

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**Provozně ekonomická fakulta**

Katedra obchodu a financí



doktorská disertační práce

**Vyhodnocení bioplynových stanic v zemědělských  
podnicích s ohledem na stabilitu zemědělské soustavy**

Autor: Ing. Jitka Šišková

Odborný školitel: doc. Ing. Antonín Valder, CSc.

© Praha 2013

## SOUHRN

Současný dynamický rozvoj společnosti se odráží ve změnách řídicích procesů a následně i nástrojů, které by umožnily operativní zásahy ve výrobních strukturách v závislosti na trvale udržitelném rozvoji společnosti. Rozhodovací model nákladových a materiálových toků by velmi výrazně usnadnil řídicí procesy v jednotlivých podnicích i na celospolečenské úrovni státní správy. Práce obsahuje návrh základní systémové analýzy ekonomicko-environmentálních vztahů bioplynové stanice v rámci zemědělské soustavy a podrobným auditem ekonomických, environmentálních a společenských vlivů umožňuje využití vícefaktorové analýzy významných kritériálních hodnot pro posouzení výrobních variant bioplynové stanice. Při řešení problematiky se vychází z intervalové hladiny možného vývoje, který je dán funkcí  $W(ef) = (s, Q, k)$ , kde  $s$  = struktura disponibilní biomasy,  $Q$  = kvalita biomasy a  $k$  = koeficient využitelnosti. Na výchozí systém navazuje analýza strukturálně materiálových toků v podnikatelském subjektu, která je implementována do modelu strukturálního řezu ekonomického chování bioplynové stanice, kde vzájemné vazby vyjadřují funkci subsystémů  $Y = f(Ss_{i,j})$ . V neposlední řadě jsou v navrženém modelu zohledněny vazby zvolené technologie a vstupních materiálů, které jsou dány funkcí  $C_{imp} = f(x) \cdot (P_{ij})$ , kde pravděpodobnost  $P_i = (P_{kp} \cdot P_{odr})$ . Výsledná transformace funkce  $Y = f(XQ_z, XS_z)$  je dána strukturou (S) využitelné biomasy a jejím objemem (Q). Z uvedené analýzy vyplývá, že vlastní výrobní prostor  $\Omega$  je průnikem kritériálních vlivů vlastní technologie a dostupnosti inputových materiálů. Na základě analýzy základních vazeb a jejich vzájemných vlivů je použita vícefaktorová analýza, pro kterou je zvolen optimální počet posuzovaných kritérií. Navržený model nabízí nový dosud neřešený systémový přístup, který může napomáhat v rozhodovacích procesech při zavádění nových environmentálních aktivit jak v jednotlivých podnicích, tak i na celospolečenské úrovni s ohledem na stabilitu zemědělské soustavy.

### **Klíčová slova:**

Multikritériální analýza, účetně evidenční systém, environmentální aktivity, řídicí procesy, bioplynové stanice, zemědělský systém, udržitelný rozvoj, zemědělství, podnik

## SUMMARY

The dynamic development of society at the present time is reflected in changes in management processes and, consequently, also in the instruments that can make it possible to carry out operative interventions in production structures in the context of the society's sustainable development. A model of decision-making relating to the cost and material flow would significantly facilitate management processes in individual business entities as well as at the society-wide level of public administration. The paper presents a proposal of a basic systemic analysis of the technological process of a selected environmental activity – a biogas plant – in an agricultural business. Employing a detailed audit of the related economic, environmental and social influences, it provides for the application of a multi-factor analysis of significant criteria/values. The starting point in the solution of the problem was the interval level factor of the possible development, determined by the function  $W(ef) = (s, Q, k)$  where  $s$  = the structure of the available biomass,  $Q$  = quality of the biomass, and  $k$  = the usability coefficient. The initial system is enhanced by an analysis of the structural and material flows in a business entity that will be implemented into the model of a structural section of the economic behaviour of a biogas plant, where the interrelations express the function  $Y = f(Ss_{ij})$ . Last but not least, the analysis will embrace the relationship between the chosen technology and the input materials, which are determined by the function  $C_{imp} = f(x) \cdot (P_{ij})$ , where  $P_i = (P_{kp} \cdot P_{odr})$ . The resulting transformation of the function  $Y = f(XQ_z, XS_z)$  is determined by the structure of the available biomass and its volume. The aforementioned analysis demonstrates that the actual production area  $\Omega$  is an intersection of the influences of the actual technology and availability of input materials. The analysis of the principal influences and their interrelation will be the basis for a multi-factor analysis, with an optimum number of the considered criteria being chosen for the purpose. The proposed model represents an entirely new, hitherto untackled systemic approach that could facilitate decision-making processes in the course of the introduction of new environmental activities both in individual businesses and at society-wide level.

### **Key words:**

Multi-Criterion Analysis; Records-Keeping and Accounting System; Environmental Activities; Management Processes; Biogas Plants; Agricultural System, Sustainable Development, Agriculture, Business

## OBSAH

<b>1 Úvod .....</b>	<b>6</b>
<b>2 Cíl a metodika disertační práce .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Cíl práce .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2 Metodika práce .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Teoretická východiska .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Zemědělský systém a jeho stabilita .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2 Historie a vývoj environmentálního přístupu.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Nejvýznamnější environmentální přístupy .....</b>	<b>23</b>
3.3.1 Environmentální manažerské účetnictví a environmentální účetnictví .....	23
3.3.2 Nákladové účetnictví materiálových toků .....	26
3.3.3 Environ. manažerské účetnictví a ISO normy řady 14000 .....	30
3.3.4 Další environmentální aktivity .....	31
3.3.5 Hodnocení výkonnosti a udržitelnosti podniků .....	34
3.3.6 Zdroje obnovitelné energie .....	36
3.3.6.1 Vodní zdroje .....	36
3.3.6.2 Biomasa .....	37
3.3.6.3 Větrná energie .....	40
3.3.6.4 Sluneční energie .....	40
3.3.6.5 Geotermální energie .....	41
3.3.7 Podpora vědy a výzkumu .....	42

<b>3.4 Bioplynové stanice</b>	<b>43</b>
3.4.1 Význam využití bioplynových stanic	44
3.4.2 Právní úpravy provozu bioplynových stanic	45
3.4.3 Ekonomika bioplynových stanic	47
3.4.4 Vstupní zdroje bioplynových stanic	52
3.4.5 Biochemický proces fermentace	61
3.4.6 Výstupy bioplynové stanice	66
<b>4 Výsledky disertační práce s uvedením nových poznatků</b>	<b>68</b>
4.1 SWOT analýza bioplynových stanic	68
4.2 Systémová analýza bioplynové stanice	72
4.3 Zásady volby kritérií	90
4.4 Analýza provozu bioplynové stanice – testovací model	97
4.5 Stanovení měrných vah kritérií	103
4.6 Volba kritérií pro vlastní model MCA analýzy	110
4.7 Aplikace analýzy bioplynových stanic	119
4.8 Vyhodnocení výsledků MCA analýzy a diskuze	127
<b>5 Závěr</b>	<b>130</b>
<b>6 Literární zdroje</b>	<b>133</b>
<b>7 Přílohy</b>	<b>142</b>

# 1 Úvod

Současný dynamický vývoj společnosti má za následek změnu charakteru ekonomických, právních, politických i sociálních podmínek. Tyto změny se odrážejí nejenom v oblasti státní politiky, ale následně i v jednotlivých stavebních prvcích tvorby národního hospodářství – v podnicích. Těmto změnám se přizpůsobují jak technologické výrobní postupy, tak i přístupy a nástroje rozhodovacích řídicích procesů. Základní bázi zdrojových informací dosud tvořilo účetnictví ať finanční, tak vnitropodnikové. Nové požadavky vyžadují komplexnější přístup založený na zohlednění vzájemných vztahů výrobních postupů v podniku, které umožňují operativní zásahy a změny struktury výrobních postupů dle aktuálních a měnících se vstupů a výstupů v podniku v závislosti na časovém vývoji společnosti.

V souvislosti s vývojem společnosti směrem ke zvyšujícím se životním podmínkám se úměrně pozměňují i životní potřeby obyvatel. Ochrana životního prostředí v souvislosti s udržováním životních podmínek pro další generace se stává nezbytným přístupem vyspělých zemí.

Podniky jsou v současné době nuceny požadavky trhu k vyšší produktivitě, což vede k větší spotřebě přírodních zdrojů. Na druhé straně jsou pak následně označovány za poškozovatele životního prostředí. Snaha o konkurenceschopnost vede podniky k přijímání dobrovolných přístupů v tendencích ochrany přírodních zdrojů, jak nahrazováním neobnovitelných zdrojů, recyklací odpadů, tak využíváním nových metod a nástrojů v řídicích procesech a strategických zaměřeních výrobních postupů.

Zemědělské podniky jsou svojí produkcí pevně svázány s přírodním prostředím, což klade na toto odvětví mimořádné nároky z hlediska systémového rozhodování.

Propojení oblastí ekonomické, environmentální a sociální nabývá v zemědělství daleko důležitějšího aspektu a využívání dobrovolných environmentálních aktivit, metod a nástrojů je v zemědělských podnicích stále častější a významnější pro strategický rozvoj v rámci udržitelnosti.

Aplikace a plnění environmentálních aktivit ve výrobních procesech se jednoznačně projeví i v řídicích a organizačních strukturách jednotlivých podniků. Snaha o propojení rozhodovacích procesů s účetní evidencí podniku je základním východiskem orientace

řídících nástrojů současného období nejen na úrovni jednotlivých výrobních podniků, ale i v celorepublikovém či celoevropském měřítku.

Propojení všech uvedených oblastí – účetně evidenčních systémů, procesů řízení v podniku a vlivů environmentálních aktivit vstupuje do oblasti zájmu ekonomicko organizačních systémů a jejich přizpůsobování aktuálním podmínkám ve společnosti, protože pouze produkční aktivity vycházející z průniku zmíněných oblastí ekonomie, životního prostředí a sociálních podmínek zaručí tendenci udržitelného rozvoje společnosti.

Z uvedených oblastí také vychází nejnovější metody hodnocení výkonnosti jednotlivých podniků z pohledu udržitelnosti. Prvním krokem k hodnocení udržitelného výkonu podniků je stanovení hodnot a ukazatelů vypovídajících o časovém vývoji – indikátory udržitelnosti. Při hodnocení efektivnosti podniků pak zajistí metody vícekritériálního rozhodování komplexní pohled na podnik a související systémové vazby.

Nově zaváděné přístupy musí respektovat stabilitu zemědělského systému. Po vstupu České republiky do Evropské unie se významně změnily podmínky pro ekonomickou efektivnost zemědělských podniků. Ceny vstupů se výrazně zvyšují a na druhé straně ceny výstupní zemědělské produkce zůstávají na velmi nízké úrovni. V závislosti na technických i technologických změnách výrobních postupů se zhoršují biologické, fyzikální i chemické vlastnosti půdy a následně se to odráží ve změnách jejich vodního a vzdušného režimu. Tento jev, který je nedílnou součástí biodiverzity, představuje nevratné změny ve struktuře a stabilitě půdní soustavy v rámci zemědělského systému.

Některé environmentální aktivity jsou založeny na zcela nových technologiích a jejich podpora ze strany státu i Evropské unie je často posunuje do oblasti velmi výrazné ekonomické efektivity. V rozhodovacích postupech při jejich schvalování však často nejsou zahrnuty celosystémové vazby a vztahy, které mohou následně negativně ovlivnit související oblasti environmentální i sociální. Tyto nové technologie je nutno při zavádění posuzovat komplexně a systémově, aby se zabránilo negativním dopadům na životní prostředí a společnost.

Není však k dispozici nástroj rozhodovacího systémového řešení, který by zohlednil veškeré vlivy nově zaváděných technologií v rámci celé soustavy zemědělství. Multikritériální model, úzce navazující na účetně evidenční systém podniků, by významně usnadnil řídicí rozhodovací procesy při zavádění nových technologií jednotlivých firem

individuálně i v celospolečenském pojetí na úrovni státní správy a zároveň zaručil udržení rovnováhy vlivů ekonomického, environmentálního a sociálního pilíře společnosti v rámci tendence udržitelnosti.

## **2 Cíl a metodika disertační práce**

Cíl a metodika předložené disertační práce vychází z potřeby řídicího nástroje systémového vyhodnocení ekonomicko environmentálních vztahů bioplynové stanice k zemědělské soustavě z hlediska udržitelného rozvoje společnosti.

### **2.1 Cíl práce**

Hlavním cílem předložené disertační práce je vytvoření multikriteriálního systémového modelu, jako nástroje vyhodnocení a komparace výrobních variant dle disponibilních vstupních zdrojů vybraných bioplynových stanic v zemědělských podnicích. Model je konstruován na základě systémových auditů vybraných materiálových toků a vazeb v zemědělských bioplynových stanicích a pomocí zvolených kritérií je analyzuje v souvislosti na schopnosti podniků podílet se na stabilitě zemědělského systému v tendencích udržitelném rozvoje společnosti. Výstupem řešené problematiky je multikriteriální model komparace disponibilních výrobních variant pro posouzení vlivu výrobního procesu na stabilitu zemědělského systému v tendencích udržitelného rozvoje jak pro individuální podniky, tak i pro univerzální použití v širším rozsahu pro komparační a rozhodovací metody na úrovni státní správy.

Hlavní cíl se v postupových krocích skládá z následujících dílčích úkolů:

Výchozím dílčím cílem je získání základní obecné orientace ve zkoumané problematice bioplynových stanic v oblasti vztahových vazeb v rámci zemědělského systému.

Na tento cíl obecné analýzy současné situace bioplynových stanic v České republice navazuje určení konkrétních kritických bodů ve výrobním procesu vybraného podniku a jejich vazeb v rámci provozu zemědělské bioplynové stanice.



Následujícím dílčím cílem je stanovení optimálního počtu kritérií pro navrhovaný systémový model. Současně se stanovením jejich typu a měrné váhy z pohledu vlivu na produkční efekt bioplynové stanice v rámci vyhodnocení výkonnosti podniku.

Navazující dílčí cíl pro sestavení modelu komparace je určení obecných výrobních variant pro zemědělské bioplynové stanice, které umožní ověření funkčnosti navrhovaného modelu při jeho aplikaci počítačovým zpracováním multikriteriální analýzy.

## **2.2 Metodika práce**

Metodika disertační práce je zaměřena na vyhodnocení základních aspektů systémových ekonomicko-environmentálních vazeb v rámci zemědělské bioplynové stanice. Pomocí systémové a multikriteriální analýzy jsou vyhodnoceny vzájemné ekonomicko-environmentální vazby a vytvořen model, který zajistí objektivní hodnocení ekonomického a celospolečenského postavení zkoumaných objektů v souvislosti s udržením stabilního životního prostředí.

Výchozím krokem, pro základní orientaci v dané problematice, je sestavení obecné SWOT analýzy zemědělských bioplynových stanic v České republice, která je vytvořena na základě vyhodnocení rešeršních podkladů dané problematiky z dostupných literárních zdrojů.

Metodický postup vlastní systémové analýzy je založen na podrobném vztahovém auditu vybraného zemědělského podniku, který provozuje bioplynovou stanici. Důkladné systémové řezy danou problematikou zkonkretizují vzájemné vazby vstupních zdrojů, zvolené technologie a výstupního efektu a vymezí kritické úseky zkoumaného objektu. Následná analýza vytvoří výchozí bázi pro stanovení a výběr hodnotících kritérií. Systémový rozbor zohlední složitost vazeb ve zkoumaném systému a je východiskem pro stanovení optimálního počtu posuzovaných kritérií z pohledu metodických postupů multikriteriální analýzy (MCA).

Významnou fází při sestavování vícefaktorového modelu je kvantifikované určení měrných vah jednotlivých kritérií dle metod systémové analýzy. V předložené práci je využita jak varianta homogenních vah, tak i varianta různého vlivu kritérií. Nehomogenní kritéria jsou určena metodou Fullerova trojúhelníku, která je založena na kvantifikaci binárních vazeb nadřazenosti a podřazenosti jednotlivých kritérií zkoumaného systému.

Pro výchozí aplikaci vícefaktorového modelu jsou na základě rešeršních podkladů a objektivních metod multikriteriální analýzy vyhodnoceny základní varianty plošného využití disponibilní půdy v zemědělských podnicích ve vztahu k využití primárních a sekundárních zdrojů z klasické rostlinné a živočišné výroby pro bioplynovou stanici jako moderního zdroje obnovitelné energie. Společně s výběrem kritérií ekonomicko environmentálních charakteristik, definovaných na základě podrobných systémových řezů, je zohledněna minimalizace reziduálních dopadových efektů na stabilitu zemědělské soustavy a následná tendence udržitelného rozvoje společnosti.

Pro řešení problematiky komparace vstupních materiálů jsou zvoleny základní výrobní varianty bioplynové stanice dle dostupnosti vstupů vybraných podniků a na základě jejich variabilnosti a schopnosti substituce (Wilsonův model teorie zásob). Úroveň substituce výrobních variant je prověřena systémovou metodou dle Markovovské matice.

Na základě získaných ukazatelů je sestaven model multikriteriální komparační analýzy, pomocí kterého jsou porovnány vybrané bioplynové stanice na úrovni zvolené systémové efektivnosti pro navržené výrobní varianty vstupních zdrojů.

Pro aplikaci datových zdrojů navrženého modelu multikriteriální komparace výrobních variant v bioplynových stanicích jsou vybrány dva podniky. Jako první je zvoleno zemědělské družstvo Krásná Hora, které velmi úspěšně provozuje již dvě bioplynové stanice (první od roku 2007 a druhou od roku 2010). Jako druhý je vybrán podnik Komorno, a.s., který zahájil provoz bioplynové stanice v prosinci 2012, a tudíž disponuje zcela novou moderní verzí technologie bioplynové stanice.

Potřebná data pro vyhodnocení navrženého multikriteriálního modelu jsou získána z veřejně dostupných účetně evidenčních výkazů podniků (Rozvaha, Výkaz zisků a ztráty, výroční zpráva podniku) a na základě odborných konzultací v podnicích.

Sestavený model multikriteriální komparace vybraných bioplynových stanic je pro prověření funkčnosti aplikován pomocí programového systému MCA-KOSA využitím následujících metod:

- AGREPREF
- Vážený součet (WSA)

- TOP SIS
- ORESTE
- MAP PAC

Získané výsledky aplikovaného rozhodovacího nástroje jsou vyhodnoceny pro posouzení správného fungování sestaveného modelu multikriteriální komparace výrobních variant a možnosti jeho praktického využití v jednotlivých podnicích.

Multikriteriální model komparující výrobní struktury posuzovaných objektů a objektivizační analýzu třídy a míry vazeb provozu vybrané bioplynové stanice je zobecnitelný pro ostatní běžně provozované bioplynové stanice resortu zemědělství České republiky.

Pomocí unifikace a standardizace výsledků je možno převést modelovou situaci na univerzální použití pro individuální podniky, ale i v širším rozsahu pro komparační a rozhodovací metody na úrovni regionální a státní správy.

### **3 Teoretická východiska**

Vývoj společnosti je jednoznačně spojen s různými oblastmi výrobního, společenského, ale i kulturního života, který se svým působením odráží na přístupech jednotlivců i celé společnosti v oblasti řešení zásadních otázek změn a vývoje. S postupnou přeměnou životního stylu, a s tím spojených potřeb, se plynule mění i způsoby a nástroje řešení výrobních podmínek a souvisejících návazných oblastí. Tendence strategických řešení vývoje a orientace výrobních metod a technologií jsou pojímány v rámci trvale udržitelného rozvoje společnosti, který je chápán jako takový rozvoj společnosti, který neomezuje potřeby generace současné a zároveň zabezpečuje srovnatelné podmínky pro generace následující.

#### **3.1 Zemědělský systém a jeho stabilita**

Zemědělství je cílená aktivita člověka, která je vykonávána jako produkce surovin pro zajištění potravy, ale i materiálů pro průmyslové využití, na základě výběrového a řízeného

využití přírodních organizmů. Na světě existuje ohromné množství různých zemědělských produkčních systémů, které se navzájem liší v používaných druzích organizmů, ve způsobu organizace, existují v různém biofyzikálním i společensko-ekonomickém prostředí. Analýza agroekosystémů je nutná pro poznání toho, jak ovlivňují biofyzikální i společensko-ekonomické prostředí společnosti. K tomu přistupuje detailní poznání podstaty jejich produkční spolehlivosti ilustrované vzájemným vztahem produkčních systémů (podniků) a biofyzikálního prostředí (přírody). (SOUKUP, 2009).

Zemědělský systém je obecně definován jako způsob organizace farmářských systémů v daném regionu. Jde o pojem zahrnující biologický produkční subsystém v rámci společensko-ekonomického prostředí. Udržitelným trendem zemědělství je hospodaření minimálně poškozující životní prostředí, produkující potraviny, pracovní místa a služby pro region, podílející se na údržbě krajiny a obnově venkova (HANUŠ, 2003).

Samostatným subsystémem je vlastní zemědělská soustava založená na způsobu obhospodařování půdního fondu. Základem zemědělské soustavy je osevní postup, který při dodržování základních zákonitostí rotace plodin udržuje stabilní stav biologického, minerálního a vodního koloběhu v půdním systému. Při jeho narušování dochází k odčerpávání živin, zhoršování vodního a vzdušného režimu, půdy se zamořují choroboplodnými bakteriemi, houbami, hmyzem, zbytkovými toxiny a pod., což vede k celkové degradaci půdního fondu. Zemědělská soustava je základní pilíř, od kterého je nutno odvíjet ostatní celospolečenské vazby v rámci celého zemědělského systému.

### **3.2 Historie a vývoj environmentálního přístupu**

Environmentalismus jako ideologie poznávání reality života má počátky v druhé polovině minulého století v rozvinutých zemích Ameriky a Evropy. Vznik environmentální ideologie vysvětlil ve svých publikacích americký psycholog Abraham MASLOW, který se celý život zabýval vývojem lidských potřeb. Ve svých posledních pracích počátkem 70-tých let minulého století publikoval rozvoj lidských potřeb v závislosti na rozvoji životní úrovně společnosti. V posledních třech desetiletích minulého století v nejrozvinutějších zemích Ameriky a Evropy dochází k této nadstandardní úrovni lidských potřeb, což vede ve vyspělých společnostech ke vzniku environmentálního myšlení obyvatel.

Velikost lidských nároků je především dána stupnicí hodnot. Tím, co lidé považují za svoje legitimní potřeby, čemu jsou rozhodnutí věnovat svůj zájem, peníze a úsilí. Stupnice hodnot je determinována společensky, kulturním a civilizačním klimatem. Co je považováno v jedné společnosti za naprosto základní potřebu, zdá se být extravagantním přepychem ve společnosti jiné. “Postmateriální” hodnoty, mezi něž patří i ocenění významu zdravého životního prostředí i hodnoty přírody včetně její vnitřní hodnoty, se uplatňují zřejmě výhradně až poté, kdy jsou uspokojeny potřeby “materiální”, mezi něž patří nejen potrava, obydlí a podobně, ale i pocit bezpečí a další “méně hmotné” potřeby. Žádná osvětlená výchova, vzdělání, osvěta, přesvědčování ani dobré příklady neudělají opravdového a účinného ochránce přírody nebo životního prostředí z hladového rolníka ani z člověka, který žije v relativní chudobě nebo nejistotě uprostřed bohaté společnosti (MOLDAN, 1996).

Vývojové etapy vztahu člověka k životnímu prostředí se dělí do čtyř skupin (REMTOVÁ, 1996):

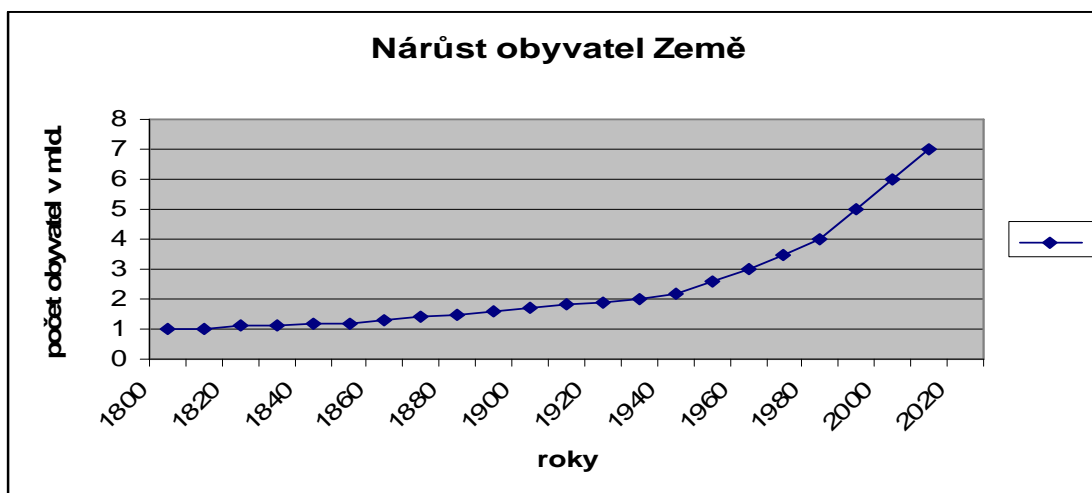
První etapa je od vzniku lidské existence až do konce feudálního období. V této době je produkce výrobků tvorba odpadů tak nízká, že příroda zcela stačí tyto změny eliminovat.

Druhá etapa vzniká nástupem průmyslové revoluce a manufakturní výroby. Zvyšuje se spotřeba přírodních zdrojů a roste množství odpadů. Tyto negativní vlivy ovšem nejsou ještě zřetelně rozpoznatelné a společnost se zatím změnami životního prostředí nezabývá.

Třetí etapa je charakterizována vědecko-technickou revolucí. Koncentrace výroby a uspokojování potřeb velkého počtu obyvatel sebou nese dva negativní důsledky. Jednak vysoký vzrůst množství a koncentrace odpadů a znečištění přírodního prostředí a dále exponenciální nárůst počtu obyvatel, kdy za přibližně 150 let trvání této etapy vzrostl počet obyvatel na Zemi z 1,5 miliardy na více než 5 miliard (viz. Graf 1). Tendence nárůstu obyvatel je jednou ze strategických hrozeb budoucího vývoje.

Čtvrtá etapa je současnost, začínající zhruba v posledních třiceti letech 20.století, kdy byla zavedena definice pojmu „trvale udržitelný rozvoj“ a společnost se začíná velmi intenzivně zabývat vztahy životního prostředí. Péče o životní prostředí začíná být zájmem čím dál většího počtu lidí, nejen z řídicích orgánů, ale i samotných podniků a domácností.

Graf 1: Nárůst počtu obyvatel na Zemi za posledních cca 200 let



Zdroj: vlastní zpracování (2012)

Již delší dobu se objevují obavy z ohrožení civilizace a jejího rozvoje v důsledku rostoucího počtu obyvatel. V současné době počet obyvatel Země dosahuje 7 miliard, ale vývoj do budoucna se neočekává katastrofický, jelikož se vzrůstající hospodářskou prosperitou jednotlivých zemí, se zlepšujícím se vzděláním a úrovní zdravotnictví se v těchto zemích nárůst obyvatel zpomaluje. Některé odhady uvádějí, že během následujících 50 let se počet lidí na Zemi ustálí, jak tomu nasvědčují stabilní počty obyvatel ve vyspělých zemích.

Se zvyšováním počtu obyvatel se ale i současně mění struktura osídlení. Ještě před cca 200 lety žilo přes 90 % obyvatel na venkově. V současné době žijí ve vyspělých státech tři čtvrtiny obyvatel ve městech, v rozvojových zemích je to téměř 40 %.

Za stejnou dobu posledních zhruba 200 let se také výrazně změnily podmínky vztahů člověk a příroda ve všech státech s vyspělou ekonomikou. Za tuto relativně krátkou dobu se počet obyvatel na Zemi více jak ztrojnásobil a ohromná nadprodukce koncentrovaná do místních lokalit způsobila nadměrné hromadění produkovaných odpadů a i jiných forem znečišťování, jak z průmyslových a zemědělských podniků, tak i z domácností.

Hromadění odpadů způsobuje v posledních zhruba 30 – 50 letech již tak výrazné změny životního prostředí, že nutnost věnovat se jejich eliminaci je nevyhnutelná. Nejvýraznější poškozování (nejčastěji vypouštěné emisní odpady) jsou kontrolovány státními regulačními normami a zákonnými předpisy a nařízeními. Tato ochrana však není dostatečná.

Právě zde se objevují dobrovolné formy různých aktivit podniků i osob, které mohou sledovat či snižovat tok odpadních či nežádoucích látek nebo hledat náhradní technologie využití vzniklých odpadů.

Zemědělství patří po průmyslu k největším producentům odpadů z výroby, takže řešení jejich likvidace je velmi potřebné a aktuální. Zemědělství má ovšem výhodu, že většina jeho odpadů patří mezi recyklovatelné a tudíž ve velké míře, v oblasti zemědělství, jde o hledání nových technologií, jak tyto vzniklé odpady dále využít a zpracovat.

Environnementální aktivity tudíž směřují ke snižování a eliminaci vznikajících odpadů dlouhodobým sledováním materiálových toků a rizikových oblastí v podnicích. Eventuelně snahou o jejich nahrazení nebo recyklaci novými technologiemi. V návaznosti na provázanost životního prostředí vznikají při výrobních či spotřebních činnostech ekonomických subjektů vzájemné vztahy, které vyvolávají tzv. kladné a záporné externality. V praxi se ošetřují ze strany státu většinou pouze podmínky pro tvorbu nákladů na zamezení (ekologické daně) – stanovením zákonných norem hranic a rozmezí škodlivosti různých látek zajišťuje nutnost pořizování čistících a regulačních jednotek a sleduje dodržování množství vypouštění škodlivých látek do ovzduší a okolního prostředí. Náklady na vyhnutí se (prevence) nejsou nijak zákony ošetřeny, tudíž záleží pouze na dobrovolném přístupu jednotlivých podniků, zda některé z mnoha variant budou používat.

Problematikou ekologických daní na úrovni preventivního modelování omezení znečištění životního prostředí se zabývá PARAS (1999). Výstupy těchto výzkumných prací mají většinou pouze orientační modelový charakter, který je nutno přizpůsobovat individuálním potřebám v rámci států, ale i z pohledu místní problematiky.

Využívání přírody a jejího bohatství pro zlepšování a udržování životních potřeb člověka je z pohledu ekonomického bráno jako využívání přírodních statků. Přírodní statky nejsou neomezeným zdrojem a je tudíž nutno s nimi hospodařit. Z omezenosti statků se vychází při jejich využívání ekonomickými subjekty (ŠAUER, 2007). Zde se střetávají zájmy ekonomické oblasti, sociální úrovně a životního prostředí. Trvale udržitelným rozvojem v zemědělských podnicích se zabývají i zahraniční autoři (ANDREOLI et. al., 1996; HAŠČIČ, 2012).

Prosazování zájmů určitých zájmových skupin zajišťuje politická aktivita. Proto veškeré snahy o zapojení životního prostředí do aktivit subjektů i objektů se včleňují do

zásad environmentální politiky. V poslední době se ukazuje, že nejlepší cesta integrace environmentální politiky je přes kombinaci závazných a nezávazných opatření, kdy jako závazné se určí standardy a cíle a jednotlivé ekonomické subjekty budou těchto hranic dosahovat nebo je udržovat různými dobrovolnými aktivitami v rámci svých možností a s ohledem na zásady udržitelného rozvoje. Zde se objevují vstupy dobrovolných forem různých aktivit, které mají sledovat či snižovat tok odpadních látek, stanovit rizikové oblasti výrobních činností nebo hledat náhradní technologie využití vzniklých odpadů. Posuzováním vlivů prováděcí politiky na životní prostředí pomocí případových studií z České republiky se zabývá ŠAUER a kol (2012).

Pojem dobrovolné aktivity (přístupy) označují jak dobrovolné akce, tak i dobrovolné nástroje, jejichž aplikací mohou podniky snižovat negativní dopad svých činností na životní prostředí. Patří sem například uzavírání dobrovolných environmentálních dohod, aplikace strategie čistší produkce, označování ekologicky šetrných výrobků, zavádění environmentálních manažerských systémů podle EMAS nebo podle ISO 14000 a analogicky i připojením se k environmentálním odvětvovým programům (REMTOVÁ, 2009), ale i nové výrobní technologie na bázi využívání obnovitelných zdrojů (bioplynové stanice, fotovoltaické zdroje apod.).

V této souvislosti také vzniká v zemědělské výrobě a zpracování pojem „Ekologické zemědělství“, který vychází z holistického chápání přírody (vzájemně propojený systémový celek), kde hospodaření na zemědělské půdě zohledňuje šetrné přístupy k životnímu prostředí.

Problematika ochrany životního prostředí je velmi aktuální a potřebné téma a znamená v užším smyslu řešení problémů životního prostředí pomocí státních intervencí a nástrojů ochrany životního prostředí.

Tyto nástroje lze rozdělit na:

- administrativní (zákazy, příkazy, omezení, vyplývající ze zákona či rozhodnutí úřadu),
- ekonomické (působení prostřednictvím trhu – poplatky a daně, dotace, daňové úlevy),
- dobrovolné nástroje (subjekty dobrovolně přistupují k výrobním postupům a nástrojům umožňujícím šetrnější vliv produkce na životní prostředí),
- informační nástroje (registr znečišťování, výchova a vzdělávání),



- organizační a institucionální nástroje (systém právních norem a koncepčních dokumentů uplatňovaných v ochraně životního prostředí), (MŽP, 2012)

Environmentální politika se zaměřuje na uplatnění principů udržitelného rozvoje, na pokračování integrace hlediska životního prostředí do sektorových politik a na zvyšování ekonomické efektivity a sociální přijatelnosti environmentálních programů, projektů a činností. Její využití jako nástroje aplikace ochrany životního prostředí vychází ze střetu zájmů tří zúčastněných oblastí : ekonomické, sociální a životního prostředí.

Pojem udržitelný rozvoj nemá plně objektivní základ daný nezávislým vědeckým poznáním. Nejde o žádnou „pravdu“ typu přírodovědeckých faktů nebo zákonů. Naopak je to pojem normativní, má úzký vztah k lidským hodnotám. Tento vztah ovšem nespočívá jen v tom, že myšlenka udržitelnosti, přesně řečeno její dosažení, implikuje určitou snahu po změně lidských hodnot. Naopak zejména konkrétní situace lidí v daném regionu nebo v daném společenském kontextu zásadně určuje, jak je chápán smysl udržitelného rozvoje. Z tohoto důvodu je potřeba přistupovat k ochraně životního prostředí, a tím následně k trvale udržitelnému rozvoji, zcela individuálně, lokálně, v závislosti na vývoji životní úrovně sledované lokality. Přesto však nelze přehlížet stále se zvyšující vliv světové globalizace ve všech odvětvích a oborech lidské činnosti (MOLDAN, 1996).

Globalizace má z pohledu ekonomického přístupu velmi pozitivní výsledky. Koncentrace výroby, efektivní přístupy, síla tržního mechanismu je velmi prospěšná celkovému zvyšování produkce. Tento trend ovšem neplatí pro zemědělství, na kterém je v současné době ekonomicky závislá skoro polovina veškeré populace země. Názorně to vypovídá poměr zemědělství na tvorbě HDP, která v celosvětovém měřítku dosahuje kolem 4% (SVATOŠ, 2009). Obecně je možno konstatovat, že se zvyšujícím se HDP se poměr produkovaný zemědělstvím snižuje.

Zemědělství ovšem nemá za úkol jen zásobovat obyvatelstvo potravinami, ale jeho funkce tvorby krajiny a sociální otázka zaměstnanosti v oblastech zemědělské produkce je pro funkci udržitelného rozvoje nepomíjitelná.

Důraz na produkční funkci zemědělství, který ještě donedávna platil i v ČR, kladl nároky na intenzitu produkce, což vedlo k omezování multifunkčních funkcí krajiny. Toto řešení bylo potřebné v období po 2. světové válce pro řešení zajišťování obyvatel základními

potravinami a produkty zemědělské výroby. V následných desetiletích se však začaly projevovat negativní důsledky nadměrného zatížení půdy a krajiny. V současné době se od čistě produkční funkce zemědělství ustupuje.

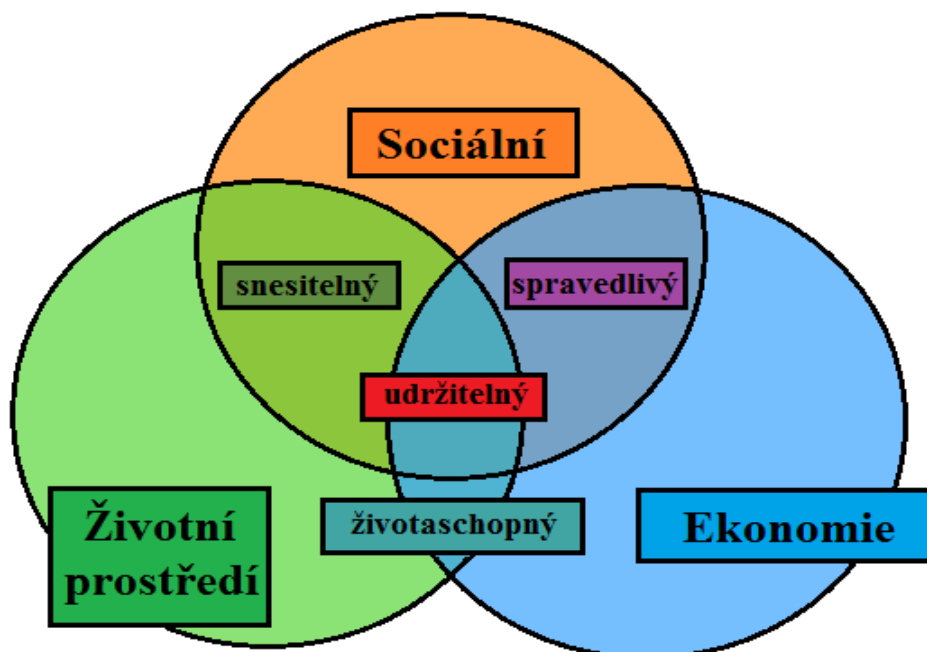
V současnosti jsou zvažovány tři možné cesty vývoje a směřování zemědělství:

- „zelená revoluce“ – zemědělství používající geneticky pozměněná (modifikovaná) osiva a sadby pro vyšší výnosy a odolnější odrůdy,
- „integrované zemědělství“ – minimalizace externích vstupů a jejich nejvyšší možná efektivnost,
- „alternativní zemědělství“ – systém zemědělství z pohledu biologického, ekologického, organického,

Dosažení požadované produkce a následný rozvoj zemědělství vyžaduje dynamickou rovnováhu mezi:

- výrobou a spotřebou zemědělské produkce,
- ekonomikou a životním prostředím,
- rozvojem a ochranou společensko environmentálního prostředí.

Schéma 1: Rovnováha tří pilířů trvale udržitelného rozvoje



Zdroj: vlastní zpracování (2013)

Výzkumné práce zabývající se udržitelným rozvojem se zaměřují na sledování jednotlivých ukazatelů (indikátorů) základních pilířů udržitelnosti rozvoje. V časových řadách je sledován a porovnáván jejich vývoj a změna (MOLDAN, 1996; HŘEBÍČEK et. al., 2011). Uvedené Schéma 1 představuje kategorizaci průnikových pilířů ekonomického, environmentálního a sociálního rozvoje v rámci tendence trvale udržitelného rozvoje společnosti (MOLDAN, 1996; REMTOVÁ, 1996; HYRŠLOVÁ, 2002).

Uvedené průniky základních pilířů udržitelného rozvoje společnosti jsou definovány na základě indikátorů udržitelného rozvoje České republiky (SVATOŠ, 2009):

Ekonomický rozměr:

- ekonomická výkonnost (HDP, přidaná hodnota, míra inflace),
- finanční status (zahraniční zadluženost, poměr hrubého veřejného dluhu k HDP),
- zahraniční obchod (bilance),
- ocenění přírodního kapitálu,
- vzorce spotřeby (podíl spotřeby obnovitelných zdrojů, spotřeba energie na osobu, intenzita spotřeby energie, přímá materiálová spotřeba, intenzita spotřeby surovin),
- doprava (objem osobní dopravy, objem nákladní dopravy, internalizace externích nákladů),
- cestovní ruch (výjezdy do zahraničí a příjezdy zahraničních návštěvníků),

Environmentální rozměr:

- mezinárodní nástroje ochrany přírody (implementace mezinárodních smluv),
- globální změna klimatu (skleníkové plyny),
- ochrana ovzduší (emise – okyselujících látek a prašného aerosolu, index kvality),
- ochrana vod (odběry povrchních a podzemních vod, odběry dle odvětví, biochemická spotřeba kyslíku a obsah anorganického dusíku a fosforu v povrchových vodách, čištění odpadních vod),
- zemědělství (rozloha zemědělské půdy a ekologického zemědělství, spotřeba hnojiv, spotřeba pesticidů),
- ochrana neobnovitelných přírodních zdrojů (intenzita těžby),
- ochrana lesa (rozloha s druhovým rozlišením, intenzita těžby, kalamitní těžba),
- ochrana biodiverzity (podíl rozlohy chráněných území, podíl ohrožených druhů),
- odpadové hospodářství (produkce a zneškodňování odpadů a jejich recyklace),
- finanční podpora ochrany ŽP (výdaje na ochranu ŽP jako podíl HDP),

## Sociální a kulturní rozměr:

- zaměstnanost (míra nezaměstnanosti),
- boj proti chudobě (procento populace pod hranicí chudoby),
- sociální spravedlnost (rovnost příjmů, rovnost mezd žen a mužů, míra závislosti ekonomicky neaktivních obyvatel),
- demografický vývoj (růst populace, saldo populace, podíl městské populace),
- územní rozložení obyvatelstva (hustota),
- úroveň vzdělání (nejvyšší dosažené, střední délka vzdělávání),
- finanční podpora vzdělávání (výdaje na vzdělávání),
- zdravotní stav obyvatelstva (úmrtnost dle pohlaví a příčin, střední délka života, index tělesné hmotnosti, dietární expozice cizorodým chemickým látkám),
- finanční podpora zdravotnictví (výdaje na zdravotnictví),
- bezpečnost obyvatelstva (zločinnost dle druhu trestného činu),
- bydlení a životní úroveň (struktura domácností, výdaje domácností dle kategorií)
- přístup k informacím (k internetu),
- spoje a komunikace (infrastruktura),
- věda a výzkum pro udržitelný rozvoj (výdaje na výzkum a vývoj).

Z hlediska environmentálního přístupu se objevuje problém hodnocení výkonnosti zemědělství z hlediska nejčastěji používaného ukazatele – hrubého domácího produktu. Tento nejfrekventovanější ukazatel kvantifikuje pouze ekonomické aktivity, které procházejí trhem a tudíž nezahrnuje environmentální dopady a čerpání neobnovitelných zdrojů. Stejně tak odklon od produkční funkce zemědělství povede ke zvětšení rozdílu v poměru HDP. V rámci hospodářství státu se musí nějakým způsobem tyto rozdíly zohlednit v hodnocení, jelikož i princip trvale udržitelného rozvoje patří právě do kategorie postmateriálních hodnot, které jsou nesnadno ocenitelné a tudíž velmi obtížně srovnatelné.

Jako alternativní ukazatelé pro hodnocení výkonnosti jsou uváděny řady indikátorů např.: HDI (Human Development Index), ISEW (Index of Sustainable Economic Welfare), GSI (Genealogical Sorting Index) apod. Jejich stanovení je ale velmi obtížné, jelikož řada ukazatelů je nesnadno stanovitelná a ocenitelná.

Jedním z nejvíce propracovaných ukazatelů je Index lidského rozvoje (HDI). Je vypočítáván na základě tří základních faktorů : lidského zdraví (očekávaná délka života), úroveň vzdělanosti (podíl gramotnosti) a hmotná životní úroveň (poměr HDP na osobu

v přepočtu na kupní sílu). Výsledkem výpočtů je index nabývací hodnoty mezi 0 – 1, přičemž hodnoty blízké 1 vyjadřují nejvyspělejší státy. Metodiky výpočtů HDI se postupně zpřesňují. Například se země rozdělují do tří kategorií úrovně lidského rozvoje, kde základní faktory se zohledňují jen u nejméně rozvinutých zemí. U vyspělejších se přidávají další ukazatele, jako návštěvnost škol vyšších stupňů, mortalita matek, mortalita dětí pod 5 let a sociální nerovnost jako poměr příjmů nejbohatších a nejchudších obyvatel (MOLDAN, 1996).

Významným faktorem je dále sociální a politické uspořádání společnosti. Moderní demokratické státy se v tomto směru naprosto zásadně liší od tradiční společností uspořádaných hierarchicky. Klíčový význam má rovněž ekonomický systém dané země a celková ekonomická situace. V této souvislosti je především důležité, jak významný podíl v ekonomice země má zemědělský sektor a jak je tento sektor organizován. Jinými slovy, zásadní je, jakými pravidly se řídí využívání půdy. Zcela zvláštní situaci mají pak země, jejichž bohatství je založeno na vývozu některého významného přírodního zdroje, jako například ropy.

