

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra ekonomiky**



**Bakalářská práce**

**Ekonomické vyhodnocení vlivu struktury krmné  
dávky u zemědělské bioplynové stanice na  
produkci bioplynu**

**Martin Koudelka**

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Katedra ekonomiky

Provozně ekonomická fakulta

# **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Koudelka Martin

Provoz a ekonomika

Název práce

**Ekonomické vyhodnocení vlivu struktury krmné dávky u zemědělské bioplynové stanice na produkci bioplynu**

Anglický název

**Economic evaluation of influence of structure of feed ration at agriculture biogas station on production of biogas**

---

## **Cíle práce**

Cílem bakalářské práce je ekonomické vyhodnocení vlivu struktury krmné dávky u zemědělské bioplynové stanice na produkci bioplynu. Na základě vyhodnocení budou vymezeny závěry a doporučení pro stabilizaci a zvýšení efektivity bioplynové stanice.

## **Metodika**

V teoretické části bude využita metoda analýzy literárních zdrojů, v aplikační části budou využity provozní podklady - měsíční protokoly o produkci bioplynu.

## **Harmonogram zpracování**

Literární rešerže - první část: 3/2013 až 6/2013

Detailní metodika a dokončení druhé části literární rešerže: 7/2013

Vlastní práce, analytická část: 9/2013

Vlastní práce, syntéza poznatků, návrhy a doporučení: 10/2013

Odevzdání poslední verze práce vedoucímu práce ke konečnému posouzení: 10/2013

**Rozsah textové části**

30-40 stran

**Klíčová slova**

bioplynová stanice, efektivnost investice, bioplyn, fermentor, kogenerační jednotka

**Doporučené zdroje informací**

PASTOREK, Z., Biomasa: obnovitelný zdroj energie, Praha : FCC Public, 2004, ISBN: 80-86534-06-5

ANDERT, D., ANDERTOVÁ, J., FRYDRYCH, J., GERNDTOVÁ, I., HANZLÍKOVÁ, I., KOUTNÝ, R., Utilization of grass from landscape management for anaerobic fermentation. In 15th European Biomass Conference & Exhibition, ETA Berlin, 2007, ISBN 3-936338-21-3

SYNEK, M., Podniková ekonomika, Praha : C.H. Beck, 2002, ISBN: 80-7179-736-7 (váz.)

VALACH, J., Finanční řízení podniku, Praha : Ekopress, 1999, ISBN: 80-86119-21-1 (váz.)

HAVLÍČKOVÁ, H., KNÁPEK, J., VAŠÍČEK, J., WEGER, J., Acta Pruhoniana, VÚKOZ. Průhonice, 2005, ISBN 80-85116-38-3

KRBEK, J., POLESNÝ, B., Kogenerační jednotky – Zřízení a provoz, Praha: GAS s.r.o., 2007, ISBN 978-80-7328-151-9

MAZANCOVÁ, J. Aerobní technologie polučení tverdogo topiva, Praha : Česká zemědělská univerzita, 2008, ISBN 978-80-213-1806-9

MALÁŤÁK, J., VACULÍK, P., Biomasa pro výrobu energie, Praha: Česká zemědělská univerzita, 2008., ISBN 978-80-213-1810-6

Biomasa jako zdroj energie, VŠB- Technická univerzita Ostrava, 2006, ISBN 80-248-1182-0

**Vedoucí práce**

Řezbová Helena, Ing., Ph.D.

**Termín odevzdání**

listopad 2013

**prof. Ing. Miroslav Svatoš, CSc.**

Vedoucí katedry



**prof. Ing. Jan Hron, DrSc., dr. h. c.**

Děkan fakulty

V Praze dne 2.9.2013

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Ekonomické vyhodnocení vlivu struktury krmné dávky u zemědělské bioplynové stanice na produkci bioplynu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 11.3. 2014

---

## Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval paní Ing. Heleně Řezbové, Ph.D. za odborné vedení a pomoc při psaní této práce. Dále děkuji pánům Ing. Jiřímu Zelenkovi a Ing. Jiřímu Švastalovi za poskytnutí podkladů k vypracování praktické části.

# **Ekonomické vyhodnocení vlivu struktury krmné dávky u zemědělské bioplynové stanice na produkci bioplynu**

---

## **Economic evaluation of influence of structure of feed ration at agriculture biogas station on production of biogas**

### **Souhrn**

Tato bakalářská práce je zaměřena na vyhodnocení vlivu struktury krmné dávky u zemědělských bioplynových stanic v Krásné Hoře nad Vltavou a Petrovicích u Sedlčan. První část je zaměřena především na bioplyn, části bioplynové stanice a základní substráty krmné dávky. K druhé části, nebo-li praktické části byly použity měsíční protokoly bioplynových stanic za rok 2012.

K vyhodnocení vlivu struktury krmné dávky u krásnohorské bioplynové stanice byl zkoumán vliv kukuřičné siláže, travní senáže, GPS BP a GPS staré na výkon kogenerační jednotky a na velikost krmné dávky v dávkovači. U petrovické bioplynové stanice byl porovnán vliv kukuřičné siláže, travní senáže, žito zrna a GPS BP na počet tun v dávkovači a jejich ovlivňování výkonu kogenerační jednotky.

Z výsledků výpočtů a grafů byly pro bioplynovou stanici v Krásné Hoře nad Vltavou vyhodnoceny jako nejvýhodnější substráty v krmné dávce kukuřičná siláž a travní senáž. Pro bioplynovou stanici v Petrovicích u Sedlčan platí stejné stanovisko. Používání jiných substrátů je pro obě bioplynové stanice z ekonomického hlediska méně výhodné.

### **Summary**

This bachelor thesis aims to evaluate the impact of feeding dose at the agricultural biogas plants in two cities – in Krásná Hora nad Vltavou and in Petrovice. The

first part of the thesis deals mostly with biogas itself, parts of the biogas plant and basic substrates of the feeding dose. For the second (practical) part and its conclusions were used monthly reports of biogas stations published during the year 2012.

There were used several criteria's for evaluation of the impact of feeding dose at the biogas plant in Krásná Hora – mainly the effects of corn silage, grass silage, GPS BP and GPS old on the performance of the cogeneration unit and on the size of feeding dose in the dispenser. At the biogas station in Petrovice there were compared the influence of the corn silage, grass silage, rye grain and GPS BP on the amount of tons in the dispenser and its effects on the performance of the cogeneration unit.

Based on results and graphics there were recommended as the most profitable corn silage and grass silage as substrates in the feeding grass for the biogas station in Krásná Hora. The same recommendations were made for the biogas station in Petrovice. Using other substrates is for both biogas plants less profitable.

**Klíčová slova:** bioplyn, bioplynová stanice, kogenerační jednotka, fermentor, zemědělské družstvo, kukuřičná siláž, travní senáž, závislost, výkon, množství v dávkovači

**Keywords:** biogas, biogas plants, cogeneration unit, fermentor, agricultural cooperative farm, corn silage, grass silage, reliance, performance, quantity in dispenser

## Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce a metodika .....	3
2.1 Cíl práce .....	3
2.2 Metodika .....	3
3 Literární řešerše.....	4
3.1 Bioplyn.....	4
3.2 Bioplynová stanice.....	6
3.3 Kogenerace.....	9
3.4 Fermentace .....	12
3.5 Míchadla.....	13
3.6 Metan .....	14
3.7 Kukuřičná siláž .....	14
3.8 Travní senáž .....	16
4 Vlastní práce .....	19
4.1 Základní charakteristika .....	19
4.1.1 Základní údaje o společnosti .....	19
4.1.2 Bioplynová stanice Krásná Hora nad Vltavou .....	20
4.1.3 Bioplynová stanice Petrovice u Sedlčan .....	21
4.2 Bioplynová stanice v Krásné Hoře nad Vltavou .....	21
4.2.1 Kukuřičná siláž.....	22
4.2.2 Travní senáž .....	23
4.2.3 GPS BP .....	24
4.2.4 GPS staré.....	25
4.2.5 Výkon kogenerační jednotky .....	26
4.2.6 Závislost výkonu kogenerační jednotky na spotřebě krmných směsí .....	26
4.3 Bioplynová stanice v Petrovicích u Sedlčan .....	29
4.3.1 Kukuřičná siláž.....	29
4.3.2 Travní senáž .....	31
4.3.3 GPS BP .....	32
4.3.4 Žito zrno.....	33
4.3.5 Výkon kogenerační jednotky .....	34



4.3.6	Závislost výkonu kogenerační jednotky na spotřebě krmných směsí .....	35
4.4	Variantní řešení .....	37
4.4.1	Bioplynová stanice v Krásné Hoře nad Vltavou .....	37
4.4.2	Bioplynová stanice v Petrovicích u Sedlčan .....	40
5	Závěr .....	43
	Seznam použitých zdrojů .....	46
	Seznam tabulek .....	48
	Seznam obrázků .....	48
	Seznam příloh .....	49
	Příloha .....	50

# 1 Úvod

Z pohledu ročního využití jsou bioplynové stanice nejvíce efektivním obnovitelným zdrojem v podmínkách ČR. Výkupní ceny a zelené bonusy jsou uplatňovány po celou předpokládanou dobu životnosti výroben elektřiny, která je u bioplynových stanic 20 let. Podle novely vyhlášky ERÚ č. 475/2005 Sb. je průměrná doba ročního využití maxima instalovaného výkonu 7500 hod za rok, což dělá 86 %. Cena bioplynu pro spalování v bioplynových stanicích kategorie AF1 pro zdroje uvedené do provozu od 1.1.2012 do 31.12.2012, splňující podmínku výroby a efektivního využití vyrobené tepelné energie, je 4 120 Kč/MWh výkupní ceny a 3 070 Kč/MWh zeleného bonusu. Pro nesplňující podmínku dělá výkupní cena 3 550 Kč/MWh a zelené bonusy 2 500 Kč/MWh. Za kategorie AF2 je uváděna výkupní cena 4 120 Kč/MWh a za zelené bonusy 3 070 (3 150) Kč/MWh.

V roce 2009 nastaly důležité změny v Programu rozvoje venkova, a to především v podporách pro výstavby bioplynových stanic. Od tohoto roku jejich počet každoročně narůstal. Pro porovnání se jich v roce 2008 vyskytovalo na našem území pouze cca 20, kdežto v dnešní době se jejich počet zvýšil na cca 100 stanic. V letech 2007-2010 Ministerstvo zemědělství v rámci opatření zemědělských aktivit registrovalo celkem 171 žádostí o investiční podporu na novou výstavbu nebo rekonstrukci stávajících bioplynových stanic. Za tuto dobu byly vyplaceny 3,5 miliardy Kč. Z toho tři čtvrtiny pocházely ze zdrojů EU a jedna čtvrtina ze státního rozpočtu. V roce 2011 skončila podpora bioplynových stanic v rámci tohoto dotačního programu.

Domácí a zahraniční banky poskytují úvěry na financování zemědělských bioplynových stanic až do výše 100 % investičních nákladů. Doba splácení je 12 let.

Zemědělské družstvo v Krásné Hoře se skládá z 9 menších zemědělských družstev. V roce 2004 bylo družstvo sloučeno s Petrovicemi. Bioplynová stanice v Krásné Hoře se zprovoznila v roce 2008. Vstupními surovinami jsou kejda, kukuřičná siláž, travní senáž. Její výkonost dosahuje 526 kW. V Petrovicích byla do provozu uvedena v roce 2010. Vstupní suroviny obsahují stejně jako u krásnohorské bioplynové stanice kejdu, kukuřičnou siláž, travní senáž a její výkon činí 834 kW.

Dané téma jsem si zvolil zejména kvůli blízké dostupnosti bioplynových stanic. V Krásné Hoře nad Vltavou bydlím a Petrovice u Sedlčan se odtud vzdalují pouze několik kilometrů. Díky tomu se mi naskytla možnost konzultovat práci s odborníky a se zaměstnanci bioplynových stanic, kteří mi poskytli materiály a data na realizaci této bakalářské práce. Dále mi byly umožněny exkurze v uvedených bioplynových stanicích, které mi také dosti pomohly při napsání práce.

## **2 Cíl práce a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Hlavním cílem bakalářské práce je vyhodnotit strukturu krmné dávky u zemědělských bioplynových stanic na produkci bioplynu, a to v Krásné Hoře nad Vltavou a Petrovicích u Sedlčan, za rok 2012. Na základě vyhodnocení budou vymezeny závěry a doporučení.

### **2.2 Metodika**

Práce je rozdělena do dvou hlavních částí, a to teoretické a praktické. V první části, nebo-li literární rešerši, je vymezen pojem bioplyn, uvedena rešerše k definici bioplynových stanic a jejím hlavním částem, následně je pak i definována kukuřičná siláž a senáž. Pro tuto část byly použity informace z odborné literatury, knih a časopisů, jenž byly doplněny informacemi z ověřených internetových zdrojů.

Druhá část se zabývá strukturou krmné dávky u obou bioplynových stanic a výkonem, který vyprodukuje. Jako zdroje informací pro praktickou část slouží měsíční protokoly za rok 2012. Zemědělské družstvo v Krásné hoře nad Vltavou, a.s. vypůjčilo protokoly, jak z krásnohorské bioplynové stanice, tak i z bioplynové stanice v Petrovicích u Sedlčan. Pro práci byly využity programy Microsoft Office Word 2007 a Microsoft Office Excel 2007, kde byly vytvářeny grafy a v nichž byly použity statistické metody.

Z literatury se dostalo největšímu využití knize autorů Pastorek, Kára, Jevič(2004), Biomasa: Obnovitelný zdroj energie, obsahující velmi přesný a dobře utříděný seznam důležitých informací. Tato kniha mi posloužila hlavně k problematice bioplynu. Neméně důležitým zdrojem pro mou práci se stala kniha Bioplynové stanice (zásady zřizování a provozu plynového hospodářství) od autorů Brandejsová a Příbyla (2010), která mi pomohla především k popisu bioplynové stanice a dalších, k ní náležejících součástí.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Bioplyn

Je to biologický rozklad organických látek je složitý vícestupnový proces, na jehož konci působením metanogenních, acetotrofních a hydrogenotrofních mikroorganismů vzniká bioplyn, který se v ideálním případě skládá ze dvou plyných složek, metanu ( $\text{CH}_4$ ) a oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ) (Pastorek, Kára, Jevič, 2004). Obsah metanu se nejčastěji pohybuje mezi 50 a 75 % a v ideálním případě je doplněn 25 až 50 % oxidu uhličitého.

V praxi však surový bioplyn tvoří příměsí dalších minoritních plynů. Vysoký obsah oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ) nám ukazuje, že pro anaerobní fermentaci nebyly vytvořeny optimální podmínky. Zavzdušňování pracovního prostoru může být zapříčiněno přítomností volného kyslíku ( $\text{O}_2$ ), avšak s výjimkou počáteční fáze procesu. Pokud se v bioplynu objeví stopy vodíku ( $\text{H}_2$ ), není to na závadu jeho energetické kvality, nýbrž to svědčí o narušení rovnováhy mezi průběhem acidogenní a metanogenní fáze. Stopy oxidu uhelnatého ( $\text{CO}$ ) mohou znamenat vznik ložisek požáru při suché anaerobní fermentaci. V některých případech je velmi významným minoritním plynem v bioplynu sulfan ( $\text{H}_2\text{S}$ ), který zpravidla pochází z biochemických procesů při rozkladu proteinů (bílkovin).

Anoerobní fermentace (digesce), při které metan vzniká, je poměrně složitý biologický proces a účastní se při něm mnoho různých typů bakterií (Murtinger, Beranovský, 2011).

Mezi hlavní vlastnosti bioplynu patří výhřevnost a hranice zápalnosti. Majoritní obsah metanu ( $\text{CH}_4$ ) určuje hodnotu výhřevnosti bioplynu. Ostatní minoritní plyny mají v bioplynu zanedbatelný energetický význam. 5 až 15 % objemových je hranice zápalnosti metanu ve směsi se vzduchem. Zápalná hodnota bioplynu je určována stejnou hodnotou pro metan, to je 650 až 750 °C. Hodnota hustoty metanu a bioplynu s 60 % podílem  $\text{CH}_4$  je velmi důležitá. Oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ) klesá po separaci obou hlavních složek bioplynu dolů.

**Tabulka 1 : Typové složení bioplynu**

Složka	Procentuální obsah
Metan – CH <sub>4</sub>	45 – 75 %
Oxid uhličitý CO <sub>2</sub>	25 – 48 %
Vodík H <sub>2</sub>	0 – 3 %
Sirovodík H <sub>2</sub> S	0,1 – 1 %
Dusík	1 – 3 %
Čpavek	stopy

*zdroj: Ust'ak, V'ana, a kol., 2006*

Velká řada dalších procesních a materiálových parametrů průběh tohoto procesu, jako například složení materiálu, podíl vlhkosti, teplota prostředí, číslo pH atd.

Bioplyn lze vyrábět z kejdy, chlévské mrvy, biologicky odbouratelných domovních odpadů, odpadů z ČOV a potravinářského průmyslu, ale i z energetické fytomasy k tomu účelu pěstované (Kára, 2007). V ČR se do stadia modelových experimentů dostala výroba bioplynu z účelově pěstované energetické biomasy.

Hlavní prvky strojní bioplynové linky jsou: zdroj organických materiálů, příjem a úprava materiálu, anaerobní reaktory na tekutý materiál, bioplynová koncovka a kalová koncovka.

