 31: Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $\text{NEL}_{\text{NL}}$ )**

	ME	q
ječmen	12,716	0,694
kukuřičná siláž	10,261	0,549

**Tab. 32: Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž ( $\text{NEL}_{\text{NL}}$ )**

	Rovnice $\text{NEL}_{\text{NL}}$	Výsledek	Jednotky
Koncentráty (ječmen)	$0,60 \cdot [1 + 0,4 (q - 0,57)] \cdot 0,9752 \cdot \text{ME}$	7,809	MJ
Siláže (kukuřičná siláž)	$0,60 \cdot [1 + 0,4 (q - 0,57)] \cdot 0,9752 \cdot \text{ME}$	5,953	MJ

### 3.9 Francouzský systém hodnocení krmiv $NEL_{FR}$

**Tab. 33: Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $NEL_{FR}$ )**

	ME	q
Ječmen	12,716	0,694
Kukuřičná siláž	10,261	0,549

**Tab. 34: Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž ( $NEL_{FR}$ )**

	Rovnice $NEL_{FR}$	Výsledek	Jednotky
Koncentráty (ječmen)	$[0,60 + 0,24 (q - 0,57)] \cdot ME$	8,007	MJ
Siláže (kukuřičná siláž)	$[0,60 + 0,24 (q - 0,57)] \cdot ME$	6,104	MJ

### 3.10 Americký systém hodnocení krmiv $NEL_{US}$

**Tab. 35: Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $NEL_{US}$ )**

	TDN
Ječmen	831,280
Kukuřičná siláž	686,737

**Tab. 36: Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž (NEL<sub>US</sub>)**

	Rovnice NEL <sub>US</sub>	Výsledek	Jednotky	Přepočty na MJ ME
Koncentráty (ječmen)	0,10257 . TDN – 0,502	84,762	Mcal	354,773
Siláže (kukuřičná siláž)	0,10257 . TDN – 0,502	69,937	Mcal	292,720

Přepočty: 1 Mcal = 4,1855 MJ

### 3.11 Rostocký systém hodnocení krmiv NEF<sub>RO</sub>

**Tab. 37: Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž (NEF<sub>RO</sub>)**

	DCP	DEE	DCF	DNFE
Ječmen	92,533	17,573	15,958	683,251
Kukuřičná siláž	56,070	19,409	144,678	442,320

**Tab. 38: Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž (NEF<sub>RO</sub>)**

	Rovnice NEF <sub>RO</sub>	Výsledek	Jednotky
Koncentráty (ječmen)	7,2 . DCP + 31,5 . DEE + 8,4 . DCF + 8,4 . DNFE	7093,126	MJ
Siláže (kukuřičná siláž)	7,2 . DCP + 31,5 . DEE + 8,4 . DCF + 8,4 . DNFE	5945,860	MJ

## 4. POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ

Následující tabulky zobrazují výsledné hodnoty energie v 1kg sušiny kukuřičné siláže a ječmene podle jednotlivých systémů hodnocení krmiv. V první tabulce jsou tyto hodnoty nezměněné, v druhé tabulce jsme provedli korekci, abychom tyto hodnoty mezi sebou mohli porovnat.

**Tab. 39: Výsledný výpočet energie podle rovnic**

Systém	Ječmen (MJ/kg)	Kukuřičná siláž (MJ/kg)
NEL <sub>CZ</sub>	8,007	6,104
FU <sub>F</sub>	15026,054	12317,111
FU <sub>D</sub>	18458,903	14162,837
ME <sub>MAFF</sub>	12036,291	10,600
ME <sub>ARC</sub>	12036,291	10,600
ME <sub>SW</sub>	13148,991	10021,4609
NEL <sub>NL</sub>	7,809	5,953
NEL <sub>FR</sub>	8,007	6,104
NEL <sub>US</sub>	354,773	292,720
NEF <sub>RO</sub>	7093,126	5945,860

**Tab. 40: Korigovaný výsledný výpočet energie podle rovnic**

Systém	Ječmen (MJ/kg)	Kukuřičná siláž (MJ/kg)
NEL <sub>CZ</sub>	8,007	6,104
FU <sub>F</sub>	15,026	12,317
FU <sub>D</sub>	18,459	14,163
ME <sub>MAFF</sub>	12,036	10,600
ME <sub>ARC</sub>	12,036	10,600
ME <sub>SW</sub>	13,149	10,021
NEL <sub>NL</sub>	7,809	5,953
NEL <sub>FR</sub>	8,007	6,104
NEL <sub>US</sub>	8,476	6,994
NEF <sub>RO</sub>	7,093	5,946