Podstatou koncepce trvale udržitelného rozvoje je tedy integrace tří základních dimenzí civilizačního rozvoje. Udržitelnost rozvoje znamená, že musí být splněno několik základních podmínek (SVATOŠ, 2009):

- Každý rozvojový záměr musí být především průchodný ekonomicky, musí zaručovat trvalý ekonomický přínos.
- Druhou podmínkou je přijatelnost po stránce lidského a sociálního rozvoje. Záměr musí přispět k rozvoji lidské osobnosti, nesmí znamenat zátěž pro sociálně slabší vrstvy nebo přinést jakékoliv společenské napětí.
- Rozvoj ale také musí být ekologicky únosný, tzn. nesmí být významně snížena schopnost ekosféry poskytovat lidské společnosti potřebné služby a statky. Únosná kapacita prostředí a přírodních zdrojů nesmí být překročena.

Z výše uvedených vztahů a předpokladů vychází programová náplň Společné zemědělské politiky Evropské unie (SPZ), která má velmi závažný dopad na současné i budoucí hospodaření každého zemědělského podniku v České republice.

Zásady společné zemědělské politiky jsou postaveny na dvou pilířích:

- I. pilíř – zemědělství a jeho tržní opatření
- II. pilíř – venkovský rozvoj

Zvláštní důraz se klade na II. pilíř ve vztahu k programování rozvoje venkova, kde v současném období plánování na léta 2007 – 2013 se vychází z výrazně sledované „podpory využívání obnovitelných zdrojů energie“.

System fungování Společné zemědělské politiky Evropské unie v období 2007 – 2013 je funkčně zajišťováno dvěma evropskými fondy:

- Evropský zemědělský garanční fond (EAGF)
- Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova (EAFRD)

Program rozvoje venkova České republiky pro období 2007 – 2013 je realizováno prostřednictvím čtyř prioritních os a jejich prováděcích nástrojů (MACHÁLEK, 2010):

Osa I.: Zlepšení konkurenceschopnosti zemědělství a lesnictví

- modernizace, inovace a kvalita silného zemědělsko-potravinářského odvětví,
- vytvoření a rozšíření vzdělávání a poradenství pro dynamický rozvoj odvětví.

Osa II.: Zlepšování životního prostředí a krajiny

- zachování a rozvoj biologické rozmanitosti,
- podpora zemědělských postupů šetrných k životnímu prostředí,
- ochrana jakosti povrchových i podzemních vod,
- zmírňování klimatických změn prostřednictvím podpory obnovitelných zdrojů energie (OZE).

Osa III.: Kvalita života ve venkovských oblastech a diverzifikace hospodářství venkova

- tvorba pracovních příležitostí a podpora využívání OZE,

- podmínky růstu a kvalita života na venkově,
- podpora vyšší úrovně vzdělanosti a uplatnění na trhu práce.

Osa IV.: Leader

- zlepšení řízení a mobilizace přirozeného vnitřního rozvojového potenciálu venkova.

### **3.3 Nejvýznamnější environmentální přístupy**

Mezi environmentální přístupy patří systémy řízení v podnicích, metody a nové technologie napomáhající šetřit neobnovitelné zdroje surovin a energie a nástroje, kterými je možno environmentální aktivity aplikovat. Tyto přístupy napomáhají podnikům dobrovolně řešit vývoj podniku ve vztahu ke společnosti při zachování zásad trvale udržitelného rozvoje. Mezi systémy environmentálního řízení lze uvést např. Environmentální manažerské účetnictví (EMAS), normy řady 14000 (ISO normy), Agenda 21 apod. Mezi metody a technologie ochrany životního prostředí můžeme zařadit ekologické zemědělství, bioplynové stanice a jiné zdroje obnovitelné energie apod. Hlavní nástroje, které tyto systémy a metody využívají jsou environmentální účetnictví (EMA) a nákladové účetnictví materiálových toků (MFA – material flow analysis).

#### **3.3.1 Environmentální manažerské účetnictví a environmentální účetnictví**

Environmentální manažerské účetnictví (EMAS) je systém, který shromažďuje, eviduje, hodnotí a předává informace o environmentálně vyvolaných finančních dopadech a dopadech na životní prostředí daného systému (PTÁČKOVÁ MÍSAŘOVÁ, 2012).

EMAS je jedním z dobrovolných nástrojů ochrany životního prostředí. Byl zřízen Evropskou unií za účelem sledování vlivu činností různých organizací na životní prostředí a motivování těchto organizací k odpovědnému přístupu nad rámec legislativních požadavků. Představuje aktivní přístup jednotlivých podniků ke sledování, řízení a postupnému snižování

negativních dopadů činností na životní prostředí. Zaváděním EMAS v České republice a sledováním jeho aspektů se zabývají např. HYRŠLOVÁ, RŮŽIČKA (2005).

EMAS znamená systematický přístup k ochraně životního prostředí ve všech aspektech, jehož prostřednictvím podnik začleňuje péči o životní prostředí do své podnikatelské strategie. Přispívá k trvalému ekonomickému růstu a prosperitě podniku a současně se zaměřuje na vstupy, výstupy či jednotlivé fáze výrobního procesu, které mají nebo mohou mít vliv na životní prostředí. Cílem je především snižování (ochrana) spotřeby přírodních zdrojů, zamezení vypouštění odpadních látek do okolního prostředí, snižování rizika environmentálních nehod a také důraz na ochranu zdraví a životního prostředí pracovníků a obyvatel.

EMAS představuje systémový přístup k řízení postupů souvisejících s životním prostředím s důrazem na integraci environmentálního hlediska jak do celkové strategie organizace, tak do jejích každodenních činností. Požaduje po organizaci definovat významné environmentální aspekty a dále konkrétní cíle a opatření, pomocí kterých bude naplňovat požadavek udržitelného rozvoje.

Přínosy environmentálního managementu:

- ekonomické: úspory surovin, energie a dalších zdrojů,
- environmentální: snížení emisí do složek životního prostředí,
- technicko - provozní: snížení rizika nehod a havárií,
- sociální: posílení dobrých vztahů s veřejností, zvýšená důvěra orgánů státní správy,
- legislativní: dodržování zákonných předpisů.

Jako základní nástroj environmentálního manažerského účetnictví (EMAS) je environmentální účetnictví (EMA), které pomocí zavedené účetní soustavy v podniku sleduje hmotné a energetické toky a s nimi spojené náklady. Dlouhodobé sledování těchto ukazatelů napomáhá managementu podniku plánovat omezení či nahrazení škodlivých surovin či odpadů. Tato metoda je v současnosti hlavně využívána v průmyslových podnicích, ale je využitelná i pro zemědělské podniky (LŐRINCZOVÁ, 2007).

Environmentální účetnictví je jedním z nových informačních nástrojů environmentální politiky. Provádí se na makro i mikro úrovni. Účelem environmentálního účetnictví na mikro



úrovni je zajistit informační zdroje pro environmentální finanční či manažerské účetnictví podniku (EMAS). Patří mezi dobrovolné nástroje environmentální politiky s regulačním působením, neboť jeho cílem je podporovat snižování negativních vlivů organizací na životní prostředí:

- vytvořením a udržováním systémů řízení podniku z hlediska ochrany životního prostředí,
- systematickým, objektivním a pravidelným hodnocením výkonů těchto systémů,
- poskytováním informací o vlivu činnosti organizace na životní prostředí a dialog s veřejností a zúčastněnými stranami,
- aktivním zapojením zaměstnanců do plnění realizace programu EMAS se zajištěním výcviku a školení, (REMTOVÁ, 2009)

Environmentální aspekty zemědělských podniků vycházejí z rizikových oblastí zemědělské činnosti na životní prostředí (LŐRINCZOVÁ, 2007):

- ovzduší (únik NH<sub>3</sub>, únik CO<sub>2</sub>, únik S<sub>2</sub>H, pesticidy, pachy),
- kvalita vody (vznik odpadních vod, únik dusíkatých látek, kontaminace pesticidy a herbicidy, kontaminace ropnými látkami, eroze, kontaminace z plošných zdrojů zemědělské činnosti),
- produkce odpadů (množství odpadů, vznik nebezpečných odpadů, kontaminace z odpadů),
- biodiverzita krajiny,
- půda (kontaminace, eroze),
- krajina (budovy, pozemkové úpravy),
- energie (dodržování norem, skladování, využití obnovitelných zdrojů),
- materiál (spotřeba, skladování, recyklace odpadů, technologické postupy),

GRZEBIELUCKAS et. al. (2013) se zabývá environmentálním účetnictvím v podnicích. Při hodnocení jednotlivých aspektů činnosti se posuzuje jejich míra významnosti (jak velký je dopad tohoto aspektu na životní prostředí) a rozsah aspektu (plošná velikost, finanční náročnost, množství).

Na základě stanovení environmentálních aspektů se v podniku stanoví konkrétní environmentální cíle jak z hlediska dlouhodobého (strategického), tak i krátkodobého

a pomocí Environmentálního programu podniku se stanoví plnění jednotlivých kroků programu (např. snížení úniku amoniaku do ovzduší, omezení kontaminace pesticidy a herbicidy, zvýšení materiálového a energetického využití odpadů, zavedení vzdělávacích programů pro zaměstnance a pod.).

Kontrola plnění stanovených cílů environmentálního programu podniku je pak možná na základě sledování vývoje zvolených ukazatelů v časových řadách pro jejich makroekonomické vyhodnocení (HÁJEK, 2010, 2011).

### **3.3.2 Nákladové účetnictví materiálových toků**

V závislosti na potřebě propojení evidence environmentálního účetnictví a materiálové náročnosti určitých výrobních procesů vznikla evidence materiálových toků v jednotlivých podnicích.

Sledování materiálových toků v ekonomice je relativně nový způsob identifikace zátěže životního prostředí, která vzniká v celém procesu získávání, zpracování a spotřeby materiálů. Pro mezinárodní srovnání výkonnosti ekonomiky a související zátěže životního prostředí lze využít analýzu materiálových toků (materiál flow analysis – MFA), která na základě analýzy vstupů materiálů do ekonomického systému včetně jejich spotřeby a výstupů (např. emisí, odpadů) mapuje toky látek a energie na úrovni podniku, regionu nebo státu. Na základě těchto údajů lze sestavit celkovou materiálovou bilanci. Sledování materiálových toků umožňuje kvantifikovat celkové nároky ekonomického systému na materiály. Z analýzy materiálových toků lze v delším časovém úseku odvozovat možnosti úspor materiálů při stejných hospodářských výsledcích a následné ovlivnění životního prostředí či zdraví lidí.

Dle České informační agentury životního prostředí (CENIA, 2009) jsou v posledních letech v závislosti na sledování materiálových toků vybrány tyto základní indikátory:

- přímý materiálový vstup (DMI) – souhrn všech materiálů, které mají ekonomickou hodnotu a jsou používány pro výrobu a spotřebu,
- domácí materiálová spotřeba (DMC) – celkové množství materiálů přímo spotřebovaných v hospodářství bez skrytých toků,

- fyzická bilance zahraničního obchodu (PTB) – přebytek nebo deficit fyzického zahraničního obchodu ekonomiky.

Sledované hmotnostní jednotky materiálových toků:

- biomasa,
- fosilní paliva,
- nerostné suroviny,
- dovozy a vývozy uvedených komodit a výrobků.

Cílem České republiky je snižovat materiálovou spotřebu i materiálovou náročnost ekonomiky. Klíčovým faktorem je zavádění moderních technologií, zvyšování míry recyklace a celková restrukturalizace ekonomiky směrem k nižšímu podílu materiálově náročných odvětví a vyššímu zastoupení služeb s vysokou přidanou hodnotou. Tyto cíle jsou zcela v souladu se Strategii udržitelného rozvoje ČR.

Jako vhodný nástroj pro implementaci sledovaných materiálových toků a nákladů do řídicích struktur podniku se zcela osvědčuje účetnictví. Je to systém založený na stanovených a uznávaných zásadách, umožňujících věrně zobrazit skutečnost. Přes dlouhý historický vývoj lze konstatovat, že se jedná o kreativní systém, který je schopen akceptace nových požadavků. Již nyní účetní informace dělíme do tří relativně samostatných okruhů : účetnictví finanční, daňové a manažerské, které se od sebe liší jak obsahem, tak i cílem. Lze tudíž předpokládat, že budou vznikat další potřebné subsystémy (ŠIMÍKOVÁ, 2012).

Jedna z priorit Státní politiky životního prostředí České republiky do roku 2020 je zaměřena na efektivní nakládání s přírodními zdroji. Odklon od omezování konkrétních druhů znečištění k efektivnímu nakládání s přírodními zdroji je dán historickým vývojem v politice životního prostředí. Preferuje se využívání takových druhů výrobních technologií, které jsou materiálově a energeticky méně náročné, mají nižší ekonomický dopad a ve svém důsledku omezují čerpání přírodních zdrojů. Dochází k logickému propojení dvojího zaměření environmentální politiky na ochranu přírodních zdrojů a snižování emisí znečišťujících látek. Objevuje se princip integrace komplexního pojetí ochrany životního prostředí.

Zcela v souladu s těmito předpoklady se již v podnicích začíná objevovat nákladové účetnictví materiálových toků jako významný nástroj při zajišťování efektivního nakládání s přírodními zdroji. Na rozdíl od konvenčního účetnictví se zaměřuje na vyčíslení

veškerých materiálových a energetických vstupů a výstupů a podporuje tím vyšší ekonomickou efektivnost a konkurenceschopnost podniku. Velká výhoda tohoto systému je, že lze použít v různých typech podniků i odvětvích (HÁJEK, 2012) – viz. Schéma 2.

Cílem nákladového účetnictví materiálových toků je podporovat úsilí organizací v dosahování lepších ekonomických výsledků při klesajícím dopadu na životní prostředí (HÁJEK, 2012):

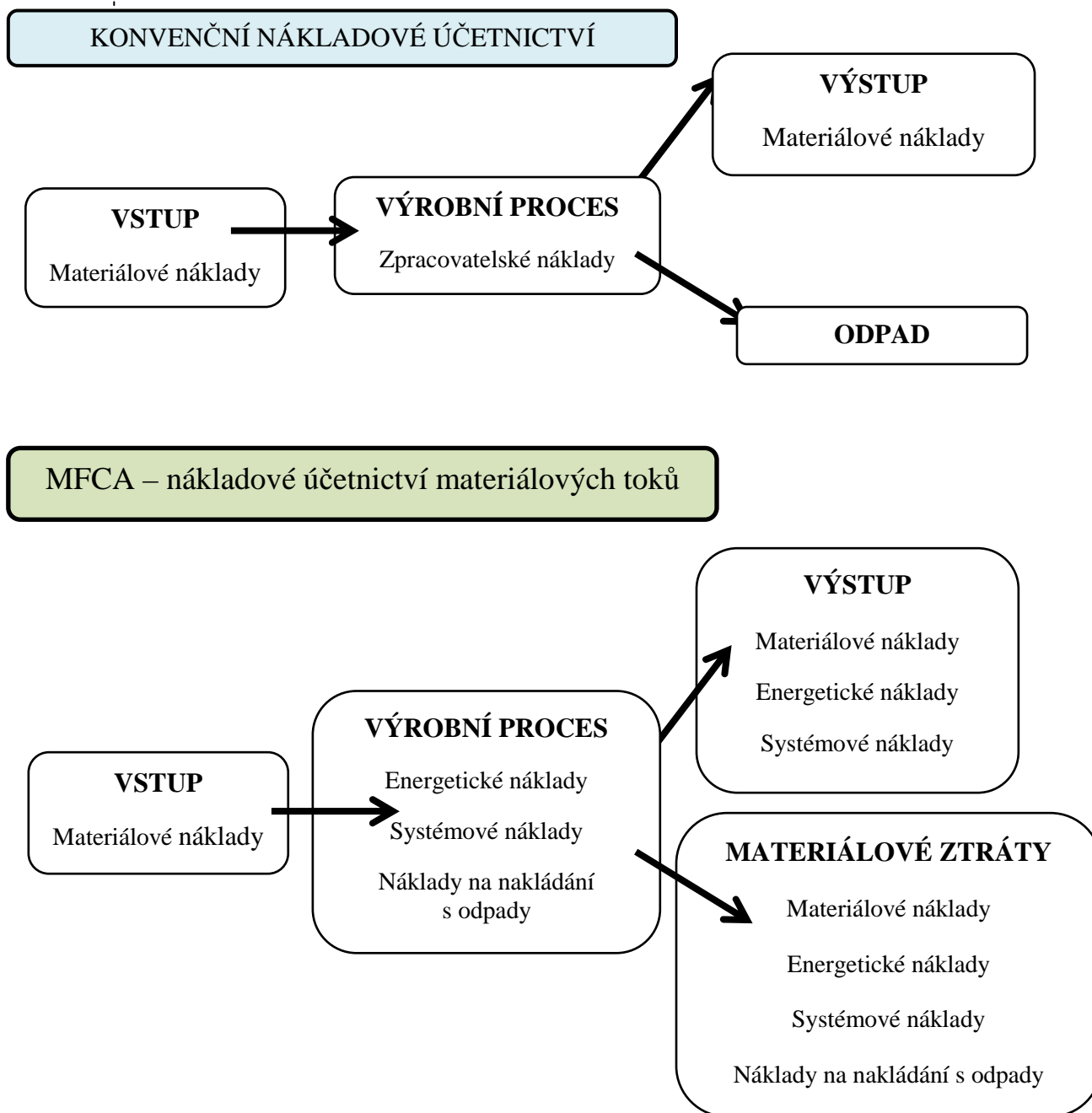
- zvyšování transparentnosti materiálových toků a s tím souvisejících nákladů a vlivů na životní prostředí,
- podpora manažerských rozhodnutí v oblasti technického zajištění procesů, inovačních procesů, kontroly kvality, managementu dodavatelských řetězců,
- zlepšování koordinace a komunikace při využívání materiálů a energie v rámci organizace.

Výsledkem zavedení nákladového účetnictví materiálových toků v podniku by měly být následující přínosy v tendencích udržitelného rozvoje společnosti:

- o snížení podnikových nákladů za současného snížení dopadů na životní prostředí a efektivnějšího nakládání s přírodními zdroji,
- o optimalizace (zlepšení účinnosti) výrobních procesů,
- o získávání nových podnětů v rámci inovačních procesů,
- o zkvalitnění rozhodovacích procesů v organizaci s ohledem na další informace o průběhu výrobních procesů,
- o zlepšení organizace práce,
- o zvýšená motivace zaměstnanců a vedení v návaznosti na pozitivní ekonomické přínosy.

Nákladové účetnictví materiálových toků je důležitým nástrojem politiky životního prostředí působícím na efektivní využívání přírodních zdrojů. Má přitom významný ekonomický přínos a současně působí na snižování negativního dopadu na životní prostředí.

Schéma 2: Srovnání konvenčního nákladového účetnictví a nákladového účetnictví materiálových toků



Zdroj: vlastní zpracování dle: ČSN EN ISO 14051 Environmentální management – nákladové účetnictví materiálových toků – obecný rámec (2012)

### **3.3.3 Environmentální manažerské účetnictví a normy ISO řady 14000**

Systémy environmentálního managementu (EMAS) jsou v našich podmínkách navrhovány a rozvíjeny prostřednictvím dvou způsobů:

- podle mezinárodních norem ISO řady 14000 (ČSN EN ISO 14001 „Systémy environmentálního managementu“),
- podle Nařízení Evropského parlamentu a rady č. 761/2001 o dobrovolné účasti organizací v systému řízení podniku a auditů z hlediska ochrany životního prostředí.

Obdobně jako systém environmentálního účetnictví v podniku pro strategické řízení v rámci trvale udržitelného rozvoje je možno ve všech sférách podnikání využívat ISO normy řady 14000.

ČSN EN ISO normy 14001 - Systémy environmentálního managementu. Jsou určeny všem organizacím, které se snaží aktivně zlepšovat svůj přístup k ochraně životního prostředí. Tyto normy vycházejí z normativně stanovených hranic škodlivosti na lidský organismus a podniky, které přistoupí na dodržování ISO norem, musí pravidelně sledovat jejich dodržování a podstupovat opakované kontrolní prověrky.

Základním záměrem normy je podpora ochrany životního prostředí a prevence znečišťování. Norma nestanovuje žádné absolutní požadavky na environmentální chování organizace, klade však důraz na dodržování legislativních požadavků, týkajících se jednotlivých složek životního prostředí (voda, vzduch, půda, odpady atd.). Základem je identifikace všech možných kritických aspektů, které mají vliv na životní prostředí.

Ekologicky orientované řízení (EMAS i ISO normy řady 14000) nemusí znamenat ekonomické zatížení firmy. V počátcích sice vyvolá zaváděcí náklady, ale v střednědobém horizontu by užitek z dodržování norem měl převyšovat výdaje na zavedení, udržování a zlepšování systému.

Přínosy environmentálních systémů řízení:

- dodržování legislativních požadavků a tím snížení rizika pokut,
- celkové posílení stávajícího systému managementu,

- hospodárnější využití surovin, energií a dalších zdrojů,
- snížení rizika environmentálních nehod,
- zvýšení podnikatelské důvěryhodnosti pro partnery, investory, banky, veřejnou správu i veřejnost,
- získání konkurenčních výhod.

### **3.3.4 Další environmentální aktivity**

Mezi další nejvýznamnější environmentální aktivity patří „Agenda 21“ a „Čistší produkce“.

V roce 1992 na konferenci Summit Země v Rio de Janeiru se zástupci 170 zemí světa (včetně tehdejšího Československa) dohodli na tom, jak systematicky směřovat světový vývoj k udržitelnému rozvoji. Přijali dokument Agenda 21, kterým formulovali jednotlivé kroky environmentálních aktivit a zaměření, na které navazují současné záměry Společné zemědělské politiky Evropské unie.

Agenda 21 poskytuje širokou definici udržitelného rozvoje, která se používá jako základna pro praktické akce. Identifikuje velký počet nejrůznějších opatření, pro něž by bylo zapotřebí vyvinout indikátory pokroku v žádoucím směru.

Místní Agenda 21 (MA21) představuje nástroj pro zavádění udržitelného rozvoje na místní a regionální úrovni. Místní Agenda 21 je proces, který prostřednictvím zkvalitňování správy věcí veřejných, strategického plánování a řízení a zapojování veřejnosti zvyšuje kvalitu života ve všech jeho aspektech. Hlavní roli v procesu Agendy 21 hraje místní samospráva a státní správa.

Trvalá udržitelnost míří k rovnováze zachovávané po dlouhý čas. Protože toto je velmi obtížné měřit, většina indikátorů je spíše měřítkem neudržitelnosti nebo rozsahu škodlivé nerovnováhy. Proto byl navržen postup analogický postupům používaným v medicíně - to znamená identifikovat takové aktivity, které ohrožují vztahy mezi lidskou společností a životním prostředím.

Statistiky životního prostředí Českého statistického úřadu se pokoušejí vytvořit databázi soustavy specifikovaných ukazatelů, která by měla být základnou pro aplikaci integrovaného environmentálního a ekonomického účetnictví.

Environmentální účty propojují statistiku životního prostředí se statistikou ekonomickou, kdy se environmentální účty podřizují pravidlům o národním účetnictví. Základní rámec pro tvorbu a užití těchto účtů tvoří Systém integrovaného environmentálního a ekonomického účetnictví (SEEA). V návaznosti na rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 1578/2007 o statistickém programu Evropské unie na období 2008 – 2012 byl 6.července 2011 schválen návrh o modulární struktuře environmentálních statistických účtů a jako první moduly byly navrženy:

- modul emisí do ovzduší,
- modul materiálových toků,
- modul environmentálních daní.

Jako další se připravují ke schválení: environmentální zboží a služby, výdaje na ochranu životního prostředí a energie (KOŽOUŠKOVÁ, 2012).

Obdobnou formou dobrovolného nástroje ochrany životního prostředí je „Čistší produkce“. Jedná se o preventivní strategii podporující efektivní využívání vstupních zdrojů. Hlavní význam této strategie spočívá v ekonomicky efektivním způsobu snižování negativních dopadů na životní prostředí.

Definice UNEP (United Nations Environmental Programme, 28.9.1998): „Čistší produkce“ (CP) je stálá aplikace integrální preventivní strategie na procesy, výrobky a služby s cílem zvýšit jejich efektivnost a omezit rizika jak vůči člověku, tak i životnímu prostředí.“ (CENIA, 2013).

Strategický rozvoj podniku směřuje k trvalému snižování negativních vlivů svých aktivit na životní prostředí v rámci podniku i regionu (ŠLESINGER a kol., 2007). Všechny výrobní i nevýrobní složky společnosti jsou v rámci svých pravomocí a kompetencí plně odpovědné za plnění zásad environmentální politiky.

Čistší produkce chrání životní prostředí, spotřebitele i zaměstnance a zároveň zlepšuje efektivitu, rentabilitu i konkurenceschopnost podniku. Nejedná se pouze o environmentální strategii, ale zabývá se i ekonomickou stránkou podniku.



Hlavním důvodem velkého přínosu čistší produkce je skutečnost, že čistší produkce je univerzálně aplikovatelná a integrálně pojatá preventivní strategie, která problémy životního prostředí neřeší tím, že by zátěž z jedné složky životního prostředí přenášela do složek ostatních, ale tím, že nejdříve ze všeho hledá příčinu vzniku dané zátěže a tu se snaží odstranit. Tento způsob jako jediný může vést ke stálému snižování negativního dopadu na životní prostředí. Strategie čistší produkce je tak plně v souladu s myšlenkou udržitelného rozvoje.

Z hlediska podniku je znalost aplikace čistší produkce výhodná z toho důvodu, že vede k dokonalému seznámení s výrobními procesy, přičemž se velmi často zjistí i nepředpokládané úniky látek či energií a jiné nesrovnalosti, jejichž odstranění může značně snížit celkové náklady. Často zavedení čistší produkce podpoří zlepšení logistiky výrobních či dopravních operací, což snižuje jak negativní dopad na životní prostředí, tak i náklady.

Výstupem čistší produkce je prezentace výrobků a služeb široké veřejnosti pomocí speciálních označení. V současné době existuje v České republice několik způsobů, jak může výrobce označovat své výrobky, které jsou ve všech fázích svého životního cyklu šetrné k životnímu prostředí i ke zdraví spotřebitele. Nejběžnější způsob jsou „Ekoznačky“. Toto označení může získat pouze výrobek nebo služba, které prokazatelně plní všechny požadavky a kritéria podle zásad a postupů ČSN ISO 14024 a Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 66/2010 a jsou součástí programu Česká kvalita. Držitelem a spravovatelem značek je Cenia (CENIA, 2013).

Čistší produkce je univerzálně použitelná strategie, kterou lze realizovat v každém odvětví. Její aplikace nezáleží na velikosti, ani charakteru podniku. Metodu čistší produkce lze aplikovat jak na procesy, tak i na výrobky a služby nejrůznějšího charakteru. Představuje takový koncepční a procedurální přístup k výrobě, jež vyžaduje stálé prověřování veškerých životních fází výrobního cyklu. Pozitivní vliv čistší produkce na ekonomickou situaci podniku je jednoznačný, nicméně se předpokládá, že vzhledem ke starým účetním systémům nebyl dosud stoprocentně vyhodnocen. Právě zavádění nákladového účetnictví materiálových toků by mohlo tuto situaci úspěšně vyřešit.

### 3.3.5 Hodnocení výkonnosti a udržitelnosti podniků

Při hodnocení podniků se v současné době stále vychází z finančních analýz. Novým trendem je ale vícefaktorové hodnocení z hlediska udržitelnosti podnikové činnosti. Aby podnik byl dlouhodobě fungující s perspektivou prosperity, musí do svých řídicích procesů zařadit i ostatní zájmové oblasti. Správa a řízení takovéto společnosti (corporate governance) má vypovídající schopnost o kvalitě systému a jeho výkonnosti. Problematikou vícefaktorového hodnocení výkonnosti podniků v rámci udržitelnosti se zabývá v České republice Ústav agrosystémů a bioklimatologie Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně, kde v roce 2011 vytvořili metodiku Setrvalých Agrosystémů (SAGROS), která se zabývá komplexním hodnocením hospodaření zemědělských podniků. Udržitelnost podnikových činností je sledována pomocí stanovených indikátorů.

Indikátorem (ukazatelem) se rozumí agregovaná informace označující status nebo změnu vybrané entity a splňuje následující (PROCHÁZKOVÁ, 2012):

- vědeckou kvalitu (ukazatel je problémově specifický, jednoznačný, měřitelný),
- paradigma udržitelnosti (účinnost zdrojů, cílové hodnoty, časové horizonty),
- ekologická významnost (změny prostředí),
- řízení dat (dokumentovatelnou, transparentnost).

Přehled indikátorů metody SAGROS, které umožňují sjednocení postupů hodnocení a racionalizaci řídicích procesů se zohledněním šetrnosti k životnímu prostředí vychází ze základních zájmových oblastí (KŘEN, VALTÝNIOVÁ, MARADA, 2011):

Ekologická oblast:

- voda a ovzduší (bilance dusíku),
- využití zdrojů (bilance fosforu, draslíku, organické hmoty, měrná spotřeba energie),
- biodiverzita (intenzita ochrany rostlin, půdní eroze, potenciál biodiverzity).

Ekonomická oblast:

- stabilita (tržby podniku, zisk, zadluženost),
- likvidita (příspěvek na úhradu, likvidita),
- rentabilita.

Sociální oblast:

- práce a zaměstnanost (odměna za práci, pracovní doba, dovolená, BOZP, zapojení zaměstnanců),
- společenská angažovanost (sociální angažovanost, styk s veřejností, angažovanost v regionu).

Obdobné snahy o sjednocené hodnocení řídicích procesů jsou vyvíjeny i na globální mezinárodní úrovni, kde jsou definovány základní indikátory trvale udržitelného rozvoje. Kmenový soubor indikátorů Organizace pro mezinárodní spolupráci a rozvoj (OECD), který podporuje státní environmentální politika, je členěn následujícím způsobem.

Hlavní oddíly souboru indikátorů OECD (OECD, 2013):

- zemědělská produkce a půda,
- živiny (bilance dusíku a fosforu),
- pesticidy (použití a rizika),
- energie (přímo spotřebovaná),
- půda (vodní a větrná eroze),
- voda (použití a kvalita),
- ovzduší (amoniak, metylbromid, skleníkové plyny),
- biodiverzita (genetika, druhy, lokalita),
- způsob hospodaření (živiny, škůdci, půda, voda, biodiverzita, ekologie).

Datové soubory agro-environmentálních ukazatelů jsou charakterizovány i u dalších mezinárodních organizací - Organizace spojených národů pro výživu a zemědělství (FAO), Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems (SAFA), Společná zemědělská politika Evropské unie (Eurostat).

Světový ústav zdrojů (WRI – World Resources Institut, Washington) se snaží o zavedení souhrnných environmentálních indikátorů, které by byly snadno pochopitelné pro širokou veřejnost a měly účinek na veřejné mínění a tvorbu politiky životního prostředí. Navrhuje čtyři základní vysoce agregované indikátory (JENÍČEK, FOLTÝN, 2010):

- *míru využití zdrojů* nebo jejich znehodnocení, a to jak zdrojů neobnovitelných, jako jsou nerosty, tak i obnovitelných, jako jsou lesy, půda nebo ryby,

- *míru uvolňování* znečištění odpadů a emisí, to znamená souhrn tuhých, kapalných i plynných látek uvolněných do prostředí,
- *stav ekosystémů* a riziko jejich ohrožení. Zde je zachycen stav základních biologických životodárných systémů, které udržují biologickou rozmanitost a poskytují společnosti základní služby ekosystémů od lesních plodů a lovné zvěře přes zadržování vody až k recyklaci živin,
- *míra vlivu na lidské zdraví* a pohodu, který odráží ohrožení zdraví v důsledku znečištění vody a ovzduší a dalších složek životního prostředí.

### **3.3.6 Zdroje obnovitelné energie**

Obnovitelný zdroj energie je označení některých vybraných, na Zemi přístupných forem energie, získaných především z jaderných přeměn v nitru Slunce, dalšími zdroji jsou teplo zemského nitra, setrvačnost soustavy Země – Měsíc. Lidstvo je čerpá ve formách slunečního záření, větrné energie, vodní energie, energie přílivu, geotermální energie, biomasy a dalších.

V roce 2006 pocházelo asi 18 % celosvětově vyprodukované energie ze zdrojů označovaných jako obnovitelné, z čehož většina (13 %) pochází z tradiční biomasy. Evropská Unie se v roce 2007 ve svých usneseních výhledových strategií dohodla na vývoji využití obnovitelných zdrojů do roku 2020 na minimálně 20 %.

Česká republika se při vstupu do Evropské Unie zavázala splnit podíl výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů ve výši 8 % do roku 2010 a 13,5 % do roku 2020 (ZELENÁ ENERGIE, 2012).

Mezi významné zdroje obnovitelné energie v České republice můžeme zařadit:

#### **3.3.6.1 Vodní zdroje**

Využití vodní energie má u nás dlouhou tradici. Ještě v roce 1930 bylo v tehdejším Československu evidováno téměř 17 tisíc elektráren, mlýnů, pil, hamrů a dalších zařízení

využívajících vodní energii (SRDEČNÝ, 2009). V padesátých letech minulého století však byla většina z nich cíleně zlikvidována, protože konkurovala centrálně řízenému socialistickému hospodářství. V osmdesátých letech bylo evidováno pouze 135 malých vodních elektráren. Po roce 1990 se v České republice počet malých vodních elektráren (kategorie do 1 MW) opět mírně zvýšil, ale významné navyšování počtů se již nepředpokládá.

Vodní elektrárny všech velikostí jsou v současné době dominantním zdrojem „ekologické elektřiny“ – tvoří téměř 90 % produkce ekologických zdrojů, ovšem malé vodní elektrárny zde tvoří pouze zlomkový podíl. Státní politika udržitelného rozvoje podporuje nejen malé formy vodních elektráren do 1 MW instalovaného výkonu, ale i do výkonu 10 MW. V Evropské unii jsou malé vodní elektrárny považovány pouze do produkce 5 MW (SRDEČNÝ, 2009).

Pro provozování malé vodní elektrárny je nutné získat licenci pro podnikání v energetice a absolvovat rekvalifikační kurz v oboru. Současný zákon a předpisy vyžadují, aby provozovatel zachovával minimální průtok v toku. Podle technické úrovně se vodní elektrárny dimenzují na 90-ti až 180-ti denní průtok.

Malé vodní elektrárny nezasahují do rázu krajiny a jejich nezávislost na přenosové soustavě velkých elektráren zvyšuje odběrovou jistotu.

### 3.3.6.2 Biomasa

Biomasa je organická hmota, kterou můžeme nahradit spotřebu fosilních paliv. Je to veškerá hmota, která vzniká díky slunečnímu záření a fotosyntéze. Zásadní výhodou je, že biomasa slouží jako akumulátor energie a lze ji poměrně jednoduše a dlouhodobě skladovat. Biomasu lze rozdělit na „suchou“ - dřevo, sláma, rostliny a „mokrou“ – kejda, tekuté odpady.

Způsoby využití biomasy:

- termochemický proces (suchý) – spalování, zplynování, pyrolýza,
- biochemický proces (mokvý) – fermentace, alkoholové a metanové kvašení,
- biologická a chemická přeměna – lisování olejů, esterifikace surových bioolejů,
- mechanická přeměna – peletace, štípaní, drcení, lisování, mletí,
- odpadní teplo při zpracování – kompostování, fermentace, kvašení.

Biomasu dělíme podle různých kritérií, nejčastější rozdělení je na (PASTOREK, 2004):

- záměrně pěstovanou (s různým fyzikálním a chemickým složením fytomasy, které ovlivní další zpracování),
- odpadní (rostlinná, živočišná, komunální, potravinářská, lesní).

Nejčastěji se používají rychle rostoucí dřeviny (topoly, vrby, akáty), odpadní přebytečná sláma (řepková i obilná) nebo i různé energetické plodiny (kukuřice). V posledních letech se začínají uplatňovat i některé víceleté traviny tropických oblastí (Sloní tráva – *Miscanthus*) nebo záměrně vyšlechtěné vysokoprodukční odrůdy GMO. Produkci uvedených plodin by bylo možno uplatnit na nevyužité zemědělské půdě, která v současnosti tvoří cca 500 tis. ha, což je více jak 10% celkové zemědělské půdy.

Při termochemickém procesu spalování se na základě hodnot výhřevnosti, průměrných nákladů na obstarání biomasy a přínosu způsobu užití jednotlivých druhů biomasy k udržitelnému rozvoji se provádí kategorizace druhů biomasy do jednotlivých skupin (ŠVEC, 2010):

1. cíleně pěstovaná biomasa,
2. hnědá biomasa (štěpka, sláma ...),
3. bílá odpadní biomasa (piliny, odpadní dřevo ...).

Následné využití biomasy:

- O – spalování čisté biomasy,
- P – paralelní spalování biomasy a neobnovitelného zdroje,
- S – společné spalování biomasy a neobnovitelného zdroje.

Spalování pevné odpadní biomasy probíhá v klasických tepelných elektrárnách společně s fosilním uhlím v poměru cca 1 : 4.

Proces anaerobní fermentace (AF) je dělen na následující kategorie:

1. kategorie – AF<sub>1</sub>:
  - cíleně pěstované plodiny a jejich části s původem v zemědělské výrobě, které jsou primárně určeny k energetickému využití a neprošly technologickou úpravou,
2. kategorie – AF<sub>2</sub>:
  - znehodnocené zrna potravinářských obilovin a semeno olejnin, včetně zbytkových produktů z jejich zpracování,

- vedlejší a zbytkové produkty zemědělských a potravinářských výrob, které prošly technologickou úpravou, včetně zbytkové biomasy ze zpracování ovoce, zeleniny, obilovin a píce,
- biomasa vzniká odstraněním rostlin na jejich stávajících stanovištích,
- travní hmota z údržby veřejné i soukromé zeleně,
- výpalky z lihovarů,
- zemědělské meziprodukty z živočišné výroby – kejda, hnůj, mrva, močůvka, hnojůvka, separovaná kejda, trus, nedožerky,
- nepoužité oleje a pokrutiny při lisování rostlinného oleje.

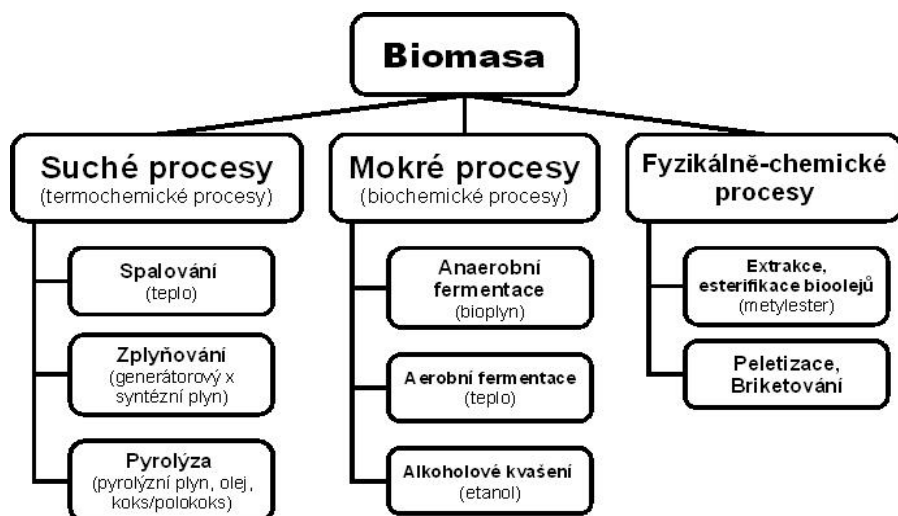
Na základě biochemického procesu vznikají pomocí procesu fermentace nebo kvašení plynné a tekuté výstupní suroviny.

Z plynných výstupů je nejvýznamnější metan (CH<sub>4</sub>).

Z tekutých výstupních látek jsou využívány bionafta, rostlinné oleje, bioetanol.

Úplná náhrada fosilních paliv různými druhy biopaliv by znamenala velkou emisní zátěž, jelikož výhřevnost biopaliv je výrazně nižší, než klasická fosilní paliva a současně se výrazně zvyšuje produkce CO<sub>2</sub> (STRAKA, 2009). Jiní autoři (SRDEČNÝ, 2009) ovšem uvádějí, že množství CO<sub>2</sub> nepřesahuje množství, které rostliny pohltily při svém růstu a které bude následně využito pro další produkci biomasy.

Schéma 3: Způsoby využití biomasy pro následný zdroj energie a surovin pro energetický pohon



Zdroj: BONEFARITA, (2013)

### 3.3.6.3 Větrná energie

Větrná energie patří mezi nejstarší způsoby získávání energie využívané lidstvem. Její potenciál zdaleka přesahuje potřeby lidstva, ale limitující jsou většinou možnosti umístění těchto elektráren. Vítr nikde není nepřetržitý, takže větrné elektrárny bývají doplňovány akumulacími prvky (např. elektrolýzou vodíku). Pomocí akumulované energie je pak poháněn spalovací motor elektrického generátoru v době bezvětří. Pro využití větrných elektráren jsou vhodná místa s pravidelným větrem o rychlosti 5 – 25 m.s<sup>-1</sup>. Nižší rychlosti jsou neekonomické pro provoz, vyšší zase mohou způsobit škodu na motoru větrné elektrárny, a proto se za těchto situací elektrárny vypínají. Nejvhodnější místa pro větrné elektrárny jsou většinou na mořských pobřežích, či na přilehlých ostrovech. V přímořských státech je tudíž rozvoj a využití větrných elektráren na velkém vzestupu.

V České republice tvoří vítr nejmenší podíl na výrobě elektřiny z důvodu málo míst s vhodnými klimatickými podmínkami. Vhodná místa jsou většinou v horských chráněných krajinných oblastech, kde by výstavba větrné elektrárny negativně zasahovala do krajiny. Z těchto důvodů se velký vzestup rozvoje větrných elektráren v České republice nepředpokládá (CENKA, 2001).

I když jsou větrné elektrárny obecně považovány za nejvýznamnější zdroj ekologické výroby elektřiny, jsou jim vytýkána některá negativa:

- hlučnost, a to jak slyšitelný hluk, tak i infrazvuk (v současnosti technologie výroby dokázala hlučnost snížit pod limity hygienických předpisů),
- stroboskopický efekt (vrhání pohyblivých stínů a odrazů slunce),
- rušení zvíře,
- rušení televizního signálu,
- promíchávání přirozených vzdušných proudů,
- narušení krajinného rázu.

### 3.3.6.4 Sluneční energie

Přestože slunce je od prvopočátku hlavním energetickým zdrojem planety, jeho přímá energie je v našich podmínkách využívána málo. Sluneční energie je elektromagnetické záření různých vlnových délek. Asi 60% připadá na viditelné světlo,



okolo 30% jsou vyšší vlnové délky, které přicházejí na Zemi ve formě tepelného záření. Podstatou fototermálního zdroje energie jde o přeměnu viditelného záření na teplo. Prodloužení vlnové délky je možno dosáhnout dopadem záření na neprůhlednou tmavou překážku s malou vyzařovací schopností. Tato zařízení se nazývají kolektory slunečního záření.

Získané teplo lze následným zpracováním přeměnit na elektrickou energii. V posledních letech se neúměrně rychle zakládaly malé fotovoltaické elektrárny díky výhodně nastavené dotační politice státu a to hlavně na neobhospodařované zemědělské půdě. Toto opatření se však ukazuje výhodné pouze z pohledu ekonomického využití. Ostatní systémové ukazatele jsou zcela jednoznačně negativní, zvláště ve výhledu využití zemědělské půdy. Lepším řešením se jeví solární kolektory na střechách veřejných i soukromých budov. Výrazným kladem tohoto řešení je kladný vliv na sociální pilíř společnosti, který se projeví podporou drobného podnikání v oblasti instalací těchto kolektorů. Teoretický předpoklad čerpání této energie může dosáhnout 1000 kWh/m<sup>2</sup>/rok.

Na území České republiky je doba slunečního záření rozložena nerovnoměrně v období roku. V období říjen – březen, kdy je největší potřeba vyhřívání budov, dopadá asi jen 25 % celkového množství. Z toho vyplývá, že hlavní využití slunečních kolektorů na budovách může sloužit hlavně pro celoroční ohřev teplé užitkové vody a nebo na doplňkové využití v sezónním období.

### 3.3.6.5 Geotermální energie

Geotermální energie je jeden z mála obnovitelných zdrojů, který nemá původ ve sluneční energii. Jde o teplo z hlubin Země, které proniká na povrch. Nejznámějším příkladem jsou geotermální prameny, hojně využívané na Islandu. Jako zdroje jsou využívány podzemní vody. Jsou zahřáté zemským teplem natolik, že jejich teplota je vyšší než průměrná roční teplota v dané lokalitě. Většina geotermálních vod v České republice je využívána jako vody lázeňské a jejich využití pro energetické účely je nepřijatelné.