Vysoký obsah methanu a tím i vysoká výhřevnost (16 – 27 MJ/m<sup>3</sup>) řadí bioplyn mezi ušlechtilé zdroje energie (Profeld a kol., 2008). Největší část bioplynu se zužitkovává k vyhřívání methanizačních nádrží a k dalším tepelným hospodářstvím bioplynové stanice. Zbývající energie se nejčastěji využívá k výrobě tepla, která slouží k vytápění budov, na výrobu teplé vody, sušení apod. V současné době se za nejefektivnější použití bioplynu považuje jeho využití pro pohon spalovacích motorů spojených s agregátem na výrobu elektrické energie, což je kogenerační výroba elektrické energie a tepla. Bioplyn má mnoho dalších využití, jako například: pohon vozidel, zemědělských strojů anebo vyčištění bioplynu na kvalitu náhradního zemního plynu (SNG).

V České republice je cca 500 ha trvalých travních porostů. Vzhledem k poklesu stavu skotu v posledních letech o 70% je jich pouze malá část pastevně využita. Ostatní plochy jsou pouze sečeny či mulčovány. Jako jeden ze způsobů využití narostlé biomasy se nabízí její přeměna na bioplyn pomocí anaerobní fermentace (Andert a kol., 2007).

## 3.2 Bioplynová stanice

Podle zpracovaného substrátu jsou bioplynové stanice děleny na: zemědělské, čistírenské a ostatní.

Bioplynové stanice jsou zařízeními, kde se spalováním obnovitelného zdroje energie – bioplynu – vyrábí teplo, popř. v kogenerační jednotce teplo a elektřina (Profeld a kol., 2008). Dříve byly tyto energie spotřebovávány především v místě výroby, v dnešní době se čím dál častěji dodává elektrická energie do sítě a odtud poté konečným zákazníkům.

Vzhledem k produkci methanu se bioplynové stanice provozem označují jako prostředí s možným výskytem nebezpečí výbuchu na pracovištích. Dále musí být bioplynová stanice zabezpečena proti úniku zápachu. Podle typu BPS musí její technologické zabezpečení proti šíření zápachu zahrnovat např. uzavřené zásobníky vstupních surovin a dále zakryté fermentory s odtahem bioplynu k využívání.

Zemědělská bioplynová stanice se od ostatních liší výrazně nižšími emisemi pachových látek při zpracování surovin a také ve výsledném fermentačním zbytku. Doba fermentace se navrhuje individuálně. Musí být projektem odůvodněna a záleží především na tom, jaký substrát bude zpracováván. Povinností provozovatele BPS je zajistit dostatečnou velikost zásobníků na fermentační zbytek tehdy, pokud ho používá pro vlastní potřebu. Není nutné tyto nádrže zakrývat.

Pouze kały z čistíren odpadních vod zpracovávají čistírenské BPS a jsou nedílnou součástí čistírny odpadních vod.

Vymezení zařízení bioplynové stanice:

1. Zařízení pro přípravu vstupů  
- dopravní zařízení

- skladovací zařízení
  - 2. Zařízení bioplynových stanic
    - reaktorové nádrže s jímáním bioplynu a jejich vybavení
    - plynojemy a jejich příslušenství
    - kompresorové stanice
    - zařízení na čištění, odsiřování, popř. jinou úpravu bioplynu
    - stabilní tlakové nádoby
    - zařízení na úpravu, stlačování a uskladňování bioplynu
    - zařízení na spalování zbytkové bioplynu
    - rozvody bioplynu
    - ovládací, měřicí a zabezpečovací zařízení
    - elektrická instalace
  - 3. Zařízení pro využití bioplynu
    - kotelny se zařízeními na plynná paliva
    - kogenerační jednotky
    - další neuvedená zařízení
- (Brandejsová, Příbyla, 2010)

Investiční náklady běžné bioplynové stanice zemědělského typu v technologii mokré fermentace střední velikosti lze odhadnout na cca 100.000,- Kč na 1 kW instalovaného elektrického výkonu (Dvořáček, 2010).

Investiční náročnost takto vybavené technologie mokré anaerobní fermentace oproti klasické zemědělské bioplynové stanici může být klidně i více než dvojnásobná, takže se náklady mohou pohybovat kolem 200.000 až 250.000 Kč na 1 kW instalovaného elektrického výkonu. Měrné investiční náklady rostou, čím nižší je stanice. Hlavním důvodem se stává vysoká cena zařízení na zpracování a třídění bioodpadů, náročnější separace a skladování či zpracování výstupů.

Hodnoty investičních výdajů by měly být rozlišeny pro jednotlivé roky výstavby, je-li výstavba delší než jeden rok (Havlíčková a kol., 2005). Pokud se jedná o klíčové provozní soubory a stavební části, tak poté je potřebné definovat doby jejich životnosti a doby jejich daňového odepisování.

Bioplynové stanice zemědělské přináší investiční náklady relativně nízké, oproti tomu bioplynové stanice odpadové mají vysoké investiční náklady.



**Tabulka 2: Roční a jednotkové náklady na bioplynové stanice**

<b>Položka</b>	<b>výpočet</b>	<b>Kč</b>	<b>Kč/t</b>
osobní náklady	mzda 5 pracovníků x 1,37	1 335 750	111,31
opravy a údržba	7 % odpisů	111 790	9,31
ostatní přímé náklady		138 818	11,57
odpisy	5 % technol. a 2 % stavební a PD	1 597 000	133,08
Režie správní a výrobní	14 % odpisů	223 566	18,63
<b>Celkem</b>		<b>3 406 924</b>	<b>283,91</b>

*zdroj: Ustřák, Váňa, a kol., 2006*

Návrh každé bioplynové stanice je třeba pečlivě ekonomicky posoudit s ohledem na použitou technologii a místní podmínky (je nutné zpracovat dobrou ekonomickou rozvahu projektu BPS se zahrnutím všech provozních nákladů zařízení, jako jsou např. náklady na výrobu biomasy, servis a opravy zařízení, monitoring apod.) (Profeld a kol., 2008) .

Ekonomiku bioplynových stanic lze hodnotit ze dvou hledisek:

a) Ekonomické hledisko: Několik faktorů působí na bezproblémový a rentabilní chod bioplynových stanic, tyto faktory se navzájem prolínají a také do určité míry ovlivňují celý provoz. Jde hlavně o vhodné složení a strukturu vstupních surovin (biomasy) s ohledem na optimální a stabilní fermentační proces, který vyžaduje vhodnou teplotu pro biochemické reakce probíhající při výrobě bioplynu (Poláčková a kol., 2013). O vysokou výtěžnost bioplynu jde při hodnocení toho hlediska především.

b) Hledisko diverzifikace podnikatelské činnosti zemědělského podniku: Při hodnocení ekonomiky z tohoto hlediska se zabýváme stabilitou příjmů, efektivním využitím kukuřiční siláže, siláží ze zavadlých víceletých píceň (senáž), dále trvalých travních porostů, případně ještě produktů dalších výrob a v neposlední řadě efektivním využitím odpadů ze zemědělské výroby (kejdy, chlévské mrvy). V případě využití méně kvalitní produkce (např. vedlejší zemědělské produkty) nemusí být plně zabezpečeny parametry pro optimální a stabilní fermentační proces, což se může odrazit v menší ekonomické efektivnosti výroby bioplynu (Poláčková a kol., 2013).

Kalkulace vlastních nákladů bioplynových stanic se skládá ze tří stupňů:

a) Kalkulace vlastních nákladů vstupních surovin (rostlinné a jiné výroby zemědělského podniku): patří sem kukuřičná siláž, zrno obilovin, siláž z celých rostlin, slunečnice, čirok, siláž ze zavadlých víceletých píceň. Mezi vlastní náklady patří náklady na pěstování, ochranu rostlin a sklizeň, dále odvoz k uskladnění, skladování, dosoušení, silážování a případně další úpravy, které probíhají před zpracování v bioplynové stanici. Kalkulační jednicí je 1 t biomasy, jako například zelená hmota.

b) Kalkulace vlastních nákladů výroby bioplynu: Do těchto nákladů spadají ty, které jsou spojené s výrobou bioplynu a nákladů souvisejícím s jeho skladováním. Kalkulační jednicí je 1 m<sup>3</sup> bioplynu obsahující 0,60 m<sup>3</sup> metanu.

c) Kalkulace vlastních nákladů výroby elektrické energie a tepla: Teplo se stává vedlejším efektem výroby elektrické energie. Množství vyrobeného tepla je přibližně 1,2x vyšší než množství vyrobené elektrické energie. V bioplynové stanici se za použití technologií spotřebuje znova 15-45 % vyrobeného tepla. Kalkulační jednicí je 1 kWh elektrické energie.

### 3.3 Kogenerace

Kogenerace je současná výroba elektrické energie a ohřev teplosměnného média (Pastorek, Kára, Jevič, 2004). Kogenerační jednotka se skládá z plynového motoru (resp. turbíny) a generátoru elektrického proudu. Touto metodou dosáhneme vysoké účinnosti přeměny energie z bioplynu (80 až 90 %) na elektrickou a tepelnou energii. Kolem 30 % energie bioplynu se přemění na elektrickou energii, 60 % na tepelnou energii a zbytek zaujímají tepelné ztráty.

Elektrina se prodává do rozvodné sítě přibližně za 3 Kč/kWh a teplo se využije z části na vyhřívání fermentorů a z části na vytápění farmy a přilehlých objektů (Murtinger, Beranovský, 2011).

Na výrobu 1 kW.h<sub>e</sub> je potřeba převést do kogenerační jednotky 0,6 až 0,7 m<sup>3</sup> bioplynu, jenž má průměrný obsah metanu (CH<sub>4</sub>) = 60 %. Velmi hrubým odhadem můžeme v praxi počítat, že k výrobě 1 kW.h<sub>e</sub> a 1,27 kW.h<sub>t</sub> budeme potřebovat asi 5 až 7 kg

odpadní biomasy, 5 až 15 kg komunálních odpadů, 8 až 12 kg chlévské mrvy nebo 4 až 7 m<sup>3</sup> tekutých komunálních odpadů.

Kogenerační jednotky se stejným výkonem dodávají různí dodavatelé s motory o různém počtu válců. Např. běžně 16 – 20 u výkonů KJ 1 MW. Rozdíl nákladů na 1 výměnu sady svíček při běžné ceně 1 svíčky 3 – 5 000 Kč činí 12 – 20 000 Kč. KJ od jiných dodavatelů mají také různé intervaly výměny oleje. Závisí na velikosti a typu KJ, běžné rozpětí je 400 – 1 000 hod. Poměrně značnou část celkových servisních nákladů KJ představují výměny olejové náplně. Z hlediska ročního proběhu ( $\approx$  8 000 hod) patří mezi nejvytěžovanější zařízení BPS (Profeld a kol., 2008).

V současné době se jako pohon v kogeneračních jednotkách nejčastěji používají:

- parní turbíny
- spalovací turbíny
- spalovací motory
- paroplynová (kombinovaná) zařízení

(Krbek, Polesný, 2007)

Na českém trhu se vyskytuje více dodavatelů kogeneračních jednotek včetně zahraničních. Jako například TEDOM (CZ) a Jenbacher Energie (A). Obvykle se u menších zařízení používá jednoduchý asynchronní generátor (v zásadě běžný asynchronní motor), který je přifázován k rozvodně síti podobně, jako se to řeší u malých vodních elektráren (Murtinger, Beranovský, 2011). Synchronní generátor se používá i u velkých jednotek.

Bioplynové stanice jsou vybaveny plynojemem a kogenerační jednotkou, u níž se dá poměrně rychle a snadno měnit výkon, měla by být využívána ve špičkovém provozu. Takovýto provoz kogenerační jednotky podmiňuje dostatečně velký plynojem pro jímání bioplynu v době, kdy není vyráběna elektřina. Proto je vhodné použít akumulátor tepla. Tímto způsobem se vyrobí ze stejného množství bioplynu o trochu více elektřiny a umožňuje ji prodat za vyšší cenu. Protože v letním období jsou u větších zařízení velké

přebytky tepla, provozuje se vedle bioplynové stanice často například sušička obilí, sušení řeziva apod.

Výkon všech kogeneračních jednotek lze ovládat několika způsoby:

- Výkon KJ se mění plynule prostřednictvím řídicího systému jednotky.
- Výkon KJ kopíruje vlastní spotřebu objektu tak, aby provozovatel z rozvodné sítě proud neodebíral ani ho do sítě nedodával. Tento způsob se dá použít v případech, kdy provozovat ztratil zájem dodávat elektřinu do sítě např. z důvodu nízké výkupní ceny.
- Výkonné stavy rozeznává KJ pouze v nejjednodušším provedení: prohřívací výkon – plný výkon. Používají se u asynchronních agregátů nejnižšího výkonu.

Zařízení a provoz BP stanice závisí na parametrech vstupních surovin a provozních souborech. Při provozu kogeneračních jednotek s plynovými motory je nutná zásoba bioplynu pro jejich rovnoměrný a bezporuchový provoz (Kára, Pastorek, 2008). Velikost vyrovnávacího zásobníku bioplynových stanic se ze zkušeností z experimentálních provozů a praxe doporučuje minimálně na úrovni 2-12 hodin nominální produkce bioplynu. Dnes se používá zásoba na cca 2-4 hodiny provozu kogeneračních jednotek, a to hlavně z ekonomických důvodů. Ekonomickou efektivnost provozu BP nelze počítat, pokud by přebytek nebo ztráty bioplynu přesáhly 30 % nominální výroby. Každá bioplynová stanice s kogenerační jednotkou musí mít chladič chladicí kapaliny spalovacího motoru, co umí uchládit 100 % výkonu motoru (pokud není odběr tepla) a také havarijní hořák bioplynu pro případ poruchy motoru kogenerační jednotky.

Některé nové technologie rozšiřují možnosti použití kogeneračních jednotek na tepelná čerpadla a absorpční chladicí zařízení.

Kogenerační jednotky současné vývojové generace splňují z hlediska emisí příslušné normy. Oproti rozdělenému způsobu výroby tepla a elektřiny výrazně snižují celkovou velikost emisí SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, prachu ale i CO<sub>2</sub> a to v důsledku snížení spotřeby PEZ a plynofikací výroby elektřiny (Krbek, Polesný, 2007).

### 3.4 Fermentace

Fermentaci (kvašení) definujeme jako biotechnologický proces, při kterém se za účasti mikrobiálních enzymů (fermentů) postupně přeměňují organické látky na jednodušší látky.

Fermentaci dělíme na „suchou“ a „mokrou“. Liší se především zpracovávanou biomasou:

- „suchá“ BPS: Sypká biomasa a manipulace kolovým nakladačem. Obsah sušiny čítá 6-10 %. Biomasa se v průběhu procesu míchá a mokrých bioplynových stanic bychom po světě našli tisíce. Mezi výhody patří rychlý start (do tří dnů), nižší vlastní spotřeba (tepla i el.energie), modulární systém výstavby a širší spektrum zpracované biomasy.

Druhy „suchých BPS: zemědělská (např. kukuřičná siláž), travní (tráva z pastvin a luk) a odpadní (BRKO, kuchyňské odpady).

- „mokrá BPS“: Tekutá biomasa a manipulace čerpadly. Obsah sušiny je 20-50 %. Biomasa se v průběhu procesu nemíchá a mokrých bioplynových stanic jsou desítky a to především v Německu.

„Suchá“ a „mokrá“ fermentace mají ale také společné rysy, mezi které například patří že : biomasu ve fermentoru je nutné zahřát na cca 36-38 °C, nebo že biologicky rozložitelný substrát se rozkládá ve fermentorech bez přístupu vzduchu na bioplyn.

Při anaerobní fermentaci dochází ke stabilizaci vlastností biomasy. Vstupními surovinami jsou rostlinná biomasa a čistírenské kaly (Mazancová, 2008). Jedná se o velmi složitý biochemický proces, skládající se z mnoha dílčích, na sebe navazujících fyzikálních, fyzikálně-chemických a biologických procesů (Pastorek, Kára, Jevič,2004). Konečná fáze biochemické konverze biomasy v anaerobních podmínkách na bioplyn a zbytkový fermentovaný materiál se nazývá metanogeneze.

Výsledným produktem anaerobní fermentace je bioplyn a fermentační zbytek (digestát). Samotný separát vzniká oddělením tuhé složky z digestátu pomocí separátoru na odstředivém principu (Koutný, Slavík, Kára, 2008).

Mezi základní typy fermentorů patří: polokulový, válcový, vejčitý a žlabový.

Laboratorní fermentor je určen pro laboratorní modelaci měření emisí v předem nastavených teplotních a vlhkostních režimech. Na dno fermentoru lze umístit sledovaný tuhý nebo tekutý materiál např. kejda, podestýlka hospodářských zvířat, komposty apod (Jelínek, Pecen, Dědina, 2011). Definované množství čistého vzduchu je převáděno do fermentoru, kde se čistý vzduch obohatí o emise, které jsou produkovány vloženým materiálem (např, emise amoniaku, metanu, oxidu uhličitého atd.) Ve fermentoru je snímač emisí, který zaznamenává jejich koncentraci po sledovanou dobu.

Fermentor může být v terénu umístěn nadzemně, polozapuštěně nebo podzemně.

### 3.5 Míchadla

Míchání a teplota patří mezi nejdůležitější faktory ovlivňující dobrou funkci anaerobních reaktorů (Brandejsová, 2010). Existuje několik základních způsobů míchání, lišících se z konstrukčního hlediska.