## 5 POROVNÁNÍ KRMNÉ DÁVKY PRO MODELOVOU DOJNICI

Pro porovnávání krmných dávek byla použita česká norma požadavků živin pro dojnici. Hodnoty NEL jednotlivých krmiv pro českou a nizozemskou krmnou dávku pocházejí z tabulky 40. Při výpočtu krmných dávek byla použita data z výukového softwaru na výpočet krmných dávek (Výpočet krmné dávky pro skot – autor Ivo Vyskočil). Jako modelová dojnice byla zvolena dojnice o hmotnosti 550 kg dojící 36 litrů mléka.

**Tab. 41: Zvolená krmiva pro českou a nizozemskou krmnou dávku**

Krmivo	Dávka (kg sušiny)
Siláž – kukuřice v mléčné voskové zralosti	5,000
Ječmen jarní (11% NL)	5,500
Jetelotravní seno průměrné (10% NL)	3,000
Pšenice průmyslová (13,7% NL)	4,150
Sojový extrahovaný šrot (43% NL)	2,000
Řepka typ 00 (21% NL)	0,500
Krmný vápenec (36,5% Ca)	0,110
Dikalciumpfosfát (18,5% P)	0,200

### 5.1 Živiny v české krmné dávce

Hodnota NEL kukuřičné siláže a ječmene byla v české krmné dávce vypočítána podle českého systému hodnocení krmiv, v nizozemské krmné dávce podle nizozemského systému hodnocení krmiv.

**Tab. 42: Česká krmná dávka – vyhodnocení**

Živina	Norma	Krmná dávka	rozdíl
Sušina (g)	19571,00	20460,00	889,00
NEL (MJ)	156,17	149,87	<b>-6,30</b>
NEV (MJ)	156,17	156,84	0,67
PDIN (g)	2169,00	2156,58	-12,42
PDIE (g)	2169,00	2156,56	-12,44
Vápník (g)	158,00	153,71	-4,29
Fosfor (g)	115,00	113,73	-1,27

**Tab. 43: Nizozemská krmná dávka – vyhodnocení**

Živina	Norma	Krmná dávka	rozdíl
Sušina (g)	19571,00	20460,00	889,00
NEL (MJ)	156,17	148,03	<b>-8,14</b>
NEV (MJ)	156,17	156,84	0,67
PDIN (g)	2169,00	2156,58	-12,42
PDIE (g)	2169,00	2156,56	-12,44
Vápník (g)	158,00	153,71	-4,29
Fosfor (g)	115,00	113,73	-1,27

Při porovnání tabulky 42 a 43 lze vidět, že při použití stejného množství a složení krmiva je množství energie pro laktaci v krmné dávce podle nizozemského systému menší než podle českého systému



## 6 ZÁVĚR

V práci jsme shromáždili veškeré originální podklady k hodnocení krmiv podle různých systémů – českého ( $NEL_{CZ}$ ), finského ( $FU_F$ ), dánského ( $FU_D$ ), britského ( $ME_{MAFF}$ ,  $ME_{ARC}$ ), švédského ( $ME_{SW}$ ), nizozemského a norského ( $NEL_{NL}$ ), francouzského ( $NEL_{FR}$ ), amerického ( $NEL_{US}$ ) a rostockého ( $NEF_{RO}$ ). V těchto systémech jsme vypočítali energetickou hodnotu ječmene a kukuřičné siláže (MJ/kg sušiny) a výsledky shromáždili do tabulky. Podle těchto výpočtů byl obsah energie u ječmene i kukuřičné siláže nejnižší podle rostockém systému  $NEF_{RO}$  (7,093 MJ u ječmene, 5,946 MJ u kukuřičné siláže). Nejvyšší obsah energie byl u ječmene i kukuřičné siláže podle finského systému  $FU_D$  (18,459 MJ u ječmene a 14,163 MJ u kukuřičné siláže). Rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší hodnotou energie u ječmene je 11,366 MJ. U kukuřičné siláže to je 8,217 MJ.

Také jsme spočítali českou a nizozemskou krmnou dávku pro skot (dojnice 550 kg, produkce 36 l mléka) podle českých norem. Hodnoty NEL, použité u kukuřičné siláže a ječmene, jsme vypočítali podle českého a nizozemského systému hodnocení krmiv. Zjistili jsme, že nizozemská krmná dávka je při použití stejného množství a složení krmiva vůči české krmné dávce deficitní v pokrytí energetických potřeb pro laktaci dojnice.