V České republice se podzemní voda jako geotermální zdroj využívá v Děčíně, kde samovolně vytéká z hloubky 550 m a má teplotu 30°C a v ZOO Ústí nad Labem z vrtné hloubky 515 m a teplotě 32°C. Ve fázi přípravy se chystá výstavba geotermální teplárny v Litoměřicích (SRDEČNÝ, 2009).

### 3.3.7 Podpora vědy a výzkumu

Mezi další dobrovolné aktivity politiky životního prostředí patří i různé formy školení, výchovy a poskytování informací veřejnosti o environmentálním chování, např. ve výročních zprávách podniků, profesním poradenství apod.

Environmentální vzdělávání, výchova a osvěta vede k myšlení a jednání v souladu s životním prostředím, tak aby se udržela jeho kvalita i pro budoucí generace. Vede k pochopení úzkého provázání oblastí ekonomické, sociální a kulturní a k pochopení zákonitostí, které tyto vazby vytvářejí. Napomáhá k přijetí plné zodpovědnosti za stav a vývoj životního prostředí a jeho jednotlivých složek v následujícím období, k úctě k životu ve všech jeho formách (Zákon 17/1992 S., o životním prostředí).

Účelem Národní strategie vzdělávání pro udržitelný rozvoj je stanovení priorit a strategických opatření v oblasti vzdělávání a zaměřuje se na:

- pochopení příčinných vztahů a vazeb mezi ekonomikou, sociální oblastí a životním prostředím, na lokální i globální úrovni,
- vnímání udržitelného rozvoje jako celostního a systémového přístupu, který směřuje k ekonomicky prosperující společnosti a zároveň respektuje sociální a environmentální souvislosti a limity,
- demokratické a svobodné rozhodování ve zmíněných souvislostech, které má vliv i na přítomnost i budoucnost jednotlivce i skupin. Poskytnutí veškerých relevantních informací a alternativ.

(koncept Národní strategie vzdělávání pro udržitelný rozvoj z 8.12.2004)

Programy státní politiky Ministerstva zemědělství ČR se mimo jiné zaměřují i na program podpory vědy a výzkumu. Prioritní aktivity tohoto programu se týkají:

- podpora vývoje techniky a technologií zpracování a energetického využití cílevědomě pěstované biomasy k energetickým účelům,
- podpora vývoje techniky a technologií zpracování a energetického využití odpadní biomasy,
- podpora výzkumu a vývoje výroby bioplynu a jeho využití, se zaměřením na ekonomicky reálné pěstování zemědělských plodin na orné půdě.

Mezi další programy Ministerstva zemědělství ČR patří i Státní program na podporu poradenství, osvěty a vzdělávání, který vychází z platných právních norem, vládních usnesení, Státní politiky životního prostředí České republiky, předpisů Evropské unie a dalších mezinárodních závazků. Cílem programu je posílení podpory poradenství a osvěty zajišťovaných nevládními organizacemi, které povede ke zvýšení celkové informovanosti o možnostech využívání obnovitelných zdrojů energie v zemědělském a lesnickém sektoru prostřednictvím poskytování odborného poradenství a informačních a propagačních materiálů. Obdobně se na environmentální osvětě podílejí i instituce státní správy, vysoké školy, odborné vědecké ústavy, zdravotnická zařízení a další.

V rámci tohoto programu se předpokládá především podpora neziskových organizací působících a dostatečně zavedených v oblasti energetického poradenství, včetně sítě energetických a konzultačních informačních středisek. Příjemci podpory musí prokázat aktivní směřování poradenství a propagace v oblasti využívání obnovitelných zdrojů energie a úspor energie do zemědělského a lesnického sektoru (EAGRI, 2012). Jedním z nejvíce využívaných zdrojů obnovitelné energie je přeměna biomasy na teplo a elektrickou energii v bioplynových stanicích.

### **3.4 Bioplynové stanice**

První zemědělské bioplynové stanice vznikaly na území České republiky ještě v období socialistického zemědělství výhradně u provozů velkokapacitních chovů hospodářských zvířat. Hlavním cílem těchto bioplynových stanic bylo dosažení anaerobní stabilizace kejdy a slamnatého hnoje a následného využití výstupního digestátu jako hnojiva pro zvyšování úrodnosti půdy a omezení znečišťování vod. Vznikající bioplyn byl druhotnou výstupní součástí provozu a byl spalován v teplovodních kotlích. Výstupní teplo bylo využito k vytápění v provozech živočišné výroby a k technologickým účelům. Až později byla v rámci technologie připojena přeměna bioplynu v kogeneračních jednotkách (plynové motory nebo turbíny) na elektrickou energii.

### 3.4.1 Význam bioplynových stanic

Jednou z prvních způsobů recyklace zemědělských odpadů bylo využívání fermentované kejdy pro hnojení, ale nejnovější poznatky ukazují, že se dá využít i jako surovina pro bioplynové stanice (BABÍČKA a kol., 2009). Tyto bioplynové stanice mohou zpracovávat různé formy rostlinného a živočišného odpadu (dle nařízení Evropského parlamentu, č. 1774/2002) a mohou v budoucnu sloužit jako podpůrný energetický zdroj zemědělské výroby (Zákon 180/2005 Sb. o podpoře výroby energie z obnovitelných zdrojů).

V rámci restrukturalizace zemědělství bylo na některých bioplynových stanicích zavedeno využití odpadní rostlinné biomasy nebo biodegradibilních zbytků potravinářského průmyslu. Bylo zjištěno, že příměsí rostlinné biomasy (kofermentace) se dosahuje vyšší produkce bioplynu. Ovšem využití komunálních odpadů (papírenské kaly, gastroodpady) a vedlejších živočišných produktů (jateční odpady, masokostní moučka), které je ekonomicky velmi výhodné, na druhé straně negativně ovlivňuje fermentační proces. Tento proces je velmi citlivý na složení vstupního materiálu a narušení optimálního postupu fermentace bylo provázeno nežádoucím únikem zápašných plynů jak z dohřívajících nádrží, tak i následně ze samotného digestátu aplikovaného na půdu. Tyto negativní výstupy iniciovaly zavedení legislativních opatření pro následné technologické a organizační úpravy.

V současné době jsou celospolečensky nejvíce podporovány zemědělské bioplynové stanice, které zpracovávají biomasu přímo pěstovaných energetických rostlin. Zvířecí fekálie jsou používány jako doplňkový zdroj pro optimální substrátový poměr C : N během fermentačního procesu.

Existují tři hlavní důvody pro využití anaerobní fermentace organických materiálů pocházejících ze zemědělství, lesnictví, komunálního hospodářství a venkovské krajiny (KÁRA, 2010):

- 1) Produkce kvalitních organických hnojiv – tento důvod je důležitý hlavně pro zemědělské podniky, pokud neuvádějí hnojivo na trh a pouze ho spotřebovávají ve vlastním podniku, nemusí se řídit ustanoveními zákona 156/1998 Sb., o hnojivech.

- 2) Získání doplňkového zdroje energie – nejvýhodnější variantou se jeví využití získaného bioplynu pro své vlastní potřeby buď přímo na ohřev teplé vody nebo následnou přeměnou na elektrickou energii.
- 3) Zlepšení pracovního a životního prostředí – tento faktor má stále větší motivační význam v návaznosti na stupňující se tlak ekologických legislativních opatření v rámci udržitelného rozvoje společnosti.

Transformace zemědělství v rámci Evropské zemědělské politiky orientuje zemědělce na činnosti spojené s nepotravinářskou produkcí a údržbou krajiny v tendencích udržitelného rozvoje společnosti. Provozování zemědělských bioplynových stanic nejenom produkuje obnovitelnou energii, ale současně vytváří a stabilizuje pracovní místa, přispívá k ochraně životního prostředí a energetické soběstačnosti. Provoz většiny bioplynových stanic je, z důvodů možností získání výrazných podpor a dotací ze státních i evropských peněz a následnou intervenční cenou výkupu elektrické energie, v současných špatných ekonomických podmínkách pro zemědělské podniky významně ekonomicky výhodný.

### **3.4.2 Právní úpravy provozu bioplynové stanice**

Bioplynové stanice jsou zdrojem výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a vztahují se na ně cenová rozhodnutí Energetického regulačního úřadu (č. 2/2010 ze dne 8. listopadu 2010).

Zemědělské bioplynové stanice spadají do kategorie AF1. Zařazení bioplynových stanic do kategorií AF1 nebo AF2 stanoví zvláštní právní předpis: vyhláška č. 482/2005 Sb., kterou se stanoví druhy, způsoby využití a parametry biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy, ve znění pozdějších předpisů. V zemědělských bioplynových stanicích je zpracovávána cíleně pěstovaná biomasa, přičemž biomasa tvoří v daném kalendářním měsíci více než polovinu hmotnostního podílu v sušině vstupní suroviny do bioplynové stanice a zbytek vstupní suroviny tvoří ostatní biomasa, uvedená v příloze výše uvedené vyhlášky (sláma obilovin, travní porosty, apod.).

Zahájení činnosti bioplynové stanice, dodávající elektrickou energii do rozvodné sítě, je podmíněno udělením licence Energetického regulačního úřadu.

Dále je nutné předložit „Oznámení záměru podle přílohy č. 3 k zákonu č. 100/2001 Sb., v platném znění“. Záměry na výstavbu stanice jsou posuzovány ve zjišťovacím řízení, kde příslušným úřadem v procesu posuzování vlivů na životní prostředí (záměry EIA – posuzování vlivů na životní prostředí) je místně příslušný krajský úřad. Záměry bioplynových stanic řeší otázku zpracování statkových hnojiv a biomasy s jejich energetickým využitím, což napomáhá ke snížení produkce pachových látek z chovu zvířat a z hnojení zemědělských pozemků v blízkosti obytných území. Informační systém EIA obsahuje v sekci Záměry na území ČR databázi všech projektů, v členění dle kódu záměru, příslušného úřadu a například dle závěrů zjišťovacího řízení. K 1. 11. 2010 bylo v Informačním systému EIA evidováno celkem 271 projektů všech typů bioplynových stanic, přičemž cca 80 % činily projekty na zemědělské bioplynové stanice (ŘEZBOVÁ, 2010).

Provoz bioplynových stanic je velmi přísně posuzován a podléhá přísným kontrolám Ministerstva životního prostředí České republiky. Požadované limity provozu vycházejí z následujících zákonů (ve znění pozdějších předpisů) a vyhlášek:

- Zákon 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší,
- Zákon 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí,
- Zákon 76/2002 S., o integrované prevenci,
- Zákon 615/2006, Sb., o stanovení emisních limitů,
- Zákon 362/2006 Sb., o zdroji pachu,
- Zákon 185/2001 Sb., o odpadech,
- Zákon 156/1998 Sb., o hnojivech,
- Zákon 254/2011 Sb., vodní zákon,
- Zákon 183/2006 Sb., stavební zákon,
- Zákon 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z OZE,
- Nařízení vlády 146/2002 Sb., o emisních limitech a dalších podmínkách provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečištění prostředí,
- Vyhláška 191/2002 Sb., o technických požadavcích na stavby pro zemědělství
- Vyhláška 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při výrobě elektřiny z biomasy,

- Vyhláška MPO 252/2001 Sb., o způsobu výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů a z kombinované výroby elektřiny a tepla,
- Vyhláška MPO 18/2002 Sb., o podmínkách připojení a dopravy elektřiny v elektrické soustavě,
- další navazující zákony a vyhlášky.

Na uvedené zákony a vyhlášky navazují předpisy územních samosprávních celků, které s nimi nesmějí být v rozporu. Patří sem například plány odpadového hospodářství obcí a krajů.

### **3.4.3 Ekonomika bioplynových stanic**

Zemědělské bioplynové stanice zpracovávají materiály rostlinného charakteru a statkových hnojiv (podestýlky) z klasických primárních výrobních postupů rostlinné a živočišné výroby v podniku. Na těchto stanicích není možné zpracovávat odpady ani materiály spadající pod Nařízení Evropského parlamentu a Rady ES č. 1774/2002 (KAZDA, 2009), které vyžadují speciální úpravy technologie fermentačního procesu.

Investiční náklady na stavbu zemědělské bioplynové stanice jsou závislé na celé řadě faktorů. Vychází z individuálních charakteristik zvolené lokality, z požadované velikosti zařízení a jeho výkonu, z parametrů instalované technologie, způsobu pořízení (dodavatelysky či svépomocnou realizací) apod.

Dle SLAVÍKA (2013) při hodnocení efektivnosti investic může nastat situace, kdy se musí zohlednit účinnost ekonomická proti účinnosti ekologické. Zde je ovšem problém měřitelnosti společenských a ekologických užitků, jelikož environmentální a sociální aspekty jsou velmi obtížně objektivně ocenitelné. V tomto případě se věnuje pozornost druhotným hlediskům hodnocení (vazba mezi společenskými užitky a vynaloženými náklady, veřejný zájem). Nejběžnější používané metody hodnocení efektivnosti investic však vždy vycházejí z ekonomických hledisek (čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento, doba návratnosti).

Roční náklady bioplynových stanic se počítají z ročních odpisů investičních nákladů, nákladů na opravy a údržbu, běžných provozních nákladů a osobních nákladů (MUŽÍK a kol.,

2006). Při hodnocení ekonomické efektivnosti můžeme využít výpočet doby návratnosti (T) vložené celkové investice:

$$T = \frac{N-D}{V_r - N_{pr}} \quad (\text{Kč})$$

kde:

N – jednorázové náklady na realizaci (Kč)

D – výše poskytnuté dotace (Kč)

$V_r$  – průměrné roční výnosy (Kč)

$N_{pr}$  – roční provozní náklady (Kč)

Dle MUŽÍKA a kol. (2006) je doba návratnosti funkcí časového vývoje současné a budoucí hodnoty vložených investic, proto je lépe dobu návratnosti odvozovat ze vzorce zohledňujícího současnou hodnotu peněžních toků (NVP):

$$NVP = \sum_{t=1}^{T_z} CF_t (1+r)^{-t} - IN \quad (\text{Kč})$$

kde:

IN – celkové investiční náklady (Kč)

$T_z$  – doba životnosti (roky)

$(1+r)^{-1}$  – odúročitel

$CF_t$  – hotovostní peněžní tok (Kč)

Pro dimenzování bioplynové stanice je nejdůležitější množství zpracovávaného materiálu  $Q_k$ . V případě zpracovávání zvířecí kejdy vycházíme ze vzorce:

$$Q_k = \sum N_i \cdot q_i \quad (\text{kg.den}^{-1})$$

kde:

$N_i$  – počet chovných zvířat (ks)

$Q_i$  – měrná produkce výkalů ( $\text{kg.den}^{-1}$ )

Dle KAZDY (2009) vychází celkové ekonomické hodnocení konkrétní bioplynové stanice z posouzení čisté současné hodnoty (NVP), vnitřní výnosové míry (IRR) a určení doby návratnosti (T).

Investiční náklady na bioplynovou stanici je možno rozčlenit dle poměru jednotlivých položek (MUŽÍK, 2006):



stavební část (zásobník, dávkovač, fermentor, míchadla) – 43 %  
 kogenerační jednotka – 23 %  
 technologická ohřev – 17 %  
 kejdové hospodářství – 13 %  
 projektová příprava – 4 %

Tab. 1: Investiční náklady na zemědělské bioplynové stanice

	Specifické investice (Kč)	Celkové investice (tis. Kč)
Investice na VDJ	14500 - 26000	2958 - 5304
Investice na m <sup>3</sup> objemu fermentoru	7250 - 11600	2610 - 4176
Investice na vyrobenou kWh(el)	11 - 17	3276 - 5063

Zdroj: MUŽÍK a kol, 2006

Kalkulace vlastních nákladů v bioplynové stanici dle POLÁČKOVÉ (2013) spočívá v přiřazování jednotlivých nákladů určitému výkonu pomocí kalkulační jednice. Při kalkulaci vlastních nákladů v zemědělství je nutno dodržovat návaznost jednotlivých položek kalkulačního vzorce na účtové skupiny a syntetické účty dle vyhlášky 403/2011 Sb. Dle vlastní charakteristiky příslušných výkonů pak podniky využívají příslušné metody kalkulace vlastních nákladů (stupňová metoda, metoda dělením, odečítací metoda, rozčítací metoda).

Při kalkulaci vlastních nákladů v bioplynových stanicích jde v zásadě o rozdělení na tři výrobní stupně (POLÁČKOVÁ, 2013):

- kalkulace vlastních nákladů vstupních surovin rostlinné i živočišné výroby, kde hlavní položky kalkulačního vzorce jsou – nakoupená osiva, vlastní osiva, výrobky vlastní výroby, nakoupená hnojiva, vlastní hnojiva, prostředky ochrany rostlin, ostatní přímý materiál, ostatní přímé náklady a služby, pracovní náklady, odpisy DHM a DNM, náklady pomocných činností, výrobní režie – a jejich návaznost na účtové skupiny účtového rozvrhu,
- kalkulace vlastních nákladů výroby bioplynu, zde jsou hlavní kalkulační položky – nakoupený materiál, výrobky vlastní činnosti, ostatní přímé náklady

a služby, pracovní náklady, odpisy DHM a DNM, náklady pomocných činností, výrobní (středisková) režie – a návaznost na účtový rozvrh podniku,

- kalkulace vlastních nákladů výroby elektrické energie a tepla – nakoupený materiál, výrobky vlastní výroby, ostatní přímé náklady a služby, pracovní náklady celkem, odpisy DHM a DNM, náklady pomocných činností, výrobní (středisková režie), správní režie a návaznost na účtové skupiny a třídy účtového rozvrhu.

Provozní náklady na zemědělskou bioplynovou stanici tvoří servis a údržba kogenerační jednotky, pomocných zařízení (míchadla, čerpadla, dávkovače), mzda obsluhy, náklady na výrobu a skladování kukuřičné siláže. Roční náklady je nutné rozdělovat na dvě samostatné části – stavba a technika, kde na stavbu se počítá s 40 % a na techniku s 60 % investic. Odpisy stavební části jsou na dobu 20 let, technologické systémy mají dobu odepisování 5 let. Na opravy techniky je plánováno 4 % z částky na techniku, na údržbu stavebních těles 0,5 % celkového objemu investic. Pojištění bioplynové stanice je plánováno ve výši 0,5 % celkových investičních nákladů (KAZDA, 2009). Při kalkulaci vlastních nákladů bioplynové stanice je nutno respektovat vzájemné výrobní a technologické souvislosti jednotlivých výrobních úseků (POLÁČKOVÁ, 2013).

Tab. 2: Roční náklady bioplynové stanice (tis. Kč . rok<sup>-1</sup>)

Investiční náklady celkem	<b>4000</b>	<b>5000</b>	<b>6000</b>	<b>7000</b>
Odpisy stavby	80	100	120	140
Odpisy techniky	180	600	720	840
Úročení 8%	160	200	240	280
Opravy a údržba - stavby	8	10	12	14
Opravy a údržba - techniky	96	120	144	168
Pojištění	20	25	30	35
Osobní náklady	25	25	25	25
<b>Roční náklady celkem</b>	<b>869</b>	<b>1080</b>	<b>1291</b>	<b>1502</b>

Zdroj: MUŽÍK a kol., 2006

Výsledky z praxe ukazují, že celkové roční provozní náklady zemědělských bioplynových stanic se pohybují mezi 12 – 20 % celkových investic (MUŽÍK, 2006).

Při stanovování výnosů bioplynové stanice se vychází z měrné produkce vytvořeného bioplynu, která je zcela závislá na využitelném materiálu či směsi různých vstupních zdrojů. Tyto hodnoty jsou velmi variabilní v závislosti na typu použitého materiálu, jeho jakostních vlastností a také na schopnosti technologie bioplynové stanice reagovat na změny vstupních parametrů dodávaného materiálu.

Výkupní ceny elektrické energie z obnovitelných zdrojů jsou stanoveny dle Zákona 526/1990 Sb., o cenách, ve znění pozdějších předpisů, včetně zelených bonusů. Vyměřené ceny a bonusy se uplatňují za elektřinu naměřenou a dodanou v předávacím místě výroby a místě provozovatele přenosové soustavy. Neuplatňují se za technologickou vlastní spotřebu dle Vyhlášky 475/2005 Sb., o podpoře využívání obnovitelných zdrojů, ve znění pozdějších předpisů.

Výkupní ceny se dle cenového rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 7/2011, ze dne 23.11.2011 pohybují od 2130 – 4580 Kč.MWh<sup>-1</sup> a zelené bonusy od 1080 – 3530 Kč.MWh<sup>-1</sup> v závislosti na kategorii využití biomasy a časovém zařazení uvedení bioplynové stanice do provozu.

Při hodnocení rentability bioplynových stanic se v jednotlivých podnicích poměřuje hodnota vstupu k hodnotě výstupu – míra nákladové rentability, která je v praxi nejčastěji používaným ukazatelem. Dle POLÁČKOVÉ (2013) se nejčastěji používají dva základní vzorce míry rentability: MR<sub>1</sub> pro základní charakteristiku a MR<sub>2</sub> pro výpočet rentability včetně plateb a dotací.

$$MR_1 = \frac{(Cr - VN)}{VN} * 100, \quad MR_2 = \frac{(Cr + D - VN)}{VN} * 100,$$

Kde:

MR<sub>1</sub> – míra rentability z realizačních cen

MR<sub>2</sub> – míra rentability včetně plateb a dotací

Cr – realizační cena výstupu

VN – vlastní náklady

D – podpory a dotace (na jednotku výstupu)

### 3.4.4 Vstupní zdroje bioplynových stanic

Biomasa, využitá v bioplynových stanicích, je obnovitelný zdroj energie, který může částečně nahradit fosilní paliva (uhlí, zemní plyn). Označuje veškerou organickou hmotu rostlinného i živočišného původu (KÁRA, 2007). Agrární komora odhaduje, že plodiny, které neslouží k výrobě potravin ani krmiv pro zvířata, v současné době zabírají 680 tisíc hektarů půdy. To je daleko více, než by měla dle odhadů dosáhnout plocha využitá pro pěstování plodin vhodných ke zpracování v bioplynových stanicích (dle výhledových plánů do r. 2020). Z energetických plodin má při výrobě bioplynu největší význam kukuřice. Její pěstování i následné ukládání v silážních žlabech nezpůsobuje v zemědělských podnicích žádné provozní ani skladovací problémy. Celkově je ovšem nutno podotknout, že rozvoj ploch pěstované kukuřice by mohl mít neblahé následky na tvorbu osevních postupů, stejně jako má již dnes nadlimitní pěstování řepky pro komerční nepotravinářské využití.

V dlouhodobém horizontu patří biomasa v podmínkách České republiky k obnovitelným zdrojům s největším potenciálem. S využitím podpor a dotací realizovaných z fondů Evropské unie dochází v posledních letech ke stabilnímu rozvoji výroby bioplynu a využití bioplynových stanic i pro následnou úpravu vyrobeného plynu na elektrickou energii. V roce 2009 se bioplynové stanice (BPS) podílely přibližně na výrobě elektrické energie ve výši zhruba 6 % (ŠVEC, 2010).

Použitá biomasa vstupuje do akumulárního biotechnologického cyklu (biomethanizace), kde se jedná o biodegradční přeměnu organické hmoty společenstvy hydrolyzujících, kyselinotvorných, syntrofních a methanogenních bakterií za nepřístupu vzduch v reaktorech, přičemž hlavním produktem této přeměny je energeticky využitelný bioplyn (obsahující okolo 55–70 % objemu metanu) na straně jedné a na straně druhé kvalitní hnojivo, hygienicky nezávadný kompost (optimální pro hnojení a ošetření půd ve svém složení a struktuře) (BABIČKA a kol, 2005).

Biomasu vhodnou pro zemědělské bioplynové stanice můžeme dle původu rozdělit na:

- a) pěstovanou:
  - obiloviny v mléčné zralosti (celé rostliny čerstvé i silážované),
  - kukuřice ve voskové zralosti (celé rostliny čerstvé i silážované),
  - kukuřice vyžralá,
  - krmná kapusta,

- štěpky nebo řezanka listnatých rychlerostoucích dřevin a vinic (MICHÁLEK a kol., 2013),
- b) odpady rostlinné výroby:
- sláma obilnin a olejnin,
  - plevy obilnin,
  - bramborová nať a slupky,
  - řepná nať cukrovková i krmná,
  - kukuřičná sláma,
  - travní biomasa, seno, senáže,
  - nezkrmitelní rostlinné zbytky,
- c) odpady živočišné výroby:
- kejda prasat,
  - hnůj prasat se stelivem,
  - kejda skotu,
  - hnůj skotu se stelivem,
  - hnůj a stelivo koní, koz, králíků,
  - drůbeží exkrementy včetně steliva.

Nejvýznamnější organické látky ve vstupní biomase z hlediska využitelnosti ve fermentačním procesu:

- 1) uhlohydráty (škroby, celulóza, hemicelulózy) – nejvýznamnější a také nejproduktivnější složky,
- 2) lignin (heteropolymer nerozpustný ve vodě) – limituje rychlost a míru enzymatické hydrolýzy – nežádoucí,
- 3) tuky (triacylglyceroly mastných kyselin) – obsaženy hlavně v gastroodpadech – mají nejvyšší výtěžnost bioplynu, ale způsobují některé technologické problémy (nadměrné pění),
- 4) bílkoviny (vysokomolekulární polymery  $\alpha$ -aminokyselin – jsou zdrojem biogenních prvků (N, S), které vytvářejí v průběhu anaerobní fermentace nežádoucí sloučeniny (čpavek, sirovodík),

- 5) přídavné enzymy pro urychlení fermentačního procesu – využití přírodních materiálů (polyuronové kyseliny mořských řas) nebo látky cíleně vyvíjené pro požadovaný proces.

Tabulka 3: Produkce bioplynu v závislosti na organickém typu vstupního materiálu

látka	produkce bioplynu ( $\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ )	obsah $\text{CH}_4$ (%)	výhřevnost ( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-3}$ )
tuky	<b>1,125 - 1,515</b>	<b>62 - 67</b>	<b>23,45</b>
sacharidy	<b>0,79 - 0,88</b>	<b>50</b>	<b>17,75</b>
bílkoviny	<b>0,56 - 0,75</b>	<b>71 - 84</b>	<b>24,85</b>
prasečí exkrementy	<b>1,05</b>	<b>64 - 70</b>	<b>24</b>

Zdroj: MUŽÍK a kol., 2006

Vliv surovinové skladby na výtěžnost plynu je velmi zásadní. Hydrolytické pochody, které probíhají během fermentace jsou přímo závislé na aktivitě enzymů hydrolytických mikroorganismů. Zvýšení aktivity mikroorganismů zvýší produkci bioplynu a prohloubí rozklad materiálu. Tomu se přizpůsobuje vstupní materiál formou předúpravy (dezintegrace a homogenizace). Využívají se chemické, mechanické a biochemické úpravy vstupního substrátu. Mechanická dezintegrace (drcení, mletí, sekání) způsobuje větší měrný povrch substrátu, současně se však rozrušují i mikroorganismy přítomné v procesu. Uvolněný obsah buněk mikroorganismů se nazývá buněčný lyzát a dle četných výzkumů a provozních ověření působí stimulačně na rozklad organického substrátu jednak přímým působením uvolněných buněčných enzymů nebo nepřímo pomocí přítomných mikrobiálních růstových faktorů (STRAKA a kol., 2006). Z chemických metod se nejčastěji používá loužení ligninových složek v kyselinách  $\text{HCl}$  a  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , nebo ozonolýza, ale tyto postupy jsou neekonomické pro vysoké náklady na regeneraci vstupního substrátu. Dále je možno využívat tepelně tlakové úpravy, zmrazování, ultrazvuk, enzymatickou hydrolýzu, ale i běžné způsoby senážování a silážování, kde se přítomné cukry přemění na organické kyseliny, potřebné pro proces melanogeneze. Některé poslední výzkumy ukazují, že i metoda probublávání vstupního substrátu po dobu min. 120 min. ve vyhřívacích nádržích způsobuje snížení počátečního pH substrátu na hodnoty blízké 7, které jsou vhodné pro zahájení anaerobního biologického rozkladu a následné zvýšení koeficientu výnosu metanu (SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, 2013). Zásadně jsou hodnoty pH pro optimální proces fermentace nutné udržovat kolem střední

hodnoty pH 7. Při zvýšení hodnoty pH nad 9 dochází ke značnému omezení až pozastavení fermentačního procesu.

Ekonomická úspěšnost bioplynových stanic je, z důvodu zajištění stabilního procesu anaerobní digesce a vysokého výtěžku bioplynu, závislá na optimalizaci surovinové skladby vstupního materiálu do bioplynové stanice. Ve fermentoru bioplynové stanice probíhají hydrolytické pochody vlivem enzymů hydrolytických mikroorganismů (hydrolytické, acidogenní, autogenní, metanogenní mikroorganismy). Tento proces je velice citlivý na změny pH, výkyvy teplot, přítomnost mikronutrientů (Na, K, Ca, Mg, Fe, S, Ni, Co, Mo, Se) a hlavně na poměr uhlíku (C) a dusíku (N). Jedním z nejvíce nežádoucích prvků je obsah síry, který se vyskytuje hlavně v živočišných odpadech jako součást bílkovinné složky. Tento prvek velmi negativně ovlivňuje využití bioplynu pro přímé spalování. Obsahem síry a její eliminací z bioplynu se zabývají četní autoři (VÁŇA, 2010, UŠŤAK, 2010, FERNANDÉZ et. al., 2013), kteří také uvádějí obecné množství nežádoucí síry v různých typech biomasy, kdy nejméně jí bývá v rostlinných materiálech ( $< 100 \text{ mg H}_2\text{S.m}^{-3}$ ), větší množství se nachází v hovězích exkrementech ( $300\text{-}800 \text{ mg H}_2\text{S.m}^{-3}$ ) a velmi velké množství síry obsahují exkrementy vepřové a drůbeží ( $3000\text{-}5000 \text{ mg H}_2\text{S.m}^{-3}$ ).

Velmi důležitý faktor pro optimální proces fermentace je poměr základních prvků uhlíku (C) a dusíku (N) ve vstupních substrátech. Optimální poměr C : N by se měl pohybovat mezi 25-30 : 1 pro tuhé substráty a 16–19 : 1 pro zvířecí fekálie (UŠŤAK, 2010).

Každá surovinová skladba vstupního materiálu má odlišné chemické složení ovlivňující výtěžnost a kvalitu bioplynu, proto se jejímu složení a vzájemným poměrům věnuje velká pozornost. Dle STRAKY a kol. (2006) je poměr C : N pro biomethanizaci v podnicích hodnocen následovně:

$< 10$  = kritický až nevhodný poměr,

10 – 15 = mezní provoz, nutnost pečlivého sledování,

15 – 20 = bezproblémový provoz biomethanizace

$> 20$  = optimální stav procesu

Poměry C : N jsou ale variabilní i v samotných zdrojích, kde v rostlinném materiálu je závislost na odrůdě, fázi zralosti, půdních živinných podmínkách. U živočišných zdrojů nalezneme poměrové rozdíly u skotu na výkrm, dojníc, prasat apod.

Dalším významným faktorem procesu fermentace je teplota, která má významný vliv na průběh biochemických reakcí při různých stupních rozkladu biomasy. Obecně dělíme teplotu v průběhu fermentace na dva základní typy: mezofytní podmínky procesu (30 - 40°C) a termofilní podmínky procesu (50 - 60°C). Při mezofytním průběhu procesu je průběh pomalejší, ale stabilnější, kdežto při vyšších teplotách rychlost a účinnost reakce vzrůstá. Složitý proces fermentace je ovšem spojen s konkrétními požadavky mikroorganismů v různých fázích procesu (stupně termolability mikroorganismů). Obecně se dají shrnout výhody termofilní stabilizace procesu:

- zvýšení rychlosti rozkladu organických látek,
- zvýšení účinnosti rozkladu s následným zvýšením výtěžnosti bioplynu,
- zvýšený hygienizační účinek, který je významným faktorem při aplikaci fermentačního zbytku na půdu.

Neposledním významným faktorem pro plynulý a stabilní průběh anaerobní fermentace je zajištění řádného promíchávání (homogenizace) vstupních suspenzí, aby se zabránilo usazování hutných sedimentů a vzplývání lehkých částic, které tvoří pěnovou vrstvu na povrchu. Míchání se provádí nejčastěji mechanickými míchadly s určitým časově řízeným harmonogramem, ale v poslední době se používá i metoda probublávání suspenze vlastním vyrobeným plynem (STRAKA a kol., 2006).

Řízení anaerobního procesu v provozu bioplynové stanice se zajišťuje sledováním a kontrolou uvedených faktorů (indikátorů) a rozborem dostupných zdrojů biomasy, včetně různých přísad, které zlepšují a urychlují anaerobní fermentaci při přeměně biohmoty na plyn (FRYČ a kol., 2012). Intenzifikace vždy vychází ze souboru základních vlastností procesu. Jejich souhra a vzájemná návaznost je podmínkou optimálního průběhu fermentace. Nestabilita procesu (narušení dynamické rovnováhy) může vést až ke zhroucení procesu fermentace.

Mezi nejdůležitější faktory, které ovlivňují dynamickou rovnováhu anaerobního rozkladu látek, patří (STRAKA a kol., 2006):

- změny teploty suspenzní hmoty,
- změny v zatížení organickými látkami (rychlost dávkování substrátu a chemikálií),
- změny ve složení a vlastnostech zpracovávaného materiálu,



- hydraulické přetížení (zkrácení procesu, vyplavení části substrátu),
- expozice toxickými látkami nebo změna pH substrátu.

Měrná výtěžnost bioplynu je základním sledovaným ukazatelem v provozu bioplynové stanice. Zde se opět musí brát v úvahu velká variabilita vstupních zdrojů a z toho vyplývající průběh fermentačního procesu a následný výtěžek bioplynu a jeho kvalita. Každodenní ekonomicky rentabilní chod bioplynové stanice je jednoznačně ovlivněn vstupní biomasou. Její kvalita je podmíněna mnohými faktory, které výrazně ovlivňují optimální a stabilní proces fermentace a výtěžnost bioplynu. Při hodnocení kvality se vychází ze základního chemického složení substrátu (obsah sacharidů, tuků, proteinů, obsah celulózy, hemicelulózy, ligninu apod.) a také z jejich vzájemného poměru. Důležitý je ale i jejich biologicko-fyzikální stav (odrůda, fáze zralosti, obsah vody a jiných nežádoucích příměsí apod.). Následující tabulka 4 uvádí některé základní příklady měrných výtěžností různých vstupních materiálů v přepočtu ze sušiny (VL) nebo vztaženého na ztrátu žháním (ZŽ) – spalitelné látky, sušina zmenšená o popeloviny (STRAKA a kol., 2006).

Pro bezproblémový a ekonomický provoz stanice je důležitý celoroční plynulý přísun vstupního materiálu, který je právě v zemědělství snadno dosažitelný, neboť nejvíce zbytkové biomasy vzniká právě v tomto sektoru. V bioplynové stanici lze zpracovávat kejdu, hnůj a jiné odpady z živočišné výroby, fytomasu, odpady z rostlinné výroby, ze stravování, biologicky rozložitelný komunální odpad a čistírenské kaly. Podle využitých vstupních materiálů se rozdělují bioplynové stanice na následující kategorie:

- zemědělské: exkrementy hospodářských zvířat (kejda, hnůj, močůvka, podestýlka), energetické plodiny (kukuřice apod.), odpadní fytomasa (rostlinné zbytky, siláže, senáže, neprodejná zemědělská produkce),
- čistírenské: zpracovávají pouze kaly z biologických čistíren odpadních vod,
- průmyslové: rizikové vstupy (jateční odpady, kaly z čističek odpadních vod) – jsou kladeny vyšší nároky na technologii (využití extrémně termofilní anaerobní proces nad 60 °C) a zásady hygienických pravidel,
- komunální: bioodpady (odpady z udržování zeleně, bioodpady z domácností, jídelen, restaurací apod.).

Tabulka 4: Výtěžky metanu při procesu biomethanizace u vybraných materiálů

<b>biomasa</b>	<b>výtěžek metanu (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>.kg<sup>-1</sup> VL)</b>	<b>výtěžek metanu (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>.kg<sup>-1</sup> ZŽ)</b>
skot - nízkoenergetický výkrm	0,12	
skot - vysokoenergetický výkrm	0,22-0,28	
dojnice	0,12-0,17	
telata	0,15	
hovězí hnůj + sláma	0,09	
hovězí hnůj	0,1-0,29	0,1-0,32
prasata - výkrm kukuřicí	0,29-0,35	
prasata - výkrm ječmenem	0,22-0,25	
prasnice (170 kg)	0,19	
kanci	0,2	
selata (10 kg)	0,41	
prasečí kejda + kal ČVO	0,3-0,4	
prasečí kejda	0,28-0,48	0,22-0,53
nosnice (2,2 kg)	0,28	
kuřecí trus	0,2	0,22-0,32
kukuřice stébla	0,18	0,26
kukuřice celá	0,4	0,34-0,48
kukuřice siláž	0,37	0,17-0,55
travní hmota	0,19-0,31	0,22-0,27
travní senáž		0,23-0,48
jetel sečený	0,26	
pšeničná sláma	0,1-0,2	0,27-0,31
ječná sláma	0,15	
dřevní biomasa	0,18-0,28	
nať cukerné řepy	0,24	
výlisky olejin		0,58-0,62

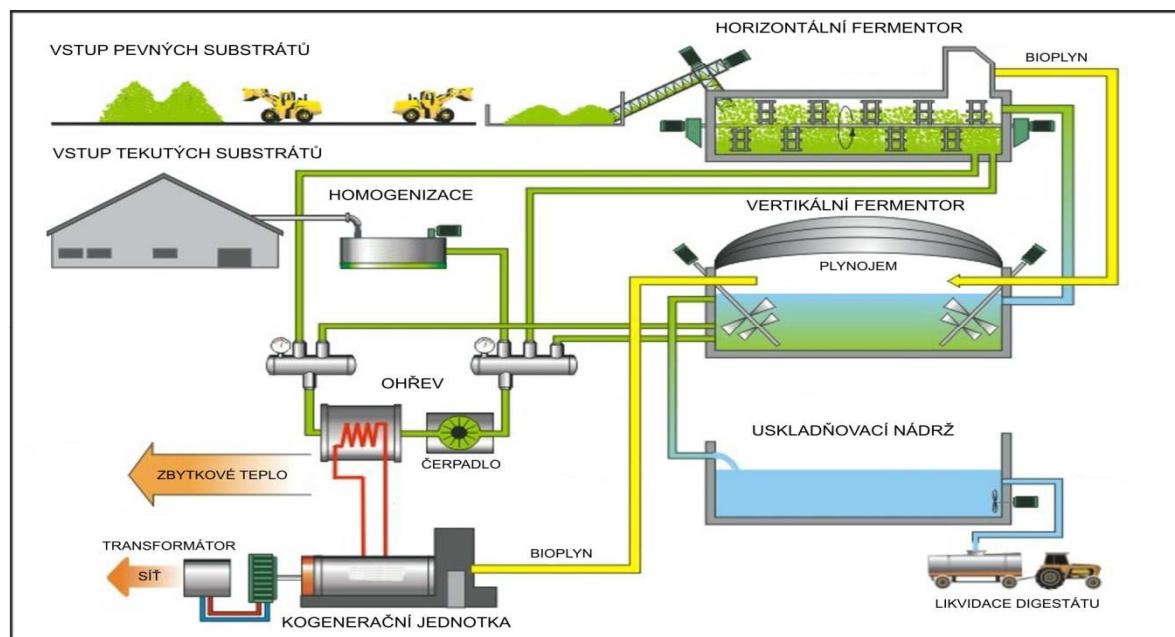
Zdroj: STRAKA a kol., 2006

Zcela obecným jevem jsou rozdíly mezi údaji o výtěžnosti metanu, které se vyskytují u různých autorů v rámci jedné biomasy. Není výjimkou, že maximální hodnota měrného

výtěžku může tvořit až 300% hodnoty minimální. Tyto velké rozptyly dokazují, že variabilita vstupních parametrů je obrovská (závislost na půdních a klimatických podmínkách, odrůdě, fázi zralosti, aktuálních přírodních podmínkách, skladování apod.) a je nutno jí věnovat zvýšenou pozornost při dimenzování a ekonomickém vyhodnocování bioplynových stanic (STRAKA a kol., 2006).

Technologie bioplynových stanic umožní zemědělským podnikům a farmářům nejen zpracovávat odpad vzniklý jejich vlastní činností, ale zpracovávat i odpady ostatních subjektů včetně biodegradabilní složky separovaného komunálního odpadu a tak získat vedle příjmů ze zemědělské produkce také příjmy z prodeje elektrické energie, tepla, hnojiva z digestátu, ale i příjmy za zpracování komunálního odpadu. Ovšem každý vstupní materiál má dle svého složení jiný stupeň využitelnosti, ale i dobu rozložitelnosti, která přímo ovlivňuje průběh anaerobní fermentace. I tomuto významnému faktoru je nutno přizpůsobit konkrétní technologii bioplynové stanice, která vychází ze základního schématu obecné bioplynové stanice (viz schéma 4).

Schéma 4: Bioplynová stanice



Zdroj: CZBA (2011)

Mezi nejvýznamnější vstupní substráty využívané v zemědělských bioplynových stanicích patří:

- zvířecí fekálie – jejich rozložitelnost je 40 – 60 % za dobu 25 – 30 dnů. Nejvhodnější je dle současných výzkumů (VÁŇA, UŠŤAK, 2010) prasečí kejda, která má vyšší výtěžnost metanu proti kejdě hovězí, kde již došlo v průběhu trávení k částečné anaerobní digesci,
- kukuřice – anaerobní odbouratelnost rostlinného materiálu je 60 – 80 % za delší období 50 – 80 dnů. V současné době se používají speciálně vyšlechtěné energetické odrůdy kukuřice (Hybrid Atletico), které dosahují hektarového výnosu 23 t suché hmoty a obsah sušiny při dozrávání kolem 30 %,
- pšeničná sláma – jeden z nejvýznamnějších zemědělských odpadních zdrojů biomasy. Sláma ale není v procesu fermentace snadno rozložitelná, takže se využívá pouze s přídavkem inokula (očkovací látky obsahující aktivní mikroorganismy), které rovnoměrně zahajuje a udržuje proces metanogenního kvašení. Jako nejvhodnější inokulum se používá hnůj, čistírenský kal nebo přídavek trávy,
- trvalé travní porosty – jsou v České republice extenzivně využívány, takže začlenění TTP do surovinové skladby vyžaduje zvýšení vstupů (hnojení, přisevy, odplevelování, ale i kvalitnější sklízecí technika – krátká délka stébla),
- GPS obilovin – genově upravené klony nebo varietová selekce vybraných rostlin poskytují ohromný nárůst produkce biomasy. Silážují se celé rostliny ve fázi mléčné zralosti (převážně GPS žito). Tyto formy biomasy se využívají převážně v sousedním Německu a Rakousku,
- cukrovka a krmná řepa – mají vysoký výnosový potenciál a mechanizované technologie sklizně, ale nedostatky narážejí na kvalitu vyčištění bulev od hlíny a kamení před silážováním. Tento postup vyžaduje vyšší vstupní náklady a kvalitnější strojové vybavení, používají se převážně v Bavorsku,
- netradiční víceúčelové plodiny – využívané jako náhrada za tradiční intenzivní plodiny na půdách ohrožených vodní a větrnou erozí nebo pro svůj výrazný růstový potenciál. V zahraničí (tropické a subtropické oblasti) se zkouší využití vodního hyacintu, v našich podmínkách rychlerostoucí dřeviny (vrba, topol) nebo plevelné druhy (křídlatka, šťovík). Jejich využití má ovšem negativní vliv na druhovou rozmanitost a hrozí nebezpečí přemnožení, jako se to stalo v případě zavlečeného bolševníku. V současné době jsou předmětem intenzivního výzkumu,

- různé formy řas pěstované v odpadních vodách jsou zkoumány hlavně v zahraničí (PASSOS et. al., 2013) pro svůj ohromný nárůst hmoty, ale pro svoje významné nutriční vlastnosti jsou stále preferovány jako zdroj pro krmivové substráty.

Podle obsahu sušiny vstupní suroviny jsou technologie bioplynových stanice děleny na:

- suchá fermentace (20 – 60 % sušiny) – speciální svislé nebo horizontální reaktory na principu „pístového toku“, mechanicky nebo pneumaticky míchané. Využití většinou pro komunální odpady,
- mokrá fermentace (4 – 15 % sušiny) – využití směšovacích reaktorů vybavených mícháním kapalné frakce, širší uplatnění, technicky lépe propracované.

Vhodné jsou materiály vyšší vlhkosti. Často se uplatňuje zpracování různých materiálů v jednom zařízení (kofermentace). Vhodnou kombinací substrátů lze docílit složení, které bude mít příznivý vliv na průběh procesu a tím i na výsledné množství a kvalitu bioplynu.