Míchání methanizačních reaktorů může být:

- mechanické: (Různé druhy míchadel, turbín, vrtulových míchadel, čerpadel), mezi časté použití patří míchání recirkulací kalu. Z dolní části nádrže je kal odčerpáván kalovými čerpadly a vstříkují se do různých míst nádrže tak, aby se optimálně promíchal obsah nádrže.
- pneumatické – míchání recirkulací plynu: Z plynového prostoru je čerpán bioplyn a do různých míst nádrže je vháněn pod tlakem.
- rozrušování plovoucí kalové vrstvy: Může být mechanické, pomocí míchadla, rozstříkem surového kalu a nebo recirkulované fermentační směsi.

Dobré promíchání je dosažitelné při spotřebě energie 5 – 8 W/m<sup>3</sup> reaktoru, při míchání plynem to odpovídá asi 0,27 – 0,42 m<sup>3</sup> bioplynu na m<sup>3</sup> reaktoru za hodinu (Brandejsová, Příbyla, 2010). Na vlastnostech reagující suspenze silně závisí spotřeba energie na míchání, která se hodnotí podle praktických podmínek, a to především podle obsahu sušiny.

### **3.6 Metan**

Pomocí methanu s příměsemi dalších plynů vzniká bioplyn. K přeměně organických látek na metan dochází pouze v prostředí, ve němž není přítomen kyslík (anaerobní prostředí). Metan tak vzniká v bažinách a rýžových polích (bahenní plyn), ve skládkách odpadů, v kanalizaci a podobně (Murtinger, Beranovský, 2011). Na dnech oceánů vznikají velká množství metanu. Dále v místech kontinentálního šelfu, kam klesá velké množství organických látek z povrchu.

Lze také získat čistý metan, a to tak, že bioplyn zbavíme oxidu uhličitého a dalších příměsí. Toto ovšem není běžný postup, protože se ve většině případů používá tak, jak vznikl.

### **3.7 Kukuřičná siláž**

Kukuřičná siláž je krmivo, které vzniká fermentací řezanky kukuřice za anaerobních podmínek. Stav kukuřice před sklizní, doba sklizně a technologické podmínky uskladnění sklizené řezanky nejvíce ovlivňují výslednou výživnou hodnotu kukuřičné siláže.

Jedná se o krmivo glycidového charakteru, kde hlavní živinu představuje energie, která se vyskytuje ve třech formách: glycidy ve formě cukrů, škrobu a vlákniny. Nejdůležitější při sklizni kukuřice je maximální výnos stravitelné energie a její uchování ve formě kukuřičné siláže. U vysokoprodukčních zvířat – dojnic hraje důležitou roli kromě výnosu stravitelné energie z jednotky plochy také koncentrace energie ve výsledném krmivu, resp. kukuřičné siláži. Kukuřičná siláž se skládá z 8 % N-látek, 3 % tuku, v průměru cca 30 % škrobu (20-35 % podílu palic kukuřice), ale největší podíl tvoří vláknina, která má obsah ve formě NDF 40-50 %.

Když vybíráme vhodné hybridy k výrobě siláže, může nastat zvláštní situace, jak rozdělit, případně jak hodnotit tzv. silážní hybrid a jak hodnotit zrnový hybrid. V poslední době nabývá stále většímu významu rozdělení hybridů na silážní a zrnové.

Pro silážování se doporučuje volit hybridy kukuřice s tvrdým typem zrna (flint). Typ zrna je dán rozdílným poměrem sklovitého a moučnatého endospermu v zrně.

Producenti zrnové kukuřice se zaměřují na pěstování hybridů typu koňský zub (dent) s rychlým uvolňováním vody ze zrna (Loučka, 2009).

Kukuřičná siláže se vyrábí sklizní celé rostliny v období, kdy má sušina výsledné řezanky 30-35 % sušiny. Rostlina kukuřice na siláže se skládá z dvou druhů krmiva. A to z palice, která obsahuje hlavně zrno (zrno obsahuje cca 60 % škrobu) a tvoří 50-60 % sušiny z celé rostliny a zelené části rostliny, obsahující hlavně vlákninu (obsah vlákniny 18-24 %, obsah NDF 40-50 %). K výrobě siláže se používají převážně zrnové hybridy, vyznačující se +vysokým podílem zrna resp. škrobu, protože podíl zrna hraje významnou roli z hlediska obsahu energie v kukuřičné siláži. Zrnové hybridy se ale vyznačují vyšší lignifikací vlákniny, tedy stravitelnost vlákniny je výrazně nižší.

Maximální koncentrace energie v kukuřičné siláži je důležitým požadavkem z výživářského hlediska. Toto hledisko je hlavně důležité při požadavku zvyšování užitkovosti, resp. vytváření předpokladu zvýšení užitkovosti u dojnic. Musíme zvyšovat koncentraci energie u vyrobených krmiv resp. zvyšovat kvalitu siláže, abychom vytvářeli předpoklad pro zvyšování užitkovosti u dojnic.

Kukuřičná siláž je vhodným základem krmných dávek, ale jen v případě její maximální kvality a chutnosti (Mudřík, Hučko, 1999).

Mezi zdroje energie u kukuřičné siláže patří:

1. Vodorozpustné cukry: Obsah cukrů v kukuřici je závislý na stádiu fenofáze rostliny. Čím je rostlina starší, tím více klesá její obsah díky jeho přeměně na škrob.
2. Kukuřičný škrob: Škrob je hlavním zdrojem energie pro bachorovou mikroflóru, ale není zdrojem energie pro mléčné bakterie.
3. Hrubá vláknina, NDF, ADF a ADL: Jednotlivé frakce vlákniny ukazují obsah buněčných stěn rostliny, z části také ukazují na kvalitativní stránku těchto buněčných stěn. Stravitelnost udává kvalitativní stránku vlákniny a jejich frakcí.



**Tabulka 3: Vývoj vlastních nákladů kukuřičné siláže v minulých letech**

	2007	2009	2011
Náklady celkem (Kč/ha)	18 319,00	21610,00	23718,67
Ha výnos (t/ha)	34,41	39,01	39,24
Náklady na tunu zel. hm. (Kč/t)	532,00	554,00	604,40

*zdroj: Ústav zemědělské ekonomiky a informací, 2011*

**Tabulka 4: Náklady technologických operací na 1 ha kukuřičné siláže**

Kukuřice na siláž	Ukazatel	Jednotka	Normativ /výrobní oblast		
			K + Ř	B	BO + H
Náklady	Materiálové náklady celkem	Kč.ha <sup>-1</sup>	13616	13389	13616
	Mechanizovaní práce	Kč.ha <sup>-1</sup>	9101	9227	8923
	Spotřeba paliva	l.ha <sup>-1</sup>	95.6	96.6	94
	Potřeba práce	h.ha <sup>-1</sup>	5.3	5.4	5.1
	Variabilní náklady celkem	Kč.ha <sup>-1</sup>	22717	22616	22539
	Fixní náklady	Kč.ha <sup>-1</sup>	4000	4000	4000
	Náklady celkem (V + F)	Kč.ha <sup>-1</sup>	26717	26616	26539
Produkce	Hlavní produkt – výnos	t.ha <sup>-1</sup>	32	35	32
	Náklady variabilní – bez dotací	Kč.t <sup>-1</sup>	710	647	705
	Náklady celkem – bez dotací	Kč.t <sup>-1</sup>	835	761	830
	Dotace 2009 (SAPS + TOP UP)	Kč.ha <sup>-1</sup>	4575	4575	4575
	Náklady variabilní – včetně dotací	Kč.t <sup>-1</sup>	567	516	562

*zdroj: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., 2012*

### 3.8 Travní senáž

Stejně jako například sušení sena je senáž způsob konzervace krmiva. Konzervační proces je založen na bakteriální produkci kyseliny mléčné, při které dochází ke snížení pH. Prostředí musí být bez obsahu kyslíku, aby mohlo dojít k rozmnožování bakterií, které produkují kyselinu mléčnou.

Siláži s vysokým obsahem sušiny se říká senáž. Neexistuje přesná hranice, která by siláž od senáže rozlišovala, ale obvykle o sušině mluvíme, pokud se hodnota pohybuje mezi 35 a 45%. Slovo senáž se ve vědecké a odborné literatuře nepoužívá. Pokud je třeba blíže specifikovat o jaký druh siláže se jedná, označí se jako „siláž o vyšší sušině“ (Pozdíšek,2008).

DM je anglická zkratka pro výraz „dry matter“ (sušina). Hodnota DM určuje v dané látce množství sušiny. Když je hodnota DM například 55%, tak krmivo obsahuje 55 % sušiny a 45 % vody. Obvyklá hodnota DM sena je 85 %. Hodnota DM se liší v různých balících senáže a může se lišit její hodnota i v rámci jednoho balíku. To je dáno různými podmínkami na polích.

Důležitým faktorem při využití travních senáží je způsob jejich sklizně, tak aby senážovaná hmota byla krátce řezaná, což zabezpečuje lepší kvalitu senážování a zlepšuje využití hmoty v procesu fermentace (Zemědělec,2013). Také to snižuje odpor hmoty při procesu míchání, a díky tomu spotřebu elektrické energie. Dosavadní zkušenosti ukazují, že senáže mají oproti kukuřičné siláži při stejné sušině produkci metanu na úrovni okolo 80 %. Za optimální sušinu, která lze využít pro senáž v BPS považujeme hodnoty blízké 30 %.

Využití travní senáže je perspektivní především v horských a podhorských oblastech, kde je z klimatických a morfologických důvodů (vyšší svažitost) vhodné intenzifikovat trvalé travní porosty či založit intenzivní travní porost na orné půdě (biom.cz,2008). Travní senáž se ve vysoké míře využívá v severním Německu, protože tato lokalita obsahuje mělké lehké půdy s dostatkem srážek. Především ochrana vod je hlavní důvodem, proč je řada bioplynových stanic založena právě na travní senáži, kombinující se statkovými hnojivy a minoritním podílem kukuřičné senáže.

**Tabulka 5: Náklady technologických operací na 1 ha travní senáže**

Travní porosty na seno	Ukazatel	Jednotka	Normativ / Výrobní oblast	
			B	BO + H
Náklady	Materiálové náklady celkem	Kč.ha <sup>-1</sup>	2229	2218
	Mechanizované práce	Kč.ha <sup>-1</sup>	4508	4508
	Spotřeba paliva	l.ha <sup>-1</sup>	41.5	41.5
	Potřeba práce	h.ha <sup>-1</sup>	3	3
	Variabilní náklady celkem	Kč.ha <sup>-1</sup>	6737	6726
	Fixní náklady	Kč.ha <sup>-1</sup>	3000	3000
	Náklady celkem (V + F)	Kč.ha <sup>-1</sup>	9737	9726
Produkce	Hlavní produkt – výnos (seno)	t.ha <sup>-1</sup>	3.5	3
	Náklady variabilní – bez dotací	Kč.t <sup>-1</sup>	1925	2242
	Náklady celkem – bez dotací	Kč.t <sup>-1</sup>	2782	3242
	Dotace 2009 (SAPS + TOP UP)	Kč.ha <sup>-1</sup>	4575	4575
	Náklady variabilní – včetně dotací	Kč.t <sup>-1</sup>	618	717

*zdroj: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., 2012*

## 4 Vlastní práce

### 4.1 Základní charakteristika

#### Zemědělské družstvo Krásná Hora nad Vltavou

Pro moji práci jsem si zvolil bioplynové stanice v Krásné Hoře nad Vltavou a v Petrovicích u Sedlčan, obě tyto stanice spadají pod Zemědělské družstvo v Krásné Hoře nad Vltavou, a.s. . V Obchodním rejstříku společnost najdeme zapsanou již od roku 1956. Investiční náklady na bioplynovou stanici v Krásné Hoře nad Vltavou činily přibližně 74 mil. Kč, na stavbu významně přispěla dotace v rámci operačního programu Program rozvoje venkova, výše dotace čítala 22 080 000 Kč. Projekty pro obě bioplynové stanice dodala obchodní společnost FARMTEC a.s..

#### 4.1.1 Základní údaje o společnosti

Obchodní firma: Zemědělské družstvo Krásná Hora nad Vltavou, a.s.

Adresa: Krásná Hora nad Vltavou, č.p. 172, IČO: 001 07 999

Datum zápisu: 26.4. 1956, webové stránky: [www.zdkh.cz](http://www.zdkh.cz)

Předseda představenstva: Ing. Jiří Zelenka

Výměra obhospodařené půdy tvoří 4 892 ha, z toho činí orná půda (obiloviny, olejnin, pícniny) 3 269 ha, louky a pastviny se rozkládají na ploše 1 623 ha. V roce 2012 byla kukuřičná siláž využita na 252 ha půdy a travní senáž na 350 ha půdy.

**obrázek 1: Procentuální vyjádření obhospodařované půdy (2012)**



*zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

**Tabulka 6: Průměrné hektarové výnosy a počet hektarů (2013)**

Plodina	t * ha <sup>-1</sup>	ha
obiloviny	5,02	52 % (1 324)
řepka	2,76	20 % (522)
kukuřice siláž	49,38	27 % (676)
kukuřice vlhké zrno – 60 % sušina	12,66	1 % (30)

*zdroj: Zemědělské družstvo Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

Zemědělské družstvo Krásná Hora nad Vltavou se nachází v bramborářsko-ovesné výrobní oblasti. Na orné půdě jsou pěstovány obiloviny, dále na 641 hektarech olejnin, a s 1 153 hektary také pícniny. Členitý terén, jehož průměrná nadmořská výška činí 450 m. Průměrná roční teplota je 6,7 °C.

Společnost využívá pozemků, které si z velké části dlouhodobě pronajala. S využitím PGRLF od roku 2000 nakupuje postupně půdu od původních vlastníků. Roční pachtovné je 2 000 Kč/ha zemědělské půdy. Od samého počátku se společnost snaží využívat programy EU v zemědělství.

## **4.1.2 Bioplynová stanice Krásná Hora nad Vltavou**

**obrázek 2: Bioplynová stanice v Krásné Hoře nad Vltavou**



*zdroj: Zemědělské družstvo Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

Vstupní suroviny: kejda, kukuřičná siláž, travní senáž

Výkon: 526 kW

Využití tepla (kW): 558

Uspořené CO<sub>2</sub>: 0,910 t

Rok uvedení do provozu: 2008

### **4.1.3 Bioplynová stanice Petrovice u Sedlčan**

**obrázek 3: Bioplynová stanice v Petrovicích u Sedlčan**



*zdroj: Zemědělské družstvo Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

Vstupní suroviny: kejda, kukuřičná siláž, travní senáž

Výkon: 834 kW

Využití tepla (kW): 558

Uspořené CO<sub>2</sub>: 0,910 t

Rok uvedení do provozu: 2010

Zemědělské družstvo v Krásné Hoře nad Vltavou neposkytuje údaje o bioplynových stanicích jako samostatných jednotkách, ale pro obě stanice dohromady.

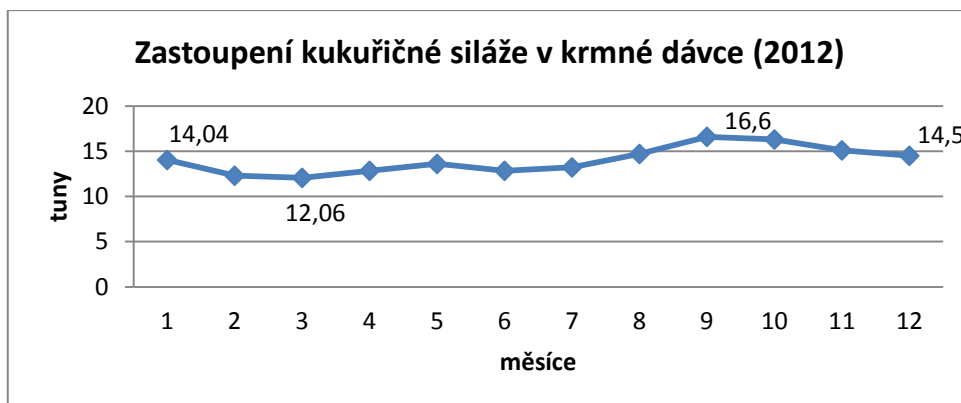
## **4.2 Bioplynová stanice v Krásné Hoře nad Vltavou**

V bioplynové stanici v Krásné Hoře nad Vltavou byly v roce 2012 použity do dávkovače tyto substráty: kukuřičná siláž, travní senáž, GPS BP a GPS stará. Následující

grafy nám prezentují, jak velkou část krmné dávky v dávkovači tyto jednotlivé substráty tvořily, jak v tunách, tak i v procentuálním vyjádření. Hodnoty uváděné v grafech jsou průměry za sledované období.