Závěrem lze konstatovat, že hodnocení energie v krmivech pro skot je v mnoha zemích velmi rozdílné a bylo by do budoucna žádoucí, aby alespoň v Evropské unii došlo k unifikaci na jeden systém, aby obchod z krmivy bylo možné zefektivnit.

## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

**Agropress:** Hodnocení krmiv u skotu [online]. [cit 2016-03-03]. Dostupné z:

<http://agopress.cz/hodnoceni-krmiv-u-skotu/>

**Agropress:** Energetické hodnocení krmiv pro přežvýkavce [online]. [cit 2016-03-03].

Dostupné z: <http://agopress.cz/energeticke-hodnoceni-krmiv-pro-prezvykavce/>

**Berg, J.; Thuen, E.** 1991. Feed energy evaluation systems for ruminants. Norwegian Journal of Agricultural Sciences, Supplement No. 5: 7-15. ISSN 0801-5341.

**Hirooka, H.; Yamada, Y.** A comparison of simulation models based on ARC metabolizable energy system and NRC net energy system with special reference to growing steers. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 1989, 2.4: 599-605.

**Kaustell, K.; Tuori, M.; Huhtanen, P.** Comparison of energy evaluation systems for dairy cow feeds. Livestock Production Science, 1997, 51.1: 255-266.

**McDonald, P.** Animal nutrition. 7th ed. New York: Prentice Hall/Pearson, 2011. ISBN 1408204231.

**Milkproduction:** Energy [online]. [cit 2016-03-09]. Dostupné z:

<http://www.milkproduction.com/Library/Scientific-articles/Nutrition/Energy/>

**Náš chov:** Hodnocení krmiv pro dojnice systémem NRC s nadstavbou Milk 2006 [online]. [cit 2016-03-13]. Dostupné z: <http://naschov.cz/hodnoceni-krmiv-pro-dojnice-sytemem-nrc-s-nadstavbou-milk-2006/>

**Olsson, I.** Swedish energy and protein feeding standards for growing and fattening cattle. In: Energy and protein feeding standards applied to the rearing and finishing of beef cattle: proceedings of a seminar in the EEC Programme of Research on Beef Production, held in Theix, France, 13-16 November 1979. INRA, Institut national de la recherche agronomique, 1980. p. 406.

**Refsgaard A. H.; Foldager J.** Danish energy and protein feeding standards for growing and fattening cattle. Annales de zootechnie, 1980, 29 (hors-s'erie), pp.387-391. <hal-00888055>

**Rehutaulukot:** Energy value, ruminants [online]. [cit 2016-03-09]. Dostupné z:  
[https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/feed\\_tables\\_english/feed\\_tables/basis\\_of\\_calculations/energy\\_value\\_ruminants](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/feed_tables_english/feed_tables/basis_of_calculations/energy_value_ruminants)

**Rehutaulukot:** Protein value, ruminants [online]. [cit 2016-03-09]. Dostupné z:  
[https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/feed\\_tables\\_english/feed\\_tables/basis\\_of\\_calculations/protein\\_value\\_ruminants](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/feed_tables_english/feed_tables/basis_of_calculations/protein_value_ruminants)

**Richter, M.; Třináčtý, J.** Hodnocení proteinu krmiv pro dojnice dle systému INRA. Rapotín: Agrovýzkum Rapotín, 2009. ISBN 978-80-260-0711-1.

**Richter, M.; Třináčtý, J.** Použití systému NRC 2001 v oblasti hodnocení proteinu krmiv pro dojnice. Rapotín: Agrovýzkum Rapotín, 2009. ISBN 978-80-260-0710-4.

**Sundstøl, F. R. I. K.** Energy systems for ruminants. Iceland Agriculture Science, 1993, 7: 11-19.

**Třináčtý, J; Richter M.; Křížová L.** Hodnocení energie krmiv pro dojnice dle NRC (2001). Rapotín: Agrovýzkum Rapotín, 2009. ISBN 978-80-260-0712-8.

**Tuori, M.** Finnish energy and protein feeding standards for growing and fattening cattle. Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 1980, 29 (hors-s´erie), pp.391-392.  
<hal-00888056>

**Richter, M.; Třináčtý, J.; Křížová, L.** Hodnocení energie, plnivosti a hodnota DINAG u krmiv pro dojnice dle INRA. Rapotín: Agrovýzkum Rapotín, 2010. ISBN 978-80-260-0704-3.