Zemědělským podnikům využití bioplynové stanice přináší tyto možnosti:

- zhodnocení a hygienizace vlastního organického odpadu z živočišné a rostlinné výroby,
- využití záměrně pěstované biomasy, nevyužité pro zemědělské a potravinářské účely,
- realizace zisku z likvidace odpadu externích dodavatelů,
- výroba elektřiny a tepla,
- možnost prodeje nevyužité elektrické energie do veřejné sítě.

### **3.4.5 Biochemický proces fermentace**

Methanová fermentace je soubor na sebe navazujících procesů, kde vlastní methanogeny představují pouze poslední článek biochemického procesu. Biologický rozklad organických látek je složitý vícestupňový proces, na jehož konci působením methanogenních, autotrofních a hydrogenotrofních mikroorganismů vzniká bioplyn, který se v ideálním případě skládá ze dvou plyných složek – metanu (CH<sub>4</sub>) a oxidu uhličitého

(CO<sub>2</sub>). Průběh tohoto procesu ovlivňuje řada dalších procesních a materiálových parametrů, jako jsou například složení biomasy, podíl vlhkosti, teplota prostředí fermentace, pH prostředí, přítomnost inhibičních biochemických látek (např. síra) apod. (KÁRA, 2010).

Biologický rozklad organických látek v anaerobních podmínkách se nazývá methanová fermentace. Tento proces probíhá v přírodě za určitých podmínek samovolně a nebo může být vyvolán záměrně pomocí speciálních biotechnických zařízení. Výsledkem methanové fermentace je směs plynů a fermentovaný zbytek organické látky. Majoritní obsah tvoří dva základní plyny – metan a oxid uhličitý. Podle obsahu minoritních plynů, které se ve směsi vyskytují z hlediska původu a místa vzniku rozeznáváme následující plyny:

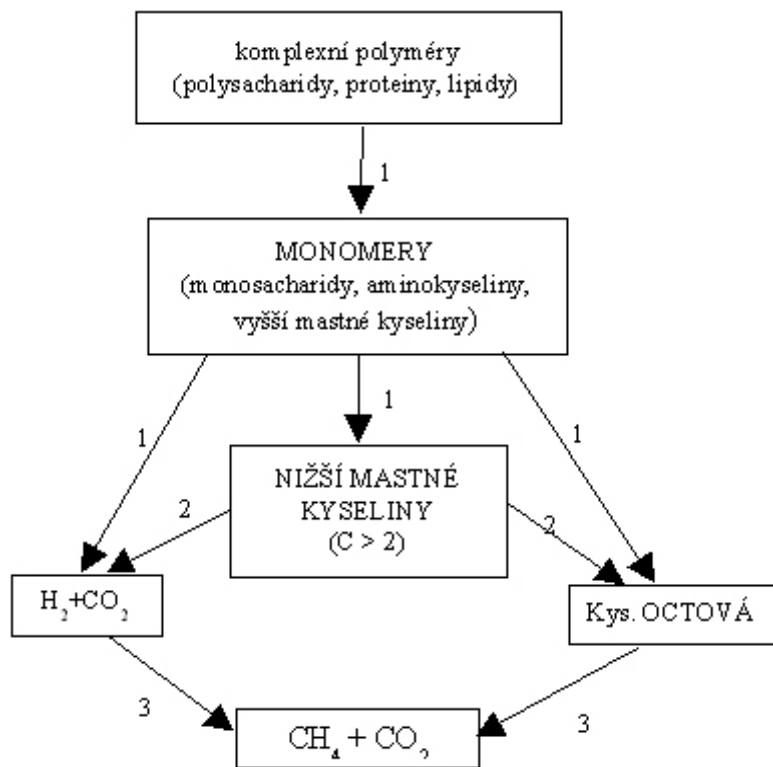
- 1) zemní plyn – vzniká anaerobním rozkladem biomasy nahromaděné v dávných dobách, obsahuje 98% metanu, je klasifikován jako neobnovitelný zdroj energie,
- 2) důlní plyn – vzniká rozkladem dávné biohmoty v dolech, nebezpečný pro svoji výbušnost, nebezpečný, nežádoucí,
- 3) kalový plyn – vzniká anaerobním rozkladem organických usazenin v přírodních i umělých nádržích, nežádoucí,
- 4) skládkový plyn – většina skládek komunálního odpadu obsahuje 20 – 60% organických materiálů, plyn může vznikat mnoho let a jeho výskyt je velmi nebezpečný a nežádoucí pro možnost rizika výbuchu nebo požáru, také pro nepříjemný zápach, který se u neřízené fermentace často vyskytuje,
- 5) bioplyn – plynná směs vzniklá anaerobní fermentací vlhkých organických látek v umělých technických zařízeních. Obsahuje 50 – 85% CH<sub>4</sub>, zbytek CO<sub>2</sub>, obsahy dalších minoritních příměsí jsou zlomkové. Využitelný jako zdroj obnovitelné energie. V podmínkách řízeného procesu fermentace téměř bez zápachu.

Anaerobní fermentace je velmi složitý biochemický proces, který se skládá z mnoha dílčích na sebe navazujících fyzikálních, fyzikálně-chemických a biologických procesů, který v zásadě rozdělujeme do 4 základních fází (KÁRA, 2010):

- hydrolýza – 1. fáze, která probíhá ještě za přítomnosti vzdušného kyslíku a v kyselém prostředí (pH 4-6). Probíhá při ní rozklad makromolekulárních látek - polymery (polysacharidy, proteiny atd.) na nízkomolekulární látky,
- acidogeneze – 2. fáze, kdy produkty hydrolýzy se rozkládají na jednoduché organické látky – monomery (alkoholy, mastné kyseliny,  $\text{CO}_2$  a  $\text{H}_2$ ) pomocí acidogenních bakterií ve zcela anaerobním prostředí,
- acetogeneze – 3. fáze, při které se tvoří kyselina octová,  $\text{H}_2$  a  $\text{CO}_2$ ,
- methanogeneze – 4. fáze, při které se z kyseliny octové tvoří specializovanými bakteriemi metan ( $\text{CH}_4$ ), oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ) a jiné minoritní plyny – sulfan ( $\text{H}_2\text{S}$ ) a další.

Pro stabilitu procesu anaerobní fermentace organických materiálů je velmi důležitá optimální rovnováha v kinetice jednotlivých fází, probíhající s odlišnou rychlostí. Methanogenní fáze probíhá cca 5-krát pomaleji než zbylé tři fáze. Tomu je třeba přizpůsobit konstrukci bioplynových technologických systémů a dávkování vstupního materiálu. V zásadě můžeme kinetiku tvorby metanu při anaerobní fermentaci sledovat a hodnotit na základě dvou vzájemně souvisejících vztahů: závislosti na rychlosti mikrobiálního růstu a stupně využití substrátu. Tento rozklad je velmi složitý stupňovitě probíhající proces s využitím tří odlišných typů mikroorganismů, které podle jejich funkčního zařazení, rozdělujeme do následujících skupin (viz. Schéma 5):

Schéma. 5: Anaerobní rozklad biomasy



Zdroj: CZBA (2012)

Skupiny mikroorganismů:

- 1. - Hydrolýza a acidogeneze - první skupina zahrnuje mikroorganismy hydrolyzační a fermentační způsobující hydrolýzu a acidogenezi tj. rozkládají polymerní substráty na monomery za převážně vzniku kyseliny octové, H<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub>. Za určitých okolností vznikají také další kyseliny (propionová, máselná) a alkoholy.
- 2. - Acetogeneze - do druhé skupiny patří tzv. obligátní acetogenní bakterie fermentující kyseliny (propionovou, máselnou) na kyselinu octovou a vodík – acetogeneze. Tyto reakce probíhají pouze za předpokladu velmi nízké koncentrace vodíku, tj. vodík musí být ze systému kontinuálně odváděn, což činí mikroorganismy třetí skupiny.
- 3. - Methanogeneze - třetí skupinu tvoří metanogenní bakterie produkující metan z H<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub> – hydrogenotrofní metanogény a z kyseliny octové – acetotrofní metanogeny (metanogeneze).



Optimalizace provozu bioplynové stanice je samozřejmě závislá na ideálních podmínkách jednotlivých fází fermentace biologického materiálu. Je přímo úměrná vstupním materiálům, jejich kvalitě, poměru, přítomnosti nežádoucích mikroprvků a pod. Jejich výzkumem se zabývá řada autorů. Například optimalizací anaerobní fermentace kukuřičné siláže pomocí technologie využívající dávkové kapalně kvašení se zabývá KARAFIÁT a kol (2012).

Pro proces methanogenní fermentace je nezbytné zajistit pro potřebné fáze anaerobní prostředí, jelikož za přístupu vzduchu by docházelo ke zcela odlišným biochemickým procesům (KÁRA, 2010):

Rozdíl mezi anaerobním a aerobním procesem na příkladu rozkladu glukózy:

Aerobní proces:



$$(1 \text{ kg} + 0,53 \text{ kg} \longrightarrow 0,72 \text{ kg} + 0,40 \text{ kg} + 0,41 \text{ kg} + 6360 \text{ kJ})$$

Při aerobním procesu zůstává významné množství substrátu (kompost), který se ovšem intenzivně zahřívá vzniklým energetickým výstupem kJ.

Anaerobní proces:



$$(1 \text{ kg} \longrightarrow 0,25 \text{ kg} + 0,69 \text{ kg} + 0,06 \text{ kg} + 0,38 \text{ kJ})$$

Při anaerobním procesu se odbourává velký podíl organické sušiny, vzniká velmi málo tepelné energie, ale vzniká velké množství bioplynu (metan).

Výstupem zemědělských bioplynových stanic je v současné době hlavně elektrická energie, teplo a vedlejším výstupem je digestát použitelný jako velmi kvalitní organické hnojivo (KÁRA, 2010).

### 3.4.6 Výstupy bioplynové stanice

Produkty anaerobní digesce:

- **bioplyn** (je tvořen převážně metanem 50 - 75% a oxidem uhličitým. Nejčastěji se využívá na vytápění budov a ohřev vody. Další možností je kombinovaná výroba elektřiny v kogenerační jednotce – plyn pohání spalovací motor k pohonu agregátů na výrobu elektrické energie). Množství metanu a jeho ochrana před únikem do okolního prostředí je sledováno dle zákona 615/2006 Sb., o stanovení emisních limitů,
- **digestát** (tuhý zbytek po biologickém rozkladu. Tento materiál lze využít jako kvalitní hnojivo, přídavek do kompostu nebo k úpravě povrchu terénu),
- **fugát** (tekutý produkt anaerobního procesu, který má charakter odpadní vody, je silně zakalený a obsahuje produkty rozkladu. Zpravidla je odváděn do čistírny odpadních vod).

Využití výstupů fermentačních zbytků ze zemědělské bioplynové stanice:

- a) Digestát – přímá aplikace na zemědělskou půdu za účelem hnojení. Spadá pod zákon 156/1998 Sb., o hnojivech a pomocných půdních látkách – nejedná se o odpad.
- b) Upravený kal – pro využití na zemědělské půdě za účelem hnojení je třeba postupovat dle vyhlášky 382/2001 Sb., o podmínkách použití kalů na zemědělské půdě, kde je nutné sledovat mezní hranice koncentrací rizikových látek v půdě.
- c) Rekultivační digestát – odpad (zákon 185/2002 Sb., o odpadech). Tento výstup není považován za hnojivo a zachází se s ním podle prováděcích předpisů o nakládání s biologicky rozložitelnými odpady.

Výstupní bioplyn lze využívat následujícími způsoby:

- výroba elektrické energie v kogeneračních jednotkách,
- výroba tepla v teplovodních (parních) kotlích,
- následné čištění bioplynu a jeho prodej do plynárenské sítě
- čištění a zkvalitnění bioplynu pro pohon dopravní techniky.

Energetické využívání bioplynu nabízí velmi široké spektrum různých technologií, prakticky shodných jako pro využívání zemního plynu anebo jiných topných plynů (plynové turbíny, plynové motory pohánějící kompresory chladicích systémů, výroba elektřiny na palivových člancích, imerzní plynové hořáky, plynové kotle ohřívající prostředí absorpčních chladicích systémů, využití pro pohon vozidel a pod.). Relativně nové způsoby využití bioplynu jsou výroba biovodíku, využití CO<sub>2</sub> pro výživu řas, termofotovoltaika (magnetohydrodynamické generátory MHD) a organické Rankinovy cykly (elektrárenský kondenzační cyklus) (STRAKA a kol., 2011).

Pro následné spalování bioplynu je nutné surový bioplyn očistit od obsahu síry, vodní páry nebo mechanických příměsí. Provádí se to zavedenými technologiemi – sušení bioplynu (snížení obsahu vody) se provádí ochlazením pod rosný bod a zpětným ohřevem, odsíření (odstranění složek sulfanu) – vázáním na malé množství kyslíku nebo profukováním granulovanými materiály na bázi oxidů železa. Čistota bioplynu je podstatná pro použité technologie následného zpracování a musí je jí věnovat velmi důkladná pozornost.

Při přeměně na elektrickou energii se používá tzv. kogenerační jednotka (plynový motor + generátor elektrického proudu). Tato metoda dosahuje vysoké účinnosti konverze energie z bioplynu (80 – 90 %) na elektrickou energii. Pro hrubou orientaci se uvádí, že 30-40 % energie bioplynu se přemění na elektrickou energii, 50-60 % na tepelnou energii a 10 % jsou tepelné ztráty (KÁRA, 2010).

## 4 Výsledky disertační práce s uvedením nových poznatků

Pro vlastní výzkumné zaměření disertační práce jsou vybrány zemědělské podniky, které v rámci svých činností využívají jednu z nejvýznamnějších environmentálních aktivit na bázi nové technologie využívání obnovitelných zdrojů energie – bioplynovou stanicí (BPS). Pro systémové vyhodnocení této technologie v rámci udržitelného rozvoje vzniká potřeba vytvoření metodického postupu komparace výrobních variant, který by systémově obsáhl celý soubor vzájemných vazeb a jejich vlivů v rámci celospolečenských souvislostí v oblasti průniku ekonomických a environmentálních vztahů.

### 4.1 SWOT analýza zemědělských bioplynových stanic

Pro úvodní orientaci v dané problematice a pro posouzení vzájemných vztahů a vazeb uvnitř bioplynové stanice je jako první krok následující analýzy sestavena kvantifikovaná obecná SWOT analýza bioplynových stanic na základě vyhodnocení rešeršních podkladů dostupné literatury. Obecné vytýčení interních (silné a slabé stránky) a externích (příležitosti a hrozby) aspektů dané problematiky je možno komplexně vyhodnotit fungování bioplynové stanice z hlediska strategického pohledu udržitelnosti.

#### **Silné stránky:**

- šetrnost k životnímu prostředí v tendencích trvale udržitelného rozvoje,
- využití obnovitelných zdrojů energie,
- vysoká ekonomická rentabilita výroby elektrické energie,
- posilování energetické soběstačnosti,
- snížení zátěže skládkových kapacit,
- levný zdroj tepla,
- stabilní a vyšší příjmy zemědělského podniku,
- zhodnocení odpadů ze živočišné a rostlinné výroby,
- zdroj kvalitního organického hnojení,
- široká variabilita vstupních zdrojů,
- zdroj nových pracovních míst v zemědělství.

**Slabé stránky:**

- negativní postoj veřejnosti,
- vysoké počáteční fixní náklady,
- závislost na odpadech živočišné výroby,
- navyšující se vzácnost surovinové základny,
- ekonomicky náročný transport výstupů (bioplynu, elektrické energie, tepla),
- vynucené dodatečné investice při odběru elektrické energie,
- zvýšená hluchost a nebezpečí emisí,
- nevyužití veškeré tepelné energie,
- náročná administrativní příprava realizace projektu,
- zdlouhavé schvalovací řízení,
- nízký počet pracovních míst.

**Příležitosti:**

- státem garantované minimální výkupní ceny (dle Zák. 180/2005 Sb.),
- významná legislativní a dotační podpora,
- diverzifikace činností v zemědělství,
- možnost využití vyčištěného bioplynu jako paliva,
- neměnnost poptávky po energii v strategickém pohledu,
- garance stability provozu nabízených technologií,
- zvýšení finanční soběstačnosti příslušných obcí,
- v budoucím vývoji technologie možnosti využití variabilnějších zdrojů materiálů.

**Hrozby:**

- slabá síla čelit konkurenci velkých energetických zdrojů,
- ekonomická investiční konkurence pro malé zdroje,
- předsudky veřejnosti a nedostatečná informovanost,
- riziko poklesu výkupních cen po uplynutí garanční doby,
- technické a morální stárnutí technologie,
- změna cen vstupních zdrojů,
- změny smluvních vztahů během provozu,
- významný střet zájmů při produkci biomasy pro potravinářský průmysl a pro zpracování v bioplynové stanici,
- negativní ovlivnění osevních postupů a návazně degradace půdního fondu.

## 4.2 Systémová analýza bioplynové stanice

Dle formulace jednoho z prioritních principů dotační politiky Evropské unie v rámci tendence trvale udržitelného rozvoje společnosti jsou stanoveny čtyři základní prioritní oblasti využití alternativních zdrojů elektrické energie, které zohledňují principy ochrany životního prostředí:

- 1) větrné elektrárny
- 2) fotovoltaické zdroje
- 3) malé vodní elektrárny
- 4) bioplynové stanice

Dle posouzení předložených prioritních zájmových oblastí jsou pro potřeby disertační práce vybrány bioplynové stanice v zemědělských podnicích, které jsou podrobeny důkladné systémové analýze pro vytvoření potřebného nástroje rozhodovacího procesu. Tento model umožní manažerské rozhodování v tendencích udržitelného rozvoje v rámci zavádění nových technologií v jednotlivých podnicích s ohledem na variabilitu vstupních zdrojů, ale i z hlediska možností restrukturalizace podpor a dotací na úrovni krajů, okresů i celorepublikově.

Pro výchozí orientaci v analyzovaném systému je potřeba stanovit výchozí pojmy a aspekty pro systémovou analýzu provozu bioplynové stanice:

- struktura obnovitelných zdrojů energie a jejich dostupnost,
- stabilita zemědělské výrobní soustavy z pohledu ekonomicko-environmentálních vztahů,
- podíl obnovitelných zdrojů na celkové energetické bilanci ČR,
- analýza finanční investiční náročnosti,
- analýza finanční provozní náročnosti,
- struktura kvantity a kvality biomasy využitelné pro bioplynové stanice,
- výrobní náklady biomasy a jejich analýza,
- produkční energetický efekt jednotlivých typů biomasy,
- časový horizont bezporuchového provozu použité technologie,
- doplňkové provozní náklady (údržba, opravy a pod.),
- teorie zásob biomasy – aplikace Wilsonova modelu teorie zásob,

- stochastické aspekty provozu bioplynové stanice (rizika provozu),
- informační systém BPS a účetnictví zkoumaného podniku,
- multikriteriální analýza provozu BPS,
- časový simulační model provozu BPS v závislosti na sezónních výkyvech,
- konkurenceschopnost bioplynových stanic na trhu energie v České republice, (aplikace teorie strategických her v neurčitých podmínkách).

Dle analýzy výchozích aspektů a jejich schematického rozboru je provedena multikriteriální analýza provozu bioplynové stanice a zpracován implementační model na vazbu zdrojových zásob pro harmonogram provozu BPS a jeho produkční efekt. Současně jsou zohledněny varianty případných substitučních provozních alternativ (alternativy jsou vztaženy vzhledem k míře rizika pro případ výrazně nepříznivých klimatických podmínek a neúrody klíčové zdrojové biomasy).

Bioplynové stanice v zemědělských podnicích patří mezi moderní biotechnologické výrobní procesy na bázi technologických úprav a zpracování obvykle vedlejších produktů z primární zemědělské produkce. Vycházejí ze základní technologie přirozeného procesu fermentace biomasy a mohou sloužit jako doplněk či substituce neobnovitelných zdrojů energie.

Mezi technologie zpracování biomasy patří zejména následující:

- a) zpracování chlévské mrvy a kejdy (hovězí, prasečí atd.) na bázi intenzivního aerobního procesu (včetně příměsí odpadových – vedlejších produktů rostlinné výroby, t.j. řezaná sláma obilní, sláma řepková a ostatní, jako základní nasycovací materiál).

Toto intenzivní aerobní zpracování ve specializovaných tlakově provzdušňovaných kontejnerech je základem organické hmoty typu vysoce hodnotného přirozeného hnojiva. Perspektivní se ukazuje i použití moderních organických hnojiv, vyráběných řízenou aerobní termofilní fermentací z odpadů rostlinného původu a některých odpadů živočišné výroby (drůbeží trus, kejda apod.) a dodávané pod různými obchodními názvy např. BIOGANIC, ORGANIC a pod. Významný vliv těchto hnojiv spočívá v obnovení a podpoře mikrobiální aktivity, zvláště v kombinaci se zaorávkou slámy (VANĚK a kol, 2001), která velmi pozitivně podporuje přirozené organické pochody v půdě.

Zpracováním biologických odpadů v systému komplexní procesní plošné kompostárny (klasický kompostovací systém) se poskytuje základní proces recyklace uhlíku (C) do půdy ve formě hnojiva (VÍTĚZOVÁ a kol, 2012). Tyto metody se vyznačují vysokými náklady a únikem živin do půdy a ovzduší, což v současném období sledování negativních externalit není žádoucí.

- b) anaerobní zpracování chlévské mrvy a ostatních příměsí (založené na prasečí kejďě s využitím infikování methanogenními bakteriemi s cílem výroby bioplynu, který po filtraci výrazně sírových složek je základem využití ve veškerých plynových strojích a spotřebičích),
- c) tepelné zpracování bioodpadu (zejména balíkováná sláma a její spalování jako zdroj tepelného vyhřívání):
  - přímé tepelné vyhřívání,
  - difuzní (rozptýlené) vyhřívání,
- d) moderní bioplynové stanice na bázi anaerobního fermentačního procesu - využití produkce bioplynu a jeho následné přeměny v kogeneračních jednotkách na elektrickou energii.

Ekonomicky přijatelné technologie, splňující environmentální požadavky jsou:

- spalování biologických materiálů za předpokladu kvalitní adsorpce exhalátů,
- produkce bioplynu s následnou kogenerační přeměnou na elektrickou energii.

Obě tyto moderní technologie z hlediska multikriteriálního přístupu v sobě obsahují několik základních skupin problémů, které lze rozdělit z hlediska stability výstupu (finalizace outputu) do čtyř základních predikčních (odhadních) skupin:

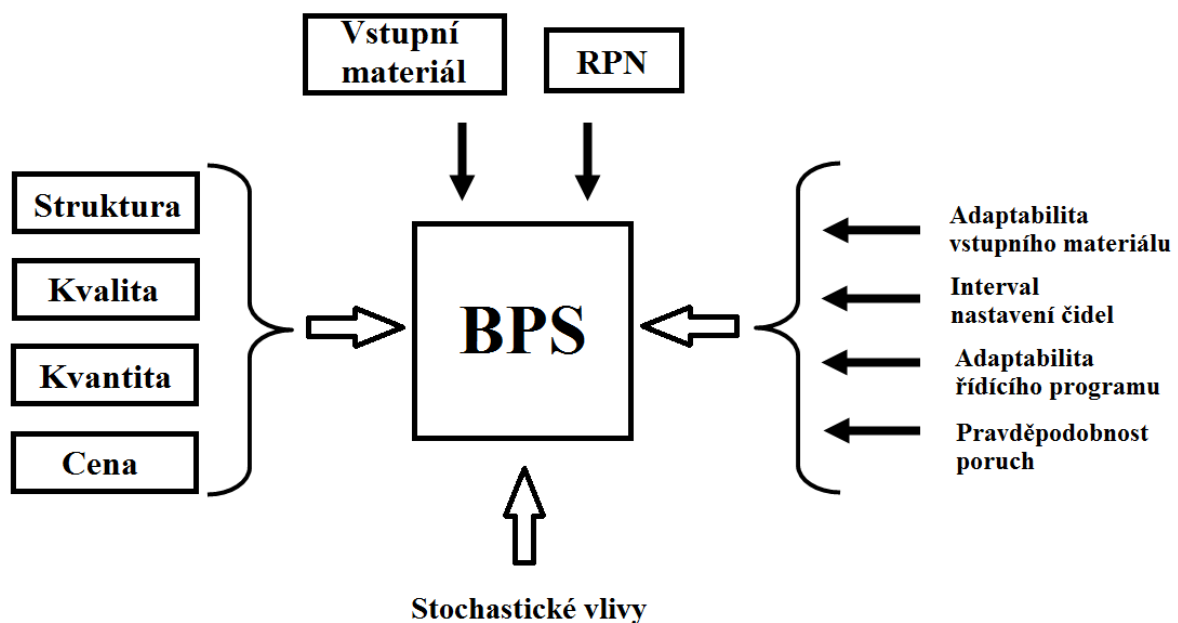
- struktura vstupních materiálů,
- kvalita vstupních materiálů,
- kvantita vstupních materiálů,
- cena vstupních materiálů.



Tyto skupiny faktorů podmiňují efektivnost investičních nákladů na výstavbu bioplynové stanice a současně roční provozní náklady (RPN) podniku. Vstup je dynamický průnik výchozích technologických faktorů, které ovlivňují provoz stanice.

Vstupní faktory jsou zcela podmíněně závislé na principu přírodních vlivů a podmínek. Proto je tento proces zásadně stochastický (neurčitý), a jeho vstupy tvoří dynamický průnik výchozích technologických faktorů, které ovlivňují provoz bioplynové stanice (viz Schéma 6).

Schéma 6: Schematický rozbor faktorů ovlivňujících stabilitu produkce bioplynové stanice



Zdroj: vlastní zpracování (2013)

Klíčové problémy :

- 1) adaptabilita provozu BPS na strukturu, kvalitu a kvantitu inputů (vstupních materiálů),
- 2) interval možného nastavení čidel v rámci technologie zpracování pro možnost zajištění plynulého a rovnoměrného fermentačního procesu,
- 3) adaptabilita řídicího programového systému,
- 4)  $P_i$  – pravděpodobnost možné poruchovosti na základě interních i externích vlivů.

Tyto soubory faktorů mohou významně ovlivnit stabilitu a celkovou efektivnost provozu bioplynové stanice, a proto ve zvolené technologii záleží na:

- kvalitě čidel monitorujících průběh celého procesu,
- kvalitě fyzikálního i chemického rozboru vstupního materiálu,
- nastavení výrobních parametrů v počítači stanice (objem vstupů, doba fermentace, teplota procesu , hoření a pod.).

Při posuzování komplexního systému efektivnosti účelového zařízení BPS v oblasti finalizačního zpracování vedlejších (případně odpadových) produktů primární zemědělské produkce je nezbytné analyzovat systémový výrobně organizační postup bioplynové stanice na bázi tzv. organického pojetí, které vytváří základ systémových přístupů a vazeb jako objektivně kvantifikovaného řezu zkoumaným systémem bioplynových stanic.

Základní postupy tohoto systémového řezu vycházejí ze systémových analýz zkoumaných objektů. Systémový řez je definice úhlu pohledu na podmnožinu zkoumané reality a přiřazení různé důležitosti jejím proměnným (PERGL, 2004):

- volba vstupů (variabilita vstupních materiálů),
- volba výstupů (teplo, bioplyn, elektrická energie),
- volba rozhodovacích prvků a jejich hranic,
- identifikace vazeb mezi prvky.

Teorie rozhodování vychází z principů teorie multikriteriálních efektů, kde je jednoznačně nutno brát v úvahu tři průběžné fáze technologického procesu:

- 1) cena a disponibilita vstupních zdrojů (inputů),
- 2) nákladová cena transformace vstupních zdrojů na výstup (output),
- 3) stabilita výstupu a jeho cena.

Základním problémem je akceptace vlastností disponibilních matematických modelů při určení jednotlivých dílčích aspektů zkoumání zvoleného objektu, které se většinou liší jak samotnou možností vlastní kvantifikace, tak i mírou vlivů a vah ve zkoumaném systému.

Tyto aspekty lze rozdělit do následujících skupin:

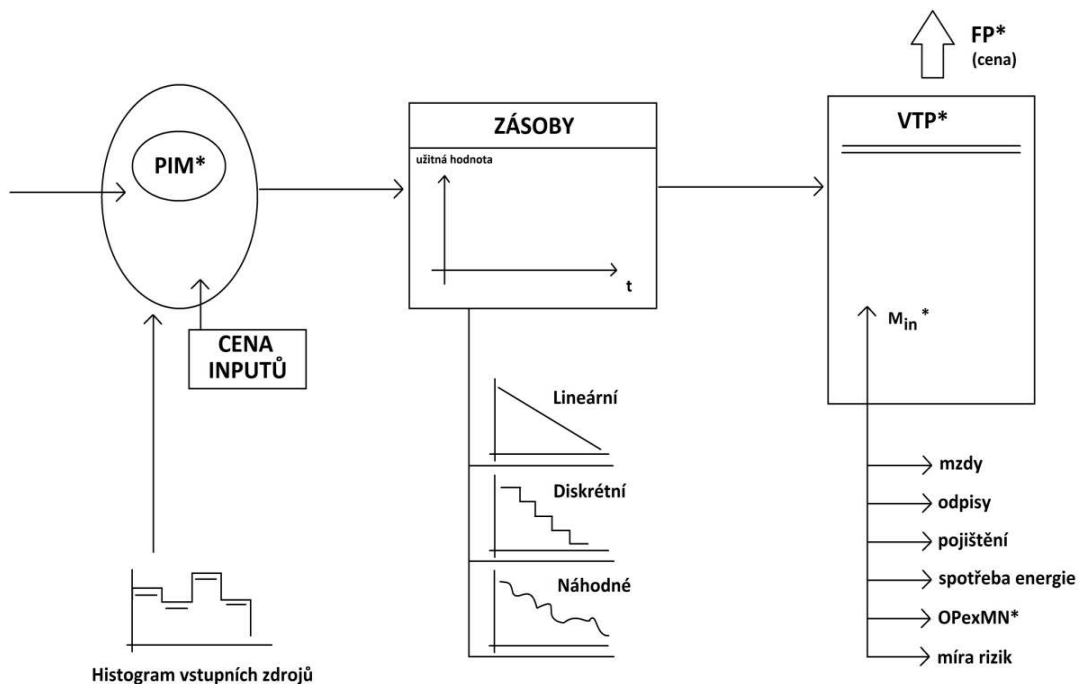
- 1) technické (vlastní technická struktura a vybavení),
- 2) technologické (methanogenní fermentace přeměny vstupní biomasy, aerobní proces, anaerobní proces),
- 3) zdrojové podmínky (disponibilita, struktura, kvantita, kvalita vstupní biomasy (inputů), možné alternativy zdrojů),
- 4) výrobně kapacitní výkon  $Q$  (objemově produkční výkon BPS). Vstup do **VTP** (výrobně technologický proces) ve formě  $M_{in}$  – množiny inputových nákladů (mzdy, odpisy, pojištění, spotřeba energie, ostatní přímé externí materiálové náklady, míra rizik – speciální pojištění – poruchy provozu) - tyto aspekty jsou propojeny s účetní evidencí podniku,
- 5) organizačně řídicí procesy:
  - 5.1 – zásoby a jejich optimalizace z hlediska plynulého provozu (možnost využít stochastické úpravy standardního Wilsonova modelu teorie zásob s modifikací inputových položek v časových subhorizontech průběhu roku),
  - 5.2 – řízení teorie kvality – parametrická analýza kvality inputových materiálů s využitím parametrických čidel (zaměřeno zejména na obsah monosacharidů a polysacharidů (škroby), uhlíkový základ pro biochemický proces methanogenní fermentace a další prvky pro kvalitní fermentační proces),
  - 5.3 – synchronizace ročního výrobního cyklu ve vztahu dostupných zdrojů a produkčních efektů. Tyto procesy možno vyjadřovat různými postupy:
    - orientovaný síťový graf zdrojů v rámci podnikové disponibility,
    - histogram zdrojů (diagram intervalů příslušných četností zdrojů),
    - generované opravy pseudonáhodných veličin na bázi technologických, technických i klimatických rizik, vycházející ze statistických modelů,
- 6) ekonomika – stanovení ekonomických kritérií hodnocení,
  - volba metod hodnocení (váhová analýza měrných hodnot posuzovaných kritérií),
- 7) informační systémy a účetnictví v podniku a jejich vazby na multikriteriální analýzu,

- 8) stabilita zemědělské výrobní soustavy (omezení a nerovnoměrnost složek plodin v osevním postupu) – řešení obtížně kvantifikovaných otázek na úrovni regionálních, krajských nebo i celorepublikových řídicích procesů.

Problematika výstupu – finalizovaná produkce (**FP**), je řešena z pohledu výstupní ceny. Poměrové ukazatele cenových relací jsou marginálního typu:  $\Delta Y / \Delta X$  jsou omezeny mírou rentability (míra hranice produkčních možností z hlediska ekonomické efektivity).

Multikriteriální analýza kvantifikovaného řezu (konkretizace rizikových oblastí v podmnožinách systému BPS) efektivity bioplynové stanice ve vztahu ke struktuře a zdrojům biomasy vychází z následující analýzy systému provozu bioplynové stanice (viz. Schéma 7).

Schéma. 7: Schéma systémového přístupu objektivně kvantifikovaného řezu zkoumaným systémem provozu bioplynové stanice



Legenda Schématu 7:

PIM – příjem inputového materiálu, VTP – výrobně technologický proces bioplynové stanice, FP – finální produkt (teplo, elektrická energie),  $M_{in}$  – množina inputových nákladů, OP<sub>ex</sub>MN – ostatní přímé externí materiálové náklady

Zdroj: vlastní zpracování (2012)

Předpoklady prováděné analýzy:

- vztah struktury, kvality, objemu vstupních materiálů,
- problematika oceňování vstupního materiálu (dle interních podnikových směrnic),
- problematika zásob (histogram dostupných vstupních zdrojů),
- závislosti užitné hodnoty zásob a časového hlediska,
- problematika variability technologie bioplynové stanice,
- specifikace souvisejících nákladů (promítnutí do struktury účetních hledisek),
- finální produkt, jeho ocenění a možnosti realizace.

Výstavba bioplynových stanic představuje nejen výrazné investiční zatížení podnikatelských subjektů, ale též ve své podstatě v sobě obsahuje i zásadní nárokové změny na vlastní strukturu výroby primárních zemědělských podnikatelských subjektů, které s ohledem na provoz bioplynových stanic musí realizovat výrazné strukturální změny ve vlastní výrobní struktuře, zejména v rostlinné výrobě, ale též ve struktuře reziduálních faktorů, t.j. zpracování odpadových produktů z existující živočišné výroby.

Tento faktor je v současné době v rámci ekonomických analýz značně opomíjen a podceňován. Právě struktura reziduí a zdrojových faktorů celé řady odpadových materiálů v rámci rostlinné a živočišné výroby může výrazným způsobem podnítit celkovou ekonomickou rentabilitu chování bioplynové stanice a jejích výstupů. Zde záleží na struktuře koncepce a substituce struktury imputovaných faktorů na provoz a efektivitu těchto bioplynových stanic, které mohou být rozlišeny:

- a) na úzce specializované,
- b) diverzifikované, t.j. pro různé imputované materiály variabilních struktur imputované biomasy,
- c) široce diverzifikované se schopností akceptace všech typů biomasy.

Proto pro každou konkrétní bioplynovou stanicí s jednoznačně určenou vstupní adaptabilitou je základním problémem struktura a kvalita formy imputované biomasy dle systému třídění, kdy tento systém může vykazovat řadu variant od volně loženého materiálu

přes celou strukturu balíkových, popř. vysokotlakově zpracovaných segmentů vstupního materiálu.

Hrozí-li změny ve struktuře a kvalitě imputovaného materiálu, potom se vykazují různé negativní ekonomické efekty s ohledem na normativní výhřevnost těchto materiálů (substrátů) a jejich konečný ekonomický efekt, včetně měrné spotřeby na časovou jednotku provozu těchto stanic.

Jednotlivé varianty vstupního materiálu do provozu bioplynové stanice mohou být posuzovány z hlediska metod multikriteriální analýzy a komplexním simulačním modelem provozních variant bioplynové stanice, včetně systémové analýzy struktury finančních vazeb zobrazených na definované struktuře stávajícího účetně informačního systému zkoumaného objektu.

Z principiálního hlediska jsou pro potřeby předložené práce na základě objektivních metod multikriteriální analýzy hodnoceny čtyři základní varianty rozhodovacího prostoru vstupních materiálů ve sledovaných podnicích dle plošného využití disponibilní půdy a s využitím primárních a sekundárních zdrojů z klasické rostlinné výroby a živočišné výroby pro zemědělskou bioplynovou stanici jako moderního zdroje obnovitelné energie, současně při minimalizaci reziduálních dopadových efektů na stabilitu zemědělské soustavy.

Systémová analýza vychází ze širokého spektra problémů, které jsou k dané problematice vztaženy, zejména s ohledem na celou řadu doplňkových efektů, které s ohledem na provoz bioplynových stanic redukují výrobní prostor primární zemědělské prvovýroby, zejména pak v oblasti struktury rostlinné výroby, s významným vlivem na kvalitní agrotechniku osevních postupů.

V současném období je ekonomický efekt primární zemědělské rostlinné prvovýroby poznamenán strukturou cenově náhodných relací pro základní komodity rostlinné výroby a je podmíněn stochastickými vlivy přírodního prostředí. Tento efekt je jednoznačně prokazatelný strukturálním zaměřením procentuálních podílů využití orné půdy na tři základní komodity, na kterých jsou založeny principy rotace osevních postupů, a které jsou využitelné jako energetické zdroje:

- a) obilniny,
- b) řepka,
- c) kukuřice.

Balíkováná sláma včetně ostatních vedlejších produktů výše uvedených komodit je zdrojem realizace provozu nejen bioplynových stanic, ale též ostatních aktivit provozu zemědělské prvovýroby (živočišná výroba apod.), s ohledem na přiměřenost primárního ziskového efektu.

Disponibilní zdrojový materiál a jeho změny v procesu zpracování v bioplynové stanici je možno považovat za samostatný subsystém dané problematiky. Tento subsystém je jako samostatný celek velmi složitý a variabilní z pohledu výchozí druhové rozmanitosti, chemického a organického složení, kvality a její proměnlivosti v časové řadě, zdrojové dostupnosti a dostupnosti, variability v závislosti na klimatických podmínkách dle regionu i v průběhu roku, návaznosti na technologických požadavcích sledované bioplynové stanice a dalších systémových vazbách.

Tyto problematiky bývají v podnicích řešeny pomocí metody teorie zásob, kde se často vychází z teorie Wilsonova modelu. Pro potřeby řešení problematiky v předložené práci se vychází z dostupných interních zdrojů zpracování disponibilních materiálů a na základě odborných konzultací ve sledovaných podnicích.

WILSONŮV MODEL (1981) je model informačního chování, který se snaží popsat a objasnit procesy při hledání informací a také okolností, které hledání ovlivňují ve sledovaném souboru. Pro daný model jsou v podniku sledovány následující aspekty:

a) členění zásob:

- obrátová zásoba (pro krytí potřeby produkce mezi jednotlivými naskladněními),
- pojistná zásoba (krytí náhodných výkyvů v dodávkách i výrobě),
- zásoba pro předzásobení (v případě sezónní dostupnosti zdrojů),
- strategická zásoba (zvýšení jistoty v dlouhodobém úseku),
- spekulativní zásoba (pro zajištění příležitostí při cenových výkyvech zdrojů),
- technologická zásoba (závislá na technologickém postupu výroby),

b) stav zásob:

- maximální zásoba (nejvyšší stav dle možností skladovacích kapacit),
- průměrná zásoba (aritmetický průměr denních stavů),
- minimální zásoba (stav zásoby před dalším naskladněním),

c) náklady:

- pořizovací (ceny materiálů, dopravy a pod.),
- skladovací (veškeré výdaje spojené se skladováním),

d) doplňování zásob:

- statické (modeluje jedinou dodávku),
- dynamické (modeluje opakující se cykly – stacionární x nestacionární),

e) pořizovací lhůty:

- deterministické (spotřeba je pevně daná, vyjádřená spojitou časovou funkcí),
- stochastické (spotřeba je neurčitá, variabilní – velmi složité matematické vyjádření na bázi náhodných relací).

Cílem analyzované situace zásob je stanovení nákladové funkce:

$$N(Q) = N_s(Q) + N_p(Q) = n_s Q/2 + n_p D/Q$$

kde:

$N(Q)$  – nákladová funkce,

$D$  – spotřeba zásoby za jednotku času,

$Q$  – velikost dodávky,

$n_s$  – náklady na skladování,

$n_p$  – náklady na řízení.

Tyto údaje slouží ke stanovení kritérií hodnotících veličin pro vstupní materiály, které jsou v podniku využívány pro výpočty a hodnocení výrobního efektu:

- disponibilní objem vstupní hmoty,
- pravděpodobnost tvorby kritického množství zásoby,
- stabilita svozného obvodu zdrojových materiálů,
- strukturální stavy možného přechodu na substituční vstupní zdroj materiálu.



Při řešení zvolené problematiky výkonového efektu bioplynové stanice nás bude zajímat intervalová hladina možného vývoje, protože vlastní výkonový efekt je funkcí:

$W(\mathbf{ef}) = (\mathbf{s}, \mathbf{Q}, \mathbf{k})$  parametrů, které se nacházejí v průniku množin:

$M_1$  - vektor struktury disponibilní biomasy =  $\mathbf{s}$ ,

$M_2$  - kvantita disponibilní biomasy =  $\mathbf{Q}$ ,

$M_3$  - koeficient průchodnosti, využitelnosti, kvalitativní koeficient (zdrojový produkční efekt) =  $\mathbf{k}$ .

Funkce průniku uvedených systémů  $M_1$ ,  $M_2$  a  $M_3$  je časově variabilní (závislá na kolísavých časových intervalech v průběhu roku). Průnik uvedených množin je stochastickou funkcí, neboť je zcela závislý na náhodných faktorech (klimatické podmínky, odrůda, termín sklizně, vliv počasí, chorob, škůdců, systém skladování apod.).

Intervalová hladina výkonového efektu je ale dále ovlivňována dalšími průniky systémových vlivů zvolené technologie bioplynové stanice (viz Schéma 8):

$M_4$  – přírodně klimatické podmínky,

$M_5$  – intenzita produkce,

$M_6$  – struktura reziduálních (zbytkových) vlivů,

$M_7$  – technicko-technologická složka realizace biomasy (ztrátovost, nákladovost),

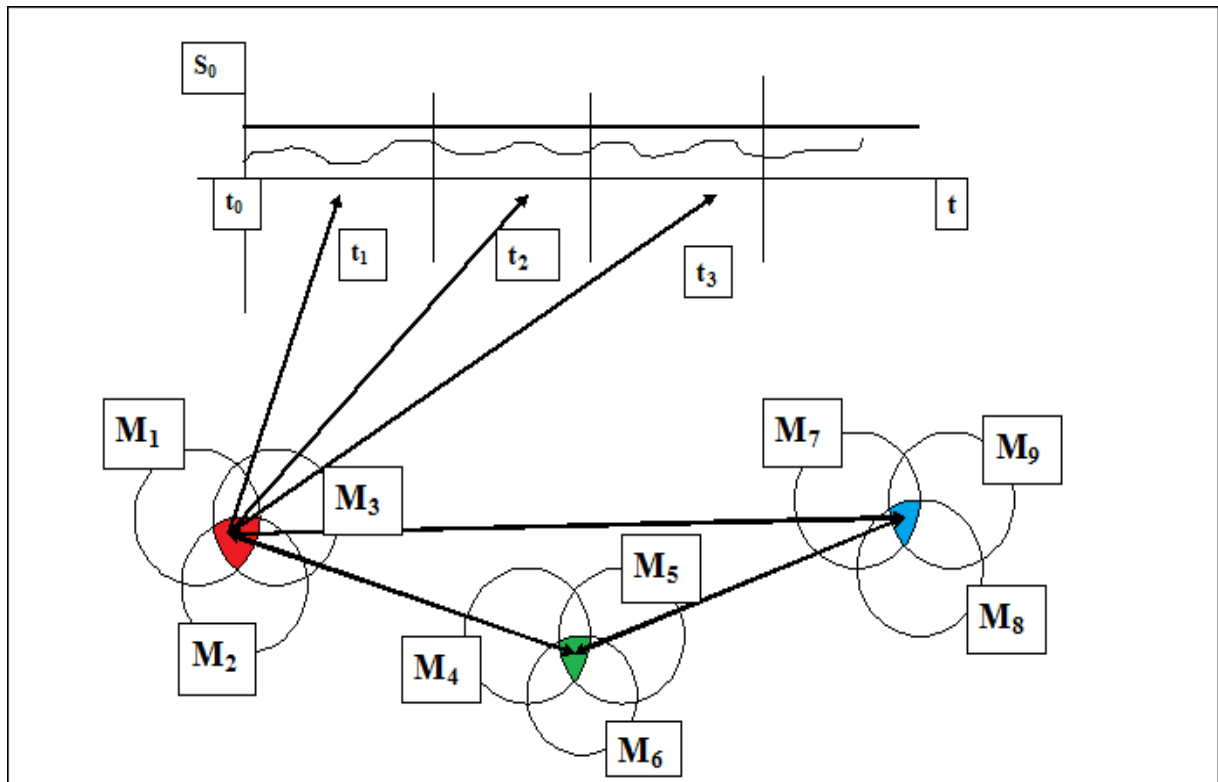
$M_8$  – produkční náklady (vztahy a vazby na účetní systém podniku),

$M_9$  – teorie zásob – Wilsonův model.