#### 4.2.1 Kukuřičná siláž

obrázek 4: Zastoupení kukuřičné siláže v krmné dávce BPS KH (2012)

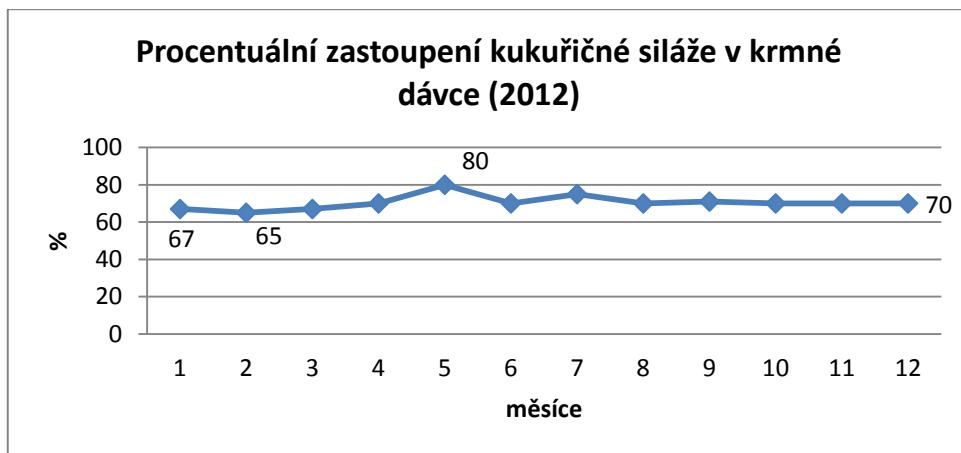


zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

**průměrné množství: 14 t**

V dávkovači bylo během celého roku používáno přibližně stejné množství kukuřiční siláže, což dokazuje i porovnání lednové hodnoty (14,04 t), s prosincovou hodnotou (14,05 t). Rozdíl mezi nejnižším použitým množstvím a tím největším, činil 4,54 tun.

obrázek 5: Procentuální zastoupení kukuřičné siláže v krmné dávce BPS KH (2012)



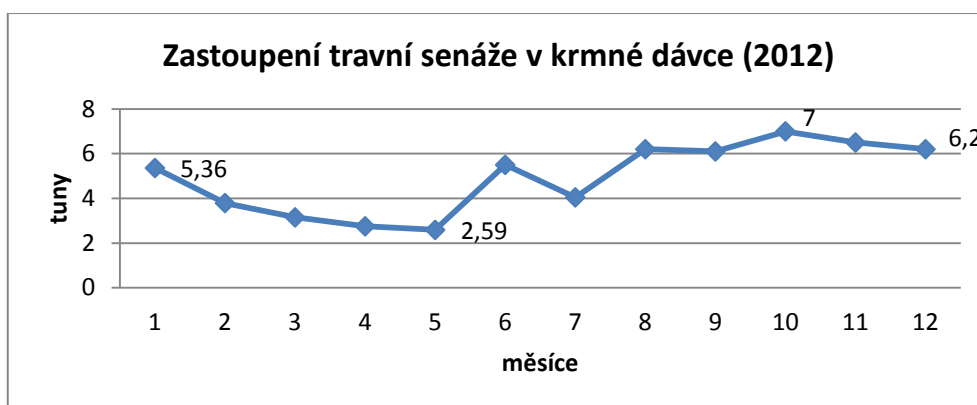
zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

### průměrné množství: 70 % krmné dávky

Procentuální vyjádření používání kukuřičné siláže v krmné dávce bylo během celého roku také stabilní. Činilo v lednu 67 % a v prosinci 70 %. Rozdíl mezi největšími odchylkami během roku je 15 %.

## 4.2.2 Travní senáž

obrázek 6: Zastoupení travní senáže v krmné dávce BPS KH(2012)

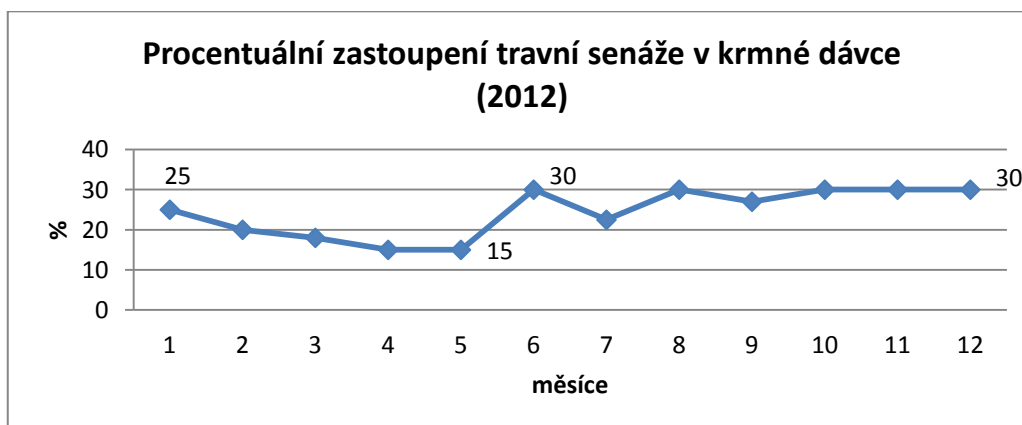


zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

### průměrné množství: 4,9 t

Množství senáže staré v dávkovači nám během roku ukazuje rozdílné hodnoty. Největší rozdíly byly mezi lednem a červnem, ale až na poslední tři měsíce roku se příliš neustálily. Nejvyšší množství bylo použito v říjnu (7 t) a nejmenší v květnu (2,59 t). I maximální a minimální použité množství travní senáže v jednotlivých měsících se od sebe dosti liší, konkrétně o 4,41 tuny.

obrázek 7: Procentuální zastoupení travní senáže v krmné dávce BPS KH(2012)





zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

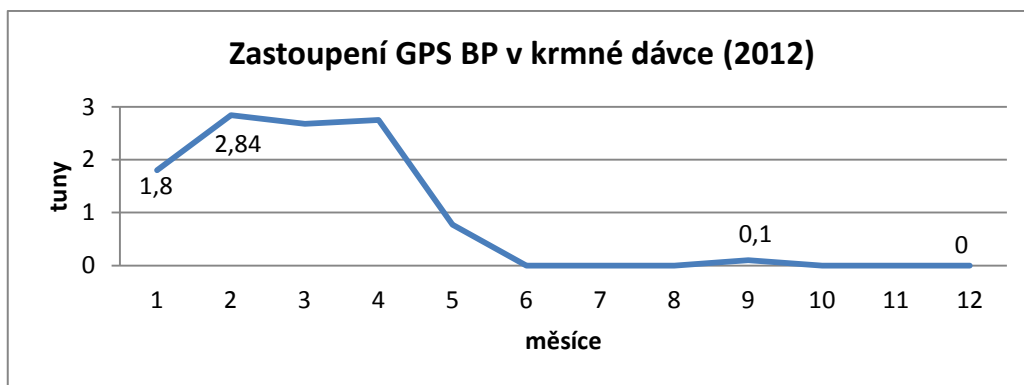
#### průměrné množství: 24,4 % krmné dávky

Ani procentuální vyjádření se nám příliš neshodují, kdy se hodnoty v první polovině roku lišily s těmi na konci až o 15 %. V lednu bylo použito do krmné dávky 25 % senáže staré a v prosinci 30 %.

### 4.2.3 GPS BP

GPS BP je směs trávy, obilnin, luštěnin, případně hrachu.

obrázek 8: Zastoupení GPS BP v krmné dávce BPS KH (2012)

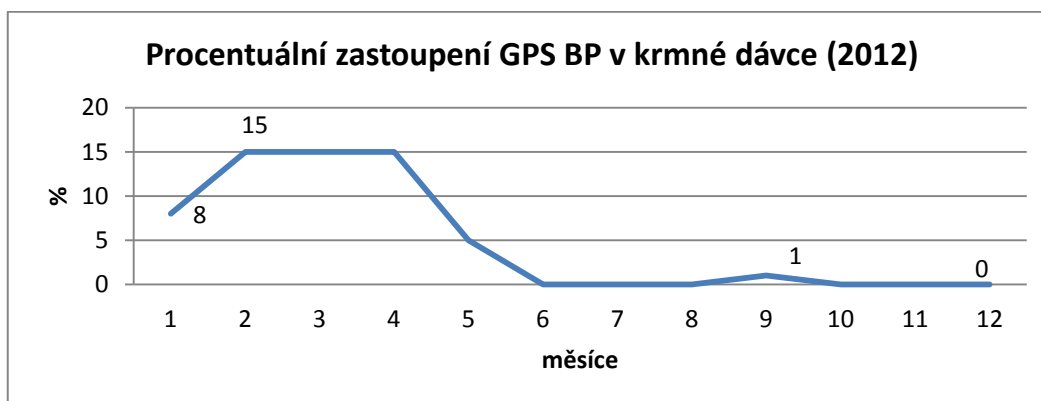


zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

#### průměrné množství: 0,91 t

GPS BP bylo používáno v první polovině roku 2012 a v malém množství ještě v září. Největší zastoupení v krmné dávce bylo v únoru, konkrétně 2,84 tuny a takovýto je i rozdíl mezi největším a nejmenším použitým množstvím GPS BP během roku.

obrázek 9: Procentuální zastoupení GPS BP v krmné dávce BPS KH (2012)



zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

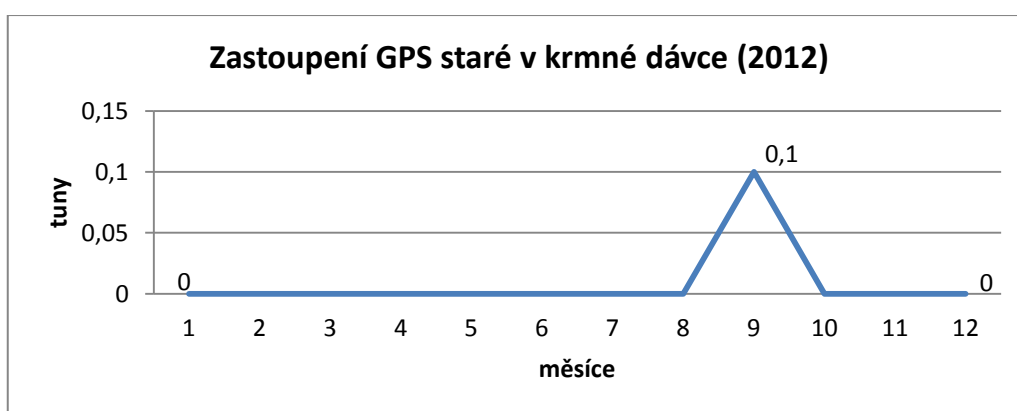
#### **průměrné množství: 4,9 % krmné dávky**

Procentuální vyjádření potvrzuje údaje udané v tunách. Maximální procentuální zastoupení GPS BP v krmné dávce bylo v únoru, kde tvořil 15 % s celé krmné dávky.

#### **4.2.4 GPS staré**

GPS staré je stejně jako GPS BP směs trávy, obilnin, luštěnin, popřípadě hrachu. GPS bylo nejdříve určeno pro krávy, rok staré.

**obrázek 10: Zastoupení GPS staré v krmné dávce BPS KH (2012)**



zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

#### **průměrné množství: 0,008 t**

GPS staré bylo během celého roku použito během celého roku pouze v měsíci září, a to v malém množství 0,1 tuny.

**obrázek 11: Procentuální zastoupení GPS staré v krmné dávce BPS KH (2012)**



zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

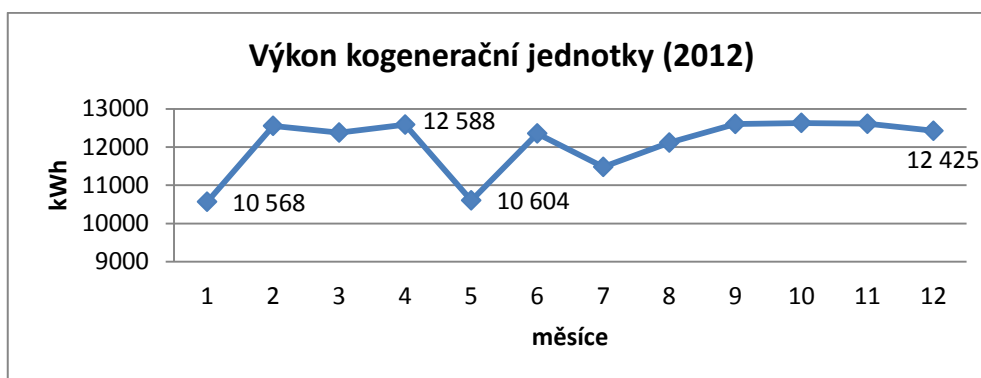
**průměrné množství: 0,08 % v krmné dávce**

V procentuálním vyjádření můžeme opět vidět, že kromě září (1 %) netvoří krmnou dávku v dávkovači.

#### 4.2.5 Výkon kogenerační jednotky

Následující graf ukazuje výkon kogenerační jednotky během sledovaného období roku 2012.

**obrázek 12: Výkon kogenerační jednotky BPS KH (2012)**



zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

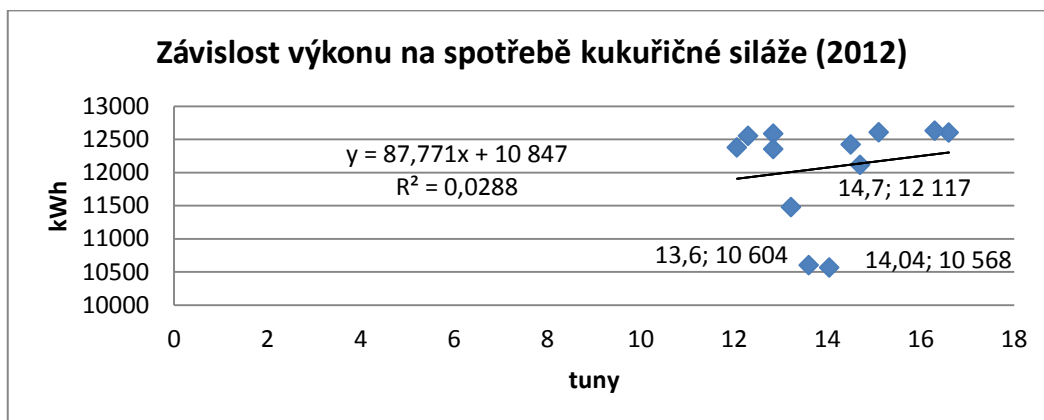
**průměrná hodnota: 12 077 kWh**

Výkon kogenerační jednotky byl během roku kolísavý, až v posledních měsících roku se ustálil. K největším výkyvům došlo mezi měsíci lednem a květnem. Nejnižší výkon během celé roku dosáhli v lednu (10 568 kWh) a naopak nejvyšší výkon kogenerační jednotky nastal v říjnu (12 633 kWh).

#### 4.2.6 Závislost výkonu kogenerační jednotky na spotřebě krmných směsí

**A. S extrémními hodnotami**

obrázek 13: Závislost výkonu na spotřebě kuk. sil. s extrém. hodnot. BPS KH (2012)

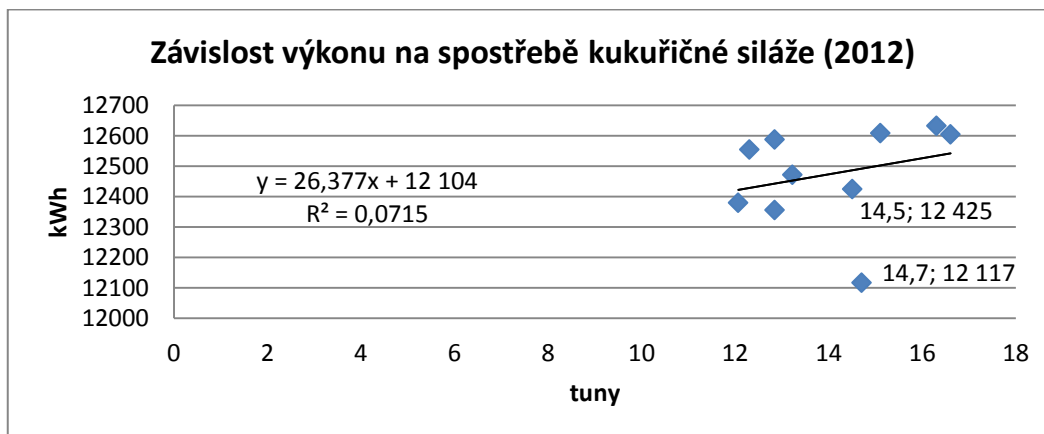


zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

Za každou další tunu by měl výkon KVET stoupnout o 87,771 kWh. Rovnice regrese ukazuje nižší stupeň závislosti. Koefficient determinace vyšel 2,88 %, což je velmi nízké procento vysvětlené variability. Díky rostoucímu výkonu při používání kukuřičné siláže se jí nadále vyplatí v krmných dávkách využívat.

## B. Bez extrémních hodnot

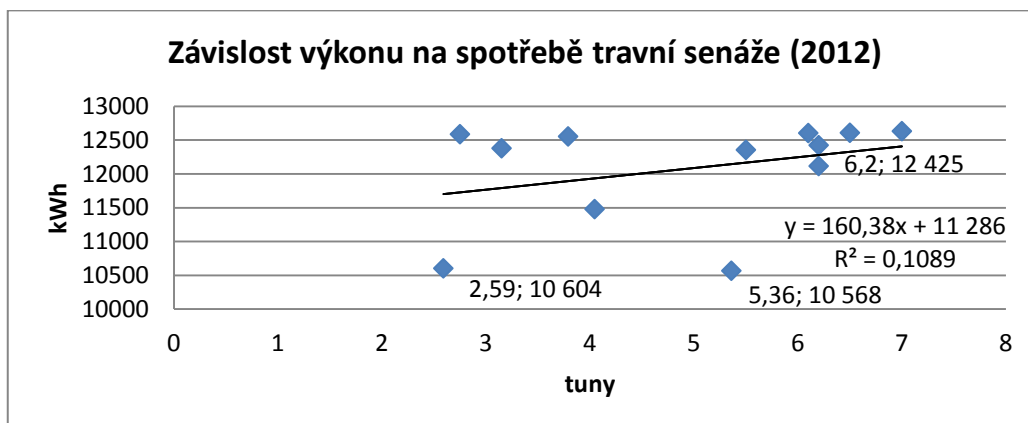
obrázek 14: Závislost výkonu na spotřebě kuk. sil. bez extrém.hodnot BPS KH (2012)



zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

Z předchozího grafu byly odstraněny dvě hodnoty, které se nacházely nejdále od spojnice trendu, konkrétně se jednalo o hodnoty 13,6;10 604 a 14,04;10 568. Po jejich odebrání sice poklesl nárůst výkonu KVET z každé další na 26,377 kWh, ale naopak se zvýšila úspěšnost regrese na 7,15 % a také stupeň závislosti.