**Vyskočil, I.** Kapesní katalog krmiv. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-80-7375-218-7.

**Vyskočil, I.** Výpočet krmné dávky pro skot. Výukový software na výpočet krmných dávek. Verze 11/04.

**Zeman, L.; Doležal, P.; Kopřiva, A.; Mrkvicová, E.; Procházková, J.; Ryant, P.; Skládanka, J.; Straková, E.; Suchý, P.; Veselý, P.; Zelenka, J.** Výživa a krmení hospodářských zvířat. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2006, 360 s. ISBN 80-86726-17-7.

**Zeman L.; Šimeček, K.; Krása, A.; Šimek, M.; Lossmann, J.; Třináctý, J.;  
Rudolfová, Š.; Veselý, P.; Háp, I.; Doležal, P.; Kráčmar, S.; Tvrzník, P.; Michele,  
P.; Zemanová, D.; Šiške, V. (1995): Katalog krmiv. VÚVZ Pohořelice, 465 s. ISBN  
80-901598-3-4**

## **8 PŘÍLOHY**

### **8.1 Seznam obrázků**

**Obrázek 1** Rozbor krmiva dle Weendské analýzy

**Obrázek 2** Rozbor krmiva dle Weendské analýzy (podle 68/2013 sb.)

**Obrázek 3** Rozdělení energie krmiva ve zvířeti

### **8.2 Seznam tabulek**

**Tabulka 1** Energetická (FFU/den) a bílkovinná doporučení pro rostoucí býky

**Tabulka 2** Dánské energetické dávky pro středně dospívající býky a chovné jalovice

**Tabulka 3** Dánské dávkování stravitelného hrubého proteinu pro průměrné býky a chovné jalovice.

**Tabulka 4** Doporučení ME pro rostoucí skot v MJ (Norrman, 1977).

**Tabulka 5** Vzorce používané pro výpočet energetických hodnot koncentrátů

**Tabulka 6** Vzorce používané pro výpočet energetických hodnot siláží

**Tabulka 7** Rovnice používané pro výpočet energetických požadavků

**Tabulka 8** Rozdíly mezi systémy PDI a SNL

**Tabulka 9** Vztah mezi hodnotami PDIN a PDIE a z toho plynoucí důsledky

**Tabulka 10** Hodnoty živin v kukuřičné siláži

**Tabulka 11** Hodnoty živin v ječmeni

**Tabulka 12** Obsah živin – kukuřičná siláž

**Tabulka 13** Fermentační produkty – kukuřičná siláž

**Tabulka 14** Obsah živin - ječmen

**Tabulka 15** Vstupní informace o ječmenu

- Tabulka 16** Vstupní informace o kukuřičné siláži
- Tabulka 17** Rozmezí koeficientů v systémech  $FU_F$  a  $ME_{SW}$
- Tabulka 18** Zvolené hodnoty koeficientů v systémech  $FU_F$  a  $ME_{SW}$
- Tabulka 19** Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $NEL_{CZ}$ )
- Tabulka 20** Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž ( $NEL_{CZ}$ )
- Tabulka 21** Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $FU_F$ )
- Tabulka 22** Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž ( $FU_F$ )
- Tabulka 23** Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $FU_D$ )
- Tabulka 24** Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž ( $FU_D$ )
- Tabulka 25** Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $ME_{MAFF}$ )
- Tabulka 26** Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž ( $ME_{MAFF}$ )
- Tabulka 27** Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $ME_{ARC}$ )
- Tabulka 28** Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž ( $ME_{ARC}$ )
- Tabulka 29** Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $ME_{SW}$ )
- Tabulka 30** Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž ( $ME_{SW}$ )
- Tabulka 31** Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $NEL_{NL}$ )
- Tabulka 32** Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž ( $NEL_{NL}$ )
- Tabulka 33** Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $NEL_{FR}$ )
- Tabulka 34** Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž ( $NEL_{FR}$ )
- Tabulka 35** Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $NEL_{US}$ )
- Tabulka 36** Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž ( $NEL_{US}$ )
- Tabulka 37** Vstupní informace – ječmen, kukuřičná siláž ( $NEF_{RO}$ )
- Tabulka 38** Výpočet – ječmen, kukuřičná siláž ( $NEF_{RO}$ )
- Tabulka 39** Výsledný výpočet energie podle rovnic

**Tabulka 40** Korigovaný výsledný výpočet energie podle rovnic

**Tabulka 41** Zvolená krmiva pro českou a nizozemskou krmnou dávku

**Tabulka 42** Česká krmná dávka – vyhodnocení

**Tabulka 43** Nizozemská krmná dávka – vyhodnocení