Současně je třeba analyticky zohlednit strukturu komplexních efektů provozu bioplynové stanice a jejich dopadů nejenom na vlastní výrobní strukturu podnikatelského subjektu, ale též s ohledem na strukturu reziduálních environmentálních dopadů na kvalitu a stabilitu půdně biologické soustavy zkoumaného zemědělského podniku.

Systemová analýza vybrané oblasti vychází z průniku různých množin působících vlivů, kdy základním procesem je hledání průnikových množin pro optimalizaci řešené problematiky.

Schéma 8: Průnik jednotlivých souvisejících vlivů působících na výkonový efekt bioplynové stanice a jeho závislost na časovém vývoji



Zdroj: vlastní zpracování (2012)

Informace jsou formou sdělení, které snižují míru nejistoty o podstatě děje, stavu procesu. Veškeré aktivity v lidském životě vycházejí ze základního zpracování (analýzy) získaných informací na různých úrovních dle důležitosti a velikosti analyzovaného systému.

Informace pro potřeby kvantitativní analýzy jsou dvojího typu:

- kardinální (hlavní, podstatný, rozhodující),
- ordinální (teorém principiální kvantifikovatelnosti) – množina zobecnění nekonečných variant posloupnosti.

Soustavu kritérií, které vstupují do řešené problematiky je možno rozčlenit na:

- a) kvantifikovatelnost objektivní – exaktní (chemické rozborů a pod.) – absolutní kritéria,
- b) odhadová (bodovací) – subjektivní, expertně pocitová – škálová kritéria,
- c) limitní - právní předpisy pro provoz BPS.

Analyzovaná problematika disponibilních zdrojů vstupních materiálů má vazbu na Wilsonův model zásob, kdy v rámci podniku musí být vyřešeno plynulé zásobení biomasou po celé období roku. Zde existují možné varianty:

- a) zdroj biomasy pro danou technologii bioplynové stanice je pouze jeden,
- b) technologie bioplynové stanice umožňuje alternaci zdrojů např.:
  - kukuřičná biomasa,
  - obilní sláma,
  - řepková sláma a travní hmota,
  - ostatní typy biomasy (závislé na technickém a technologickém nastavení BPS).

Pro systémové analýzy vycházející z dané problematiky a dle požadavků zvoleného systému je možno použít následující systémové metody:

- výchozí analytický model (Linkosa – lineární jednokriteriální optimalizace na bázi aplikace revidované simplexové metody – systémová metoda rozhodování),
- model teorie zásob (MTZ) – Wilsonův model,
- model multikriteriální analýzy variant provozu při zvoleném počtu kritérií,
- model kvantifikované SWOT analýzy (využití pro manažerské rozhodování).

Dle možností a dispozic zpracování doktorské práce je jako hlavní metoda použita multikriteriální komparační analýza disponibilních zdrojů ve vybraných bioplynových stanicích pro zvolený počet kritérií.

Na základě vybraných kritérií bude sestaven hybridní modelově-informační systém, komparující jednotlivé varianty provozu z hlediska vstupních materiálů jak uvnitř vlastního podniku, tak i mezi různými bioplynovými stanicemi.

Účetně evidenční systém podniku, z kterého se bude při volbě kritérií vycházet, je exaktní, t.j. perfektně kvantifikuje minulý vývoj systému až do okamžiku současného stavu. Provádí systémový řez zkoumaným problémem podle typu zvoleného členění výnosových a nákladových položek.

Výnosy (hmotná produkce výstupů, finanční přínos výstupů).

Při stanovení výnosů se vychází z měrné produkce bioplynové stanice, která je zcela závislá na využitelném vstupním materiálu či jeho směsích. Tyto hodnoty se mění nejen podle typu použitého vstupního zdroje, ale i v časové řadě v závislosti na jakostních charakteristikách disponibilních materiálů.

Náklady (přímé externí materiálové a ostatní náklady, vnitrosystémová spotřeba - funkce složitosti systému).

Náklady se u bioplynových stanic dělí do dvou základních skupin:

- a) náklady investiční (stavební část, kogenerační jednotka, technologický ohřev, kejdové hospodářství, projektová příprava),
- b) náklady provozní (odpisy stavební části a technologické soustavy, opravy a udržování, pojištění, osobní náklady, náklady na energii).

Výsledky z praxe ukazují, že celkové roční provozní náklady bioplynových stanic se pohybují mezi 12 – 20 % celkově vynaložených investic (MUŽÍK a kol., 2006).

Na tyto obecně dostupné informace bude navázán systémový rozbor procesu bioplynové stanice v jednotlivých řešených subsystémech.

V případě specifikace bioplynové stanice máme tři analyzované subsystémy:

- 1) alternativy zdrojů biomasy (jejich produkce) -  $\mathbf{B_1, \dots, B_k}$ ,  
alternativy jejich následného převedení do zásob –  $\mathbf{Z_1 \dots Z_k}$ ,
- 2) zásoby přecházejí do fáze provozu BPS, kde je nutno sledovat výkonový efekt ( $\mathbf{f_1, \dots, f_k}$ ),

3) sledované výstupy z pohledu jejich realizace:

- elektrická energie,
- teplo.

Subsystem výstupu je predeterminován (deterministický model), zatímco efekt provozu BPS je funkcí objemu a kvality (stochastický model):

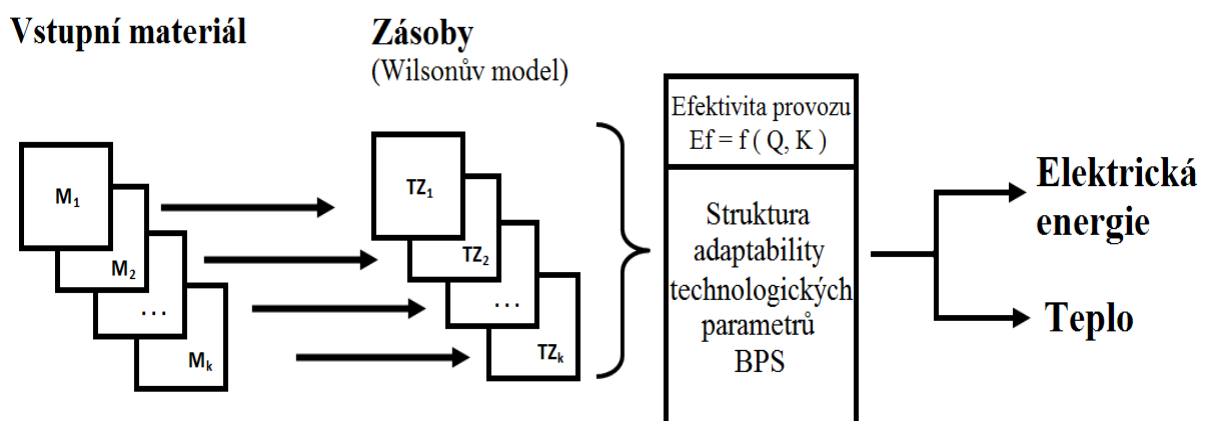
$$E_f = f(Q, k)$$

Struktura adaptability technologických parametrů linky BPS vychází jako průnik systémových modelů  $M_1, \dots, M_k$  (modely produkce zdrojů) a  $Tz_1, \dots, Tz_k$  (modely disponibilních zásob).

Systémová analýza zdrojové disponibility je rozlišena do tří navazujících fází (viz. Schéma 9):

1. fáze – rozbor alternativ možných zdrojů a jejich přechod do struktury zásob,
2. fáze – vlastní technologie provozu BPS. Efekt provozu je funkcí objemu a kvality vstupních materiálů,
3. fáze – finální realizovaný výstup.

Schéma 9: Vliv zdrojové disponibility na efektivitu použité technologie



Zdroj: vlastní zpracování (2013)

Modelové řešení není statické, ale rekurzivní, tzn. že se v postupových krocích vyvíjí v čase a v průběhu času probíhají kvalitativní i kvantitativní změny, které jsou funkcí disponibilních materiálů pro konkrétní technologii:

- a) sláma – obilná,
  - b) kukuřice (senáž i siláž),
  - c) ostatní biomasa – řepková,
  - d) odpady z živočišné výroby,
- (veškeré zdroje závislé na komparativnosti vstupů a nastavení dané bioplynové stanice – struktura a dostupnost biomasy, které ovlivňují produkční efekt BPS).

Zdrojové modely jsou z hlediska teorie zásob rozděleny do dvou časových horizontů:

TH<sub>1</sub> – vstupní parametrické funkce (vývojové funkce zdrojů, sušina, sacharidy, voda, celková využitelná energie a pod.),

TH<sub>2</sub> - problematika homogenity nebo nehomogenity zásobního materiálu v průběhu skladování.

Základní sledované možnosti zdrojové dostupnosti vycházejí z obecně požadovaných ukazatelů:

- celková hladina zásoby pro plynulé zásobování v průběhu celého roku,
- problém homogenity materiálu z technologického hlediska skladovacích kapacit,
- fyzikální a chemické kvalitativní vlastnosti v časové posloupnosti:
  - a) homogenní,
  - b) nehomogenní.

Na uvedené zdrojové ukazatele navazují varianty chování spotřeby, kde rozlišujeme čtyři základní typy:

- a) plynulý provoz – lineární pokles (homogenní materiál),
- b) nelineární – v případě nehomogenity hmoty,
- c) skokové (diskrétní) chování při relativně konstantních podmínkách v provozu BPS – návaznost na technologický proces,
- d) skokové různorodé v čase i kvalitě – intervaly proměnlivé (stochastické) – rizikové faktory.

Analytický model chování teorie zásob, který je v podniku promítnut do evidenčních analytických listů zásob (evidenční časová dynamika) poskytuje potřebné informace pro rozhodování z hlediska zajištění plynulého provozu bioplynové stanice v průběhu roku:

- kolik zásob je k dispozici,
- jak je zásoba kvalitní, jaký má vliv na výstupní efektivitu,
- jak dlouho vystačí a jak se bude chovat při variantách provozu,
- jakým způsobem ovlivní chování spotřeby rizika plynulého provozu.

Při potřebě přesné specifikace rozhodovacího prostoru pro vytvoření modelu zásob se v systémových analýzách využívají následující metody:

- 1) větvení požadovaných aspektů – kognitivně znalostní mapa (zdroje, technologie, dopady na strukturu výroby, přímé efekty, reziduální efekty, různé varianty technologií obecná charakteristika),
- 2) kvantitativní – analýza zobrazení zásob soustavou statistických funkcí:
  - a) deterministické funkce – při spolehlivé dispozici zdrojů,
  - b) stochastické parametrické opravy (náhodnost).

Pro potřeby analýzy systémových vztahů disponibilních vstupních zdrojů v rámci předložené práce jsou využity pouze dostupné interní informace na základě odborných konzultací ve sledovaných podnicích.

V průběhu času se u jednotlivých druhů zásob mohou měnit různým způsobem fyzikální i chemické vlastnosti (vydýchání, plísně, hniloby atd.). Tím se může v časové dynamice měnit výchozí ocenění, ale může se druhotně měnit i produkční technologický výstupní efekt. Toto základní schéma by vyžadovalo propojení na stávající účetní soustavu, například využitím účetnictví materiálových toků ve sledovaném podniku a jeho zobrazení v časových řadách.

Z hlediska multikriteriální analýzy je potřeba kvantifikovat veškeré potřebné atributy probíhajících procesů v rámci bioplynové stanice:

- kvantifikace dějů (technicko–technologické procesy chování biomasy v procesu přeměny na teplo a energii),

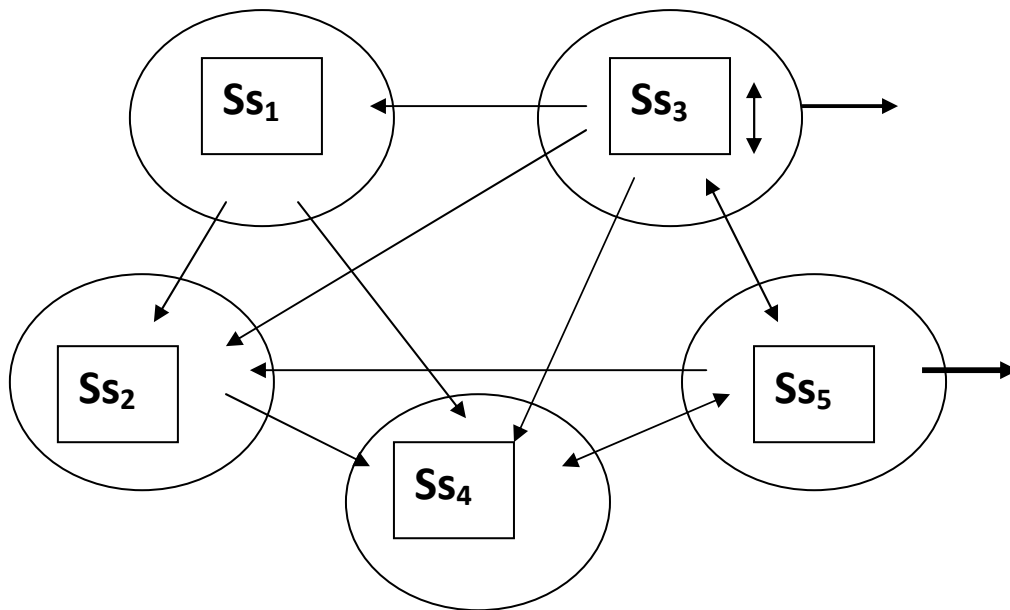
- stavy (do jakých přechodových stavů se systém v rámci disponibilních vstupů může dostat) a jejich klasifikace – Markovovská matice,
- procesy a jejich podmínky – methanogenní proces probíhající fermentace, anaerobní proces, biochemické reakce a pod.,
- inputy (vstupní zdroje),
- outputy (výstupy).

Variační přístupy kvantifikace sledovaných atributů:

- a) exaktní – bodová kvantifikace,
- b) intervalová v určitém časovém úseku – závislá na funkci kvality. V intervalu působí rektangulární (rovnoměrné) rozdělení, každá hodnota má konstantní pravděpodobnost  $P(i)$ . Těchto dějů je velmi málo, protože variabilita biomasy je vysoká,
- c) zavedení Gaussovské funkce, kde bude určena spodní a horní hodnota intervalu a střední hodnota ( $\mu$ ). Směrodatná odchylka a rozptyl nám určí míru závislosti rozptylu kolem střední hodnoty ( $\mu$ ),
- d) intervalově tabulkové zobrazení (konečný počet intervalů  $I_1... I_n$ ), konečný počet parametrů  $P_1 ....P_n$ ),
- e) Markovovská matice – stochastické přechody mezi stavy disponibilních zásob.



Schéma 10: Struktura materiállově ekonomických toků v systému bioplynové stanice



Zdroj: vlastní zpracování (2012)

Legenda schématu 10:

- Ss<sub>1</sub> – struktura disponibilních materiálů,
- Ss<sub>2</sub> - disponibilní zásoby (vstupní materiál),
- Ss<sub>3</sub> - pomocné provozy podniku,
- Ss<sub>4</sub> - technologie provozu bioplynové stanice,
- Ss<sub>5</sub> - realizovaná produkce (elektrická energie, teplo).

Tato struktura je implementována do výchozího vícefaktorového modelu strukturálního řezu ekonomického chování bioplynové stanice, který tvoří výchozí matice kvantifikující vzájemné vazby systému (i, j), vyjadřující funkci závislostí (viz. Tab. 5):

$$Y = f(Ss_{i,j})$$

Ze Schématu 10 vyplývá, že v analyzovaném systému rozlišujeme vzájemné vazby na:

- zpětně kvantifikované vazby,
- kvantifikované vazby vzájemného působení a ovlivnění v systému,
- zakázané vazby,
- interní vazby subsystému.

Tab. 5: Analytický základ strukturálního řezu ročního ekonomického chování bioplynové stanice

i/j	Ss <sub>1</sub>	Ss <sub>2</sub>	Ss <sub>3</sub>	Ss <sub>4</sub>	Ss <sub>5</sub>	Y
Ss <sub>1</sub>	X					
Ss <sub>2</sub>		X				
Ss <sub>3</sub>			X			
Ss <sub>4</sub>				X		
Ss <sub>5</sub>					X	
	zpětně kvantifikované vazby,					
	kvantifikované vazby vzájemného působení v systému,					
	zakázané vazby,					
	finální produkce.					

Zdroj: vlastní zpracování (2012)

Ze Schématu 10 a Tab. 5 je možno odvodit, že analyzovaná matice 5 x 5 má 11 neuplatněných (zakázaných) vazeb a 14 kvantifikovaných (uplatněných) vazeb. Z uvedené tabulky vyplývá, že strukturální matice je z pohledu systémové analýzy řídká. To znamená, že je obdobný poměr nulových a nenulových prvků v matici. Řešení těchto matic je z pohledu statistických analýz efektivnější.

Uvedené vazby ekonomických toků v systému bioplynových stanic by bylo vhodné v rámci jednotlivých podniků doplnit o strukturu zdrojových účtů vycházejících z účetní evidence (možnost uplatnění nákladového účetnictví materiálových toků v podniku):

- osobní náklady (mzdové náklady + ostatní sociální a zdravotní pojištění zaměstnanců),
- odpisy DHM a DNM (dle podnikových odpisových metodik),
- ostatní vstupní náklady použité technologie (elektrická energie, chemické prostředky, methanové bakterie a pod.),
- přímé externí materiálové náklady (pohonné hmoty, materiál, služby, opravy ...),
- ostatní finanční náklady (poplatky, úroky z půjčky, pojistné ...).

Získaný strukturální řez ekonomických toků je nutno zohlednit vlastním systémovým průřezem konkrétního zvoleného podniku ve vazbě na související vztahy vstupních materiálů (inputový materiál), zvolené technologie zpracování (zemědělská bioplynová stanice) a výstupního produktu (elektrická energie, teplo).

V systému každé bioplynové stanice je prostor možné adaptability podle disponibilní technologie a tento prostor adaptability je závislý (je funkcí) na množinách faktorů vlastní technologie a variability vstupních zdrojů biomasy.

Inputové faktory jsou funkcí konkrétního ocenění vstupního materiálu a stability výrobního systému v daném časovém období. Tedy můžeme vycházet ze vzorce:

$$C_{\text{imp}} = f(\mathbf{x}) \cdot (\mathbf{P}_{ij})$$

kde např. sláma obilní ( $P_i$ ) je dána funkcí závislosti přírodně klimatických podmínek a využití odrůdy a jejích individuálních vlastností:

$$P_i = (\mathbf{P}_{kp} \cdot \mathbf{P}_{odr})$$

Například moderní odrůdová skladba obilovin je pěstěna na minimální slámu. Moderní sklízecí prostředky (kombajny) vyžadují kvalitu rovnosti pole a minimální objemovou hmotu slámy v rámci zpracování ve sklízecích mlátičkách (kombajnech), což jsou zdrojové technické dispozice, ovlivňující kvantitativní disponibilitu vstupního materiálu.

Těmto zdrojům odpovídá koeficient efektivnosti (průchodnosti)  $\mathbf{K}_{ij}$ , který pro různé odrůdy obilí v kvantitativních horizontech evokuje dostupný zdroj slámy jako vstupního materiálu pro bioplynové stanice.

Při dané výnosové hladině se koeficient sběrové a použitelné slámy chová různě podle technologie sběru (volně ložené, balíkové, válce).

Obecně to také platí pro řepkovou slámu, ale i pro ostatní vstupní biologické materiály, které jsou využívány v bioplynové stanici.

U každého materiálu  $\mathbf{m}_1, \dots, \mathbf{m}_n$  můžeme stanovit vektor vstupních charakteristik. Logická konstrukce tudíž ukazuje, že výsledná transformační funkce:

$$\mathbf{Y} = f(\mathbf{XQ}_z, \mathbf{XS}_z)$$

je funkcí struktury vstupní biomasy  $XQ_z$  v objemových proporcích, ale též funkcí kvalitativních strukturálních vlastností této biomasy  $XS_z$  z hlediska stanovených klíčových kritérií, zejména na obsah uhlíku (C) a schopnosti jeho akceptace a využití methanogeními bakteriemi ve zvoleném technologickém procesu. Tento proces není dostatečně a jednoznačně předterminován, protože významnou roli zde hrají i další podstatné faktory ovlivňující požadovanou kvalitu a dobu fermentačního procesu:

- celkový podíl sušiny (spalitelných látek) ve vstupním materiálu,
- podíl vody ve vstupním materiálu,
- podíl minerálních látek (aktivátory a inhibitory procesu),
- syntetická adaptabilita fermentačního procesu,
- a další.

V předložené disertační práci jsou vybrány čtyři nejdostupnější varianty vstupních zdrojů tak, jak jsou realizované ve většině bioplynových stanic v České republice:

- 1)  $V_1$  - kukuřičná siláž a senáž
- 2)  $V_2$  - řepková sláma, obilní sláma
- 3)  $V_3$  - biohmota z travin luk, pastvin, parků a pod.
- 4)  $V_4$  - ostatní odpadové materiály rostlinné a živočišné produkce

### 4.3 Zásady volby kritérií

Výše uvedené aspekty naznačují základní strukturu přístupového modelu k řešení dané problematiky s cílovým zaměřením rozhodovacího procesu: Zda zvolená výrobní struktura a koncepce bioplynové stanice vykazuje optimální výkonový efekt.

Výstupní multikritériální analýza je stanovena dle následujícího metodického postupu:

- model multikritériální (MCA) komparace disponibilních výrobních struktur  $V_1 - V_4$ : při posouzení dvou bioplynových stanic (Zemědělské družstvo Krásná Hora a podnik Komorno, a.s.),
- volba dostatečného počtu kritérií pro danou systémovou analýzu ( $n = 10 - 30$ ),
- u každého kritéria je nutné určit typ kritéria z hlediska požadovaného výstupního efektu - MAX nebo MIN,

- stanovení měrné váhy kritéria (teorie analýzy, rozhodování strukturalizovaného systému), protože váha kritéria je objektivní funkcí nejenom k počtu kritérií, ale též k marginálnímu efektu působení individuálního kritéria na daný rozhodovací proces.

Pro komparativní analýzu lze využít dva přístupy posouzení váhových kritérií:

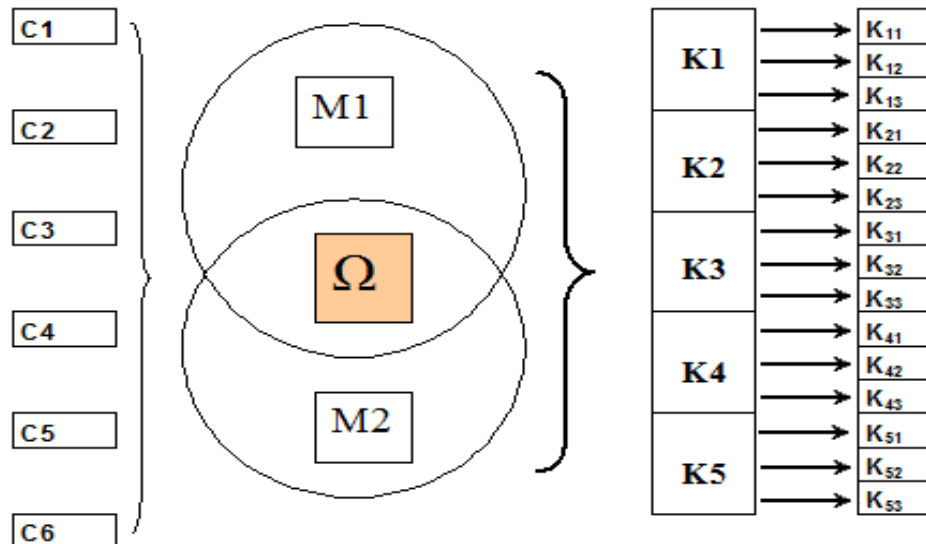
- 1) konstatní váha jako ekvivalentní cena kombinace vah, t.j. všechna kritéria  $k_1, \dots, k_n$  mají stejnou cenu (váhu), tzn. jsou z hlediska struktury rozhodovacího procesu rovnocenné,
- 2) ze struktury vybraných kritérií některá kritéria mají vyšší váhu, než kritéria jiná (podřadná). Z hlediska systémového přístupu struktura komparativních kritérií může být rozdělena do 3 základních logických skupin:
  - a - klíčová (určující kritéria) s nejvyšší váhou,
  - b - skupina pomocných kritérií vysvětlujícího typu, která prediagnostikují zvláštnosti použité technologie,
  - c - doplňková kritéria, která vyvozují podmínky chování jednotlivých variant z hlediska ekonomických nebo jiných efektů.

Uvnitř každé bioplynové stanice je prostor možné adaptability podle disponibilní technologie a tento prostor adaptability je závislý (je funkcí) na průniku dvou základních systémových množin  $M_1$  a  $M_2$  (viz. Schéma 11), kde:

$M_1$  - vlastní technologie zemědělské bioplynové stanice,

$M_2$  - disponibilita vstupních materiálů.

Schéma 11: Systémové schéma stanovení volby multikriteriálních kritérií v provozu bioplynové stanice v zemědělském podniku



Zdroj: vlastní zpracování (2013)

Legenda schématu 11:

$C_1 \dots C_6$  – ocenění vstupních materiálů,

$K_1 \dots K_5$  – třídící kritéria komparace výrobních variant.

Ze Schématu 11 vyplývá, že vlastním výrobním prostorem  $\Omega$  je průnik dvou množin  $M_1$  (technologie) a  $M_2$  (vstupní zdroje). Do tohoto prostoru vstupuje množina disponibilních materiálů, které vykazují vysoký stupeň kvantitativní i kvalitativní variability:

- 1) – obilní sláma,
- 2) – řepková sláma,
- 3) – kukuřičná biomasa,
- 4) – podestýlka živočišných chovů,
- 5) – odpady 1 – z živočišné výroby,
- 6) – odpady 2 – z komunální produkce.

Ne každý vstupní materiál je pro danou technologii vhodný a ekonomicky efektivní. Každý vstup má svoji cenu  $C_1 - C_6$ , ale současně do tohoto procesu vstupují následné logistické náklady (doprava, skladování, konzervační prostředky apod.), které je nutno při výběru kritérií zohlednit.

Množina  $\Omega$  je klasifikována z hlediska 5 skupin třídících komparativních kritérií:

**K<sub>1</sub> – AT** (adaptabilita technologie) – schopnost přizpůsobit se na variabilitu inputových materiálů,

**K<sub>2</sub> – N** (nákladovost) – jednoznačná vazba na účetní evidenci podniku (Výkaz zisku a ztráty),

**K<sub>3</sub> – COP** (cena výstupní produkce) – elektřina, teplo – v ocenění dle časového horizontu výstupů BPS (toto je stochastické kritérium, protože je funkcí zdrojové struktury nákladů a ekonomického ocenění výstupů v rámci stability národohospodářského systému),

**K<sub>4</sub> – PS** (provozní spolehlivost) – kritérium efektu účinnosti, který zobrazuje vazbu na technologické a technické zařízení a možnosti vzniku elementárních a odvozených (následných) technických poruch – rizikovost provozu,

**K<sub>5</sub> – E** (ekologické kritérium), které v sobě zahrnuje:

- a) ekologicky šetřící technologie,
- b) minimalizaci exhalátů vstupujících do ovzduší,
- c) zpracování odpadové biomasy.

Zvolené skupiny komparativních kritérií jsou následně z hlediska multikritériální analýzy rozlišeny na následující dílčí kritéria, která umožní konkretizovat danou problematiku:

**K1 – adaptabilita technologie:**

- 1 – úplná adaptabilita k inputovým faktorům (zdrojům) – technologicky náročné,
- 2 – podmíněná adaptabilita (omezená),
- 3 – minimální adaptabilita (úzká specializace) na specializovaný vstupní materiál.

K2 – nákladovost:

- 1 – vysoké výrobní náklady na vstupní zdroje a technologii,
- 2 – průměrné výrobní náklady na vstupní zdroje a technologii,
- 3 – podprůměrné výrobní náklady na vstupní zdroje a technologii.

K3 – cena výstupní produkce:

- 1 – vysoká stabilní cena v časovém intervalu  $t + \Delta t$  (intervenční ceny dotované státem),
- 2 – variabilní cena, dle skutečně realizovaných vstupních nákladů,
- 3 – neurčitá (stochastická) cena dle poptávky trhu.

K4 – provozní spolehlivost:

- 1 – stabilizovaná (vysoká) provozní spolehlivost,
- 2 – variabilní spolehlivost dle parametrů vstupů,
- 3 – nízká spolehlivost s ohledem na technologii a vstupy (dochází k provozním problémům).

K5 – ekologické kritérium:

- 1 – rezidua jsou vysoká,
- 2 – rezidua jsou průměrná,
- 3 – rezidua jsou nízká.

Zvolených 15 kritérií je vyhovující počet pro stanovení výchozí multikritériální analýzy (testovací verze), kdy u každého posuzovaného objektu (ZD Krásná Hora a Komorno, a.s.) stanovíme čtyři základní výrobní kapacity  $V_1 - V_4$ :

$V_1$  – obilní sláma

$V_2$  – řepková sláma a travní hmoty

$V_3$  – kukuřičná siláž a senáž

$V_4$  – ostatní odpadní biomasa



Systémové zdůvodnění počtu kritérií:

Při komparativní analýze je důležitá volba počtu kritérií. Při počtu menším než 10 je problém nedostatečného hodnocení zkoumaného rozhodovacího prostoru možných variant z hlediska systémové analýzy. Na druhé straně při větším počtu kritérií než 30 dochází k problému rozmělnění klíčového efektu těchto kritérií a snížení ocenění jejich faktické komplexní systémové váhy v rámci stability analyzovaných systémů.

Z teoretického hlediska zde nastává problém dvojího typu:

- a) zda jednotlivá kritéria vykazují úplnou komparabilitu, tzn. že mají stejnou váhu cílového efektu – kritéria homogenní,
- b) zda vykazují podmíněnou komparabilitu, tj. každé kritérium má různou kritériální váhu – kritéria měrná.

Ve skutečnosti jednotlivá kritéria nemají stejnou váhu, protože existují kritéria nadřazená a podřazená z pohledu rozhodovacích procesů v podnicích i z hlediska strategického řízení na celorepublikové úrovni i z pohledu Evropské Unie a to zejména v oblasti ekologických aspektů ochrany životního prostředí a vlivů v sociální oblasti. Tato kritéria se nedají jednoznačně ocenit v rámci účetně evidenčního systému podnikatelských subjektů, a proto jejich váhové ocenění je zásadním krokem multikritériální analýzy zkoumaného systému.

Dalším hlediskem pro vybraná kritéria je stanovení jejich vlivu na výsledný produkční efekt. Daná kritéria mají charakter maximalizační (MAX) nebo minimalizační (MIN).

#### **4.4 Analýza provozu bioplynové stanice – testovací model**

U řešené problematiky bioplynových stanic je jako u většiny systémových množin základním problémem výběr skupiny kritérií, které představují kritické a systémově významné vazby mezi zdroji biomasy, technologií a vlastním produkčním výstupem.

Jestliže chceme hodnotit několik bioplynových stanic (v našem případě ZD Krásná Hora a Komorno, a.s.), je nezbytné stanovit počet kritérií  $k_1 \dots k_n$  a to nejen ve vztahu ke zdrojům biomasy, ale i k technologii konkrétní bioplynové stanice. V rámci technologie

a v rámci zdrojů posuzujeme tzv. třídy a míry rizik provozu. Hodnocení je založeno na třech skupinách hodnocení:

- 1) skupina  $K_x$  – kriteria absolutní (objektivně identifikovatelná), ty jsou udávány v hodnotách  $Q$  – absolutní veličiny,
- 2) skupina  $K_y$  - kriteria poměrová (kriteria  $P_i$  pravděpodobnosti), která uvádějí procento charakteristicky pravděpodobnostního možného chování zvolených kriteriálních funkcí,
- 3) skupina  $K_z$  - kriteria škálového neboli fuzzy typu, která vyjadřují možné škálové chování ve struktuře pravděpodobnostních intervalů na bázi neurčité funkce.  
(Fuzzy logika může operovat se všemi hodnotami z intervalu  $< 0 ; 1 >$ , kterých je nekonečně mnoho. Fuzzy logika náleží mezi vícehodnotové logiky).

Pro výchozí (testovací) model zkoumaného objektu je potřeba zvolit dostatečný počet kriterií. Zde stojíme před obvyklým problémem. Při posuzování daného objektu může dojít k několika základním situacím:

- a) počet kriterií je malý - při výběru z možného množství kriterií můžeme některá důležitá kriteria opominout a tudíž výsledná množina není kompaktní,
- b) počet je přiměřený - odpovídající (akceptujeme většinu možných)
  - b1) homogenní kriteria (vzájemně komparabilní – se stejnou váhou),
  - b2) nehomogenní (kriteria jsou různorodá – s různou váhou),
- c) počet je velký – kriteria pokrývají rozhodovací prostor, ale v rámci rozhodovacího procesu může nastat situace :
  - nízká váha jednotlivých kriterií – snižuje vypovídající schopnost zvolených kriterií,
  - jednotlivá kriteria vnitřně se překrývají – zkresluje vypovídající schopnost zvolených kriterií,
- d) redundance – v rámci prostoru se všechna kriteria vzájemně překrývají a zkreslují svoji váhu, což nemůže vést k objektivnímu posouzení daného systému.

Multikriteriální analýza rozhodovacího prostoru a komparace dvou objektů nesmí obsahovat tzv. redundantní údaje. Protože redundance informací vede k principu singularity matice a tudíž nelze k této matici stanovit matici inverzní, která je základem duálního hodnocení provozní struktury. Výstupní informace jsou zcela zkreslující.

Výchozí (testovací) model multikriteriální analýzy slouží pro zhodnocení výběru základních kritérií z hlediska dostatečnosti zvoleného množství a z hlediska zamezení výběru kritérií redundantních (překrývajících se).

Takže z hlediska potřeby základní orientace ve zvoleném systému je vhodné provést testovací analýzu, která by mohla odhalit u některých vybraných kritérií nežádoucí redundanci. V předložené práci je provedena výchozí (testovací) verze na 15-ti vybraných kritériích.

Pro výchozí testovací kvantifikaci, zobrazující třídu a míru pořadí kritérií, ve vztahu k analyzovaným variantám, budeme vycházet z předpokladu homogenity vybraných kritérií, tudíž:

- Suma kritérií, která mají stejnou váhu ( $\sum K_j$ , kde  $j=1..15 \leq 1$ ), což znamená že jednotlivá kritéria jsou nezávislá dle pořadí ( $V_1$  pro  $K_1 - K_{15} = 0,0666$ ).

V kvantifikační matici testovací verze pro konstantní váhy kritérií byly stanoveny čtyři obecné varianty vstupní biomasy dle disponibilních možností zemědělských podniků v ČR:

$V_1$  – obilní sláma a obilní zbytky,

$V_2$  – řepková sláma a travní hmota,

$V_3$  – kukuřičná a ostatní siláž,

$V_4$  – ostatní (odpadní) biomasa.

Hodnoty posuzovaných kritérií testovací verze multikriteriální analýzy jsou uváděny škálovým hodnocením v intervalu  $< 1, 2, \dots, 9 >$  - škálový kritériální interval, který musí mít lichý počet stupňů (5 = střední hodnota), vytvoří distribuční funkci náhodné proměnné.

Vytvořená tabulka výchozí testovací kvantifikační verze (viz. Tab. 6) vyjadřuje škálovou matici multikriteriální analýzy, kde jsou posuzovány 2 bioplynové stanice (ZD Krásná Hora a Komorno, a.s.) z hlediska 4 variant provozu a očekávaného efektového vlivu možných kritérií. Sestavená modelová tabulka výchozí analýzy je vyhodnocena počítačovým programem MCA-KOSA, kde jsou využity následující metody hodnocení :

- 1) Metoda AGREPREF (Agregovaných preferencí) vyžaduje zadání prahu preference  $\alpha$  a indiference  $\beta$ . Hodnoty prahů jsou dosazeny na základě empirických zkušeností v poměru 6 : 4  
 $\alpha = 0,6$  (preference)  
 $\beta = 0,4$  (indiference)
- 2) Vážený součet (parametry třídy a míry užítku)
- 3) TOP SIS (vrcholový systém) –uspořádání variant podle vzdálenosti od ideální varianty
- 4) ORESTE – preference variant na základě výchozí nulové varianty.  
Zadání prahů je přijato dle generace počítačovým systémem programu:  
preference  $\alpha = 7 \%$   
indiference  $\beta = 0,009\%$   
nesrovnalost  $\tau = 3,2$
- 5) MAP PAC
- 6) PROMETHE – analýza preferenčních vztahů

Pomocí uvedených metod je provedena aplikace multikriteriální analýzy uvedené testovací verze komparace dvou vybraných bioplynových stanic (ZD Krásná Hora a Komorno, a.s.) pro vyhodnocení vhodné volby navržených kritérií z hlediska jejich dostatečného počtu a vyloučení redundance zvolených kritérií.

Výsledky prokázaly ve všech použitých metodách srovnatelné výsledky pořadí hodnocení výrobních variant (viz Tab. 7), a tudíž je možno předpokládat, že zvolená kritéria jsou početně dostatečná a jejich hodnotící charakter se nepřekrývá.

Pomocné výpočty použitých metod multikriteriální analýzy výchozí testovací varianty jsou uvedeny v přílohách práce (Přílohy P1 – P6).

**Tabulka 6 : Základní model MCA analýzy – výchozí (testovací) varianta**

kriteria		K11	K12	K13	K21	K22	K23	K31	K32	K33	K41	K42	K43	K51	K52	K53
<b>Krásná Hora</b>	V11	3	1	1	6	5	7	8	5	3	8	5	5	7	9	5
	V12	4	1	1	7	4	6	5	6	3	8	6	4	6	7	4
	V13	5	2	2	8	4	7	7	5	2	9	7	3	5	8	4
	V14	2	1	1	5	3	5	6	7	3	8	5	5	5	6	3
<b>Komorno</b>	V21	2	2	1	4	4	5	7	7	2	8	8	2	6	8	4
	V22	3	2	2	6	5	6	8	6	2	7	5	5	7	9	2
	V23	4	1	1	5	3	4	9	7	3	7	6	4	4	7	3
	V24	1	1	1	2	2	3	5	5	3	6	4	6	4	7	5
<b>Typ</b>		Max	Max	Max	Min	Min	Min	Max	Max	Max	Max	Max	Max	Min	Min	Min
V1		0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066
V2																

Zdroj : vlastní zpracování (2013)

**Tabulka 7: Vyhodnocení testovacího modelu MCA analýzy vybranými metodami MCA-KOSA:**

*Pořadí variant*

Šišková – výchozí testovací model MCA												
Metoda AGREPREF		Metoda váženého součtu		Metoda TOPSIS		Metoda ORESTE		Metoda MAPPAC		Metoda PROMETHEE		
Index Dh	Pořadí	Užitek	Pořadí	Vzdálenost od bazální varianty	Pořadí	Hodnoty ri	Pořadí	Sigma	Třída	Čistý tok	Pořadí	
V11	-1	7	0,28333333	8	0,223818	8	1177,5	8	0	8	-0,02095	8
V12	-1	7	0,4	7	0,381347	7	977	7	1,717662	5	-0,00635	7
V13	0	3	0,47777778	3	0,391971	6	895	4	2,28858	4	0	4
V14	1	1	0,54444444	2	0,580852	3	776,5	2	3,917464	2	0,012063	2
V21	0	3	0,46111111	4	0,426011	4	878,5	3	2,830848	3	0,00127	3
V22	0	3	0,44444444	6	0,403524	5	974	6	1,172948	6	-0,00571	6
V23	1	1	0,62222222	1	0,638528	1	639	1	4,929381	1	0,021587	1
V24	0	3	0,44444444	5	0,591237	2	942,5	5	0,607704	7	-0,0019	5

Zdroj: programový systém MCA - KOSA

## 4.5 Stanovení měrných vah kritérií

Jestliže základní model MCA analýzy lze kvantifikovat v kombinaci absolutních a tzv. škálových kritérií, je nezbytné posoudit zásadní výchozí váhu těchto kritérií, která může být:

- a) konstantní, t.j. všechna zvolená kritéria jsou rovnocenná a tudíž mají stejnou váhu,
- b) variabilní, tj. některá kritéria mohou mít menší váhu než kritéria jiná.

Rozlišení vah kritérií a stanovení jejich pořadí dle významnosti je zásadním problémem pro stanovení multikritériálního hodnocení, protože jednotlivá kritéria nejsou homogenní a jejich vliv ve zkoumaném systému bioplynových stanic a vzájemné vazby s ostatními kritérii jsou rozdílné.

Při základní syntéze modelu multikritériální analýzy lze vycházet ze dvou základních principů:

- 1) hodnocení kritérií dle pořadí důležitosti vlivu na zkoumaný systém,
- 2) hodnocení dle měrných vah kritérií dle vzájemných binárních vazeb jednotlivých kritérií.

Problémy stanovení měrných vah kritérií lze řešit v podstatě následujícími základními přístupy:

- metoda stanovení pořadí významnosti kritérií,
- expertní bodovací metoda ohodnocení kritérií,
- expertní kvantifikace tzv. Fullerova trojúhelníku,
- Saatyho přístup hodnocení kritérií.

Z teorie obecné analýzy systému a tvorby komparativních funkcí je nejfrekventovanějším postupem tvorba Fullerova trojúhelníku. Uvedená metoda na základě expertního odhadu vymezuje nadřazenost (podřazenost) v binárně orientovaném vztahu jednotlivých dílčích kritérií. V rámci Fullerova trojúhelníku jde tedy o expertní kvantifikaci binárního vztahu kritéria  $K_i$  a kritéria  $K_j$ .

Z teoretického hlediska je aplikace Fullerova trojúhelníku poměrně velmi složitou záležitostí vzhledem k tomu, že struktura zvolených kriterií v sobě obvykle obsahuje několik dílčích kriteriálních složek:

- technicko-technologické složky,
- složky ekonomické s ohledem na investiční a provozní náklady,
- složky inputové z hlediska zajištění stability a struktury kvantity a kvality vstupních materiálů,
- složky stochastické (náhodné), které vymezují možné změny ve struktuře a kvalitě vstupních materiálů,
- složky a faktory realizace výstupní produkce.

Při stanovení váhy kriterií je důležité, zda preferujeme tzv. primární nebo duální prostor možných řešení, který se v oblasti obnovitelných energetických zdrojů často vyskytuje.

Primární přístup vychází z principu omezené faktorové množiny disponibilních zdrojů, v rámci které existuje omezený počet faktorově orientovaných variant na základě technologií. Tyto varianty lze při množině omezených zdrojů  $M_2$  (zdroje energetické biomasy) komparovat z hlediska cílového produkčního efektu, kterým je beze sporu míra rentability provozu jednotlivých disponibilních technologií.

Duální přístup k této problematice ovšem prezentuje, že disponujeme relativně otevřenou množinou disponibilních faktorových zdrojů, tj. zpracování nejenom vedlejších produktů rostlinné a živočišné produkce, komunálních odpadů, skrývek zeminy a dalších komponentů biomasy s tím, abychom při zvoleném počtu technologických variant  $V_1 - V_4$  minimalizovali variantu možného nevyužití těchto disponibilních zdrojů.

Z teoretického matematického hlediska lze dokázat, že objektivní vztah primárního a duálního principu lze jednoznačně odvodit na syntetickém komplexním modelu zpracování faktorových zdrojů do syntetických výstupů simulované produkce, což přesahuje rozsah zpracování předložené práce. Proto pro řešení zadaného problému se bude vycházet pouze z primárního přístupu omezených zdrojů.



Měrné váhy zvolených kritérií lze kvalifikovaně určit na bázi dvou systémových přístupů, které vykazují srovnatelné výstupy řešení:

- a) *Fullerův trojúhelník* – metoda kdy kritéria budou vzájemně srovnávána do binárně orientovaných párových vazeb pomocí metody Fullerova trojúhelníku,
- b) *Saatyho metoda* přiřazení měrných vah (Saatyho metoda patří mezi další nejčastěji používané metody pro volbu vah).

Pro potřeby stanovení měrných vah kritérií v předložené disertační práci bude využita metoda Fullerova trojúhelníku stanovení nadřazenosti párových vazeb kritérií.

Vlastní konstrukce Fullerova trojúhelníku je tedy založena na párové indikaci vztahu jednotlivých kritérií, tj. jednoznačného určení vztahu podřízenosti či nadřazenosti  $i$ -tého a  $j$ -tého zvoleného kritéria komparace zkoumaných objektů.

Při přípravě modelu multikritériální analýzy je tudíž nezbytné expertně posoudit nadřazenost či podřazenost struktury párových vztahů ( $K_i - K_j$ ) pro jednotlivé párové kombinace kritérií. Tohoto posouzení je dosaženo na základě odborných konzultací ve vybraných podnicích.