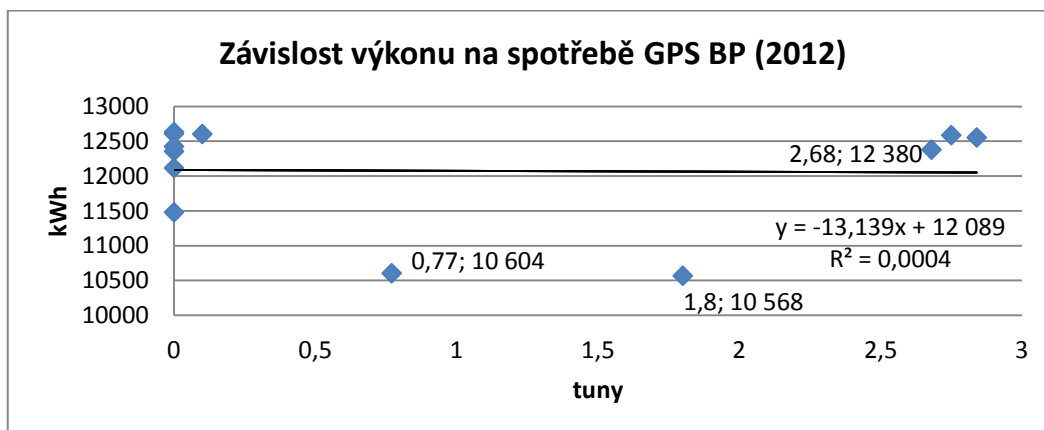
**obrázek 15: Závislost výkon na spotřebě travní senáže BPS KH (2012)**



*zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

Za každou další tunu by měl výkon KVET stoupnout o 160,38 kWh. Graf ukazuje nízký stupeň závislosti. Koeficient determinace ukazuje nízkou úspěšnost regrese, konkrétně 10,89 %. Travní senáž by měla být dále obsazována v krmné dávce, protože napomáhá k zvyšování výkonu.

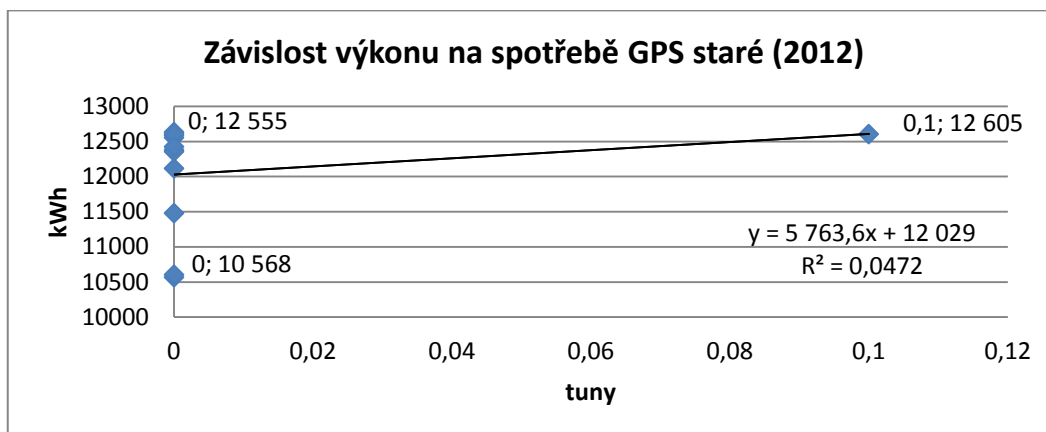
**obrázek 16: Závislost výkonu na spotřebě GPS BP BPS KH(2012)**



*zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

Díky nízkému počtu dat ukazuje rovnice regrese nesprávné údaje. Úspěšnost regrese u GPS BP činí 0,4 %. Není nutno používat tento substrát v krmné dávce.

obrázek 17: Závislost výkonu na spotřebě GPS staré BPS KH (2012)



zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

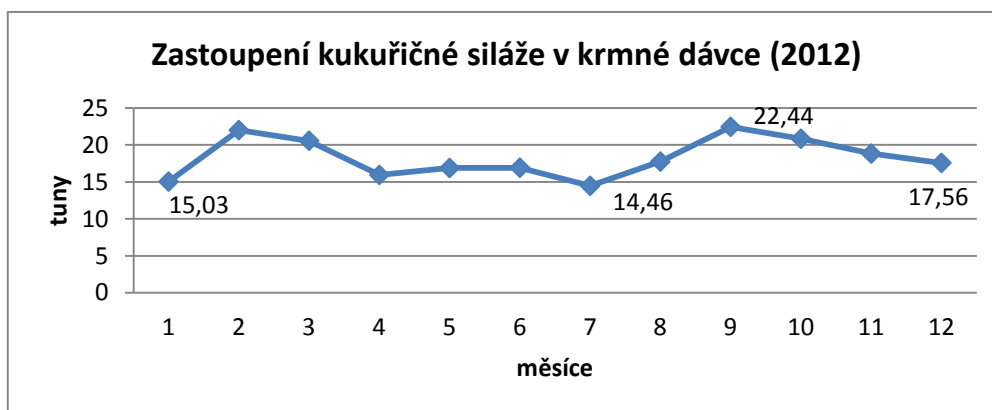
Jelikož GPS staré bylo v bioplynové stanici během roku použito pouze v jednom měsíci, nemusí být údaje rovnice regrese pravdivé. Koefficient determinace poukazuje na úspěšnost regrese u GPS staré 4,72 %.

### 4.3 Bioplynová stanice v Petrovicích u Sedlčan

V bioplynové stanici v Petrovicích u Sedlčan se v roce 2012 do dávkovače používaly následující substráty: kukuřičná siláž, travní senáž, GPS BP a žito zrno. Na následujících grafech zjistíme, jak velkou část jednotlivé substráty v krmné dávce tvořily. Vyjádřeno v tunách a procentech. Hodnoty uváděné v grafech zobrazují průměry za sledované období.

#### 4.3.1 Kukuřičná siláž

obrázek 18: Zastoupení kukuřičné siláže v krmné dávce BPS PET (2012)

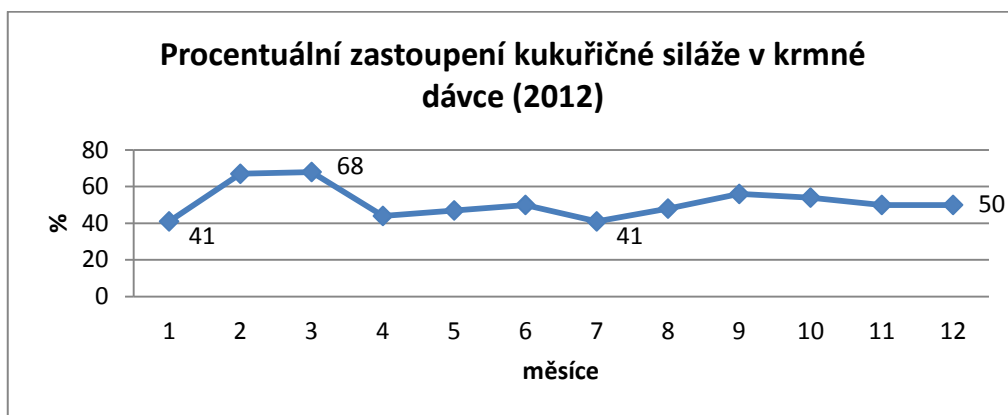


zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

**průměrné množství: 18,3 t**

Množství dávky kukuřičné siláže v bioplynové stanici v Petrovicích u Sedlčan se každý měsíc měnilo. Když jeden měsíc došlo k navýšení množství, tak další měsíc nastal pokles. Nejvíce kukuřičné siláže bylo použito v září (22,44 t) a nejméně v červenci (14,46 t). Největší rozdíl mezi použitím kukuřičné siláže mezi měsíci činil 7,98 tuny.

**obrázek 19: Procentuální zastoupení kukuřičné siláže v krmné dávce BPS PET (2012)**



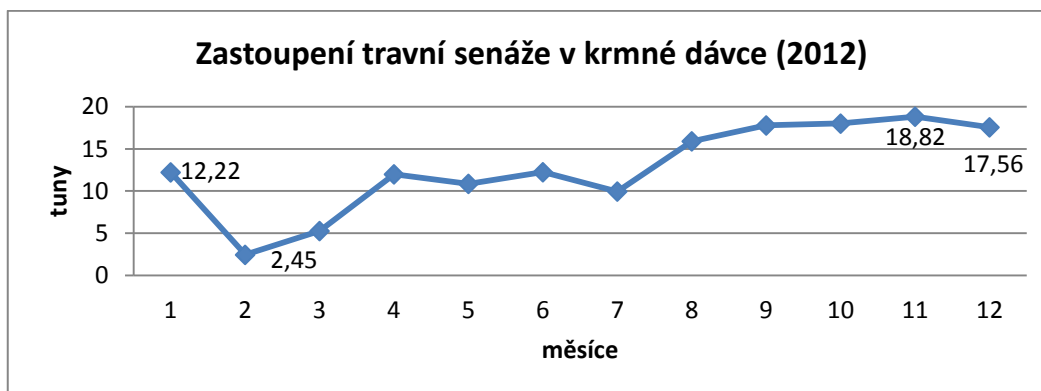
zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

**průměrné množství: 51 % krmné dávky**

Procentuální zastoupení kukuřičné siláže v krmné dávce má výkyvy především v prvních čtyřech měsících roku, poté došlo ke stabilizaci. V lednu obsahovala krmná dávka 41 % kukuřičné siláže a v prosinci 50 %. Procentuální rozdíl mezi nejvyšším a nejnižším použitým množstvím v jednom měsíci činil 27 %.

### 4.3.2 Travní senáž

obrázek 20: Zastoupení travní senáže v krmné dávce BPS PET (2012)

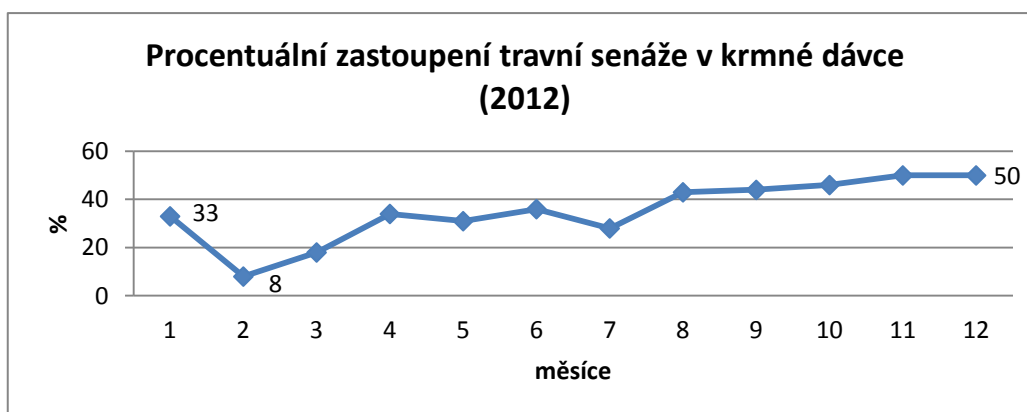


zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

**průměrné množství: 12,8 t**

Množství senáže staré mělo během roku kromě února, kdy ji bylo použito nejméně, (2,45 t) a menšího poklesu v červenci vzrůstající tendenci. V lednu bylo použito 12,22 t a v prosinci 17,56 t. Nejnižší množství bylo použito v únoru, konkrétně 2,45 tun a naopak nejvíce v listopadu, a to 18,82 tun. Tudíž maximální rozdíl mezi jednotlivými měsíci v použití travní senáže v krmné dávce činí 16,37 tun.

obrázek 21: Procentuální zastoupení travní senáže v krmné dávce BPS PET (2012)



zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

**průměrné množství: 35 % krmné dávky**

Vyjádření v procentech nám potvrzuje hodnoty uvedené v tunách, tudíž nejmenší zastoupení v krmné dávce měla travní senáž v únoru (8 %) a březnu, v těchto měsících

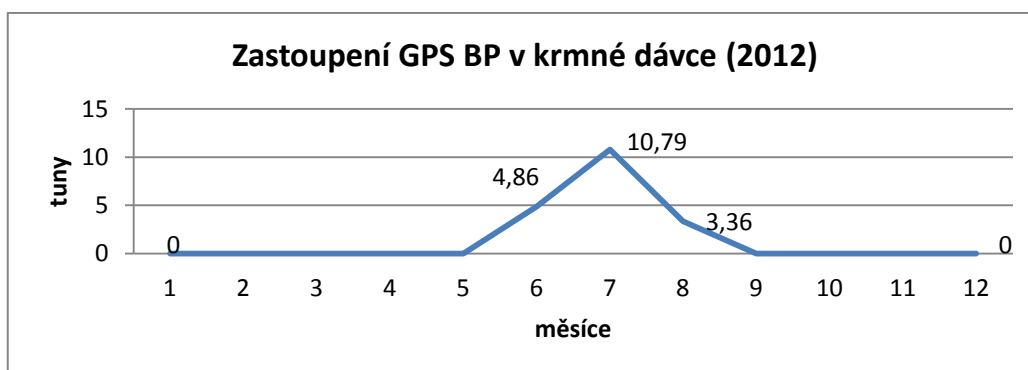


bylo použito více kukuřičné siláže. Naopak nejvíce travní senáže se použilo v listopadu a prosinci, v obou případech 50 %. Maximální rozdíl mezi měsíci je 42 %.

### 4.3.3 GPS BP

GPS BP je směs trávy, obilnin, luštěnin, případně hrachu.

**obrázek 22: Zastoupení GPS BP v krmné dávce BPS PET (2012)**

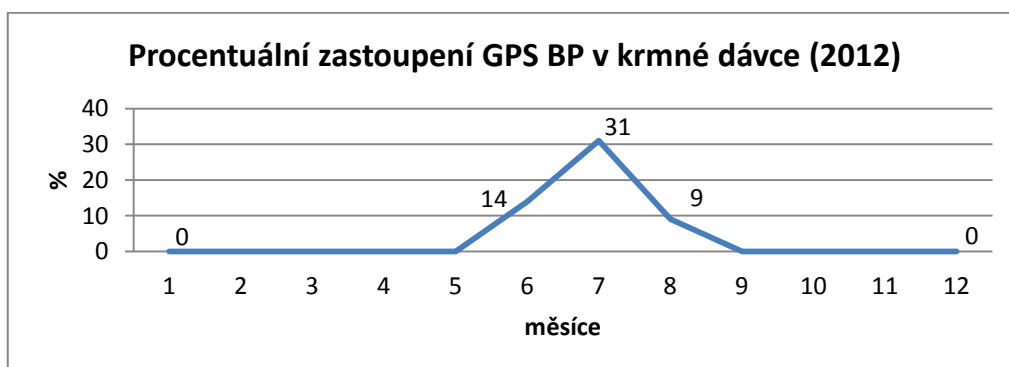


*zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

**průměrné množství: 1,58 t**

GPS BP bylo v roce 2012 použito v červnu, červenci a srpnu. V tomto období činila průměrná dávka GPS BP v dávkovači 6,3 tuny. Nejvyšší použití nastalo v červenci, konkrétně 10,79 tun. Maximální rozdíl v množství použité je 10,79 tun.

**obrázek 23: Procentuální zastoupení GPS BP v krmné dávce BPS PET (2012)**



*zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

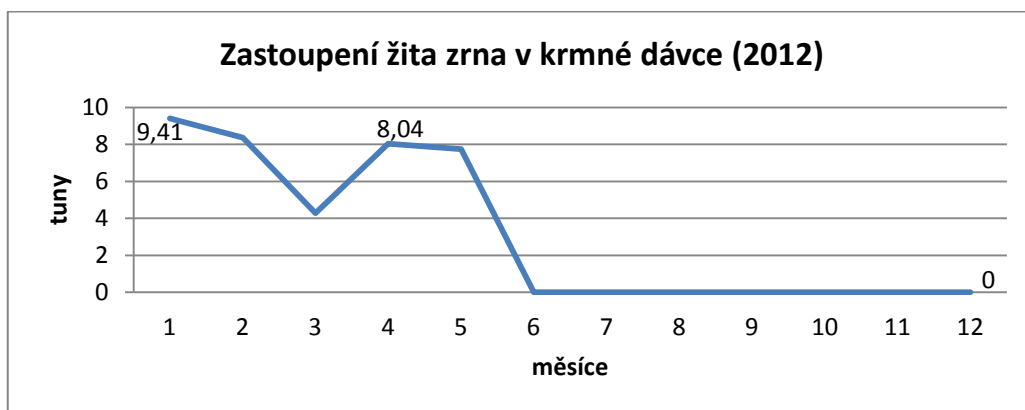
**průměrné množství: 4,5 % krmné dávky**

Také procentuální vyjádření využívání GPS BP v krmné dávce ukazuje jeho začlenění do dávky pouze v letních měsících. Největší část z celkové krmné dávky tvořilo GPS BP v červenci (31 %).