Princip Fullerova trojúhelníku je založen na volbě libovolného konečného počtu kritérií, kdy počet kritérií je funkcí složitosti analyzovaného systému. U jednoduchých rozhodovacích systémů je dostatečný počet 10 zvolených kritérií, které jsou schopny obsáhnout rozhodovací proces.

Jestliže je problém složitý a neexistuje klíčové rozhodnutí, pak zvolených kritérií může být 25 – 30. Maximální počet 30 zvolených kritérií sice poskytne dokonalý popis analyzovaného systému, ale nastává problém stanovení vah jednotlivých kritérií. Součet zvolených měrných vah kritérií  $\leq 1$  (100 %). Při volbě počtu kritérií přesahujícím 30 klesá měrná váha průměrného kritéria pod 0,033 (3 %). Tato hodnota je z pohledu statistického vyhodnocení již pod úrovní významnosti vlivu, takže jednotlivá kritéria by neměla potřebnou vypovídající hodnotu.

Proto je pro řešení daného problému zvolena střední hodnota počtu kritérií v rozmezí mezi 10 – 20 kritérii. Při výběru bylo nutno postupovat tak, aby zvolená kritéria nebyla vzájemně redundantní, aby libovolná dvojice nevykazovala ekonomický průnik, ale současně

aby výčet těchto kritérií dokonale popisoval podstatu zkoumaného systému bioplynové stanice v zemědělském podniku z hlediska udržitelného rozvoje společnosti.

Logika postupu tvorby Fullerova trojúhelníku je na principu tzv. fázového klíčování vztahu a pozice kritérií ve vazbě kritéria  $K_i$  ke kritériu  $K_j$  – tzn. jde o maticové uspořádání. Principem Fullerova trojúhelníku je, že se stanovuje orientovaná kvantifikace binárních vazeb (vztahů) mezi kritériem  $K_i$  a kritériem  $K_j$  ( $K_i/K_j$ ), tj. vymezujeme vazbu mezi i-tým a j-tým kritériem.

Jestliže vezmeme kritérium  $K_1$ , tak vazba  $K_1/K_1 = 0$ . Tento vztah je analyzován párově, ale základním výsledkem je sumační vektor  $\sum$ , který uvádí míru nadřazenosti vektoru  $j$  nad vektorem  $i$ , pomocí bodového ohodnocení.

Významnost převahy je subjektivní ukazatel. To znamená, že z vědeckého hlediska by bylo potřebné Fullerův trojúhelník kvantifikovat dvojím způsobem, který opět svým rozsahem přesahuje možnosti předložené práce:

- a) přístup normativní (při existenci úplné informace),
- b) přístup deskriptivní (při faktické disponibilní informaci, která je neúplná – vychází z teorie her) – odborné ohodnocení na základě pragmatických znalostí řešené problematiky.

Metodický postup kvantifikace Fullerova trojúhelníku (viz. Tab. 8):

- 1) sestavení matice navržených kritérií  $K_{ij} / K_{ij}$ ,
- 2) prvky hlavní diagonály jsou vyškrtnuty, jelikož vztah stejného kritéria  $K_i / K_i = 0$ ,
- 3) dolní matice vektorů je zrcadlově shodná s horní maticí, takže se nevyplňuje,
- 4) vlastní matice paritně orientovaných binárních vazeb vznikne na základě porovnání horního trojúhelníku matice zvolených kritérií, kde je bodově přiřazován faktor nadřazenosti (podřazenosti) porovnávaných kritérií  $K_i / K_j$ .

Váhy kritérií jsou stanoveny tak, že jejich součet musí být menší nebo roven jedné (100%).

Pokud jsou tedy váhy  $i$ -tého kritéria označeny  $V_i$ , pro  $i = 1, \dots, j$ , kde  $j$  = počet kritérií, pak jsou jednotlivé váhy voleny tak, aby:

$$\sum_{i=1}^j V_i = 1, \quad \text{kde } V_i \geq 0$$

$$N = \frac{(j-1) \cdot j}{2},$$

kde  $N$  je počet paritně orientovaných vazeb

Počtem nadřazenosti v párovém přiřazení jsou pro jednotlivá kritéria  $K_1, \dots, K_{16}$  přiřazeny následující bodové hodnoty (viz. Graf 5).

Pomocí základního vzorce pro výpočet měrné váhy:

$$V_i = \frac{r_i}{N},$$

jsou vypočteny, na základě dosazených datových zdrojů, konkrétně určené měrné váhy pro jednotlivá zvolená kritéria  $K_1$  až  $K_{16}$  (viz. Tab. 9).

Tabulka 8 : Kvantifikace Fullerova trojúhelníku - podřazenost a nadřazenost párových vztahů zvolených kritérií (legenda kritérií viz. seznam zkratk – příloha)

		CIO	ROPN	DSIM	OMSRP	PMV	MRSP	DOIH	PKMnZ	SSDO	CPEV	MVPE	MSPČ	KSP	ČPE	OMRO	MSP	
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	Σ
K1	CIO	2	1	4	5	1	1	1	1	9	10	11	1	1	1	15	1	8
		1	3	1	1	6	7	8	1	1	1	12	13	14	1	16		
K2	ROPN	3	2	2	2	7	2	2	2	10	11	2	2	14	15	2	2	8
		2	4	5	6	2	8	9	2	2	12	13	2	2	16			
K3	DSIM	3	3	3	3	3	3	3	3	9	3	3	12	3	3	15	3	10
		4	5	6	7	8	3	10	11	3	13	14	3	16				
K4	OMSRP	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	11	4	13	4	4	4	4
		5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	11	4	13	4	4	16	
K5	MPV	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		6	7	8	9	5	10	5	5	13	5	5	16					
K6	MRSP	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		7	8	9	6	6	10	11	12	6	14	15	16	3				
K7	DOIH	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
K8	PKMnZ	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
K9	SSDO	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
K10	CPEV	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
K11	MVPE	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
K12	MSPČ	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
		13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
K13	KSP	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
		14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
K14	ČPE	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
K15	OMRO	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
K16	MSP	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
		0	1	1	1	1	1	3	2	5	5	7	6	2	7	9	5	

Zdroj : vlastní zpracování (2013)

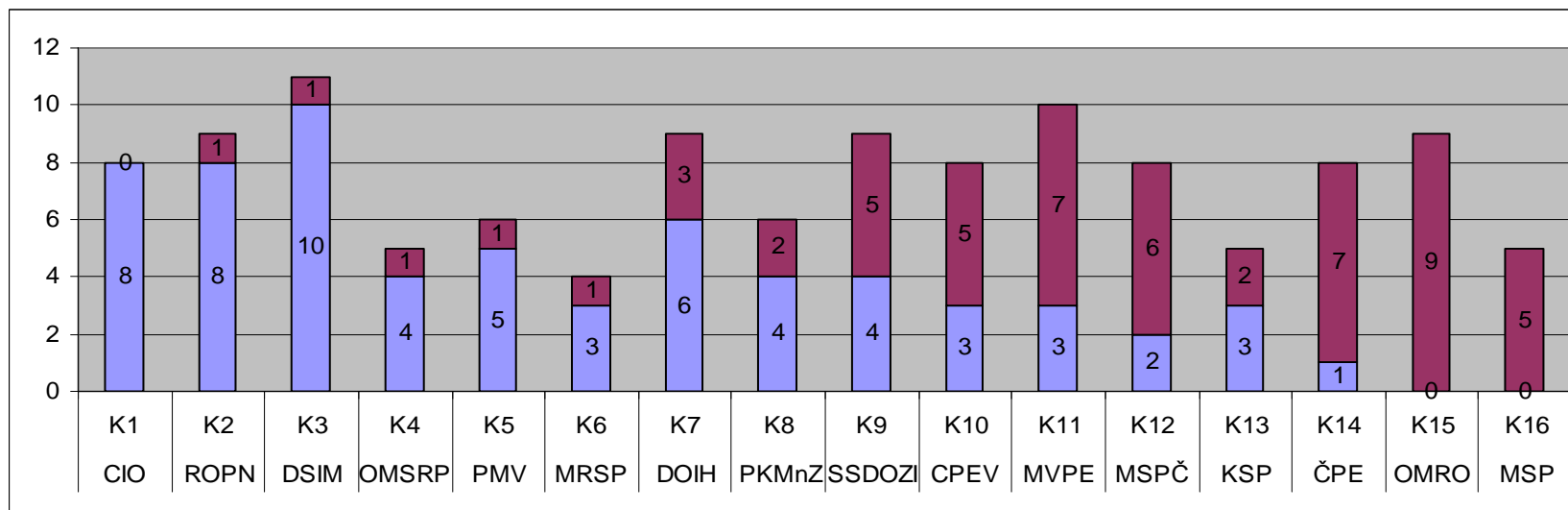
Tabulka 9: Výpočet měrné váhy vybraných kritérií dle kvantifikace Fullerova trojúhelníku

CIO	ROPN	DSIM	OMSRP	PMV	MRSP	DOIH	PKMnZ	SSDO	CPEV	MVPE	MSPČ	KSP	ČPE	OMRO	MSP	
K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	
8	8	10	4	5	3	6	4	4	3	3	2	3	1	0	0	
0	1	1	1	1	1	3	2	5	5	7	6	2	7	9	5	
8	9	11	5	6	4	9	6	9	8	10	8	5	8	9	5	
<b>0,0667</b>	<b>0,075</b>	<b>0,0916</b>	<b>0,0416</b>	<b>0,05</b>	<b>0,033</b>	<b>0,075</b>	<b>0,05</b>	<b>0,075</b>	<b>0,0667</b>	<b>0,0833</b>	<b>0,0667</b>	<b>0,0416</b>	<b>0,0667</b>	<b>0,075</b>	<b>0,0416</b>	<b>0,9998</b>

Zdroj: vlastní zpracování (2013)

výpočet měrné váhy kritéria dle vzorce :  $V_i = \frac{n_i}{N}$ ,

Graf 5: Bodové přiřazení vah kritérií dle kvantifikace Fullerova trojúhelníku



Zdroj: vlastní zpracování (2013)

(legenda kritérií viz. seznam zkratk – příloha)

## 4.6 Volba kritérií pro vlastní model multikritériální analýzy vybraných bioplynových stanic

Po vyhodnocení testovací verze multikritériální analýzy (viz. Tab. 7), kde se potvrdilo, že vybraná kritéria nejsou redundantní a z následné analýzy systémových vztahů produkce bioplynové stanice (viz. Schéma 12) je vybrána konečná struktura analyzovaných kritérií, která tvoří základní soubor vytvořeného multikritériálního modelu pro komparativní posuzování výrobních variant disponibilních zdrojů ve vybraných bioplynových stanicích. Počet zvolených kritérií vychází z optimálního rozmezí analyzovaných vztahů v počtu 10 – 20 kritérii.

Navržená struktura posuzovaných kritérií:

**K<sub>1</sub>: CIO** - celkový investiční objem (mil. Kč) – absolutní kritérium,

**K<sub>2</sub>: ROPN** – roční očekávané provozní náklady (mil. Kč) – absolutní kritérium,

**K<sub>3</sub>: DSIM** – disponibilní struktura inputového materiálu (škálové kritérium – liché hodnoty 1, 3, 5 ... 9),

**K<sub>4</sub>: OMSRP** – očekávaná míra stability provozu v ročním provozním cyklu (škálové hodnocení – 1, 2, ... 9),

**K<sub>5</sub>: PMVP** – pravděpodobnost možného vzniku poruch (absolutní kritérium - %)

**K<sub>6</sub>: MRSP** – Markovská rovnice možného strukturálního přechodu mezi stavy (souhrnné součtové kritérium) – (Markovské řetězce absolutní pravděpodobnosti – pravděpodobnostní škálové charakteristiky),

**K<sub>7</sub>: DOIH** – disponibilní objem vstupní hmoty v tunách (absolutní kritérium),

**K<sub>8</sub>: PKMZ** – pravděpodobnost tvorby kritického množství zásob inputové hmoty (teorie zásob) – aplikovaný stochastický Wilsonův model teorie zásob struktury vstupního zdroje,

**K<sub>9</sub>: SSDO** – stabilita svozného distálního obvodu zdrojování inputové hmoty (škálové hodnocení 1, 2, .... 9),

**K<sub>10</sub>: CPEV** – celkový produkční energetický výkon bioplynové stanice (škálové hodnocení 1, ..., 9),

**K<sub>11</sub>: MVPE** – míra vlastního produkčního efektu (T – N) – tržby za dodanou energii minus celkové náklady (vazba na účetní systém podniku),

**K<sub>12</sub>: MSPČ**– míra struktury primárních činitelů (tj. nákladovost provozu) – komplexní nákladová struktura (mil. Kč) – vazba na účetní systém podniku :

- osobní (pracovní) náklady (Mzdové náklady + Zákonné soc. a zdrav. pojištění),
- odpisy (DHM a DNM),
- splátky úroků a pod.,
- přímé externí materiálové náklady provozu,
- ostatní externí náklady,

**K<sub>13</sub>: KSP**– kritérium stability provozu (škálové hodnocení - 1, .... 9),

**K<sub>14</sub>: ČPE** - čistý produkční efekt (zisk/ztráta) ve vazbě na Výkaz zisků a ztráty dle směrnic pro účetnictví (mil. Kč) – absolutní kritérium,

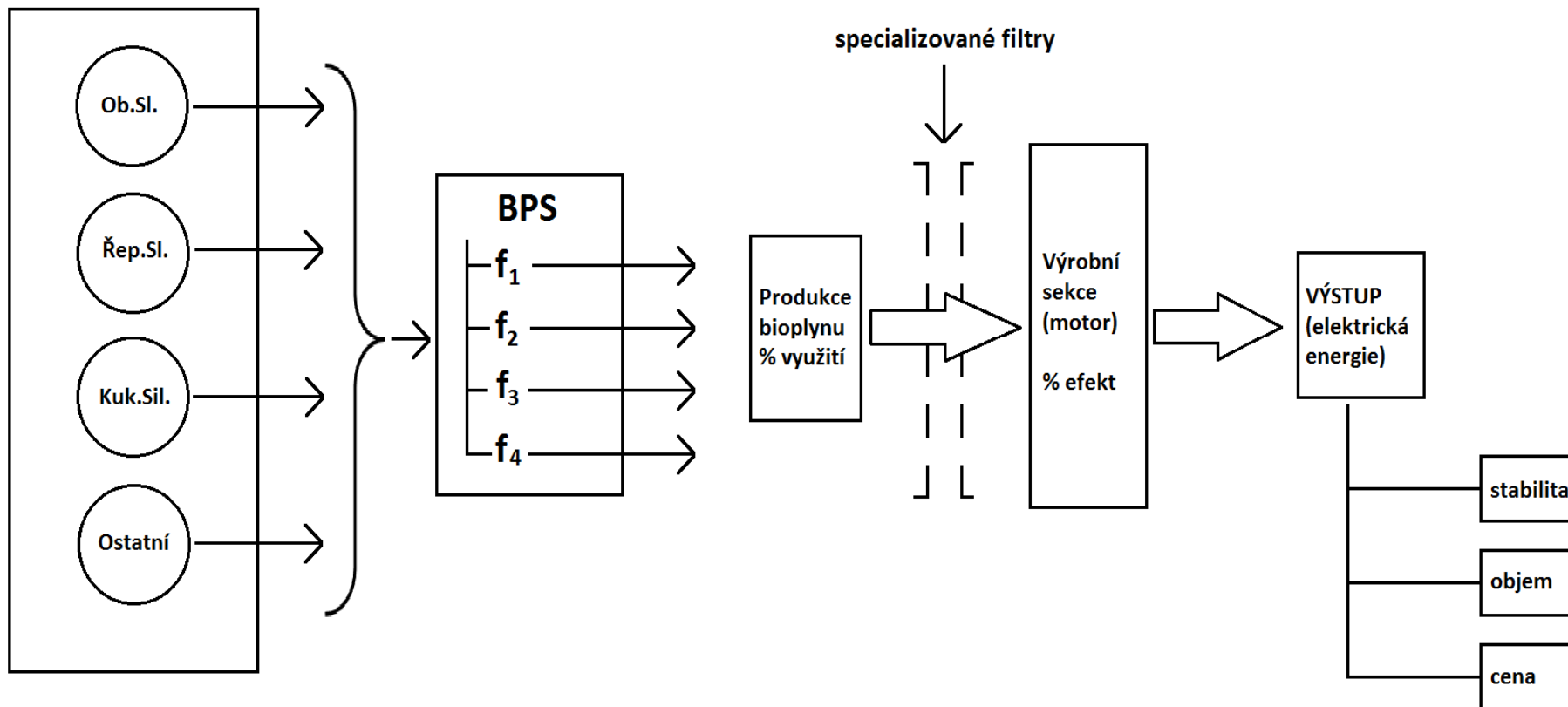
**K<sub>15</sub>: OMRO** - očekávaná míra realizace outputů (výstupů) v odhadovaných cenách následného období (%),

**K<sub>16</sub>: MSP** – míra spolehlivosti provozu ve variantách možné adaptability technologie výroby cílového produktu (škálové hodnocení 1, ..., 9).

U parametru K<sub>4</sub> – OMSRP (očekávaná míra stability) je stanovena funkce teoretické procentuální výtěžnosti elektrické energie ve vztahu k zdrojované kvalitě spotřebovatelné biomasy. Škálové hodnocení vychází z reálných koeficientů zdrojů disponibilních materiálů (parametr K<sub>7</sub> – DOIH) jednotlivých bioplynových stanic dle odborných konzultací ve vybraných podnicích.

Schéma 12: Schéma systémových vztahů produkce bioplynu v závislosti na rozdílných produkčních efektech

Disponibilní zdroje biomasy



Zdroj: vlastní zpracování (2013)



Vlastní kvantitativní analýza je realizována pro dvě zemědělské bioplynové stanice (ZD Krásná Hora a Komorno, a.s.) ve čtyřech objektivně realizovatelných formách výrobních variant ( $V_1, \dots, V_4$ ) podnikatelského subjektu s využitím multikriteriálních analytických přístupů:

- vlastní multikriteriální analýza (MCA),
- simulace v tabulkově orientovaném simulačním zobrazení Markovovské matice v rámci možností substituce zdrojů v daném podniku.

V analyzovaných objektech je na základě odborných konzultací stanoveno 16 objektivizačních kritérií. Tento počet splňuje systémovou podmínku, že počet kritérií musí být větší než 10, ale menší než 30. Při počtu 10 kritérií a konstantní váze kritérií je pravděpodobnostní váha každého kritéria  $1/10$  – t.j. 0,1 (10 %). Při maximálním počtu kritérií, které vykazují bodovací strukturu obou komparabilních variant je váha kritérií  $1/30$  – t.j. 0,033 (3 %).

Při zvoleném počtu 16 kritérií a současném zachování principu, že  $K_j (j=1..n) \leq 1$  je při předpokladu homogenity kritérií dosaženo ohodnocení komparativních kritérií z hlediska jejich průměrné měrné váhy v hodnotě 0,0625 (6 %).

Z teoretického a současně praktického hlediska lze však jednoznačně predeterminovat, že shodná míra váhy pro velký počet kritérií (t.j. větší než 10) obvykle nevykazuje konstantní míru váhy. Tento předpoklad není v praxi obvykle dosažen. Rozdílný vliv jednotlivých kritérií je zabezpečen stanovením konkrétních měrných vah kritérií.

Generováním Fullerova trojúhelníku je kvantifikačně stanovena bodová přiřazení vah jednotlivých kritérií analýzy v rozmezí 0,033 (3 %) – 0,092 (9 %) a učené váhy jsou dosazeny do vlastního modelu multikriteriální analýzy (viz. Tab. 11).

Získané výpočty měrných vah, volba kritérií a přiřazení vlivu na výsledný efekt jednotlivých kritérií tvoří základní výstupní model pro multikriteriální komparační analýzu obecných výrobních variant vybraných bioplynových stanic z pohledu jejich budoucího ekonomického uplatnění a tvoří výchozí podklad pro návazný komparační model efektivnosti, který jednoznačně vychází ze schématu systémových vztahů produkce bioplynu (viz. Schéma 12) a z testovací varianty MCA analýzy hodnocení výrobních variant (viz. Tab.7).

Kvantifikace kritérií v rámci výrobních variant vychází z průměrných hodnot vykazovaných v informačních systémech zkoumaných objektů bioplynových stanic (Rozvaha, Výkaz zisků a ztráty, Přehled ročních výkonů bioplynové stanice, které jsou uvedeny v příloze práce: P17 – P21).

Stanovení možnosti substituce vstupních materiálů je významné z hlediska principu stanovení výkonového efektu vybrané bioplynové stanice při změně marginálních podmínek environmentálního i ekonomického charakteru.

Parametr míry stability na základě možné substituce zdrojů je funkcí struktury objemu a kvality inputové hmoty dle jednoletého výrobního cyklu v zemědělském podniku.

Kvalita vstupní biomasy je funkcí průběhu vegetačního období s ohledem na průnik několika základních typů faktorů, které se vzájemně ovlivňují:

**F<sub>1</sub>** – produkční bioenergetický potenciál plodiny,

**F<sub>2</sub>** – kvalita půdy a zásoby živin,

**F<sub>3</sub>** – inputovaná sluneční energie, která je ve vazbě na denní osvit a intenzitu slunečního záření v daných klimatických podmínkách,

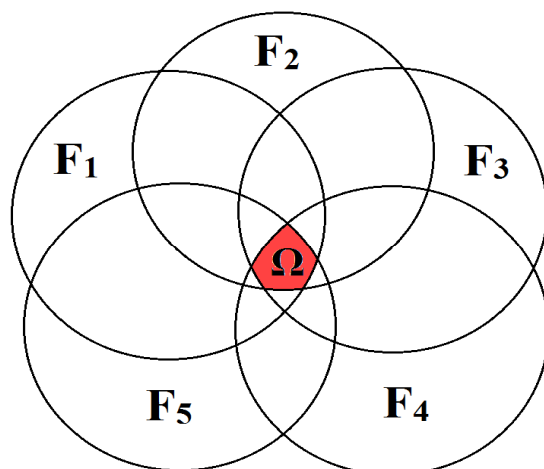
**F<sub>4</sub>** – srážky ve svém dynamickém vývoji v rozhodujících fázích růstu a vývoje rostlin,

**F<sub>5</sub>** – celková produkce biomasy z hektaru a její kvalita s ohledem na obsah uhlíku (C).

Průnikem těchto množin faktorů vzniká množina  $\Omega$ , která reprezentuje strukturální vlastnosti biomasy a současně predeterminuje i míru jejího využití s ohledem na výhřevnost a zdroj uhlíku pro využití v bioplynové stanici (viz. Schéma 13).

Na bázi tohoto průniku je stanovena i hodnota teoretického procenta energetické výtěžnosti, které bylo vyhodnoceno Markovovskou maticí pravděpodobnostních substitucí obecných disponibilních zdrojů.

Schéma 13: Průnik základních faktorů ovlivňujících kvalitu biomasy



Zdroj: vlastní zpracování (2013)

Metodický postup vyhodnocení substitučních možností je založen na objektivizaci výrobně spotřebních vztahů provozu bioplynové stanice, kdy jednotlivé varianty jsou vzájemně transformovatelné ve vnitřních vztazích.

Specifickým problémem zůstává možný přechod při alternativních změnách zdrojů biomasy mezi jednotlivými variantami provozu BPS. Tento postup je prováděn systémovou metodou Markovovské matice přechodu stavů mezi disponibilními variantami zdrojů (viz. Tab. 10). Matematické řešení pravděpodobnosti přechodů v dané bioplynové stanici mezi variantami dostupných zdrojů patří mezi ergodické náhodné procesy. Tyto procesy se vyznačují tím, že všechny jeho realizace mají stejné statistické vlastnosti (stejně chování). To umožňuje matematicky odhadovat parametry náhodného procesu. Vyhodnocení je provedeno pomocí Markovovské matice, která je sestavena na základě znalostí poměrové dostupnosti jednotlivých možných vstupních zdrojů pro zkoumanou bioplynovou stanici. Použitá data jsou získána na základě odborných konzultací ve vybraných podnicích.

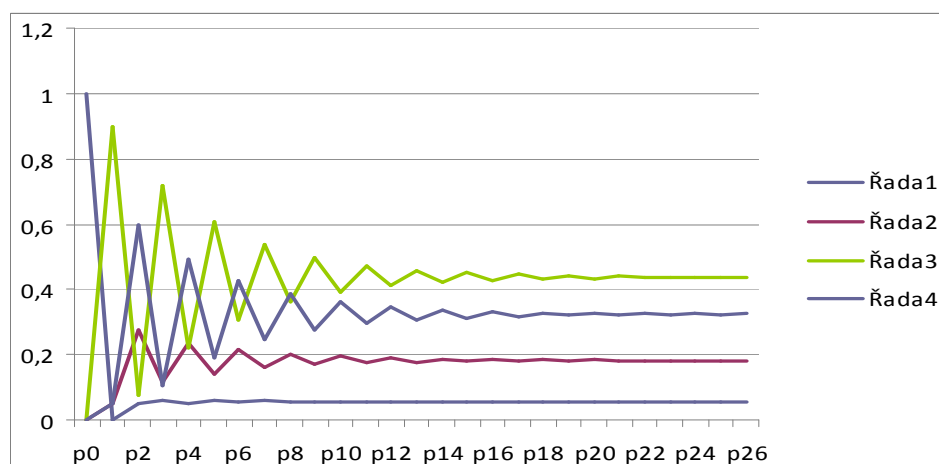
Na základě zjištěných údajů je zadaný problém řešen s využitím stochastické (náhodné) matice možných přechodů mezi stavy použitím Markovovské matice. K řešení vztahové matice byl využit program MCA-KOSA, který proces propočítal pro 26 kroků, aby byla zjištěna míra stability a chování možných přechodů pro zvolené bioplynové stanice (viz. Tab. 10 a Graf 6).

Tab.10: Markovovská matice přechodu stavů v rámci substituce zdrojů (dle poměrů spotřebovaných substrátů)

	V1	V2	V3	V4
V1	X	0,05	0,9	0,05
V2	0,1	X	0,7	0,2
V3	0,05	0,3	X	0,65
V4	0,05	0,15	0,8	X

Zdroj: vlastní zpracování (2013)

Graf 6: Vyhodnocení Markovovské matice v rámci substituce vstupních zdrojů



Zdroj: programový systém MCA – KOSA (2013)

Z Tab. 10 a z Grafu 6 vyplývá, že přechod mezi zdroji inputové biomasy může být realizován, s ohledem na použitou technologii výroby, v relativně krátkém časovém intervalu. Tento přechod je tudíž realizovatelný jako forma spojitého výrobního procesu bez vlastního přerušení provozu.

Základní Markovovská matice vymezuje množinu pravděpodobností chování variant ve vztahu k disponibilním zdrojům vyprodukované biomasy ve zvolených podnicích a možnostmi přechodu mezi variantami vlastního provozu bioplynových stanic. S ohledem na zdrojové možnosti biomasy byly stanoveny pravděpodobnostní koeficienty, které byly pro jednotlivé varianty provozu realizovány v podobě transformačních přechodů v počtu 26 kroků

s ohledem na nalezení míry stacionarity. Graf 6 naznačuje, že přibližně již po 16. provozních cyklech se jednotlivé řady variant chovají jako téměř lineární, t.j. vykazují vlastnost stacionarity, i když v podstatě od 14. simulace mají minimální vykazovací odchylku. Tento přístup charakterizuje míru pravděpodobnosti možného využití zdrojů biomasy v dlouhodobém časovém cyklu. S ohledem na výrobní strukturu podniků v zemědělství lze daný výsledek chápat jako zcela ekvivalentní dle současných ekonomických podmínek společnosti i podmínek vlastní výrobní struktury velkých zemědělských podniků.

Tento významný atribut je předpokladem v podstatě dokonalé substituce jednotlivých zkoumaných variant v případě obou sledovaných bioplynových stanic.

Doplňující výpočty Markovovské matice jsou provedeny programem MCA-KOSA a jsou uvedeny v přílohách práce (viz. Tab. P22, P23).

Tabulka 11: Model MCA analýzy hodnocení výrobních variant (legenda kritérií: viz. seznam zkratek – příloha)

Charakteristika			Ak	Ak	Šk	Šk	Ak	SSk	Ak	Ak	Šk	Šk	Ak	Ak	Šk	Ak	Ak	Šk
jednotky			mil. Kč	mil. Kč	x	x	%	x	t	x	x	x	mil. Kč	mil. Kč	x	mil. Kč	%	x
Signum			CIO	ROPN	DSIM	OMSRP	PMV	MRSP	DOIH	PKMZ	SSDO	CPEV	MVPE	MSPČ	KSP	ČPE	OMRO	MSP
kritéria			K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16
<b>Krásná Hora</b>	Osláma	V <sub>11</sub>	<b>95</b>	<b>12,5</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>1,1</b>	<b>0,9</b>	<b>1400</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>3,7</b>	<b>6,6</b>	<b>9</b>	<b>15,6</b>	<b>98</b>	<b>8</b>
	Řsláma	V <sub>12</sub>	<b>95</b>	<b>11,1</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>2,1</b>	<b>0,7</b>	<b>2800</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>3,9</b>	<b>6,8</b>	<b>8</b>	<b>14,7</b>	<b>96</b>	<b>7</b>
	Ksiláž	V <sub>13</sub>	<b>95</b>	<b>11,2</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>1,05</b>	<b>0,65</b>	<b>8400</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>4,6</b>	<b>7,1</b>	<b>9</b>	<b>15,5</b>	<b>98</b>	<b>9</b>
	Ost	V <sub>14</sub>	<b>95</b>	<b>10,9</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>	<b>1400</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>4,1</b>	<b>6,7</b>	<b>7</b>	<b>14,5</b>	<b>95</b>	<b>6</b>
<b>Komorno</b>	Osláma	V <sub>21</sub>	<b>85</b>	<b>12,6</b>	<b>1,5</b>	<b>9</b>	<b>1,3</b>	<b>0,85</b>	<b>2400</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>5,1</b>	<b>7,1</b>	<b>9</b>	<b>16,8</b>	<b>97</b>	<b>8</b>
	Trav.	V <sub>22</sub>	<b>85</b>	<b>11,6</b>	<b>0,5</b>	<b>9</b>	<b>1,7</b>	<b>0,75</b>	<b>800</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>5,3</b>	<b>7,3</b>	<b>9</b>	<b>16,8</b>	<b>97</b>	<b>8</b>
	Ksiláž	V <sub>23</sub>	<b>85</b>	<b>14,4</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>1,1</b>	<b>0,9</b>	<b>11200</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>4,8</b>	<b>7,6</b>	<b>8</b>	<b>17,1</b>	<b>99</b>	<b>9</b>
	Ost	V <sub>24</sub>	<b>85</b>	<b>10,8</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>1,8</b>	<b>0,8</b>	<b>1600</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>3,7</b>	<b>6,8</b>	<b>7</b>	<b>15,9</b>	<b>95</b>	<b>7</b>
Typ			<b>MIN</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MAX</b>	<b>MIN</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MAX</b>	<b>MAX</b>	<b>MAX</b>	<b>MAX</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MAX</b>	<b>MAX</b>	<b>MAX</b>
V1			<b>0,062</b>	<b>0,063</b>	<b>0,062</b>	<b>0,063</b>	<b>0,062</b>	<b>0,063</b>	<b>0,062</b>	<b>0,063</b>	<b>0,062</b>	<b>0,063</b>	<b>0,062</b>	<b>0,063</b>	<b>0,06</b>	<b>0,063</b>	<b>0,062</b>	<b>0,063</b>
V2			<b>0,067</b>	<b>0,075</b>	<b>0,092</b>	<b>0,0416</b>	<b>0,05</b>	<b>0,033</b>	<b>0,075</b>	<b>0,05</b>	<b>0,075</b>	<b>0,067</b>	<b>0,083</b>	<b>0,067</b>	<b>0,04</b>	<b>0,067</b>	<b>0,075</b>	<b>0,042</b>

Zdroj : vlastní zpracování (2013)

## 4.7 Aplikace analýzy bioplynových stanic

Pro praktickou aplikaci MCA analýzy hodnocení výrobních variant zemědělských bioplynových stanic je použit programový systém MCA – KOSA. V rámci programu jsou využity následující systémové metody hodnocení:

- 1) metoda **AGREPREF** – základem uvedené metody je systémové vyhodnocení porovnávaných variant podle preferencí od nejlepší k nejhorší na základě hodnot charakteristiky, která určuje před kolika dalšími variantami je preferována:

stanovení prahů: - preference  $\alpha = 0,6$

- indiference  $\beta = 0,4$ ,

- 2) metoda **Váženého součtu** (WSA) – vychází z principu maximalizace užitku. Určuje, která varianta dosáhla maximální hodnoty užitku na základě lineární funkce,
- 3) metoda **TOP SIS** – metoda založená na výběru varianty, která je nejbližší ideální variantě a nejdále od bazální (nejhorší) varianty,
- 4) metoda **ORESTE** – metoda vychází ze dvou kroků. Za prvé jsou určeny vzdálenosti každého kritéria od fiktivního počátku označeného 0. Následně jsou varianty uspořádány na základě preferenční analýzy dle generace počítačového programu (preference, indiference, nrsrovnalosti). Stanovení prahů :

P - preference  $\alpha = 0,7$

I - indiference  $\beta = 0,09$

N - nesrovnalosti  $\tau = 3,5$

- 5) metoda **MAP PAC** – používá analýzu na základě vyjádření vztahů preferenčních indexů pro všechny dvojice variant pro každého kritéria.

Multikriteriální analýza hodnocení výrobních variant je provedena ve dvou opakováních dle váhy kritérií:

1. opakování pro homogenní váhu zvolených kritérií (viz. Tab 12),
2. opakování pro definované měrné váhy kritérií dle metody Fullerova trojúhelníku (viz. Tab. 13).

Tabulka 12: Vyhodnocení použitých metod MCA analýzy výrobních variant bioplynových stanic

Šišková : MCA analýza výrobních variant BPS – 1. opakování - dle homogenních vah kriterií										
Metoda AGREPREF		Metoda váženého součtu		Metoda TOPSIS		Metoda ORESTE		Metoda MAPPAC		
Index Dh	Pořadí	Užitek	Pořadí	Vzdálenost od bazální varianty	Pořadí	Hodnoty ri	Pořadí	Sigma	Třída	
V11	-1	5	0,4875	5	0,255175166	8	1073	5	1,8336946	5
V12	-2	6	0,400376923	7	0,398928584	5	1115,5	6	1,3225329	6
V13	4	1	0,7495625	1	0,579382345	1	839,5	1	5,2673708	1
V14	-2	6	0,290996154	8	0,47396202	3	1206	8	0	8
V21	0	3	0,620657692	4	0,361106539	7	968	3	3,3301817	3
V22	0	3	0,623930769	3	0,378507148	6	1018	4	2,7499387	4
V23	3	2	0,705875	2	0,578278679	2	901,5	2	4,068139	2
V24	-2	6	0,412186538	6	0,465998418	4	1134,5	7	0,7058039	7

Zdroj : programový systém MCA – KOSA (2013)

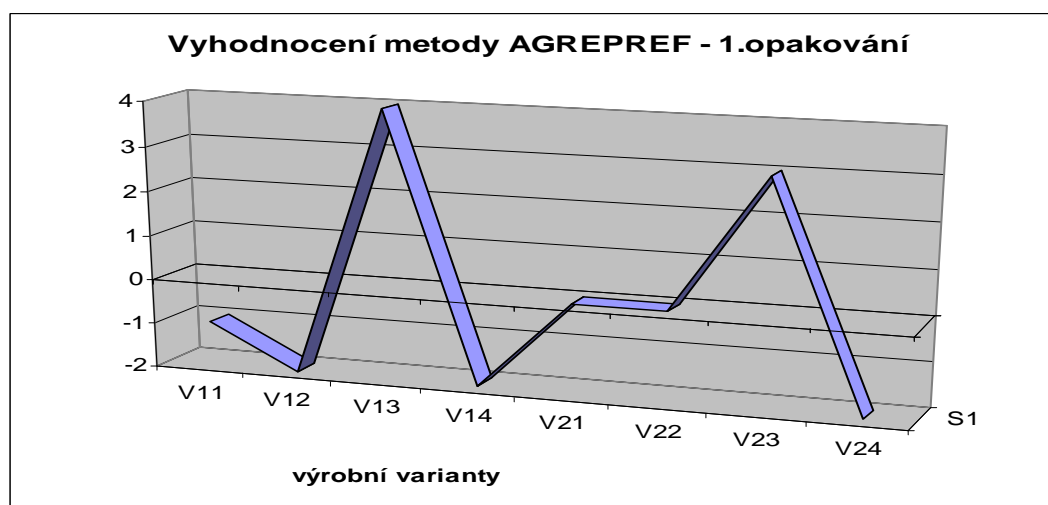


Tabulka 13: Vyhodnocení použitých metod MCA analýzy výrobních variant bioplynových stanic

Šišková : MCA analýza výrobních variant BPS – 2.opakování - hodnocení dle měrných vah										
Metoda AGREPREF		Metoda váženého součtu		Metoda TOPSIS		Metoda ORESTE		Metoda MAPPAC		
Index Dh	Pořadí	Užitek	Pořadí	Vzdálenost od bazální varianty	Pořadí	Hodnoty ri	Pořadí	Sigma	Třída	
V11	-1	5	0,463868415	5	0,23523146	8	1064,5	6	1,773174207	5
V12	-2	6	0,388049084	7	0,344673715	7	1063,5	5	1,300793675	6
V13	3	1	0,727183417	2	0,623632282	2	935,5	1	5,127612769	1
V14	-3	8	0,303525449	8	0,387767815	4	1114,5	8	0	8
V21	2	3	0,616988846	3	0,36232981	5	981	3	3,381276861	3
V22	0	4	0,598946969	4	0,34742885	6	1050	4	2,619134056	4
V23	3	1	0,738566463	1	0,673927125	1	955	2	4,206446359	2
V24	-2	6	0,415135463	6	0,409337844	3	1092	7	0,689718357	7

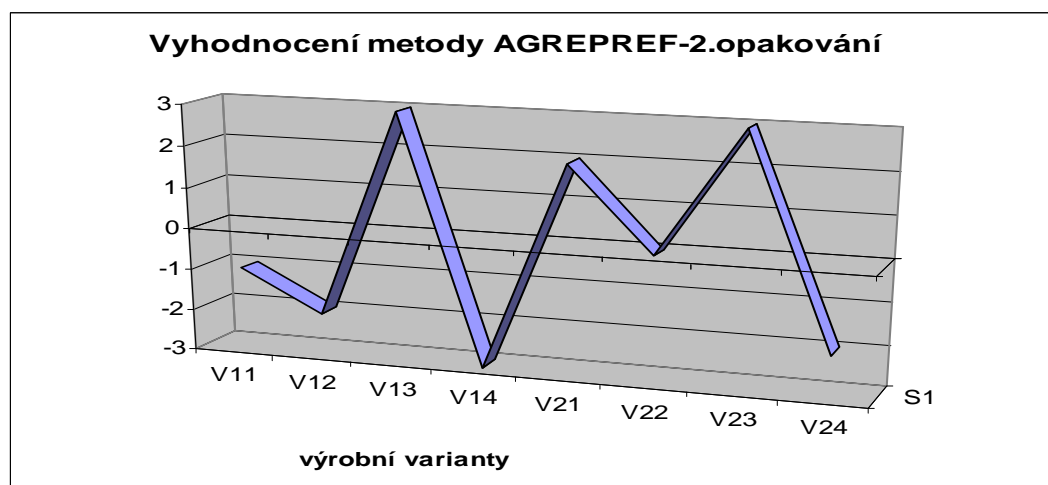
Zdroj: programový systém MCA – KOSA (2013)

Graf 7: Vyhodnocení metody AGREPREF



Zdroj: vlastní zpracování (2013)

Graf 8: Vyhodnocení metody AGREPREF

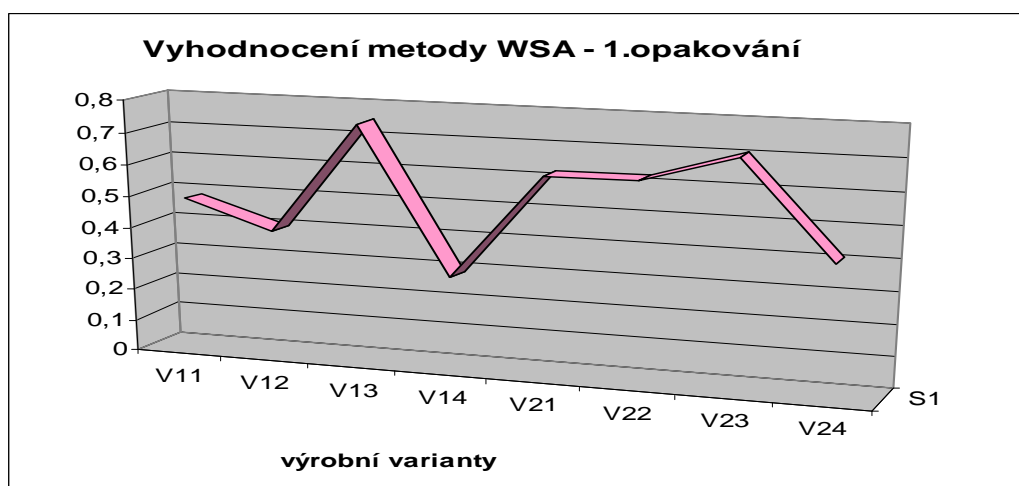


Zdroj: vlastní zpracování (2013)

Při vyhodnocení doplňkových informací metody AGREPREF (viz. grafy č. 7 a 8 a přílohy P7, P12) je patrné, že obě relační matice při srovnávání dvou přístupů konstantních a variabilních vah kritérií vykazují minimální rozdíly. Většina uvedených vazeb je indiferentní, což prezentuje vysoký stupeň homogenity úlohy.

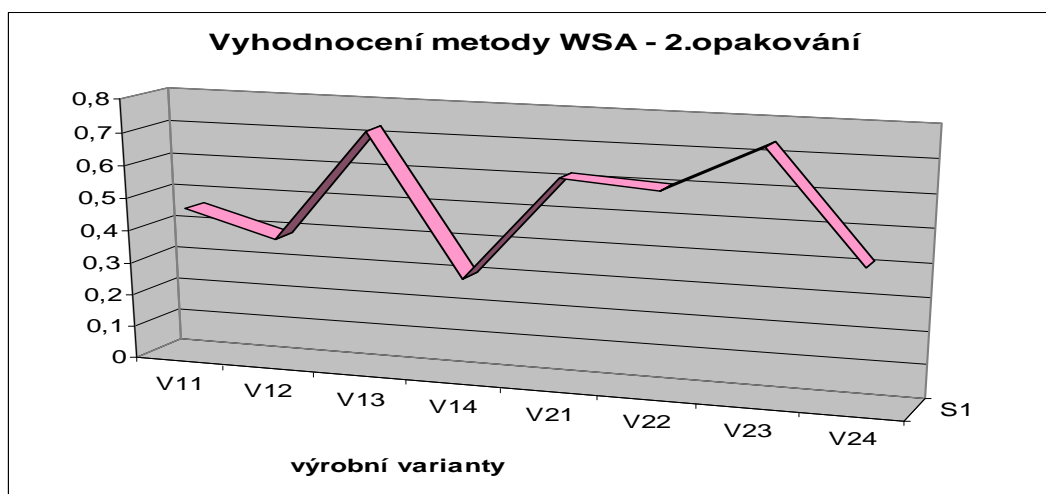
Ze zpracovaných grafů 7 a 8 jednoznačně vyplývá, že uvedená metoda analýzy vstupních zdrojů vyhodnotila jako nejlepší varianty  $V_{13}$  a  $V_{23}$ , což je varianta kukuřičná siláž a senáž u obou porovnávaných podniků ZD Krásná Hora a Komorno,a.s. To koresponduje s obecnými teoretickými předpoklady uvedené výrobní varianty.