#### 4.3.4 Žito zrno

Žitné zrno se zařazuje do krmné dávky pro vykrmovaný skot, dojnice nebo pro prasata nad 50 kg živé hmotnosti v omezeném množství.

**obrázek 24: Zastoupení žita zrna v krmné dávce BPS PET (2012)**

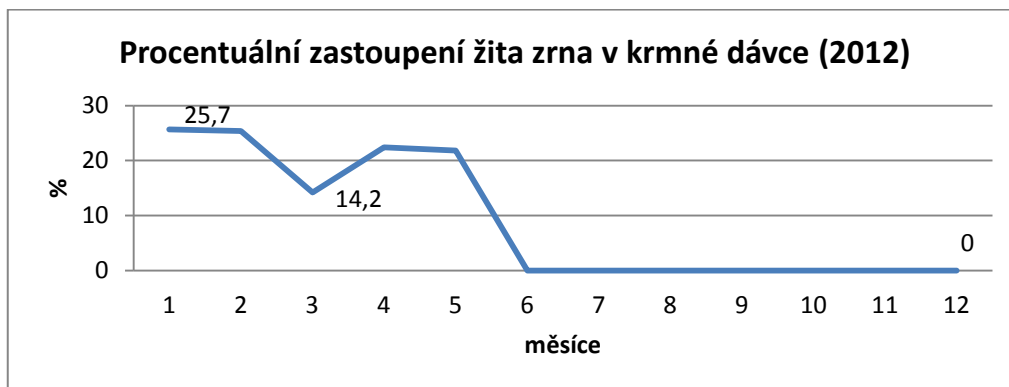


*zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

**průměrné množství: 3,15 t**

Žito zrno se využívalo během roku 2012 v období od ledna do června. V tom období bylo průměrně do dávkovače přidáváno 6,3 tuny žita zrna. Od července až do konce roku už nebylo přidáváno do krmné dávky. Nejvyšší množství žita zrna bylo použito v lednu, a to 9,41 tun.

**obrázek 25: Procentuální zastoupení žita zrna v krmné dávce BPS PET (2012)**



zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

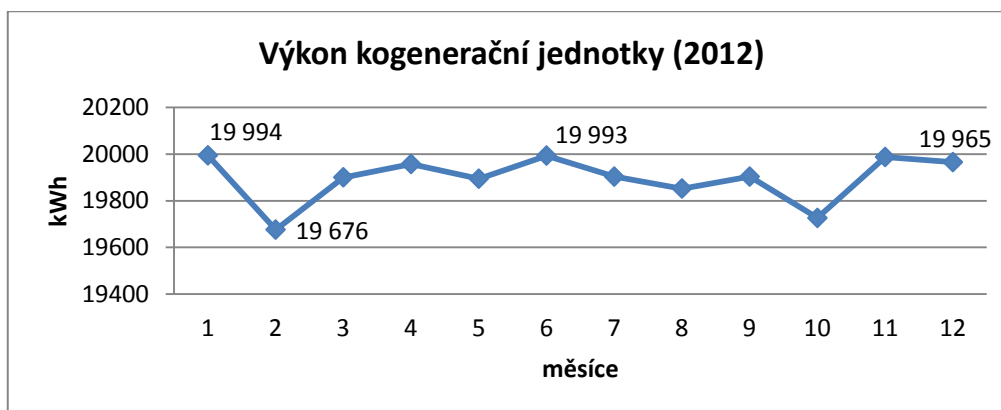
#### **průměrné množství: 9,1 % krmné dávky**

Využívání žita zrna ve sledovaném období znovu ukazuje jeho využitelnost během první poloviny kalendářního roku. V tomto období žita zrno tvořilo průměrně 18,25 % struktury celé krmné dávky. Největší zastoupení během celého roku mělo v lednu, konkrétně 25,7 % struktury krmné dávky.

### **4.3.5 Výkon kogenerační jednotky**

Následující graf ukazuje výkon kogenerační jednotky během sledovaného období roku 2012.

**obrázek 26: Výkon kogenerační jednotky BPS PET (2012)**



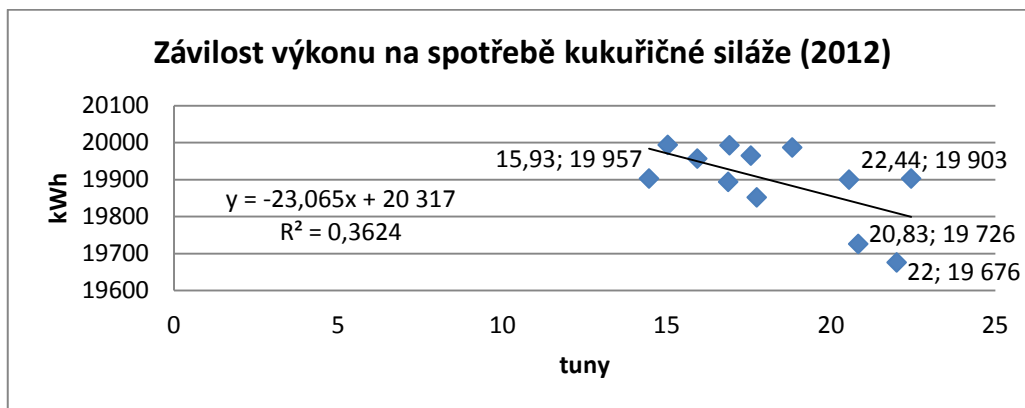
zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

#### **průměrná hodnota: 19 896 kWh**

Výkon kogenerační jednotky měl během roku stálou podobu. Rozdíly mezi měsíčními hodnotami nebyly tak výrazné, jak tomu bylo u bioplynové stanice v Krásné Hoře nad Vltavou. Mírný pokles byl pouze v únoru a říjnu. V lednu byl výkon 19 994 kWh a v prosinci 19 965 kWh. Rozdíl mezi měsícem s nejnižším výkonem a mezi měsícem s nejvyšším výkonem činil 317 kWh.

### 4.3.6 Závislost výkonu kogenerační jednotky na spotřebě krmných směsí

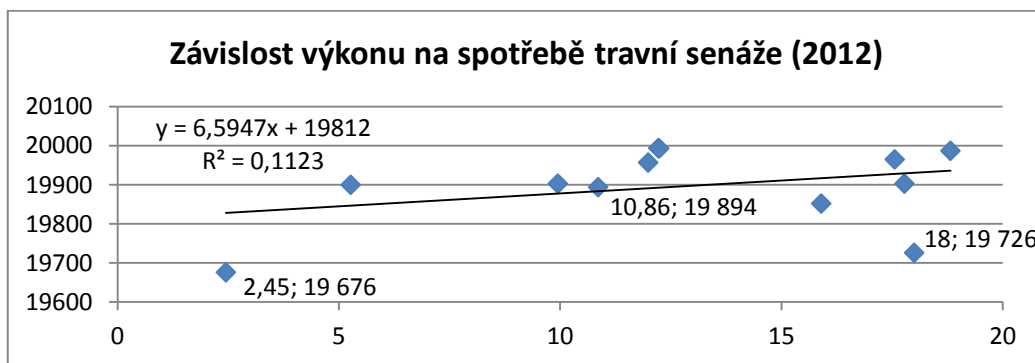
obrázek 27: Závislost výkonu na spotřebě kukuřičné siláže BPS PET (2012)



zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

Rovnice regrese nedává smysl, protože při zvyšujícím množství tun klesá výkon kogenerační jednotky. Podíl v rozptylu pozorované závislé proměnné, který se podařilo regresi vysvětlit, činí 36,24 %.

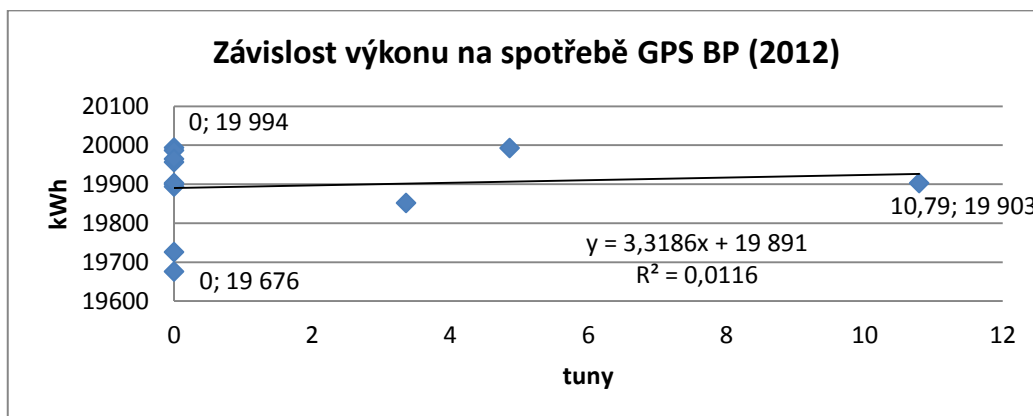
obrázek 28: Závislost výkonu na spotřebě travní senáže BPS PET (2012)



zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

Za každou další tunu by měl výkon KVET stoupnout o 6,5947 kWh. Na grafu lze vidět nízký stupeň závislosti proměnných. Úspěšnost regrese činí 11,23 %. Díky zvyšujícímu výkonu kogenerační jednotky by travní senáž měla být nadále využívána v krmné dávce.

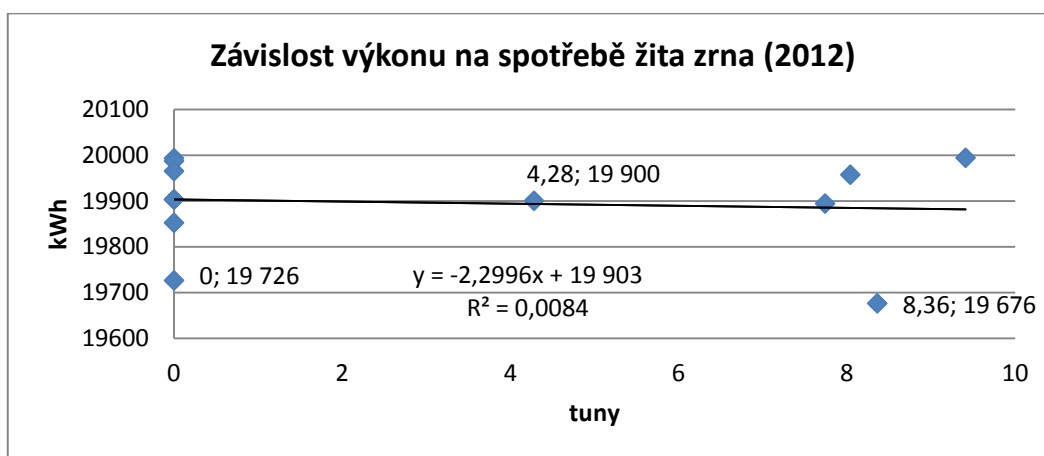
**obrázek 29: Závislost výkonu na spotřebě GPS BP BPS PET (2012)**



*zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

Za každou další tunu by měl výkon KVET stoupnout o 3,3186 kWh. Stupeň závislosti je nízký. Koeficient determinace je roven 1,16 %, a proto není nutno GPS BP přidávat do dávkovače.

**obrázek 30: Závislost výkonu na spotřebě žita zrna BPS PET (2012)**



*zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

Nízké využívání žita zrna v roce 2012 způsobilo nesprávnou formu rovnice regrese. Koeficient determinace je 0,84 %, což poukazuje na velmi nízkou úspěšnost regrese. Žito zrna není nutné nadále příliš nutně v krmné dávce využívat

## 4.4 Variantní řešení

Ve výzkumu bude porovnán vliv vstupních substrátů v dávkovači při použití základních složek, tudíž kukuřičné siláže a travní senáže, s použitím dalšího substrátu v krmné dávce. Dále bude porovnáno, jak je ovlivněn výkon kogenerační jednotky strukturou krmné dávky a jak složení krmné dávky ovlivňuje vlastní náklady na kWh. Hodnoty použité v tabulkách ukazují průměrnou hodnotu za sledované období. Údaje byly použity z provozních dat v protokolech.

Zaznamenány byly údaje o době provozu kogenerační jednotky; výkon kogenerační jednotky; spotřeba bioplynu; průměrná teplota hlavního fermentoru, množství krmné dávky v dávkovači.

### 4.4.1 Bioplynová stanice v Krásné Hoře nad Vltavou

Tabulka 7: Údaje za rok 2012 BPS Krásná Hora (vstupní substrát s GPS BP)

	provozní hodiny KJ	výkon KJ	spotřeba bioplynu	průměrná teplota v HF	dávkovač	kukuřičná siláž	travní senáž	GPS BP
měsíc	h : m	kWh	m <sup>3</sup>	°C	t	t	t	t
leden	20:09	10568	5566	38,6	21,079	14,04	5,36	1,8
únor	23:52	12555	6514	40,9	18,926	12,3	3,79	2,84
březen	23:33	12380	6283	42,1	17,852	12,06	3,15	2,68
duben	23:56	12588	6540	41,9	18,347	12,84	2,75	2,75
květen	20:20	10604	5466	43,1	16,96	13,6	2,59	0,77
září	23:59	12605	6514	43,2	23,7	16,6	6,1	0,1

zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

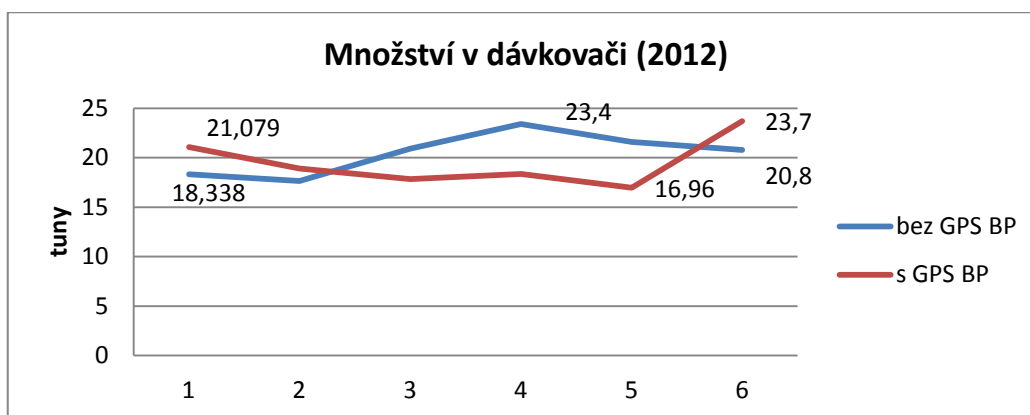
Tabulka 8: Údaje za rok 2012 BPS Krásná Hora (vstupní substrát bez GPS BP)

	provozní hodiny KJ	výkon KJ	spotřeba bioplynu	průměrná teplota v HF	dávkovač	kukuřičná siláž	travní senáž
měsíc	h : m	kWh	m <sup>3</sup>	°C	t	t	t
červen	23:34	12356	6401	43,5	18,338	12,84	5,5
červenec	22:17	11480	5933,5	43,3	17,649	13,22	4,045
srpen	23:03	12117	6128	43,4	20,9	14,7	6,2
říjen	23:59	12633	6667	42,3	23,4	16,3	7
listopad	23:58	12609	6650	41,8	21,6	15,1	6,5
prosinec	23:38	12425	5272	41,1	20,8	14,5	6,2

zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

V následujících grafech jsou porovnány údaje s použitím a bez použití GPS BP.

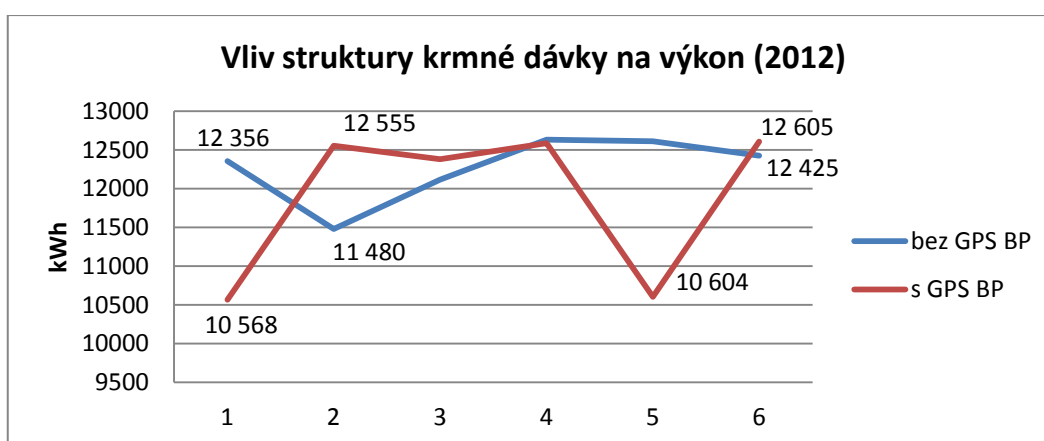
**obrázek 31: Množství v dávkovači u BPS Krásná Hora (2012)**



*zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

Z grafu lze vyčíst, že využití nebo nevyužití GPS BP v krmné dávce má vliv na celkové množství v dávkovači. Při použití pouze kukuřičné siláže a travní senáže dosahovala průměrná krmná dávka v dávkovači 20,45 tun. Pokud bylo použito i GPS BP, průměrná dávka činila 19,45 tuny. Bez použití GPS BP jsou viditelné i nižší rozdíly mezi velikostí krmných dávek. Při použití GPS BP se projevuje ve sledovaném období nejvyšší rozdíl mezi dvěma dávkami 6,74 tuny, ale bez GPS BP lze vidět maximální rozdíl 5,06 tuny.