Graf 9: Vyhodnocení metody Vážený součet (WSA)



Zdroj: vlastní zpracování (2013)

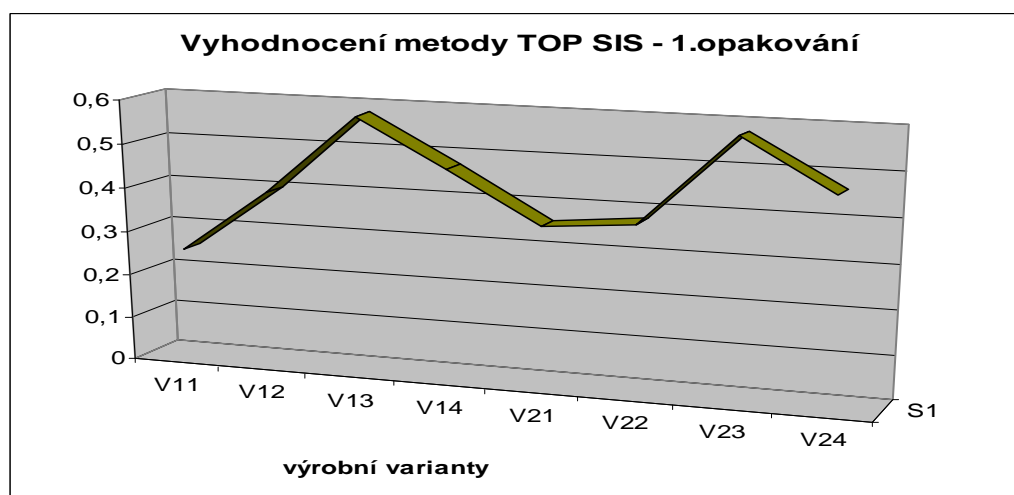
Graf 10: Vyhodnocení metody Vážený součet (WSA)



Zdroj: vlastní zpracování (2013)

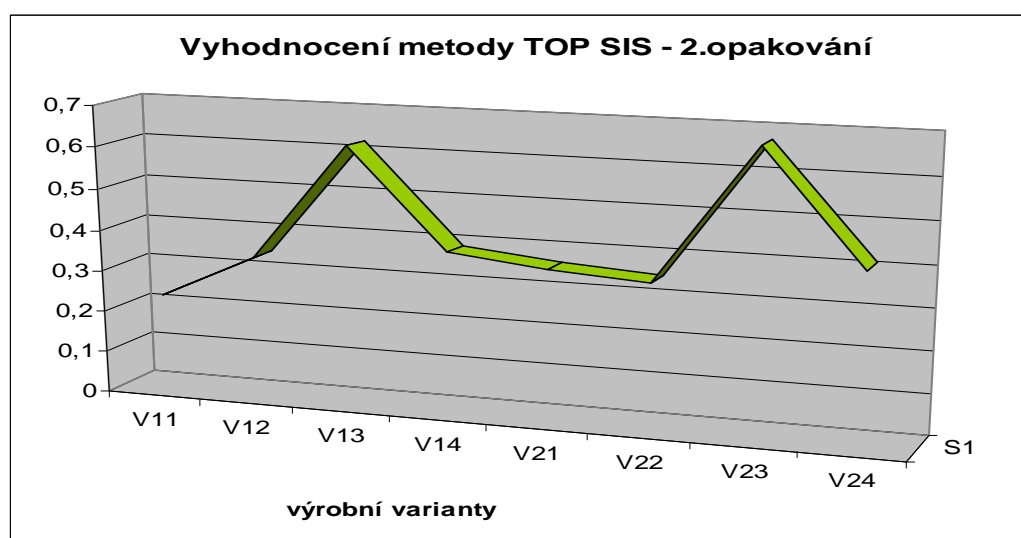
Vyhodnocení metody Váženého součtu (viz. grafy č. 9 a 10) s použitím doplňkových informací pro uvedenou metodu (viz. přílohy P8 a P13) prokázalo shodu bez významného rozdílu pro obě opakování homogenních i měrných vah. Výsledky prokázaly v rámci doplňkových údajů a podrobné analýzy, že zvolené kvalifikační koeficienty byly zvoleny správně a identické jsou i vzájemné váhové relace mezi jednotlivými variantami.

Graf 11: Vyhodnocení metody TOP SIS



Zdroj: vlastní pracování (2013)

Graf 12: Vyhodnocení metody TOP SIS



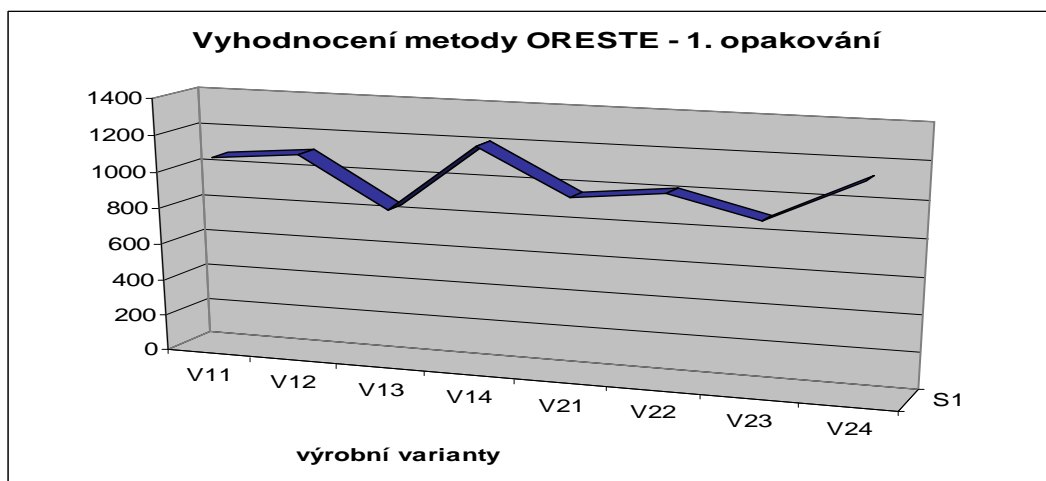
Zdroj: vlastní zpracování (2013)

Grafové znázornění (viz. grafy 11 a 12) a doplňkové výpočty k metodě TOPSIS (viz. přílohy P9 a P14) dokazují, že ideální a bazální varianta vychází naprosto shodně, ovšem jsou rozdíly ve struktuře relačních koeficientů vztahů mezi jednotlivými variantami a zkoumanými kritérii.

Při podrobné analýze obou výsledných doplňkových tabulek (viz. přílohy P9 a P14) lze však zjistit, že k významným rozdílům dochází na druhém až třetím místě za desetinnou čárkou, tudíž tyto rozdíly jsou v řádu procentního rozdílu. Tudíž s ohledem na kvalitu vložených kvantitativních dat lze tyto rozdíly považovat za nepodstatné.

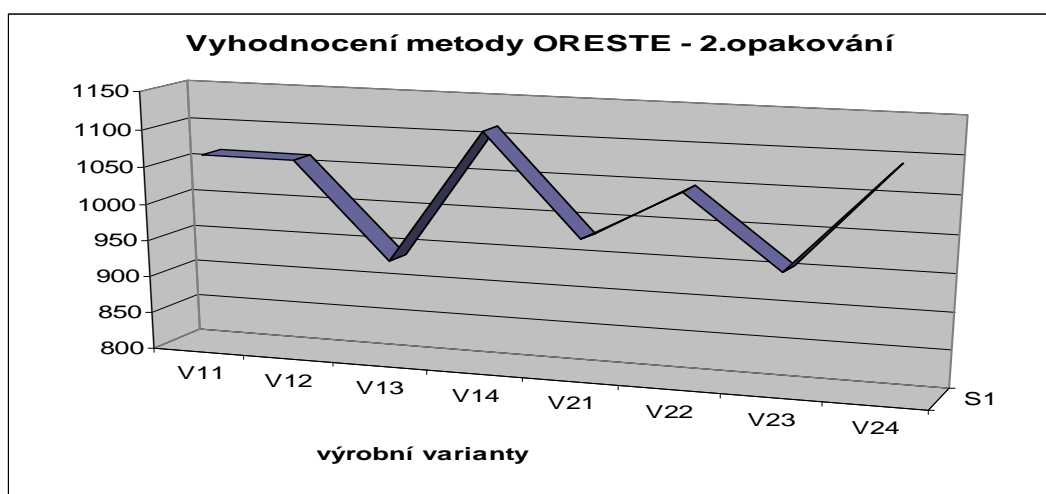
S ohledem na vyhodnocení metodou TOP SIS lze chápat zpracovanou úlohu jako zcela homogenní a dostatečně analogicky koncipovanou ve vztahu k podstatě zkoumaného problému.

Graf 13: Vyhodnocení metody ORESTE



Zdroj: vlastní zpracování (2013)

Graf 14: Vyhodnocení metody ORESTE

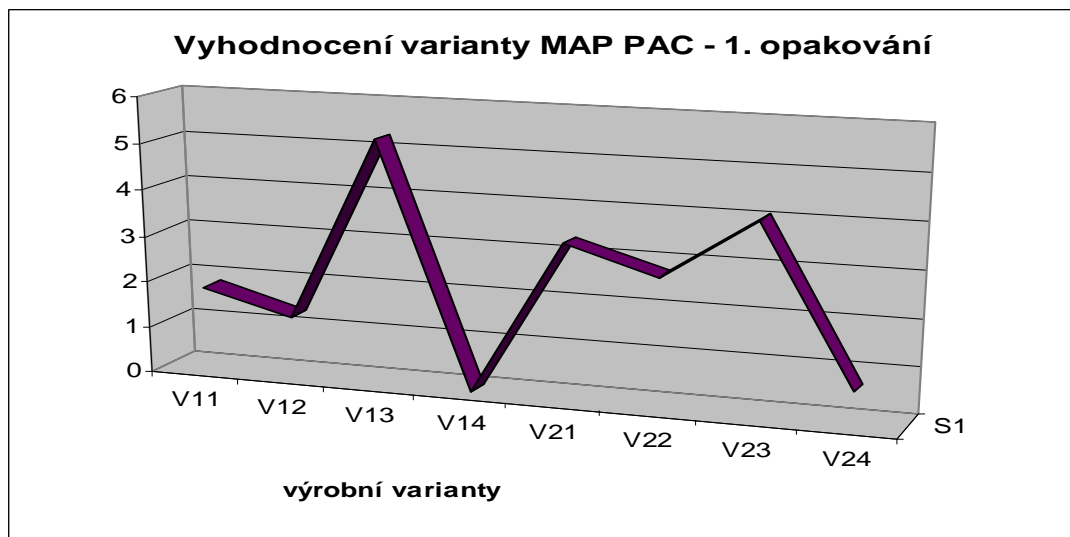


Zdroj: vlastní zpracování (2013)

Metoda Oreste se zabývá v rámci struktury doplňkových informací nejenom maticí preferenčních vztahů, ale též počítačovou maticí normalizovaných preferenčních intenzit. Pro obě opakování výpočtu (1. – homogenní váhy, 2. – vypočtené měrné váhy) jsou zvoleny shodné zadávané parametry ( $\alpha = 0,071$ ,  $\beta = 0,0089$  a  $\tau = 3,5$ ), které jsou ve zvoleném komputačním kroku (fáze systémové analýzy) nagenеровány speciálním generovým algoritmem počítačového programu MCA-KOSA pro stanovení pseudonáhodných veličin stochastických oprav.

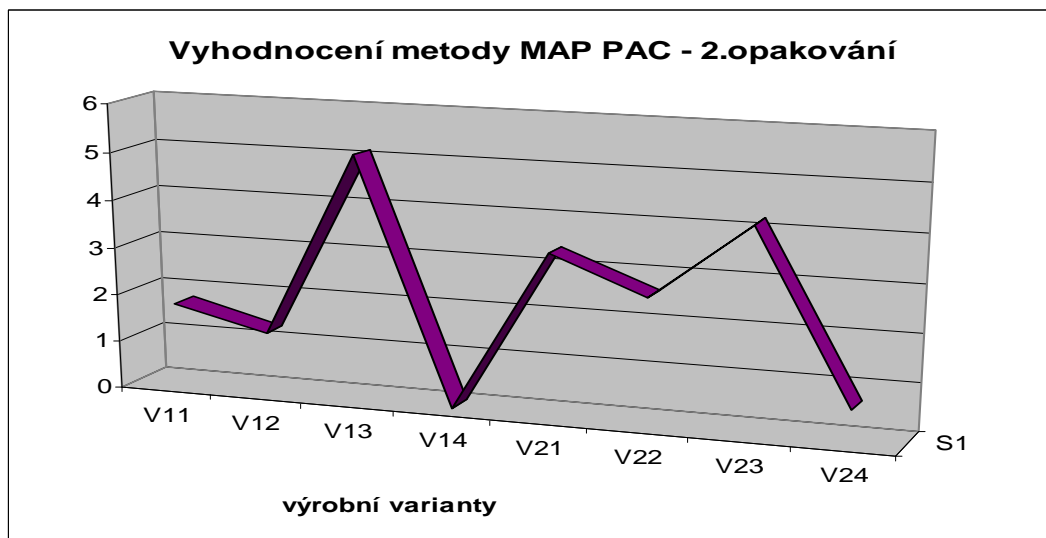
Doplňkové informace metody Oreste vykazují (viz. přílohy P11 a P15), s ohledem na generované pseudonáhodné veličiny doplňkové analýzy, výsledky, které jsou diagonálně shodné. To znamená, že specifická metoda Oreste vykázala vysoký stupeň indiference, tzn. relativní vysoké nezávislosti vložených dat s určeným stupněm odchylky.

Graf 15: Vyhodnocení metody MAP PAC



Zdroj: vlastní zpracování (2013)

Graf 16: Vyhodnocení metody MAP PAC



Zdroj: vlastní zpracování (2013)

U metody MAP PAC doplňkové informace (viz. přílohy P10 a P16) prezentují vzájemné vztahy tzv. preferenčních agregátů (preferenčních agregovaných indexů). Při integrovaném výpočtu musí z hlediska správnosti vzájemný poměr kritérií pro substituční

relace vzájemně posuzovaných variant obsahovat na hlavní diagonále matice nulové hodnoty, což bylo v obou opakováních s odlišnými zadanými váhovými ohodnoceními kritérií splněno.

Doplňková informace metody MAP PAC je maticí řádu 8 (t.j. čtvercová) a je vztažena ke struktuře vzájemných preferenčních indexů jednotlivých variant od vypočtených ideálních hodnot. Při podrobné analýze této matice lze zjistit (viz přílohy P 10, P16), že obsahuje pouze chyby v rozsahu 1 – 7%, což s ohledem na kvalitu vložených vstupních dat opět jednoznačně prokazuje vysoký stupeň stability řešené úlohy.

#### **4.8 Vyhodnocení výsledků modelu multikriteriální analýzy a diskuze**

Aplikace vytvořeného modelu multikriteriální analýzy vyhodnocení výrobních variant ve dvou podnicích (ZD Krásná Hora a Komorno, a.s.) je provedena pomocí počítačového programu MCA-KOSA analýzy pomocí 5 vybraných metod (AGREPREF, Vážený součet, TOPSIS, ORESTE a MAPPAC) – viz Tab. 12 a Tab. 13.

Základní model MCA analýzy využil vhodným způsobem na základě dostupných kvantitativních údajů porovnání dvou nezávisle fungujících objektů zemědělských bioplynových stanic. Kvantifikace modelu je založena na optimální kombinaci dostupných absolutních a škálových hodnot vstupních dat.

Na základě uvedených kombinovatelných absolutních a škálových parametrů úlohy je dosaženo relativní homogenity celkových výsledků, kde při vyhodnocení obou opakování jednoznačně vystupuje varianta  $V_{13}$  (kukuřičná siláž ZD Krásná Hora) a varianta  $V_{23}$  (kukuřičná siláž Komorno,a.s.), což potvrzuje předpokládané ideální předpoklady této varianty.

Krátkodobý efekt rozptylu ostatních variant ukazuje podle jednotlivých metod struktura doplňkových grafů (viz. Grafy 7 – 16), kde vyhodnocená pořadí variant opět korespondují s obecnými předpoklady stanovených variant.

Z hlediska váhové analýzy lze navržené varianty chápat za logicky vyvážené.

Analýza je vyhodnocena ve dvou opakováních, kde u prvního jsou použity homogenní váhy kritérií a u druhého opakování jsou pro jednotlivá kritéria aplikovány konkrétní kvantifikované měrné váhy dle metody Fullerova trojúhelníku.

Vyhodnocení a diskuze 1. opakování (využití homogenních vah kriterií):

Jako nejefektivnější výrobní varianty jsou jednoznačně vyhodnoceny varianty  $V_{13}$  a  $V_{23}$ , což jsou varianty využívající jako základní vstupní materiál kukuřičnou siláž a senáž. Tento vstupní materiál je, dle potvrzení četných výzkumů i praktických vyhodnocení efektivity v podnicích, uváděn jako nejvhodnější substrát pro proces anaerobní fermentace v bioplynové stanici s největší výtěžností bioplynu. Pořadí dalších variant není již jednoznačné, ale v obecném závěru je možno konstatovat, že pro oba posuzované podniky jsou vhodnými substitučními materiály obilní a řepné slámy, včetně travní hmoty. Varianta ostatní materiály, kde bylo do návrhu zahrnuto využití různorodých, většinou odpadních, zdrojů z rostlinné a živočišné výroby, často svým nehomogenním složením nevytváří ideální podmínky pro průběh anaerobní fermentace, a tudíž nevytváří požadovaný produkční efekt. Tato varianta ( $V_{14}$  a  $V_{24}$ ) byla vyhodnocena na posledních místech dle hodnotících faktorů.

Vyhodnocení potvrzuje objektivní správnost průběhu analýzy sestaveného modelu, jelikož uvedené pořadí variant navržených vstupních materiálů odpovídá vhodnosti a využití v bioplynových stanicích dle obecných poznatků o procesu anaerobní fermentace v rámci využívaných technologií bioplynových stanic. Pořadí variant různých vstupních materiálů je modelem vyhodnoceno v souladu s obecnými poznatky vědeckých rozborů četných autorů v České republice

Vyhodnocení a diskuze 2. opakování (využití měrných vah kriterií):

Měrné váhy jednotlivých kriterií byly stanoveny metodou Fullerova trojúhelníku, která párově přiřazuje hodnoty nadřazenosti a podřazenosti vzájemných vazeb kriterií. Nejvyšší měrné váhy dosáhlo kriterium  $K_3$  (disponibilní struktura vstupního materiálu) – cca 9 % celkového vlivu. Toto kriterium má jednoznačný environmentální efekt ve vazbě na osevňovací postupy v zemědělském systému. Mezi další kriteria s vyšší měrnou váhou (cca mezi 7 – 8 %) patří  $K_2$  (roční provozní náklady),  $K_7$  (disponibilní objem vstupní hmoty),  $K_{11}$  (míra produkčního efektu) a  $K_{15}$  (očekávaná míra realizace výstupů). Tato kriteria jsou ekonomického charakteru, což potvrzuje předpoklady ekonomické nadřazenosti hodnotících faktorů v systémech hodnocení výkonnosti podniků.

Při respektování odlišných měrných vah jednotlivých kriterií vyhodnotila aplikace multikriteriální analýzy jako nejefektivnější variantu opět kukuřičnou siláž v obou sledovaných podnicích. Zde je jednoznačně na prvním místě vyhodnocena varianta podniku



Komorno, a.s., který zahájil svoji činnost na přelomu roku 2012/13 a používá novější technologii bioplynové stanice, než ZD Krásná Hora, která bioplynovou stanicí provozuje již více jak 6 let. Novější bioplynová stanice vykazuje menší poruchovost, lepší disponibilitu kukuřičné siláže a lepší vykazovaný produkční efekt v závislosti na modernější technologii. Tyto faktory pak převážily vyhodnocení celkového pořadí ve prospěch novější bioplynové stanice. Vyšší vykazovaný produkční efekt následně ovlivnil i lepší ohodnocení variant V<sub>21</sub> a V<sub>22</sub> (obilní a řepná sláma), které umístil na 3. a 4. místo v pořadí variant. Stejně tak i nehomogenní varianta V<sub>24</sub> (ostatní biomasa) není na posledním místě, ale modelová aplikace ji zařadila na 6. místo před variantu V<sub>12</sub> (řepná sláma) u ZD Krásná Hora.

Obecně jsou však jako nejvhodnější varianty pro možnost substituce u obou podniků vyhodnoceny varianty V<sub>1</sub> a V<sub>2</sub> (obilní a řepková sláma) a jako poslední v obou případech opět varianta V<sub>4</sub> (ostatní biomasa), pro využití odpadních surovin, což opět potvrzuje objektivní předpoklady sestavených výrobních variant.

Ze závěrů vyhodnocení aplikované analýzy se může konstatovat, že vytvořeným modelem jsou vyhodnoceny navržené obecné výrobní varianty ve sledovaných podnicích v souladu s odbornými předpoklady, a tudíž sestavený model je plně funkční při rozhodovacích procesech na základě potřeb substituce vstupních materiálů pro posuzované bioplynové stanice.

Při aplikaci rozhodovacích kritérií se ovšem nesmí zapomínat, že proces anaerobní fermentace, který vychází z navrhovaných obecných vstupních zdrojů biomasy, je živý biochemický proces a je vždy ovlivňován četnými dalšími faktory, které nelze určit ani na základě chemických rozborů použitého materiálu. Údaje o výtěžnosti metanu, které jsou uvedeny v četných publikacích, nejsou vždy jednotné a při plánování pro konkrétní podmínky daných podniků se musí vycházet z určitého intervalového rozmezí. Konkrétní data je pak nutno přizpůsobovat dané lokalitě, klimatickým podmínkám, odrůdě, fázi sklizně, druhu hospodářských zvířat, způsobu a kvalitě jejich výživy, aktuálním teplotním a vodním podmínkám půdního fondu, způsobu skladování materiálu apod.

Předložená práce z hlediska zvoleného metodologického přístupu představuje ucelený komplexní návod, jak lze zpracovaný model v jednotlivých letech obecně kvantifikovat s ohledem na vnitřní výrobní a vnější ekonomické podmínky v rámci provozu bioplynových stanic.

Uvedené závěry vyhodnocení multikriteriálního modelu odpovídají současným metodám aplikace environmentálních opatření v podnicích, kdy se vychází z podmínky, že ochrana životního prostředí musí být spojena s pozitivním ekonomickým dopadem. Při aplikaci environmentálních metodik musí být zřejmá environmentální i ekonomická výhoda procesu. Posuzování ekologických efektů má vždy následující vedlejší vztahové důsledky v rámci celého systému, které je nutno v celkovém hodnocení zohledňovat (změny ploidinového zastoupení v rotaci osevního postupu, změny kvalitativní struktury půdy, vodní režim, emise apod.). Při ekonomickém vyhodnocení musí být navrhovaná opatření přínosná a jejich finanční návratnost krátká (do 5 let). Při posuzování je nutno brát v úvahu investiční náklady provozu a jejich změny, úspory energií a materiálu, související náklady na odpadové hospodářství a také předpokládaný vývoj cen a technologií. Uvedené aspekty jsou zohledněny ve volbě kritérií navrženého multikriteriálního modelu komparace a vyhodnocení výrobních variant v bioplynových stanicích.

## **5 Závěr**

S vývojem společnosti směrem k environmentálnímu přístupu a s propojením zájmů společnosti a výrobních procesů jednotlivých podniků se začíná projevovat snaha o vyrovnaní a přizpůsobení návaznosti evidence materiálových toků s jednotnou informační bází pro vlastní rozhodovací manažerské aktivity. Touto problematikou a jejím začleňováním do praxe podniků se zabývají mnozí autoři ve svých příspěvcích na téma environmentální nákladové účetnictví, reporting v podnicích, corporate governance a environmentální management.

Stejně tak i aplikaci environmentální politiky státní správy do řídicích procesů je třeba podložit jednotným informačně evidenčním systémem podloženým environmentálním účetnictvím v rámci systémových vazeb v zemědělství. V návaznosti na probíhající vývoj a potřebu změn hodnotících faktorů výstupních efektů v rámci celospolečenského systému je potřeba přizpůsobovat i účetní systém v podnicích ve formě účetnictví udržitelného rozvoje, který musí reagovat i na požadavky nástrojů environmentální politiky a její aplikace do manažerských systémů zemědělských podniků. Tyto potřeby ovšem v praxi podniků stále nedosahují požadovaných návazností a jednotlivé materiálové toky, potřebné jako informační zdroje pro řídicí nástroje, stále nejsou k dispozici v požadovaných kategorizacích.

Zavádění environmentálních aktivit a návaznost na environmentální účetnictví ve spojitosti s aplikací environmentálních politiky ovšem naráží na nedostatečný rozbor daných technologií nejen v daném podniku, ale i v návaznosti na životní prostředí, kde ocenění z hlediska účetního systému je velmi obtížné. Zde se pak objevuje potřeba systémových modelových struktur jako nástrojů, které umožní kvalitní přístup manažerského rozhodování v celospolečenském pohledu.

Výstavba bioplynových stanic představuje nejen výrazný ekonomický prospěch podnikatelských subjektů, ale též ve své podstatě v sobě obsahuje i zásadní nárokové změny na vlastní strukturu výroby, které s ohledem na provoz bioplynových stanic musí realizovat výrazné strukturální změny ve vlastním výrobním postupu, zejména v rostlinné výrobě (osevní postupy), ale též ve struktuře reziduálních faktorů, tj. zpracování odpadových produktů z existující živočišné výroby apod. Tyto faktory jsou v současné době v rámci ekonomických analýz značně opomíjeny a podceňovány. Právě struktura reziduí a zdrojových faktorů celé řady odpadových produktů v rámci živočišné a rostlinné oblasti může výrazným způsobem podnítit celkovou ekonomickou rentabilitu chování bioplynové stanice a jejích výstupů. Zde záleží na struktuře koncepce a substituce struktury vstupních faktorů na provoz bioplynových stanic, jejich náležitého ocenění a možnosti začlenění do účetně evidenčních systémů podniku pro potřeby rozhodování.

Kukuřice, kterou v současné době využívají zemědělské bioplynové stanice jako prioritní vstupní materiál, je ze systémového pohledu omezený zdroj v rámci osevních postupů. S rozrůstajícím se počtem bioplynových stanic se tento zdroj stane vzácným a nedostatkovým. Současné bioplynové stanice se mohou dostat do situace, kdy budou nuceny řešit náhradní možné vstupní suroviny, pro udržení produkce bioplynové stanice, i přes snížení maximální výtěžnosti bioplynu. Navržený multikriteriální model umožní řešit manažerské rozhodování optimálních náhrad vstupních zdrojů dle disponibilních možností jednotlivých podniků celostním systémovým rozbohem vzájemných vztahů v rámci zemědělského systému jako celku v tendencích udržitelného rozvoje společnosti.

Navržená modelová multikriteriální analýza je v současné době ještě neřešený problém systémového přístupu v rámci zdrojové báze bioplynových stanic a její využití může být aplikováno v rozhodovacích procesech na základní úrovni jednotlivých podniků, ale následně, při zobecnění použitých kritérií, i při celospolečenském posuzování časově i systémově náročného zavádění nových environmentálních aktivit. Její vhodné využití by

zabránilo systémově neřešeným rozhodnutím při uplatňování nových environmentálních aktivit v rámci zemědělského systému s ohledem na celospolečenský prospěch.

Výstupem provedené analýzy je komparační kvantitativní model efektivnosti výroby vybrané bioplynové stanice se zaměřením na udržitelnou stabilitu zemědělské soustavy, kde jsou zohledněny konstrukce variant vstupních zdrojů bioplynové stanice ve vazbě na systémové ekonomicko-environmentální změny výrobní struktury podniku. Model slouží jako nástroj rozhodovacích procesů v podnicích, který při svém využití plynule navazuje na účetnictví materiálových toků, jako jednotného datového zdroje informací.

Navrhovaný modelový přístup multikriteriální komparační analýzy je variantně i kriteriálně variabilní a jeho využití usnadní rozhodovací procesy v návaznosti na environmentální politiku z pozice preference využití výrobních variant dle disponibilních zdrojů v jednotlivých podnicích provozujících bioplynovou stanicí. Využití modelu je vhodné, po systémové úpravě a konkretizaci kritérií, i z pozice možnosti přerozdělování dotací a podpor vedoucích k zabezpečení udržitelného rozvoje společnosti a i z pohledu celospolečenského rozhodování restrukturalizace zemědělství na úrovni místních lokalit a krajů při tvorbě nových pracovních příležitostí a energetického zajištění.

Hodnocení výkonnosti podniků z hlediska systémové udržitelnosti je aktuální problematika, která nachází stále častější uplatnění nejenom na úrovni státní správy, ale i v samotných podnicích. Přizpůsobování metodik a nástrojů řídicím procesům a jejich propojování v oblastech ekonomiky, sociální oblasti, ekologie, ale i s aspekty corporate governance, slouží jednotlivým podnikům jako podpora rozhodování. Výše uvedená problematika je velmi rozsáhlá a její řešení otevírá stále nové, aktuálně se vyvíjející otázky, nejenom pro praktické využití v podnicích, ale i pro tvůrce hospodářských politik v rámci státní správy.

Pro rozvoj této problematiky je důležité neustálé prohlubování vzdělanosti a poskytování relevantních datových informací. Environmentální vzdělávání a výchova je nedílnou součástí všeobecného vzdělávání i odborné přípravy v celém školském systému. Zařazování mezioborových prací charakteru udržitelného rozvoje do vědeckých a výzkumných programů vysokoškolských odborníků je jedním ze základních cílů Státního programu environmentálního vzdělávání a výchovy v České republice. Vývoj integrovaného přístupu a přechod k udržitelnému způsobu života musí být podložen zvyšováním uvědomění a participace široké veřejnosti. Budoucí vývoj této oblasti se předpokládá v propojení

vědeckého výzkumu s praktickou aplikací výsledků v podnikové praxi, která v současné době stagnace ekonomických prosperit není nakloněna administrativním a řídicím změnám v rámci výrobních procesů.

Jako nezbytný předpoklad postupu k udržitelnému rozvoji je nutnost zlepšení přístupu k informacím, zvýšení vypovídající kvality dat a jejich obecná dostupnost. Sjednocení informačních systémů do jednotného integrovaného celku datových souborů napomůže realizaci a aplikaci řídicích nástrojů v obecné podnikové praxi.

## 6 Literární zdroje:

ANDREOLI, M., TELLARINI, V. *Farm sustainability evaluation : metody and practice*. In : 3rd Conference of the EU Concerted Action – Landscape and Nature Production Capacity of Organic/Sustainable Types of Agriculture, Wagenigen, Netherlands, 14.-18.1.1996, Published : Agriculture Ecosystems and Environment, Vol. 77, Iss. 1-2, p. 43-52, Jan. 2000, DOI 10.1016/S0167-8809(99)00091-2,

BABIČKA, L., KOUŘIMSKÁ, L. *Nedocené možnosti využití zemědělské produkce při výrobě obnovitelných zdrojů energie*. Sborník konference Výstavba a provoz bioplyn. Stanic, Třeboň, 2007,

CENKA, M. a kol. *Obnovitelné zdroje energie*. FCC Public Praha, 2001, ISBN 80-901985-8-9,

DOUBKOVÁ, Z. *Regulace GMO v ČR a EU*. In : *Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR*. Sborník semináře MZe ČR a ČZU Praha, ISBN 80-7084-408-6, 2005,

FERNANDÉZ, M.; RAMÍRÉZ, M.; PÉREZ, R. M.; GÓMEZ, J. M.; CANTERO, D. *Hydrogen sulphide removal from biogas by an anoxic biotrickling filter packed with Pall rings*, Chemical Engineering Journal (1385-8947), 1 June 2013. ,Iss.Volume 225; p.456-463,

FRYČ, J., LOS, J., LOŠÁK, T. *Analysis of production tests in processing the mixture of solid and liquid biologically degradable wastes by anaerobic fermentation*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2012, LX, No. 3, pp. 19—24,

- HÁJEK, M. *Nákladové účetnictví materiálových toků a efektivní využívání přírodních zdrojů v lesním hospodářství*. Sborník konference : Environmentální účetnictví a reporting na mikroekonomické a makroekonomické úrovni. Masarykova universita v Brně, 23. – 25.4.2012, Brno, s.26-32,
- HÁJEK, M. *Sledování externalit v environmentálním manažerském účetnictví*. Studia Oecologica, 2010, roč. IV., č. 1, s. 66 – 74, ISSN 1802-212X,
- HÁJEK, M. *Makroekonomické aspekty environmentálního účetnictví a reportingu..* Pardubice: Univerzita Pardubice Fakulta ekonomicko-správní Studentská 84, 532 10 Pardubice, 2011, 277 s., ISBN 978-80-7395-424-6,
- HAITL, M., VÍTĚZ, T., KOUTNÝ, T., KUKLA, R., LOŠÁK, T., Gaduš, J. *Use of G-phase for biogas production*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2012, LX, No. 6, pp. 89—96,
- HANUŠ, L. *Environmentální analýza udržitelnosti zemědělského systému na základě finančních dat*. ÚKE, MZLU Brno, 2003,
- HÁŠČIČ, I. Environmental Innovation in Germany. *OECD Environmental Working Papers*, No 53, p. 37, 2012, ISSN 1997-0900,
- HŘEBÍČEK, J., SOUKOPOVÁ, J., ŠTENCL, M., J., TRENZ, O. Integration of Economic, Environmental, Social and Corporate Governance Performance and Reporting in Enterprises. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, Mendelova univerzita v Brně, 2011, LX, sv. 7, s.157 – 167, ISSN 1211-8516,
- HŘEBÍČEK, J., SOUKOPOVÁ, J., ŠTENC, M., TRENZ, O. Corporate Key Performance Indicators for Environmental Management and Reporting, *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, Mendelova univerzita v Brně, 2011, LX, sv. 2, s.99 – 109, ISSN 1211-8516,
- HŘEBÍČEK, J., TRENZ, O., VERNEROVÁ, E. Optimal set of agri-environmental indicators for the agricultural sector od Czech Republic. Acta univ. Agric. Et silvic. Mendel. Brun., 2013, LXI, No 3, inprint,

- HŘEBÍČEK, J., VALTÝNIOVÁ, S., KŘEN, J. et. al. Sustainability indicators development and application for the agriculture sector. In: Erechtkhoukova, M. et al. Sustainability Appraisal Quantitative Methods and Mathematical Techniques for Environmental Performance Evaluation. Heidelberg. Springer, 2013, p. 63-102, ISBN 978-3-642-32080-4,
- HYRŠLOVÁ, J., RŮŽIČKA, P. *Zavádění systémů environmentálního managementu v České republice*. Environmentální manažerské účetnictví, Pardubice, 2005, s. 10 – 15, ISBN 80-7494-754-2,
- HYRŠLOVÁ, J. *Udržitelný rozvoj a systémy environmentálního managementu v ČR*, 2007,
- GRZEBIELUCKAS, C., CAMPOS, L.M.S., SELIG, P.M. *Environmental accounting and environmental costs: An analysis of the scientific production from 1996 to 2007*. *Producao* (0103-6513), vol. 22, Iss. 2, March 2013, p. 322 – 332, ISSN 01036513,
- JENÍČEK, J., FOLTÝN, J. *Globální problémy světa v ekonomických souvislostech*. 1. Vydání. Praha. C.H.Beck, 2010, ISBN 978-80-7400-326-4,
- KÁRA, J. a kol. *Využití digestátů jako paliva*. In: Sborník konference *Výstavba a provoz bioplynových stanic*. Třeboň 25. a 26.10.2007,
- KARAFIÁT, Z., VÍTEZ, T., SOMERLÍKOVÁ, K., GADUŠ, J., HAITL, M., KOUTNÝ, T.: *Employment of maize silage in non-liquid fermentation for biogas production*. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, 2012, LX, No. 6, pp. 153—160,
- KAZDA, R. *Projekt bioplynové stanice*. Sborník příspěvků ze semináře *Energie z biomasy*. VÚT Brno, 2009, ISBN 978-80-214-4027-2,
- KOTOVICOVÁ, J., VAVERKOVÁ M. *Čistší produkce jako motivace pro vznik environmentálního účetnictví*. Sborník konference : *Environmentální účetnictví a reporting na mikroekonomické a makroekonomické úrovni*. Masarykova universita v Brně, 23. – 25.4.2012, Brno, s.107 – 116,
- KOŽUŠKOVÁ, E., VESELÁ M. *Environmentální účetnictví v České republice*. Sborník konference : *Environmentální účetnictví a reporting na mikroekonomické a makroekonomické úrovni*. Masarykova universita v Brně, 23. – 25.4.2012, Brno, s. 251 – 252,

- KŘEN, J., VALTÝNIOVÁ, S., MARADA, P. et. al. Metodika hodnocení trvalé udržitelnosti systémů rostlinné produkce pro podmínky ČR. Brno. Mendelova univerzita v Brně, 2011, 50 s., ISBN 978-80-7375-588-1,
- KŘEN, J., MARADA, P., VALTÝNIOVÁ, S. et. al. Metodika získávání dat pro komplexní analýzy systémů rostlinné produkce. Brno. Mendelova univerzita v Brně, 2012, 46 s., ISBN 978-80-7375-594-2,
- LEIBL, M. *Geneticky modifikované organismy a ekologické zemědělství*. In : Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR. Sborník semináře MZe ČR a ČZU Praha, ISBN 80-7084-408-6, 2005,
- LŐRINCZOVÁ, E. *Environnementální účetnictví jako nástroj plnění environmentální politiky zemědělského podniku*, DDP, ČZU Praha, PEF, 2005,
- MASLOW, A In : ŠAUER, P. : *Řešení environmentálních konfliktů*, VŠE Praha, 2007,
- MEADOWS Meze růstu, 1972 In : ŠAUER, P. : *Řešení environmentálních konfliktů*, VŠE Praha, 2007,
- MICHÁLEK, M., BURG, P., ZEMÁNEK, P. *The assessment of the suitability and effectiveness of the technologies for vineyard wood waste utilization for energetic purposes*. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 2013, LXI, No. 1, pp. 157—162,
- MOLDAN, B. *Indikátory trvale udržitelného rozvoje*, Univerzita Karlova, 1996,
- MOLDAN, B. *Situační zpráva ke Strategii udržitelného rozvoje ČR*, Ministerstvo životního prostředí ČR, 2009, ISBN 978-80-7212-491-6,
- MUŽÍK, O., ABRHAM, Z. Využití a ekonomika bioplynových stanic v zemědělském podniku. VÚZT, Praha, In : Aktuální problémy využívání zemědělské techniky, konference Český Krumlov, 2006,
- NASIR, I. M., GHAZI, T. I. MOHD, O. R. *Anaerobic digestion technology in livestock manure treatment for biogas production. Engineering* In : Life Sciences (1618-2863), 2012-06-01. Vol.12, Iss.3, p.258-269, DOI 10.10002/201100150,



- PARAS, S. *A Global and Multicriterial Environmental Taxation Model for Industrial Pollution Prevention and Control*. Sustainable Development, Vol. 7, Iss. 1, P. 1 – 12, February 1999, Belgium, DOI 10.1002/(SICI)1099-1719,
- PASSOS, F.; GARCÍA, J.; FERRER, I. *Impact of low temperature pretreatment on the anaerobic digestion of microalgal biomass*, Bioresource Technology (0960-8524) , June 2013. Iss. Volume 138; p.79-86,
- PASTOREK a kol. *Biomasa – obnovitelný zdroj energie*, FCC Praha, 2004,
- PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ, P. *Biomasa obnovitelný zdroj energie*. FCC Public Praha, 2004, ISBN 80-86534-06-5,
- POLÁČKOVÁ, J. a kol. *Metodika kalkulací nákladů a výnosů bioplynových stanic v zemědělských podnicích*. Ústav zemědělské ekonomiky a informací, 36 s., 2013, ISBN 978-80-7271-203-8,
- PROCHÁZKOVÁ, D. *Principy udržitelného rozvoje*, VŠERS, České Budějovice, 2012, 140 s. ISBN 978-80-87472-21-7,
- PTÁČKOVÁ MÍŠAŘOVÁ, P. *Development of environmental management accounting and EMAS over time*. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, 2012, LX, No. 4, pp. 307—318,
- REMTOVÁ, K. *Trvale udržitelný rozvoj a strategie ochrany životního prostředí*, VŠE, Praha, 1996,
- REMTOVÁ, K. *Výkladový slovník základních pojmů z oblasti trvale udržitelného rozvoje*. Ministerstvo životního prostředí ČR, 2009, ISBN 978-80-7212-506-7,
- REMTOVÁ, K. *EPD – nový marketingový nástroj*. Sborník konference : Environmentální účetnictví a reporting na mikroekonomické a makroekonomické úrovni. Masarykova universita v Brně, 23. – 25.4.2012, Brno, s.187-193,
- REMTOVÁ, K. *Dobrovolné environmentální aktivity*, Planeta, odborný časopis pro životní prostředí, MŽP ČR, 2006, XIV., sv. 6, ISSN 1801-6898,
- RITSCHELOVÁ, I a kol. *Politika životního prostředí*, Univerzita J.E.Purkyně, Ústí n. L., 2006,

- ŘEZBOVÁ, H. *Legislativa založení a provozu bioplynových stanic*. Zpráva řešení projektu PEF ČZU Praha, 2011,
- SÁNCES-HERNÁNDEZ, E.P.; WEILAND, P.; BORJA, R. *The effect of biogas sparging on cow manure characteristics and its subsequent anaerobic biodegradation*, International Biodeterioration & Biodegradation (0964-8305) September 2013. Iss. Volume 83;p.10-16,
- SOUKUP, J. *Zemědělské systémy*, studijní materiály FAPPZ, ČZU Praha, 2009,
- SRDEČNÝ, K. a kol. *Obnovitelné zdroje energie*, Ministerstvo životního prostředí, v návaznosti na Operační program životního prostředí, 2009,
- STRAKA, F. a kol. *Bioplyn*, Praha, GAS s.r.o., II. rozšířené a doplněné vydání, 2006, ISBN 80-7328-090-6,
- STRAKA, Fr. *Alternativní energetické zdroje a měrné emise CO<sub>2</sub>*. Alternativní energie, roč. XII., 2009, CEMC Praha, ISSN 1212-1673,
- SVATOŠ, M. a kol. *Ekonomika agrárního sektoru*, ČZU Praha, PEF, 2009, ISBN 978-80-213-1846-5),
- ŠARAPATKA, B., URBAN, J. a kol. *Ekologické zemědělství v praxi*, PRO-BIO, Šumperk, 2006,
- ŠAUER, P. *Kapitoly z environmentální ekonomie a politiky i pro neekonomy*, Univerzita Karlova a VŠE Praha, 2007,
- ŠAUER, P., KREUZL, J., HADRABOVÁ, A., DVOŘÁK, A. Assessment of Environmental Policy Implementation: Two Case Studies from the Czech Republic. *Polish journal of environmental studies*, sv. 21, č. 5, s. 1383 – 1391, 2012, ISSN 1230-1485,
- ŠIMÍKOVÁ, I. *Implementace udržitelného rozvoje do účetnictví podniku*. Sborník konference Environmentální účetnictví a reporting na mikroekonomické a makroekonomické úrovni. Masarykova universita v Brně, 23. – 25.4.2012, Brno, s. 202-207,
- ŠVEC, J., KÁRA, J., VÁŇA, J., PASTOREK, J., MACHÁLEK, E. *Využití obnovitelných zdrojů energie v zemědělství – zemědělské bioplynové stanice*. Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova. 2010, ISBN : 978-80-86832-49-4,

- VERNEROVÁ, E. Indikátory výkonnosti pro reporting v odvětvích zemědělství a zpracování potravin. DP. Mendelova univerzita v Brně, 2013,
- VÍTĚZOVÁ, M., MACH, P., VÍTĚZ, T., LOŠÁK, T. *Development of microbial community in the course of composting of garden waste*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2012, LX, No. 3, pp. 225—232,
- TICHÁ, K. M. *Ekologické zemědělství v kostce*, MZV ČR, ISBN 978-80-7084-716-9, 2008
- USŤAK, S., VÁŇA, J. *Anaerobní digesce biomasy a komunálních odpadů*. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha – Ruzyně, 2004, ISBN 80-86555-55-0,
- USŤAK, S., VÁŇA, J. *Bioplynová digesce biomasy a biologicky rozložitelných odpadů*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha- Ruzyně, 2005, ISBN 80-86555-78-X,
- ZIMMERMANNOVÁ, J. *Environmentální náklady podniku spojené s plněním legislativy v České republice (Corporate environmental Costs Connected with Legislative in the Czech Republic)*, Acta Oeconomica Pragensia 5/2011, 2011, VŠE Praha, ISSN 0572-3043,
- ŽIVĚLOVÁ, I., CRHOVÁ, M. *Organic food market in the Czech Republic*. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 2013, LXI, No. 2, pp. 539—546,
- Kolektiv autorů *Ekologické zemědělství v ČR*, MZV ČR, ISBN 978-80-7084-608-2, 2007,

## **Internetové zdroje**

- BABIČKA, Luboš, HOLEJŠOVSKÝ, Josef, STRAKA, František: Akumulační biotechnologický cyklus - perspektivní a nová metoda v oblasti využívání obnovitelných zdrojů energie. *Biom.cz* [online]. 2005-09-07 [cit. 2013-06-13]. In : <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/akumulacni-biotechnologicky-cyklus-perspektivni-a-nova-metoda-v-oblasti-vyuzivani-obnovitelnych-zdroju-energie>>. ISSN: 1801-2655,

- BIOINSTITUT. *Ekologické zemědělství, ročenka 2008, 2009, 2010, 2011*, [on-line], PDF.  
Ministerstvo zemědělství, ISBN: 978-80-7434-080-2, [cit. 2013-12-03],  
In: [http://www.bioinstitut.cz/documents/rocenka\\_CTPEZ\\_2011\\_web.pdf](http://www.bioinstitut.cz/documents/rocenka_CTPEZ_2011_web.pdf) >
- BONEFARITA WS. *Systém využívání obnovitelných zdrojů*, Photo, [on-line],  
In: <http://www.bonefarita.cz/obnovitelne-zdroje-energie.html> >, [cit. 2013-05-17]
- CENIA. *Ekologicky šetrné výrobky*, [on-line], [cit. 2013-05-21]  
In : <http://www1.cenia.cz/www/ekoznaceni/ekologicky-setrne-vyrobky> >
- ČBA. *Národní technologická platforma pro bioplyn*, [on-line], Česká bioplynová asociace,  
[cit. 2011-09-13], In : <http://www.czba.cz/> >
- EAGRI. *Ekologické zemědělství*, [on-line], Ministerstvo zemědělství ČR, [cit.2012-12-03].  
In: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/ekologicke-zemedelstvi/> >
- EAGRI. *Obnovitelné zdroje energie*, [on-line], Ministerstvo zemědělství ČR [cit.2012-11-18]  
In: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/obnovitelne-zdroje-energie> >
- HOBBY CZ. *Bioplynová stanice je dnes důležitější než větrná elektrárna* [on-line], [cit. 2011-09-20] In : [http://hobby.idnes.cz/bioplynova-stanice-je-vykonnejsi-nez-slunecnici-vetrna-elektrarna-11m-/hobby-domov.aspx?c=A100314\\_224526\\_hobby-domov\\_mce](http://hobby.idnes.cz/bioplynova-stanice-je-vykonnejsi-nez-slunecnici-vetrna-elektrarna-11m-/hobby-domov.aspx?c=A100314_224526_hobby-domov_mce) >
- JONÁK, K. : *Důležitost rostlin pro energetické využití bioplynových stanic*, [on-line], PDF.  
[cit. 2012-09-18], In : <http://www.asz.cz/cs/odborne-clanky/roslinna-vyroba/dulezitest-rostlin-pro-energeticke-vyuziti-bioplynovych-stanic.html> >
- MZ ČR. *Ekologické zemědělství v ČR 1993 - 2006* , [on-line], České noviny, ČTK, Photo [cit. 2013-05-17]. In: [http://www.ceskenoviny.cz/tema/index\\_img.php?id=49019](http://www.ceskenoviny.cz/tema/index_img.php?id=49019) >
- MŽP ČR. *Environmentální vzdělávání a poradenství*, [on-line], Ministerstvo životního prostředí ČR, [cit. 2012-11-23],  
In: [http://www.mzp.cz/cz/environmentalni\\_vzdelavani\\_poradenstvi](http://www.mzp.cz/cz/environmentalni_vzdelavani_poradenstvi) >
- MŽP ČR. *Dobrovolné nástroje*. [on-line], Ministerstvo životního prostředí ČR [cit. 2012-11-23], In : [http://www.mzp.cz/cz/dobrovolne\\_nastroje](http://www.mzp.cz/cz/dobrovolne_nastroje) >

- MŽP ČR. *Dobrovolné environmentální aktivity*, [on-line], Ministerstvo životního prostředí ČR, [cit. 2012-09-15], In: <[http://www.mzp.cz/cz/dobrovolne\\_enviro\\_aktivity](http://www.mzp.cz/cz/dobrovolne_enviro_aktivity)>,
- MŽP ČR. *Souhrnné zprávy o uplatňování dobrovolných nástrojů v ČR*, [on-line], PDF. [cit. 2012-03-24], Ministerstvo životního prostředí ČR, 2009, 2010, In: <[http://www.mzp.cz/cz/dobrovolne\\_nastroje\\_souhrne\\_zpravy](http://www.mzp.cz/cz/dobrovolne_nastroje_souhrne_zpravy)>,
- MŽP ČR. *Státní politika životního prostředí ČR*, [on-line], Ministerstvo životního prostředí ČR, [cit. 2012-11-23], In: <[http://www.mzp.cz/cz/statni\\_politika\\_zivotniho\\_prostredi](http://www.mzp.cz/cz/statni_politika_zivotniho_prostredi)>,
- OECD. *Zavádění a životní prostředí v zemích OECD od roku 1990: Česká republika*, [on-line], Hlavní zpráva Paříž, Francie, 2013, [cit. 2013-07-04], In: <<http://www.oecd.org/tad/enw/indicators>>
- ORGO NET. *Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR*, [on-line], Photo [cit. 2013-05-17] In : <<http://orgo-net.blogspot.cz/2012/10/pestovani-geneticky-modifikovanych.html>>,
- PERGL, R. *Souvislosti problematiky systémového modelování a tvorby informačních systémů*, [on-line], [cit. 2013-04-28], In : <<http://www.agris.cz>>,
- SLAVÍK, J. *Výdaje do životního prostředí a investice*. VŠE Praha, [on-line], [cit. 2013-07-05], In : <[ekologie.upol.cz/ku/czpo/vzp.ppt](http://ekologie.upol.cz/ku/czpo/vzp.ppt)>,
- STRAKA, F., DOUCHA, J. *Nové možnosti energetického využití bioplynu*. *Biom.cz* [online]. 2011-07-11 [cit. 2013-06-13]. In : <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nove-moznosti-energetickeho-vyuziti-bioplynu>>. ISSN: 1801-2655,
- VÁŇA, J. *Využití digestátů jako organického hnojiva*. *Biom.cz* [on-line], [cit. 2013-04-18] In: <<http://biom.cz/odborne-clanky/vyuziti-digestatu-jako-organickeho-hnojiva>>, ISSN 1801-2655,
- VANĚK, V.; ŠTÍPEK, K.; ŠILHA, J. *Význam statkových hnojiv*. [on-line], [cit. 2013-10-28] In: <<http://www.agroweb.cz>>,
- ZELENÁ ENERGIE. *Obnovitelné zdroje energie*, [on-line], [cit. 2012-09-18], In : <http://www.zelenaenergie.cz/cs/o-zelene-energii/obnovitelne-zdroje-energie.html>.