**obrázek 32: Vliv struktury krmné dávky na výkon u BPS Krásná Hora(2012)**



*zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

Tento graf ukazuje, jak se ve sledovaném období měnil výkon kogenerační jednotky s použitím a bez použití GPS BP. Ihned je viditelné, že bez použití GPS BP je velikost výkonu kogenerační jednotky ustálenější. Bez použití GPS BP činil průměrný výkon kogenerační jednotky 12 270 kWh, přičemž při použití GPS BP je výkon nižší, konkrétněji 11 883 kWh. Maximální rozdíl mezi výkonem KJ mezi sledovanými hodnotami při použití GPS BP činí 2 037 kWh a bez využití GPS BP je tento rozdíl 1 153 kWh.

**Tabulka 9: Výsledná čísla bioplynová stanice Krásná Hora nad Vltavou (2012)**

	kukuřičná siláž + travní senáž	+ GPS BP
množství v dávkovači	<b>20,45 tun</b> (14,45 t + 6 t)	<b>19,45 tun</b> (13,6 t + 4 t + 1,85 t)
procentuální vyjádření	70,7 % + 29,3 %	69,9 % + 20,6 % + 9,5 %
výkon KJ	<b>12 270 kWh</b>	<b>11 883 kWh</b>

*zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

Následně bude zjištěno, jak složení krmné dávky ovlivňuje vlastní náklady na kWh. Vlastní náklady na kukuřičnou siláž činí 598 Kč/t, travní senáž 349 Kč a na GPS BP 850 Kč/t. Mezi základní substráty jsou zahrnuty kukuřičná siláž a travní senáž.

#### **Vlastní náklady krmné dávky na kWh:**

$$\text{základní substráty: } \frac{(598 * 14,45) + (349 * 6)}{12\,270} = \mathbf{0,87 \text{ Kč}}$$

$$\text{základní substráty + GPS BP: } \frac{(598 * 13,6 + 349 * 4 + 850 * 1,85)}{11\,883} = \mathbf{0,93 \text{ Kč}}$$

Bioplynové stanici v Krásné Hoře nad Vltavou se vyplatí do krmné dávky využívat pouze jejich základní složky, a to kukuřičnou siláž a travní senáž. Při jejich používání obsahovala krmná dávka v dávkovači větší množství tun, tudíž i výkon kogenerační jednotky byl větší. Vlastní náklady na kWh ze základních substrátů činí 0,87 Kč a při jejich doplnění o GPB BP 0,93 Kč, což dělá rozdíl 0,06 Kč. Proto se v bioplynové stanici v Krásné Hoře nad Vltavou vyplatí používat do krmné dávky pouze kukuřičnou siláž a travní senáž.



#### 4.4.2 Bioplynová stanice v Petrovicích u Sedlčan

Tabulka 10: Údaje za rok 2012 BPS Petrovice(vstupní substrát s žita zrnem, GPS BP)

	provozní hodiny KJ	výkon KJ	spotřeba bioplynu	průměrná teplota v HF	dávkovač	kukuřičná siláž	travní senáž	žito zrno	GPS BP
měsíc	h : m	kWh	m <sup>3</sup>	°C	t	t	t	t	t
leden	24	19994	7661,9	40	36,662	15,03	12,22	9,41	
únor	23:38	19676	7759,2	40,2	32,975	22	2,45	8,36	
březen	23:54	19900	5712,6	42,5	30,078	20,55	5,27	4,28	
duben	23:57	19957	9805,7	42,7	35,838	15,93	11,99	8,04	
květen	23:53	19894	10039	42,9	35,464	16,87	10,86	7,74	
červen	24	19993	10243,7	42,9	34,006	16,91	12,24		4,86
červenec	23:54	19903	10147,7	43,2	35,206	14,46	9,95		10,79
srpen	23:50	19852	10106,8	43,6	37,002	17,74	15,9		3,36

zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

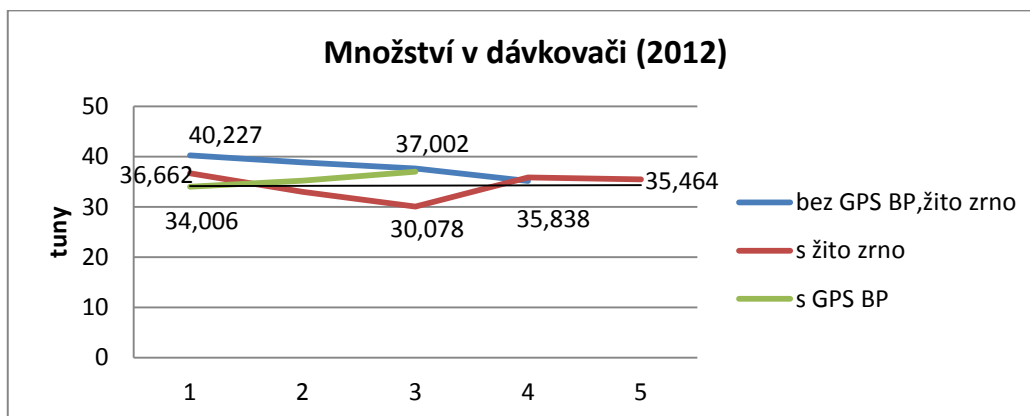
Tabulka 11: Údaje za rok 2012 BPS Petrovice(vstupní substrát bez žita zrna, GPS BP)

	provozní hodiny KJ	výkon KJ	spotřeba bioplynu	průměrná teplota v HF	dávkovač	kukuřičná siláž	travní senáž
měsíc	h : m	kWh	m <sup>3</sup>	°C	t	t	t
září	23:53	19903	9873,7	43,3	40,227	22,44	17,78
říjen	23:40	19726	9721,9	43,2	38,829	20,83	18
listopad	23:59	19987	9725,3	42,8	37,637	18,82	18,82
prosinec	23:58	19965	9611,3	42,6	35,128	17,56	17,56

zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012

V následujících grafech jsou porovnány údaje s použitím a bez použití žita zrna a GPS BP.

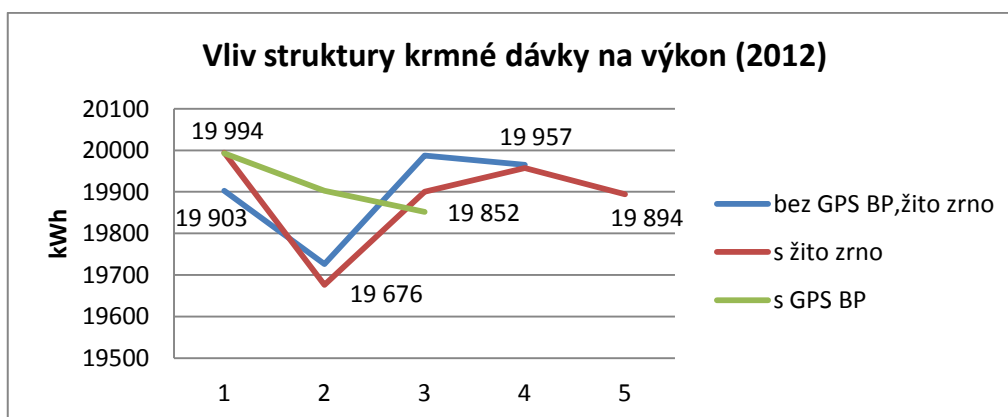
**obrázek 33: Množství v dávkovači BPS Petrovice (2012)**



*zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

Graf ukazuje, jaký vliv má přidávání různých substrátů do krmné dávky. Při použití základních složek, kukuřičné siláže a travní senáže, se množství v dávkovači příliš neliší a má pouze lehce klesající tendenci, průměrná dávka v dávkovači činí 37,96 tuny a maximální rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší dávkou je 5,1 tun. V roce 2012 bylo ve třech kalendářních měsících přidáno do krmné dávky GPS BP. Během tohoto období se množství v dávkovači příliš nelišilo, pouze lehce stoupalo. Průměrná hodnota s GPS BP činila 35,4 tun, maximální odchylka mezi měsíci je 3 tuny. V prvních 5 měsících roku se přidávalo do krmné dávky žito zrno, používané množství mělo kolísavou tendenci. Průměrné množství dávky při použití kukuřičné siláže, travní senáže a žita zrna činilo 34,2 tun a rozdíl mezi nejvyšším použitým množstvím a tím nejnižším čítá 6,59 tun.

**obrázek 34: Vliv struktury krmné dávky na výkon BPS Petrovice(2012)**



*zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

V tomto grafu je sledován vliv přidaných substrátů do krmné dávky, a to jak jeho složení ovlivní výkon kogenerační jednotky. Na první pohled lze vidět, že pouze použití GPS BP společně se základnímu substrátu nemá přílišnou odchylku mezi jednotlivými měsíci. Při použití základní složek, nebo-li kukuřičné siláže a travní senáže činí průměrný měsíční výkon 19 895 kWh a maximální rozdíl mezi hodnotami 239 kWh. Pokud se využilo GPS BP, bylo průměrný výkon 19 916 kWh, rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou 141 kWh. Když kukuřičnou siláž a travní senáž doplnilo žito zrna, činil průměrný měsíční výkon 19 884 kWh a rozdíl mezi největšími odchylkami 318 kWh.

**Tabulka 12: Výsledná čísla bioplynová stanice Petrovice u Sedlčan (2012)**

	kukuřičná siláž + travní senáž	+ žito zrna	+ GPS BP
množství v dávkovači	<b>37,96 tun</b> (19,92 t + 18,04 t)	<b>34,2 tun</b> (18,1 + 8,5 t + 7,6 t)	<b>35,4 tun</b> (16,4 t + 12,7 t + 6,3 t)
procentuální vyjádření	52,5 % + 47,5 %	52,9 % + 24,9 % + 22,2 %	46,3 % + 35,9 % + 17,8 %
výkon KJ	<b>19 895 kWh</b>	<b>19 884 kWh</b>	<b>19 916 kWh</b>

*zdroj: Protokol ZD Krásná Hora nad Vltavou, 2012*

Dále bude porovnáno, jak substráty krmné dávky ovlivňují vlastní náklady na kWh. Cena základních substrátů, kukuřičné siláže a travní senáže, činí 598 Kč/t, respektive 349 Kč/t. Cena žita zrna je 2 422 Kč/t a GPS BP 850 Kč/t.

#### **Vlastní náklady krmné dávky na kWh:**

$$\text{základní substráty: } \frac{(598 * 19,92 + 349 * 18,04)}{19\,895} = \mathbf{0,75 \text{ Kč}}$$

$$\text{základní substráty + žito zrna: } \frac{(598 * 18,1 + 349 * 8,5 + 2422 * 7,6)}{19\,884} = \mathbf{1,62 \text{ Kč}}$$

$$\text{základní substráty + GPS BP: } \frac{(598 * 16,4 + 349 * 12,7 + 850 * 6,3)}{19\,916} = \mathbf{0,98 \text{ Kč}}$$

Bioplynové stanici v Petrovicích u Sedlčan se podobně jako BPS v Krásné Hoře nad Vltavou vyplatí využívat především kukuřičnou siláž a travní senáž. Rozdíly ve výkonu kogenerační jednotky sice nejsou nikterak velké, i zde však můžeme vidět rozdíl v dávkovači při využívání těchto substrátů, hodnoty jsou opět větší než-li při použití žita zrna nebo GPS BP. Značné rozdíly jsou ve vlastních nákladech na kWh, zatímco cena základních substrátů je 0,75 Kč, ceny s využitím dalších substrátů zvyšují cenu o 0,87 respektive 0,23 Kč.

## 5 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vyhodnotit strukturu krmné dávky u zemědělských bioplynových stanic na produkci bioplynu, a to konkrétně bioplynové stanice v Krásné Hoře nad Vltavou a Petrovicích u Sedlčan. K bakalářské práci byly použity protokoly za rok 2012 a na základě zjištěných informací vymezit závěry a doporučení.

Pro srovnání vstupního substrátu, kde bylo zjišťováno, jaký vliv má v bioplynové stanici v Krásné Hoře nad Vltavou přidávání základní substrátů, kukuřičné siláže a travní senáže, ale také GPS BP a GPS staré do krmné dávky a pozorování, jak ovlivňují počet tun v dávkovači a výkon kogenerační jednotky. V bioplynové stanici v Petrovicích u Sedlčan se zkoumalo, jak se projeví používání kukuřičné siláže a travní senáže společně s GPS BP, respektive žita zrnem na množství v dávkovači a na výkonu kogenerační jednotky. U obou bioplynových stanic bylo dále pozorováno, jak složení krmné dávky ovlivní cenu vlastních nákladů na kWh. U grafů byla zobrazena rovnice regrese a koeficient determinace.

U bioplynové stanice v Krásné Hora nad Vltavou bylo množství kukuřičné siláže v krmné dávce během roku 2012 konstantní, průměrně bylo použito denně 14 tun do dávkovače (str.22). Travní senáž, jejíž průměrné množství v dávkovači činilo 4,9 tun, měla během první poloviny roku klesající tendenci, ale v druhé polovině roku šlo její využívání každý měsíc nahoru (str.23). GPS BP tvořilo část krmné dávky v rozmezí od ledna do června roku 2012, a v malém množství ještě v září téhož roku, průměrně bylo použito 0,91 tuny měsíčně (str.24). V měsíci září Zemědělské družstvo použilo ještě v malém množství GPS staré, jehož průměrné měsíční využití během roku činilo 0,008 tuny (str.25). Výkon kogenerační jednotky se během roku proměňoval, až v posledních 4 měsících roku se ustálil a průměrný denní výkon činil 12 077 kWh (str.26).

Dále byla u BPS v Krásné Hoře nad Vltavou porovnána závislost výkonu kogenerační jednotky na spotřebě krmných směsí. U kukuřičné siláže bylo zjištěno, že za každou další tunu by měl výkon kogenerační jednotky stoupnout o 87,771 kWh (str.27). U travní senáže se projevil nárůst ještě vyšší, konkrétně o 160,38 kWh (str.28). U GPS BP a GPS staré nelze závislost naprosto jistě určit, jelikož jejich využití během roku nebylo dostačující (str.28,29). U všech těchto závislostí vyšlo nízké procento úspěšnosti regrese.

U bioplynové stanice v Krásné Hoře nad Vltavou se z ekonomického hlediska vyplátí do krmných dávek používat kukuřičnou siláž a travní senáž. Při použití jiného substrátu se snížilo množství tun v dávkovači a také došlo k poklesu výkonu kogenerační jednotky. Bez použití GPS BP byla průměrná velikost dávkovače 20,45 tun a výkon kogenerační jednotky 12 270 kWh. Během měsíců, ve kterých naopak se použilo GPS BP došlo k poklesu průměrné dávky na 19,45 tun a průměrný výkon kogenerační jednotky poklesl na 11883 kWh. Bez GPS BP činí vlastní náklady na kWh 0,87 Kč, při použití GPS BP poté 0,93 Kč, což dělá rozdíl 0,06 Kč na kWh (str.39).

V bioplynové stanici v Petrovicích u Sedlčan mělo množství kukuřičné siláže v krmné dávce během roku 2012 nestálou podobu, nejvyšší rozdíl mezi měsíci činil 7,98 tun, denní průměr byl 18,3 tun (str.29). Také množství travní senáže během roku kolísalo od měsíce srpna mělo rostoucí tendenci, průměrně bylo použito 12,8 tun denně (str.31). Od června do srpna Zemědělské družstvo přidalo do krmné směsi GPS BP, za toto období činilo průměrné množství 6,3 tuny, tudíž celoroční průměr byl 1,58 tun (str.32). Žito zrno bylo použito pouze v první polovině roku, průměr v tom období činil 6,3 tuny, celoroční průměr 3,15 tun (str.33). Výkon kogenerační jednotky byl během celého roku pravidelný, v průměru 19 896 kWh (str.34).

U BPS v Petrovicích u Sedlčan byla zkoumána závislost výkonu kogenerační jednotky na spotřebě krmných směsí. U kukuřičné siláže činila úspěšnost regrese 36,24 % (str.35). Výkon kogenerační jednotky by měl s každou další tunou travní senáže stoupnout o 6,5947 kWh (str.35). Za každou další tunu používání GPS BP by měl výkon stoupnout o 3,3186 kWh, ale úspěšnost regrese činí pouze 1,16 % (str.36). Závislost výkonu na spotřebě žita zrna nelze kvůli nízkému využívání během roku 2012 přesněji vymežit, koeficient determinace je roven 0,84 % (str.36). Kromě kukuřičné siláže u všech ostatních substrátů vyšla velmi nízká úspěšnost regrese.

Pro bioplynovou stanici v Petrovicích u Sedlčan platí stejné stanovisko jako pro bioplynovou stanici v Krásné Hoře nad Vltavou, tudíž primárně by měla využívat kukuřičnou siláž a travní senáž. Zde sice nejsou příliš patrné rozdíly ve výkonu kogenerační jednotky. Při použití kukuřičné siláže a senáže činil výkon 19 895 kWh, po přidání GPS BP 19 916 kWh. Pokud byly dvě základní složky krmné dávky doplněny žitným zrnem, byl výkon 19 884 kWh. Rozdíly jsou zde především v průměrném množství

v dávkovači, kde v dávkovači měla samostatná kukuřičná siláž a senáž průměrně 37,96 tun, při použití žita zrna a GPS BP byly tyto hodnoty nižší, konkrétně 34,2 tuny u žita zrna a 35,4 tun u GPS BP. Velké rozdíly jsou viditelné ve vlastních nákladech na kWh. Vlastní náklady na kWh na kukuřičnou siláž a travní senáže jsou 0,75 Kč, při doplnění žita zrnem vzroste náklad na 1,62 Kč a při použití GPS BP činí vlastní náklad na kWh 0,98 Kč (str.42).

Zemědělské družstvo v Krásné Hoře nad Vltavou hospodaří velmi efektivně. V bioplynové stanici v Krásné Hoře nad Vltavou běžel motor kogenerační jednotky průměrně 23 hodin a 1 minutu každý den, při kterém bylo průměrně vyrobeno 12 077 kWh denně. Maximální výkon motoru činil 526 kWh. Bioplynové stanici v Petrovicích u Sedlčan běžel motor kogenerační jednotky průměrně 23 hodin a 53 minut denně a bylo vyrobeno 19 896 kWh průměrně každý den. Maximální výkon zemědělské bioplynové stanice je 834 kWh.

Jak u bioplynové stanice v Krásné Hoře nad Vltavou, tak i u bioplynové stanice v Petrovicích je z protokolů viditelné, že v posledních měsících roku 2012 začali ubírat cestou primárního využívání kukuřičné siláže a travní senáže.

Veškerý proces v bioplynových stanicích probíhá přirozenou cestou, a to především díky tomu, že zemědělské družstvo v Krásné Hoře nad Vltavou, a.s. produkuje natolik kvalitní suroviny.

Návrh na zlepšení do budoucna lze vidět ve výpalkách z ethanolu, který se přidává do benzínu, pro firmy je to odpad a naopak pro Zemědělské družstvo možnost jak ušetřit na substrátech do dávkovače. 1 tuna těchto výpalek vydá za 2 tuny kukuřice.

## Seznam použitých zdrojů

ANDERT, David, a kol. Utilization of grass from landscape management for anaerobic fermentation. In 15th European Biomass Conference & Exhibition. ETA Berlin, 2007, ISBN: 3-936338-21-3

BRANDEJSOVÁ, Eliška, PŘIBYLA, Zdeněk. Bioplynové stanice (zásady zřizování a provozu plynového hospodářství). Praha: GAS s.r.o., 2010, ISBN: 978-80-7328-228-8

DVOŘÁČEK, Tomáš. Ekonomika bioplynových stanic pro zpracování BRO. Biom.cz, 2010, ISSN: 1801-2655

HAVLÍČKOVÁ, Kamila, a kol. Acta Pruhoniciana. VÚKOZ. Průhonice, 2005, ISBN: 80-85116-38-3

JELÍNEK, Antonín, PECEN, Josef, DĚDINA, Martin. Laboratorní fermentor. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2011

KÁRA, Jaroslav. Směry rozvoje bioplynových stanic v zemědělství, Mechanizace zemědělství. 2007, roč. 57, č. 5

KÁRA, Jaroslav, PASTOREK, Zdeněk. Organický odpad a produkce bioplynu, Zemědělec. 2008, roč. 3

KAVKA, Miroslav, a kol., Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu, Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2004

KOUTNÝ, Roman, SLAVÍK, Jan, KÁRA, Jaroslav. Technické využití separátu po anaerobní fermentaci biologicky rozložitelných odpadů. roč. 2, č. 3, článek 5, 2008, ISSN: 1802-8942

KRBEK, Jaroslav, POLESNÝ, Bohumil. Kogenerační jednotky – Zřizování a provoz. Praha: GAS s.r.o., 2007, ISBN: 978-80-7328-151-9

LOUČKA, Radko. Výzkum kukuřice na vysoké úrovni. Úroda, Praha: Uhřetěves, 2009

MAZANCOVÁ, Jana. Aerobnaja tehnologija polučeniija tverdogo topliva. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2008, ISBN 978-80-213-1806-9

MUDŘÍK, Zdeněk, HUČKO, Boris. Pěstování kukuřice a výroba kukuřičné siláže (Kukuřičná siláž – základ krmných dávek pro dojnice). Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999, ISBN: 80-7157-411-2

MURTINGER, Karel, BERANOVSKÝ, Jiří. Energie z biomasy. Brno: Computer Press, a.s., 2011, ISBN: 978-80-251-2916-6

PASTOREK, Zdeněk, KÁRA, Jaroslav, JEVIČ, Petr. Biomasa: obnovitelný zdroj energie. Praha : FCC Public, 2004, ISBN: 80-86534-06-5

POLÁČKOVÁ, Jana, a kol., Metodika kalkulací nákladů a výnosů bioplynových stanic v zemědělských podnicích, Praha: Ústav zemědělské ekonomiky a informací, 2013, ISBN: 978-80-7271-203-8

POZDÍŠEK, Jan, a kol., Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých pícnin a trvalých travních porostů, Rapotín: Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., 2008, ISBN: 978-80-87144-06-0

PROFELD, Robin, a kol. Informační servis GAS – Bioplyn. Praha: GAS s.r.o., 2008, ISSN: 1212-7825

UŠŤAK, Sergej, VÁŇA, Jaroslav, a kol. Bioplynová fermentace biomasy a biologicky rozložitelných odpadů. Praha: CZ-Biom, VÚRV, 2006, ISBN: 80-86555-78-X

## **Internetové zdroje**

Zemědělské družstvo Krásná Hora nad Vltavou [2012]. Dostupné z WWW: <http://www.zdkh.cz/>

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. [2012]. Dostupné z WWW: <http://www.vuzt.cz/index.php?I=A37>

Ústav zemědělské ekonomiky a informací [2011]. Dostupné z <http://www.uzei.cz/nakladovost-zemedelskych-vyrobku/>

Zemědělec [2013]. Dostupné z <http://zemedelec.cz/travni-senaze-v-bioplynovy-stanici-2/>



Biom.cz [2009]. Dostupné z <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-travni-senaze-v-biopllynovych-stanicich-priklady-z-nemecka>

## Seznam tabulek

Tabulka 1 : Typové složení bioplynu.....	5
Tabulka 2: Roční a jednotkové náklady na bioplynové stanice .....	8
Tabulka 3: Vývoj vlastních nákladů kukuřičné siláže v minulých letech.....	16
Tabulka 4: Náklady technologických operací na 1 ha kukuřičné siláže .....	16
Tabulka 5: Náklady technologických operací na 1 ha travní senáže .....	18
Tabulka 6: Průměrné hektarové výnosy a počet hektarů (2013).....	20
Tabulka 7: Údaje za rok 2012 BPS Krásná Hora (vstupní substrát s GPS BP) .....	37
Tabulka 8: Údaje za rok 2012 BPS Krásná Hora (vstupní substrát bez GPS BP) .....	37
Tabulka 9: Výsledná čísla bioplynová stanice Krásná Hora nad Vltavou (2012).....	39
Tabulka 10: Údaje za rok 2012 BPS Petrovice(vstupní substrát s žita zrnem, GPS BP).....	40
Tabulka 11:Údaje za rok 2012 BPS Petrovice(vstupní substrát bez žita zrna, GPS BP) .....	40
Tabulka 12: Výsledná čísla bioplynová stanice Petrovice u Sedlčan (2012).....	42

## Seznam obrázků

obrázek 1: Procentuální vyjádření obhospodařované půdy (2012).....	19
obrázek 2: Bioplynová stanice v Krásné Hoře nad Vltavou .....	20
obrázek 3: Bioplynová stanice v Petrovicích u Sedlčan .....	21
obrázek 4: Zastoupení kukuřičné siláže v krmné dávce BPS KH (2012) .....	22
obrázek 5: Procentuální zastoupení kukuřičné siláže v krmné dávce BPS KH (2012).....	22
obrázek 6: Zastoupení travní senáže v krmné dávce BPS KH(2012) .....	23
obrázek 7: Procentuální zastoupení travní senáže v krmné dávce BPS KH(2012).....	23
obrázek 8: Zastoupení GPS BP v krmné dávce BPS KH (2012) .....	24
obrázek 9: Procentuální zastoupení GPS BP v krmné dávce BPS KH (2012).....	24
obrázek 10: Zastoupení GPS staré v krmné dávce BPS KH (2012) .....	25
obrázek 11: Procentuální zastoupení GPS staré v krmné dávce BPS KH (2012).....	25
obrázek 12: Výkon kogenerační jednotky BPS KH (2012) .....	26
obrázek 13: Závislost výkonu na spotřebě kuk. sil. s extrém. hodnot. BPS KH (2012) .....	27
obrázek 14: Závislost výkonu na spotřebě kuk. sil. bez extrém.hodnot BPS KH (2012) .....	27
obrázek 15: Závislost výkonu na spotřebě travní senáže BPS KH (2012).....	28
obrázek 16: Závislost výkonu na spotřebě GPS BP BPS KH(2012) .....	28
obrázek 17: Závislost výkonu na spotřebě GPS staré BPS KH (2012).....	29
obrázek 18: Zastoupení kukuřičné siláže v krmné dávce BPS PET (2012).....	29
obrázek 19:Procentuální zastoupení kukuřičné siláže v krmné dávce BPS PET (2012) .....	30
obrázek 20: Zastoupení travní senáže v krmné dávce BPS PET (2012).....	31

obrázek 21: Procentuální zastoupení travní senáže v krmné dávce BPS PET (2012) .....	31
obrázek 22: Zastoupení GPS BP v krmné dávce BPS PET (2012).....	32
obrázek 23: Procentuální zastoupení GPS BP v krmné dávce BPS PET (2012) .....	32
obrázek 24: Zastoupení žita zrna v krmné dávce BPS PET (2012) .....	33
obrázek 25: Procentuální zastoupení žita zrna v krmné dávce BPS PET (2012).....	33
obrázek 26: Výkon kogenerační jednotky BPS PET (2012).....	34
obrázek 27: Závislost výkonu na spotřebě kukuřičné siláže BPS PET (2012) .....	35
obrázek 28: Závislost výkonu na spotřebě travní senáže BPS PET (2012) .....	35
obrázek 29: Závislost výkonu na spotřebě GPS BP BPS PET (2012) .....	36
obrázek 30: Závislost výkonu na spotřebě žita zrna BPS PET (2012).....	36
obrázek 31: Množství v dávkovači u BPS Krásná Hora (2012).....	38
obrázek 32: Vliv struktury krmné dávky na výkon u BPS Krásná Hora(2012).....	38
obrázek 33: Množství v dávkovači BPS Petrovice (2012).....	41
obrázek 34: Vliv struktury krmné dávky na výkon BPS Petrovice(2012).....	41

## Seznam příloh

Příloha 1: Struktura krmné dávky u BPS v Krásné Hoře nad Vltavou (2012).....	50
Příloha 2: Obecné informace o BPS v Krásné Hoře nad Vltavou (2012) .....	50
Příloha 3: Struktura krmné dávky u BPS v Petrovicích u Sedlčan (2012).....	51
Příloha 4: Obecné informace o BPS v Petrovicích u Sedlčan (2012) .....	51

# Příloha

Příloha 1: Struktura krmné dávky u BPS v Krásné Hoře nad Vltavou (2012)

měsíce	dávko vač	kukuřičná siláž		senáž stará		GPS BP		GPS stará	
	t	t	%	t	%	t	%	t	%
leden	21,079	14,04	67	5,36	25	1,8	8	0	0
únor	18,926	12,3	65	3,79	20	2,84	15	0	0
březen	17,852	12,06	67	3,15	18	2,68	15	0	0
duben	18,347	12,84	70	2,75	15	2,75	15	0	0
květen	16,96	13,6	80	2,59	15	0,77	5	0	0
červen	18,338	12,84	70	5,5	30	0	0	0	0
červenec	17,649	13,22	75	4,045	22,5	0	0	0	0
srpen	20,9	14,7	70	6,2	30	0	0	0	0
září	23,7	16,6	71	6,1	27	0,1	1	0,1	1
říjen	23,4	16,3	70	7	30	0	0	0	0
listopad	21,6	15,1	70	6,5	30	0	0	0	0
prosinec	20,8	14,5	70	6,2	30	0	0	0	0
<b>průměr</b>	<b>19,96258</b>	<b>14,008</b>	<b>70,417</b>	<b>4,932</b>	<b>24,38</b>	<b>0,912</b>	<b>4,92</b>	<b>0,01</b>	<b>0,1</b>

Příloha 2: Obecné informace o BPS v Krásné Hoře nad Vltavou (2012)

měsíce	kogenerační jednotka	plynový hořák	výkon kogenerační jednotky	spotřeba plynu	teplota hlavního fermentoru	míchadlo 1 hlavního fermentoru	CH <sub>4</sub> min	CO <sub>2</sub> min
	h:m	h:m	kWh	m <sup>3</sup>	(°C)	h:m	%	%
leden	20:09	3:40	10568	5566	38,6	9:30	49,2	43
únor	23:52	0:07	12555	6514	40,9	8:01	42,1	28,6
březen	23:33	0:18	12380	6283	42,1	7:59	49,2	43,7
duben	23:56	0:00	12588	6540	41,9	7:11	48,2	44,6
květen	20:20	3:58	10604	5466	43,1	5:40	39,9	34,9
červen	23:34	0:01	12356	6401	43,5	5:48	57,6	32,5
červenec	22:17	3:37	11480	5933,5	43,3	5:44	48,75	33,7
srpen	23:03	7:13	12117	6128	43,4	6:36	55,8	52,8
září	23:59	0:00	12605	6514	43,2	7:14	60,2	62,1
říjen	23:59	0:00	12633	6667	42,3	6:57	60,5	100
listopad	23:58	0:00	12609	6650	41,8	6:48	0	99,6
prosinec	23:38	16:35	12425	5272	41,1	6:42	53,8	75
<b>průměr</b>	<b>23:01</b>	<b>2:57</b>	<b>12076,67</b>	<b>6161,208</b>	<b>42,1</b>	<b>7:00</b>	<b>47,1042</b>	<b>54,2083</b>

**Příloha 3: Struktura krmné dávky u BPS v Petrovicích u Sedlčan (2012)**

měsíce	dávko vač	kukuřičná siláž		senáž stará		GPS BP		Žito zrno	
	t	t	%	t	%	t	%	t	%
leden	36,662	15,03	41	12,22	33	0	0	9,41	25,7
únor	32,975	22	67	2,45	8	0	0	8,36	25,4
březen	30,078	20,55	68	5,27	18	0	0	4,28	14,2
duben	35,838	15,93	44	11,99	34	0	0	8,04	22,4
květen	35,464	16,87	47	10,86	31	0	0	7,74	21,8
červen	34,006	16,91	50	12,24	36	4,86	14	0	0
červenec	35,206	14,46	41	9,95	28	10,79	31	0	0
srpen	37,002	17,74	48	15,9	43	3,36	9	0	0
září	40,227	22,44	56	17,78	44	0	0	0	0
říjen	38,829	20,83	54	18	46	0	0	0	0
listopad	37,637	18,82	50	18,82	50	0	0	0	0
prosinec	35,128	17,56	50	17,56	50	0	0	0	0
<b>průměr</b>	<b>35,75433</b>	<b>18,262</b>	<b>51,333</b>	<b>12,75</b>	<b>35,08</b>	<b>1,584</b>	<b>4,5</b>	<b>3,15</b>	<b>9,13</b>

**Příloha 4: Obecné informace o BPS v Petrovicích u Sedlčan (2012)**

měsíce	kogenerační jednotka	plynový hořák	výkon kogenerační jednotky	spotřeba plynu	teplota hlavního fermentoru	míchadlo 1 hlavního fermentoru	CH <sub>4</sub> min	CO <sub>2</sub> min
	h:m	h:m	kWh	m <sup>3</sup>	(°C)	h:m	%	%
leden	24	0:03	19994	7661,9	40	8:35	42,6	37,1
únor	23:38	0:30	19676	7759,2	40,2	6:46	46,9	41,5
březen	23:54	0:07	19900	5712,6	42,5	5:06	50,3	45,2
duben	23:57	0:03	19957	9805,7	42,7	5:43	49,6	41,4
květen	23:53	0:08	19894	10039	42,9	6:00	50,7	44,5
červen	24	0:05	19993	10243,7	42,9	6:35	45,3	40,2
červenec	23:54	0:06	19903	10147,7	43,2	5:50	47,8	40,7
srpen	23:50	0:09	19852	10106,8	43,6	5:53	47,6	41
září	23:53	0:06	19903	9873,7	43,3	6:07	47,9	39,9
říjen	23:40	0:09	19726	9721,9	43,2	5:58	44,2	38,5
listopad	23:59	0:01	19987	9725,3	42,8	5:55	42,8	37,6
prosinec	23:58	0:06	19965	9611,3	42,6	6:00	46,4	41,8
<b>průměr</b>	<b>23:53</b>	<b>0:08</b>	<b>19895,8333</b>	<b>9200,733</b>	<b>42,4916667</b>	<b>6:12</b>	<b>46,8417</b>	<b>40,7833</b>