## 7 Přílohy

Seznam příloh :

Seznam použitých zkratk

Tabulky P1 – P6 : Vyhodnocení výchozího (ladícího) modelu MCA analýzy  
vybraných kritérií – pomocné výpočty,

Tabulky P – P 11 : Vyhodnocení MCA analýzy výrobních variant – 1. varianta – dle  
homogenních vah kritérií – pomocné výpočty,

Tabulky P 12 – P 16 : Vyhodnocení MCA analýzy výrobních variant – 2. varianta – dle  
měrných vah kritérií,

Tabulky P17 – P 19 : Interní vyhodnocení bioplynových stanic zemědělského družstva  
Krásná Hora,

Přílohy P 20 – P 21 : Rozvaha, Výkaz zisků a ztrát ZD Krásná Hora,

Tabulky P 22, P 23 : Vyhodnocení Markovovské matice vztahů pravděpodobnostní  
substituce dostupných vstupních zdrojů,

## **Seznam zkratk zvolených kritérií :**

**CIO** - celkový investiční objem,

**CPEV** – celkový produkční energetický výkon bioplynové stanice,

**ČPE** - čistý produkční efekt (zisk/ztráta),

**DOIH** – disponibilní objem vstupní hmoty,

**DSIM** – disponibilní struktura inputového materiálu ,

**KSP**– kritérium stability provozu,

**MRSP**– Markovská rovnice možného strukturálního přechodu mezi stavy,

**MSP** – míra spolehlivosti provozu ve variantách možné adaptability technologie výroby cílového produktu.

**MSPČ**– míra struktury primárních činitelů (tj. nákladovost provozu),

**MVPE** – míra vlastního produkčního efektu ( $T - N$ ),

**OMRO** - očekávaná míra realizace outputů (výstupů),

**OMSRP** – očekávaná míra stability provozu v ročním provozním cyklu,

**PKMZ** – pravděpodobnost tvorby kritického množství zásob inputové hmoty (teorie zásob),

**PMVP** – pravděpodobnost možného vzniku poruch

**ROPN** – roční očekávané provozní náklady,

**SSDO** – stabilita svozného distálního obvodu zdrojování inputové hmoty,

## **Seznam použitých zkratk ve vlastním zpracování navrhovaného modelu:**

**AT** – adaptabilita technologie

**BPS** – bioplynová stanice

**COP** – cena výstupní produkce

**E** – ekologické kritérium

**FP** – finalizovaná produkce

**M<sub>1</sub>** – struktura biomasy

**M<sub>2</sub>** – množství biomasy

**M<sub>3</sub>** – produkční efekt využitelnosti biomasy

**M<sub>4</sub>** – přírodně klimatické podmínky

**M<sub>5</sub>** – intenzita produkce

**M<sub>6</sub>** – struktura reziduí

**M<sub>7</sub>** – technicko-technologická realizace biomasy

**M<sub>8</sub>** – produkční náklady

**M<sub>9</sub>** – disponibilita zásob

**MCA** – multikriteriální analýza

**M<sub>in</sub>** – množina vstupních nákladů

**N** – nákladovost

**PIM** – příjem vstupního materiálu

**PS** – provozní spolehlivost technologie

**Q** – objem dodávky

**RPN** – roční provozní náklady

**V<sub>1</sub> ... V<sub>4</sub>** – varianty výrobních kapacit

**VTP** – výrobně technologický proces

**Ω** – průniky sledovaných množin



## Tabulka P1

Doplňková informace metody AGREPREF pro model: Šišková - výchozí testovací model MCA

Relační matice

	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24
V11	0	0	0	0	0	0	0	0
V12	0	0	0	0	0	0	0	0
V13	0	0	0	0	0	0	0	0
V14	0	1	0	0	0	0	0	0
V21	0	0	0	0	0	0	0	0
V22	0	0	0	0	0	0	0	0
V23	1	0	0	0	0	0	0	0
V24	0	0	0	0	0	0	0	0

Zdroj: programový systém MCA - KOSA

Tabulka P2

Analýza pro model Šišková - testovací model MCA

	K11	K12	K13	K21	K22	K23	K31	K32	K33	K41	K42	K43	K51	K52	K53
V11	0,5	0	0	0,333333	0	0	0,75	0	1	0,666667	0,25	0,75	0	0	0
V12	0,75	0	0	0,166667	0,333333	0,25	0	0,5	1	0,666667	0,5	0,5	0,333333	0,666667	0,333333
V13	1	1	1	0	0,333333	0	0,5	0	0	1	0,75	0,25	0,666667	0,333333	0,333333
V14	0,25	0	0	0,5	0,666667	0,5	0,25	1	1	0,666667	0,25	0,75	0,666667	1	0,666667
V21	0,25	1	0	0,666667	0,333333	0,5	0,5	1	0	0,666667	1	0	0,333333	0,333333	0,333333
V22	0,5	1	1	0,333333	0	0,25	0,75	0,5	0	0,333333	0,25	0,75	0	0	1
V23	0,75	0	0	0,5	0,666667	0,75	1	1	1	0,333333	0,5	0,5	1	0,666667	0,666667
V24	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0,666667	0
Ideální varianta	5	2	2	2	2	3	9	7	3	9	8	6	4	6	2
Bazální varianta	1	1	1	8	5	7	5	5	2	6	4	2	7	9	5

Zdroj: programový systém MCA - KOSA

Tabulka P3

Analýza pro model Šišková - testovací model MCA

	K11	K12	K13	K21	K22	K23	K31	K32	K33	K41	K42	K43	K51	K52	K53
V11	0,02182	0,01617	0,01782	0,015	0	0	0,0269	0,01944	0,02649	0,02457	0,02006	0,02669	0	0	0
V12	0,0291	0,01617	0,01782	0,0075	0,01491	0,01127	0,01681	0,02333	0,02649	0,02457	0,02408	0,02135	0,0126	0,0278	0,01491
V13	0,03637	0,03234	0,03563	0	0,01491	0	0,02354	0,01944	0,01766	0,02765	0,02809	0,01601	0,0252	0,0139	0,01491
V14	0,01455	0,01617	0,01782	0,0225	0,02981	0,02254	0,02018	0,02722	0,02649	0,02457	0,02006	0,02669	0,0252	0,0417	0,02981
V21	0,01455	0,03234	0,01782	0,03	0,01491	0,02254	0,02354	0,02722	0,01766	0,02457	0,0321	0,01068	0,0126	0,0139	0,01491
V22	0,02182	0,03234	0,03563	0,015	0	0,01127	0,0269	0,02333	0,01766	0,0215	0,02006	0,02669	0	0	0,04472
V23	0,0291	0,01617	0,01782	0,0225	0,02981	0,03381	0,03027	0,02722	0,02649	0,0215	0,02408	0,02135	0,0378	0,0278	0,02981
V24	0,00727	0,01617	0,01782	0,045	0,04472	0,04507	0,01681	0,01944	0,02649	0,01843	0,01605	0,03203	0,0378	0,0278	0
Ideální varianta	5	2	2	6	3	4	9	7	3	9	8	6	3	3	3
Bazální varianta	1	1	1	0	0	0	5	5	2	6	4	2	0	0	0

Zdroj: programový systém MCA - KOSA

Tabulka P4

Doplňková informace k výpočtu metodou ORESTE pro model Šišková - testovací model MCA

Matice preferenčních vztahů

	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24
V11	Indiferentní	Horší	Horší	Horší	Horší	Horší	Horší	Horší
V12	Lepší	Indiferentní	Horší	Horší	Horší	Nesrovnatelné	Horší	Nesrovnatelné
V13	Lepší	Lepší	Indiferentní	Horší	Nesrovnatelné	Nesrovnatelné	Horší	Nesrovnatelné
V14	Lepší	Lepší	Lepší	Indiferentní	Lepší	Lepší	Horší	Lepší
V21	Lepší	Lepší	Nesrovnatelné	Horší	Indiferentní	Lepší	Horší	Nesrovnatelné
V22	Lepší	Nesrovnatelné	Nesrovnatelné	Horší	Horší	Indiferentní	Horší	Nesrovnatelné
V23	Lepší	Lepší	Lepší	Lepší	Lepší	Lepší	Indiferentní	Lepší
V24	Lepší	Nesrovnatelné	Nesrovnatelné	Horší	Nesrovnatelné	Nesrovnatelné	Horší	Indiferentní

Matice normalizovaných preferenčních intenzit

	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24
V11	0	0,091746032	0,126031746	0,060634921	0,133015873	0,068253968	0,052380952	0,154285714
V12	0,219047619	0	0,14	0,066349206	0,133015873	0,209206349	0,028571429	0,201587302
V13	0,305396825	0,192063492	0	0,227619048	0,150793651	0,222222222	0,171111111	0,35047619
V14	0,315238095	0,193650794	0,302857143	0	0,197142857	0,282539683	0,072380952	0,216825397
V21	0,322857143	0,195555556	0,161269841	0,132380952	0	0,23015873	0,117777778	0,287619048
V22	0,197460317	0,211111111	0,172063492	0,157142857	0,16952381	0	0,12031746	0,300952381
V23	0,394285714	0,243174603	0,333650794	0,15968254	0,26984127	0,333015873	0	0,286349206
V24	0,303492063	0,223492063	0,32031746	0,111428571	0,246984127	0,320952381	0,093650794	0

Zdroj: programový systém MCA - KOSA

Tabulka P5

Doplňková informace metody MAPPAC pro model Šišková - testovací model MCA

Matice agregovaných preferenčních indexů

	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24
V11	0	0,280934378	0,301100804	0,246227582	0,306277691	0,339886621	0,154826919	0,392295949
V12	0,719065622	0	0,439931973	0,204535147	0,413219955	0,512469044	0,194126984	0,486126933
V13	0,698899196	0,560068027	0	0,429805824	0,540859374	0,517184086	0,345512508	0,512429074
V14	0,753772418	0,795464853	0,570194176	0	0,60010046	0,607616986	0,392504797	0,590315399
V21	0,693722309	0,586780045	0,459140626	0,39989954	0	0,589003452	0,302154195	0,502201608
V22	0,660113379	0,487530956	0,482815914	0,392383014	0,410996548	0	0,30133993	0,512835092
V23	0,845173081	0,805873016	0,654487492	0,607495203	0,697845805	0,69866007	0	0,619846344
V24	0,607704051	0,513873067	0,487570926	0,409684601	0,497798392	0,487164908	0,380153656	0

Zdroj: programový systém MCA - KOSA

Tabulka P6

Doplňková informace metody PROMETHEE pro model Šišková - testovací model MCA

Matice globálních preferenčních indexů

	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24	Kladný tok
V11	-	0,013333	0,017778	0,008889	0,017778	0,008889	0,008889	0,017778	0,013333333
V12	0,035556	-	0,026667	0,008889	0,017778	0,031111	0,004444	0,022222	0,020952381
V13	0,04	0,031111	-	0,026667	0,022222	0,026667	0,022222	0,031111	0,028571429
V14	0,031111	0,04	0,035556	-	0,026667	0,035556	0,013333	0,031111	0,03047619
V21	0,04	0,026667	0,017778	0,017778	-	0,035556	0,017778	0,031111	0,026666667
V22	0,022222	0,026667	0,026667	0,022222	0,022222	-	0,017778	0,035556	0,024761905
V23	0,044444	0,031111	0,044444	0,022222	0,04	0,044444	-	0,026667	0,036190476
V24	0,026667	0,022222	0,031111	0,022222	0,031111	0,031111	0,017778	-	0,026031746
Záporný tok	0,034286	0,027302	0,028571	0,018413	0,025397	0,030476	0,014603	0,027937	

Zdroj: programový systém MCA - KOSA

## Tabulka P7

### Doplňková informace metody AGREPREF pro model: ŠIŠ. - MCA.BPS

Relační matice

	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24
V11	0	0	0	0	0	0	0	0
V12	0	0	0	0	0	0	0	0
V13	1	1	0	1	0	0	0	1
V14	0	0	0	0	0	0	0	0
V21	0	0	0	0	0	0	0	0
V22	0	0	0	0	0	0	0	0
V23	0	1	0	1	0	0	0	1
V24	0	0	0	0	0	0	0	0

Zdroj: programový systém MCA - KOSA

Tabulka P8

Analyza pro model ŠIŠKOVÁ - MCA.BPS

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16
V11	0	0,527778	0,076923	1	0,625	0	0,057692	0	1	0,666667	0	1	1	0,423077	0,75	0,666667
V12	0	0,916667	0,230769	0,5	0	0,8	0,192308	0,333333	1	0,333333	0,125	0,8	0,5	0,076923	0,25	0,333333
V13	0	0,888889	0,846154	1	0,65625	1	0,730769	0,666667	1	1	0,5625	0,5	1	0,384615	0,75	1
V14	0	0,972222	0,076923	0	1	0,4	0,057692	0	1	0	0,25	0,9	0	0	0	0
V21	1	0,5	0,153846	1	0,5	0,2	0,153846	0	1	1	0,875	0,5	1	0,884615	0,5	0,666667
V22	1	0,777778	0	1	0,25	0,6	0	0,666667	1	0,333333	1	0,3	1	0,884615	0,5	0,666667
V23	1	0	1	0,5	0,625	0	1	1	1	1	0,6875	0	0,5	1	1	1
V24	1	1	0,076923	0,5	0,1875	0,4	0,076923	0,333333	1	0,333333	0	0,8	0	0,538462	0	0,333333
Ideální varianta	85	10,8	7	9	0,5	0,65	11200	8	9	9	5,3	6,6	9	17,1	99	9
Bazální varianta	95	14,4	0,5	7	2,1	0,9	800	5	9	6	3,7	7,6	7	14,5	95	6

Zdroj: programový systém MCA - KOSA



Tabulka P9

Analyza pro model ŠIŠKOVÁ- MCA.BPS

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
V11	0	0,01532	0,00638	0,02385	0,02422	0	0,0059	0,01792	0,02277	0,01827	0,02098	0	0,02187	0,02217	0,02282
V12	0	0,02661	0,01276	0,0212	0	0,03281	0,01179	0,0215	0,01992	0,01925	0,02162	0,01961	0,02061	0,02172	0,01996
V13	0	0,02581	0,03827	0,02385	0,02543	0,04101	0,03538	0,02509	0,02561	0,02271	0,02257	0	0,02173	0,02217	0,02567
V14	0	0,02823	0,00638	0,01855	0,03875	0,0164	0,0059	0,01792	0,01708	0,02024	0,0213	0,03921	0,02033	0,02149	0,01711
V21	0,031	0,01452	0,00957	0,02385	0,01938	0,0082	0,01011	0,01792	0,02561	0,02518	0,02257	0	0,02355	0,02195	0,02282
V22	0,031	0,02258	0,00319	0,02385	0,00969	0,02461	0,00337	0,02509	0,01992	0,02617	0,0232	0	0,02355	0,02195	0,02282
V23	0,031	0	0,04465	0,0212	0,02422	0	0,04717	0,02867	0,02561	0,0237	0,02416	0,01961	0,02397	0,0224	0,02567
V24	0,031	0,02903	0,00638	0,0212	0,00727	0,0164	0,00674	0,0215	0,01992	0,01827	0,02162	0,03921	0,02229	0,02149	0,01996
Ideální varianta	10	3,6	7	9	1,6	0,25	11200	8	9	5,3	7,6	2	17,1	99	9
Bazální varianta	0	0	0,5	7	0	0	800	5	6	3,7	6,6	0	14,5	95	6

Zdroj: programový systém MCA - KOSA

Tabulka P10

Doplňková informace metody MAPPAC pro model ŠIŠKOVÁ - MCA.BPS

Matice agregovaných preferenčních indexů

	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24
V11	0	0,610478908	0,182743338	0,648755743	0,346550316	0,439881036	0,313579156	0,57445992
V12	0,389521092	0	0,091547003	0,747045563	0,31890021	0,298247666	0,247115855	0,575487378
V13	0,817256662	0,908452997	0	0,846032149	0,698561128	0,713921879	0,487197875	0,795948091
V14	0,351244257	0,252954437	0,153967851	0	0,261026693	0,248304576	0,242386344	0,294196142
V21	0,653449684	0,68109979	0,301438872	0,738973307	0	0,535203259	0,454852349	0,721455646
V22	0,560118964	0,701752334	0,286078121	0,751695424	0,464796741	0	0,43347401	0,736372024
V23	0,686420844	0,752884145	0,512802125	0,757613656	0,545147651	0,56652599	0	0,759546692
V24	0,42554008	0,424512622	0,204051909	0,705803858	0,278544354	0,263627976	0,240453308	0

Zdroj: programový systém MCA - KOSA

Doplňková informace k výpočtu metodou ORESTE pro model šis. MCA.BPS

Matice preferenčních vztahů

	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24
V11	Indiferentní	Nesrovnatelné	Horší	Lepší	Horší	Horší	Horší	Lepší
V12	Nesrovnatelné	Indiferentní	Horší	Lepší	Horší	Horší	Horší	Nesrovnatelné
V13	Lepší	Lepší	Indiferentní	Lepší	Lepší	Lepší	Lepší	Lepší
V14	Horší	Horší	Horší	Indiferentní	Horší	Horší	Horší	Horší
V21	Lepší	Lepší	Horší	Lepší	Indiferentní	Lepší	Horší	Lepší
V22	Lepší	Lepší	Horší	Lepší	Horší	Indiferentní	Horší	Lepší
V23	Lepší	Lepší	Horší	Lepší	Lepší	Lepší	Indiferentní	Lepší
V24	Horší	Nesrovnatelné	Horší	Lepší	Horší	Horší	Horší	Indiferentní

Matice normalizovaných preferenčních intenzit

	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24
V11	0	0,111049107	0,023995536	0,128627232	0,043805804	0,075334821	0,072265625	0,113839286
V12	0,087332589	0	0,011160714	0,102120536	0,060546875	0,077566964	0,068638393	0,060546875
V13	0,154296875	0,165178571	0	0,232700893	0,117466518	0,147879464	0,100446429	0,215959821
V14	0,054408482	0,051618304	0,028180804	0	0,065569196	0,078404018	0,081752232	0,047712054
V21	0,102399554	0,142857143	0,045758929	0,198381696	0	0,071986607	0,062220982	0,145926339
V22	0,106026786	0,131975446	0,048270089	0,183314732	0,044084821	0	0,077845982	0,123046875
V23	0,16796875	0,188058036	0,065848214	0,251674107	0,099330357	0,142857143	0	0,196707589
V24	0,079520089	0,049944196	0,051333286	0,087611607	0,053013393	0,058035714	0,066685268	0

Alfa 0,0714  
 Beta 0,0089  
 Tau 3,5

Tabulka P12

**Doplňková informace metody AGREPREF pro model: ŠÍŠKOVÁ V2, MCAS- BPS**

Relační matice

	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24
V11	0	0	0	0	0	0	0	0
V12	0	0	0	0	0	0	0	0
V13	1	1	0	1	0	0	0	0
V14	0	0	0	0	0	0	0	0
V21	0	0	0	1	0	0	0	1
V22	0	0	0	0	0	0	0	0
V23	0	1	0	1	0	0	0	1
V24	0	0	0	0	0	0	0	0

Zdroj: programový systém MCA - KOSA

Tabulka P13

Analýza pro model ŠIŠKOVÁ V2, MCAS- BPS

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16
V11	0	0,527778	0,076923	1	0,625	0	0,057692	0	1	0,666667	0	1	1	0,423077	0,75	0,666667
V12	0	0,916667	0,230769	0,5	0	0,8	0,192308	0,333333	1	0,333333	0,125	0,8	0,5	0,076923	0,25	0,333333
V13	0	0,888889	0,846154	1	0,65625	1	0,730769	0,666667	1	1	0,5625	0,5	1	0,384615	0,75	1
V14	0	0,972222	0,076923	0	1	0,4	0,057692	0	1	0	0,25	0,9	0	0	0	0
V21	1	0,5	0,153846	1	0,5	0,2	0,153846	0	1	1	0,875	0,5	1	0,884615	0,5	0,666667
V22	1	0,777778	0	1	0,25	0,6	0	0,666667	1	0,333333	1	0,3	1	0,884615	0,5	0,666667
V23	1	0	1	0,5	0,625	0	1	1	1	1	0,6875	0	0,5	1	1	1
V24	1	1	0,076923	0,5	0,1875	0,4	0,076923	0,333333	1	0,333333	0	0,8	0	0,538462	0	0,333333
Ideální varianta	85	10,8	7	9	0,5	0,65	11200	8	9	9	5,3	6,6	9	17,1	99	9
Bazální varianta	95	14,4	0,5	7	2,1	0,9	800	5	9	6	3,7	7,6	7	14,5	95	6

Zdroj: programový systém MCA - KOSA

Tabulka P14

Analýza pro model ŠIŠKOVÁ V2, MCAS- BPS

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
V11	0	0,01824	0,00942	0,01575	0,01954	0	0,00713	0,01422	0,02411	0,02455	0,02222	0	0,02316	0,02683	0,01507
V12	0	0,03169	0,01885	0,014	0	0,01734	0,01427	0,01707	0,0211	0,02588	0,02289	0,01316	0,02182	0,02628	0,01318
V13	0	0,03073	0,05655	0,01575	0,02051	0,02168	0,0428	0,01991	0,02712	0,03052	0,0239	0	0,02301	0,02683	0,01695
V14	0	0,03361	0,00942	0,01225	0,03126	0,00867	0,00713	0,01422	0,01808	0,0272	0,02255	0,02632	0,02152	0,02601	0,0113
V21	0,03336	0,01728	0,01414	0,01575	0,01563	0,00434	0,01223	0,01422	0,02712	0,03384	0,0239	0	0,02494	0,02655	0,01507
V22	0,03336	0,02689	0,00471	0,01575	0,00781	0,01301	0,00408	0,01991	0,0211	0,03516	0,02457	0	0,02494	0,02655	0,01507
V23	0,03336	0	0,06597	0,014	0,01954	0	0,05707	0,02276	0,02712	0,03185	0,02558	0,01316	0,02538	0,0271	0,01695
V24	0,03336	0,03457	0,00942	0,014	0,00586	0,00867	0,00815	0,01707	0,0211	0,02455	0,02289	0,02632	0,0236	0,02601	0,01318
Ideální varianta	10	3,6	7	9	1,6	0,25	11200	8	9	5,3	7,6	2	17,1	99	9
Bazální varianta	0	0	0,5	7	0	0	800	5	6	3,7	6,6	0	14,5	95	6

Zdroj: programový systém MCA - KOSA

Doplňková informace k výpočtu metodou ORESTE pro model Šiš. V2, MCAS- BPS

Matice preferenčních vztahů

	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24
V11	Indiferentní	Indiferentní	Horší	Lepší	Horší	Indiferentní	Horší	Lepší
V12	Indiferentní	Indiferentní	Horší	Lepší	Horší	Indiferentní	Horší	Lepší
V13	Lepší	Lepší	Indiferentní	Lepší	Lepší	Lepší	Lepší	Lepší
V14	Horší	Horší	Horší	Indiferentní	Horší	Horší	Horší	Horší
V21	Lepší	Lepší	Horší	Lepší	Indiferentní	Lepší	Horší	Lepší
V22	Indiferentní	Indiferentní	Horší	Lepší	Horší	Indiferentní	Horší	Lepší
V23	Lepší	Lepší	Horší	Lepší	Lepší	Lepší	Indiferentní	Lepší
V24	Horší	Horší	Horší	Lepší	Horší	Horší	Horší	Indiferentní

Matice normalizovaných preferenčních intenzit

	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24
V11	0	0,049107143	0,011997768	0,059430804	0,020647321	0,037667411	0,032366071	0,049386161
V12	0,049665179	0	0,004464286	0,053850446	0,025390625	0,056919643	0,030133929	0,037109375
V13	0,083984375	0,075892857	0	0,112444196	0,043247768	0,082589286	0,038504464	0,107700893
V14	0,031529018	0,025390625	0,012555804	0	0,030412946	0,039899554	0,038783482	0,024832589
V21	0,067243304	0,071428571	0,017857143	0,104910714	0	0,052455357	0,021763393	0,086774554
V22	0,045758929	0,064453125	0,018694196	0,075892857	0,013950893	0	0,025111607	0,058872768
V23	0,093470982	0,090680804	0,027622768	0,127790179	0,036272321	0,078125	0	0,108816964
V24	0,034040179	0,021205357	0,020368304	0,037388393	0,024832589	0,035435268	0,032366071	0

Alfa 0,0714  
 Beta 0,0089  
 Tau 3,5

Tabulka P16

**Doplnková informace metody MAPPAC pro model ŠIŠKOVÁ V2, MCAS- BPS**

Matice agregovaných preferenčních indexů

	V11	V12	V13	V14	V21	V22	V23	V24
V11	0	0,579643782	0,185063324	0,635817248	0,336947932	0,455097556	0,279361853	0,557713177
V12	0,420356218	0	0,102532582	0,722472075	0,324382725	0,331676711	0,225321422	0,578321601
V13	0,814936676	0,897467418	0	0,840558506	0,677318616	0,696743468	0,427108031	0,773480054
V14	0,364182752	0,277527925	0,159441494	0	0,248790418	0,2779923	0,227864715	0,310281643
V21	0,663052068	0,675617275	0,322681384	0,751209582	0	0,558818836	0,429598222	0,732579101
V22	0,544902444	0,668323289	0,303256532	0,7220077	0,441181164	0	0,402785134	0,683900624
V23	0,720638147	0,774678578	0,572891969	0,772135285	0,570401778	0,597214866	0	0,771377705
V24	0,442286823	0,421678399	0,226519946	0,689718357	0,267420899	0,316099376	0,228622295	0

Zdroj: programový systém MCA - KOSA



Tabulka P 17: Interní vyhodnocení bioplynových stanic zemědělského družstva Krásná Hora

**2010**

**BPS Krásná Hora**

Měsíc	01/10	02/10	03/10	04/10	05/10	06/10	07/10	08/10	09/10	10/10	11/10	12/10	2010
Denní průměr běhu motoru (hod.)	23:51	23:47	23:49	23:55	23:50	23:59	23:47	23:53	21:35	23:30	23:22	23:56	23:37
Průměrná denní výroba el. (kWh)	12486	12455	12425	11490	12481	12585	12452	12526	11177	12320	12208	12563	12267
Průměrná denní spotřeba substrátu (t)	18,6	18,8	17,8	12,6	17,5	17,8	17,4	18,7	19,1	21,4	19,2	20	18,23
Průměrné % CH <sub>4</sub>	54,5	51,4	50,7	51,7	50,4	50,3	50,5	50,9	51,7	51,6	51,3	51,1	51,4
Vlastní spotřeba - celkem (%)	7,5	9,7	11,8	13,1	11,2	10,6	9,3	8,96	9,85	9,49	8,57	6,78	9,7
Teoretické % výtěžnosti hrubé výroby	99,9	98,85	98,61	91,19	99,05	99,88	98,83	99,41	88,71	97,78	96,89	99,7	97,36
Teoretické % výtěžnosti elektřiny	91,64	89,22	87,02	79,28	87,99	89,31	89,63	90,51	79,97	91,45	88,59	92,94	87,91
Dodávka do sítě (kWh)	357965	314785	339902	299663	343699	337591	350084	353519	302293	345668	334863	363025	4043009

Zdroj: interní materiály ZD Krásná Hora

Tabulka P 18: Interní vyhodnocení bioplynových stanic zemědělského družstva Krásná Hora

**2011**

**BPS Krásná Hora**

<b>Měsíc</b>	<b>01/11</b>	<b>02/11</b>	<b>03/11</b>	<b>04/11</b>	<b>05/11</b>	<b>06/11</b>	<b>07/11</b>	<b>08/11</b>	<b>09/11</b>	<b>10/11</b>	<b>11/11</b>	<b>12/11</b>	<b>2011</b>
<b>Denní průměr běhu motoru (hod.)</b>	23:50	23:56	22:00	23:58	23:51	23:54	23:55	23:46	23:58	23:51	23:57	23:59	23:45
<b>Průměrná denní výroba elektřiny (kWh)</b>	12479	12553	11425	12425	12527	12564	12563	12486	12608	12538	12595	12619	12447
<b>Průměrná denní spotřeba substrátu (t)</b>	20,1	21,1	18,8	16,7	18,5	19	18,5	18,9	20,8	21,7	21	20,4	19,62
<b>Průměrné % CH<sub>4</sub></b>	51,2	51	51,2	52,4	51,3	51,2	51,6	52,1	52,8	52,5	52,8	52,5	51,9
<b>Vlastní spotřeba - celkem (%)</b>	7,23	7,08	8,23	9,41	8,52	7,37	7,63	7,1	6,98	6,77	5,73	5,84	7,13
<b>Teoretické % výtěžnosti hrubé výroby</b>	99,04	99,63	89,43	98,42	99,23	99,52	99,51	98,9	99,88	99,32	99,77	99,96	98,59
<b>Teoretické % výtěžnosti elektřiny</b>	91,88	92,57	83,2	89,16	91,76	92,19	91,92	91,89	92,9	92,59	94,05	94,12	91,46
<b>Dodávka do sítě (kWh)</b>	358871	326575	324984	337676	359092	349137	359712	359595	351836	362352	356195	368329	4214354

Zdroj: interní materiály ZD Krásná Hora

Tabulka P 19: Interní vyhodnocení bioplynových stanic zemědělského družstva Krásná Hora

**2011**

**BPS Petrovice**

Měsíc	01/11	02/11	03/11	04/11	05/11	06/11	07/11	08/11	09/11	10/11	11/11	12/11	2011
<b>Denní průměr běhu motoru (hod.)</b>	23:04	23:51	23:54	23:44	23:41	20:13	23:58	23:05	23:50	23:58	23:58	23:50	23:26
<b>Průměrná denní výroba elektřiny (kWh)</b>	18800	19832	19729	19277	19674	16737	19935	19203	19823	19981	19960	19869	19402
<b>Průměrná denní spotřeba substrátu (t)</b>	37,7	38,3	38,5	37,8	36,3	34,6	38,4	40,1	37,3	37,9	39,9	37,3	37,85
<b>Průměrné % CH<sub>4</sub></b>	52,5	52,2	51,1	53,1	52,1	51,4	51,8	52,1	52,6	52,6	53	52	52,2
<b>Vlastní spotřeba - celkem (%)</b>	12,93	11,17	8,8	9,99	9,13	8,72	8,44	8,57	8,5	7,69	8,04	8,33	9,17
<b>Teoretické % výtěžnosti hrubé výroby</b>	94	99,16	98,65	96,38	98,37	83,68	99,68	96,02	99,12	99,9	99,8	99,31	97,01
<b>Teoretické % výtěžnosti elektřiny</b>	81,85	88,09	89,96	86,75	89,39	76,39	91,26	87,79	90,7	92,22	91,78	91,03	88,12
<b>Dodávka do sítě (kWh)</b>	507455	493279	557760	520522	554210	458316	568835	544287	544169	571793	550674	564387	6432688

Zdroj: interní materiály ZD Krásná Hora

# Příloha P 20a Rozvaha ZD Krásná Hora

R O Z V A H A (bilance)  
v plném rozsahu

ke dni 31.12.2011  
v tis.CZK

Název a sídlo úč. jednotky  
ZD KRÁSNÁ HORA NAD VLTAVOU A.S.

Rok	Měsíc	IČ
2011	12	00107999

262 56 KRÁSNÁ HORA NAD VLTAVOU čp.172

Označení	T E X T	číslo řádku	Běžné účetní období			Min. úč. období Netto
			Brutto	Korekce	Netto	
	AKTIVA CELKEM	010000	850618	- 270482	580136	590522
B.	Dlouhodobý majetek	040000	670537	- 268713	401824	428553
B.I.	Dlouhodobý nehmotný majetek	070000	12068	- 5910	6158	8204
B.I.6.	Jiný dlouhodobý nehmotný majetek	070600	12068	- 5910	6158	8204
B.II.	Dlouhodobý hmotný majetek	100000	655052	- 261455	393597	418445
B.II.1.	Pozemky	100100	19782	- 0	19782	17609
B.II.2.	Stavby	100200	337079	- 103944	233135	239735
B.II.3.	Samostatné movité věci a soubory movitých věcí	100300	213398	- 118061	95337	98148
B.II.5.	Dospělá zvířata a jejich skupiny	100500	46147	- 25165	20982	20904
B.II.6.	Jiný dlouhodobý hmotný majetek	100600	151	- 151	0	13
B.II.7.	Nedokončený dlouhodobý hmotný majetek	100700	10411	- 0	10411	27902
B.II.8.	Poskytnuté zálohy na dlouhodobý hmotný majetek	100800	1583	- 0	1583	0
B.II.9.	Oceňovací rozdíl k nabytému majetku	100900	26501	- 14134	12367	14134
B.III.	Dlouhodobý finanční majetek	130000	3417	- 1348	2069	1904
B.III.3.	Ostatní dlouhodobé cenné papíry a podíly	130300	3417	- 1348	2069	1904
C.	Oběžná aktiva	160000	179669	- 1769	177900	161614
C.I.	Zásoby	190000	116311	- 0	116311	111956
C.I.1.	Materiál	190100	13867	- 0	13867	15797
C.I.2.	Nedokončená výroba a polotovary	190200	17535	- 0	17535	15487
C.I.3.	Výrobky	190300	52184	- 0	52184	48065
C.I.4.	Mladá a ostatní zvířata a jejich skupiny	190400	32673	- 0	32673	32564
C.I.5.	Zboží	190500	52	- 0	52	43
C.III.	Krátkodobé pohledávky	250000	29614	- 1769	27845	17020
C.III.1.	Pohledávky z obchodních vztahů	250100	24747	- 1769	22978	16320
C.III.6.	Stát - daňové pohledávky	250600	1826	- 0	1826	0
C.III.7.	Krátkodobé poskytnuté zálohy	250700	3022	- 0	3022	460
C.III.8.	Dohadné účty aktivní	250800	0	- 0	0	126
C.III.9.	Jiné pohledávky	250900	19	- 0	19	114
C.IV.	Krátkodobý finanční majetek	280000	33744	- 0	33744	32638
C.IV.1.	Peníze	280100	381	- 0	381	403
C.IV.2.	Účty v bankách	280200	33363	- 0	33363	32235
D.I.	Časové rozlišení	310000	412	- 0	412	355
D.I.1.	Náklady příštích období	310100	412	- 0	412	355

Zdroj: interní podklady ZD Krásná Hora

Příloha P 20b Rozvaha ZD Krásná Hora (pokračování)

Označení	T E X T	číslo řádku	Běžné úč. období	Min. úč. období
	PASIVA CELKEM	400000	580136	590522
A.	Vlastní kapitál	440000	466393	443431
A.I.	Základní kapitál	470000	340109	283460
A.I.1.	Základní kapitál	470100	340109	283460
A.II.	Kapitálové fondy	500000	26720	26720
A.II.2.	Ostatní kapitálové fondy	500200	219	219
A.II.4.	Oceňovací rozdíly z přecenění při přeměnách	500400	26501	26501
A.III.	Rezervní fondy, nedělitelný fond a ostatní fondy ze zisku	530000	72629	101681
A.III.1.	Zákonný rezervní fond / Nedělitelný fond	530100	68414	57084
A.III.2.	Statutární a ostatní fondy	530200	4215	44597
A.IV.	Výsledek hospodaření minulých let	560000	0	5152
A.IV.1.	Nerozdělený zisk minulých let	560100	0	5152
A.V.	Výsledek hospodaření běžného účetního období (+ -)	590000	26935	26418
B.	Cizí zdroje	620000	113743	147066
B.II.	Dlouhodobé závazky	680000	17756	15794
B.II.9.	Jiné závazky	680900	1360	1412
B.II.10.	Odložený daňový závazek	681000	16396	14382
B.III.	Krátkodobé závazky	710000	22376	13438
B.III.1.	Závazky z obchodních vztahů	710100	11860	7258
B.III.4.	Závazky ke společníkům, členům družstva a k účastníkům sdružení	710400	134	121
B.III.5.	Závazky k zaměstnancům	710500	3415	3218
B.III.6.	Závazky ze sociálního zabezpečení a zdravotního pojištění	710600	1968	1745
B.III.7.	Stát - daňové závazky a dotace	710700	0	988
B.III.8.	Krátkodobé přijaté zálohy	710800	5006	6
B.III.11.	Jiné závazky	711100	-7	102
B.IV.	Bankovní úvěry a výpomoci	740000	73611	117834
B.IV.1.	Bankovní úvěry dlouhodobé	740100	73611	117834
C.I.	Časové rozlišení	770000	0	25
C.I.2.	Výnosy příštích období	770200	0	25

Sestaveno dne: 21.02.2011	Podpisový záznam statutárního orgánu účetní jednotky nebo podpisový záznam fyzické osoby, která je účetní jednotkou
Právní forma účetní jednotky AKCIOVÁ SPOLEČNOST	Předmět podnikání ROSTLINNÁ VÝROBA KOMBINOVANÁ SE ŽIVOČIŠNOU
	Pozn.:

Zdroj: interní podklady ZD Krásná Hora

## Příloha P 21a: Výkaz zisků a ztráty ZD Krásná Hora

Výkaz zisku a ztráty - druhové členění  
v plném rozsahu

ke dni 31.12.2011  
v tis.CZK

Název a sídlo úč. jednotky  
ZD KRÁSNÁ HORA NAD VLTAVOU A.S.

Rok	Měsíc	IČ
2011	12	00107999

262 56 KRÁSNÁ HORA NAD VLTAVOU čp.172

Označení	T E X T	číslo řádku	Skutečnost v účet.období	
			Sledovaném	Minulém
I.	Tržby za prodej zboží	010000	956	959
A.	Náklady vynaložené na prodané zboží	030000	910	921
+	Obchodní marže	050000	46	38
II.	Výkony	070000	261841	211093
II.1.	Tržby za prodej vlastních výrobků a služeb	070100	233293	193756
II.2.	Změna stavu zásob vlastní činnosti	070200	6276	-44
II.3.	Aktivace	070300	22272	17381
B.	Výkonová spotřeba	090000	156246	117745
B.1.	Spotřeba materiálu a energie	090100	129947	94709
B.2.	Služby	090200	26299	23036
+	Přidaná hodnota	110000	105641	93386
C.	Osobní náklady	130000	73535	68680
C.1.	Mzdové náklady	130100	52459	48801
C.2.	Odměny členům orgánů společnosti a družstva	130200	324	324
C.3.	Náklady na sociální zabezpečení a zdravotní pojištění	130300	17584	16210
C.4.	Sociální náklady	130400	3168	3345
D.	Daně a poplatky	150000	1043	1034
E.	Odpisy dlouhodobého nehmotného a hmotného majetku	170000	37735	34203
III.	Tržby z prodeje dlouhodobého majetku a materiálu	190000	11865	11295
III.1.	Tržby z prodeje dlouhodobého majetku	190100	8136	8596
III.2.	Tržby z prodeje materiálu	190200	3729	2699
F.	Zůstatková cena prodaného dlouhodobého majetku a materiálu	210000	6007	5293
F.1.	Zůstatková cena prodaného dlouhodobého majetku	210100	4146	3635
F.2.	Prodaný materiál	210200	1861	1658
G.	Zm.stavu rezerv a opr.položek v provozní oblasti a komplexních nákl.příštích obd.	230000	1767	1767
IV.	Ostatní provozní výnosy	250000	44454	46854
H.	Ostatní provozní náklady	270000	5214	6084

Zdroj: interní podklady ZD Krásná Hora

Příloha P 21b: Výkaz zisků a ztráty ZD Krásná Hora (pokračování)

Označení	T E X T	číslo řádku	Skutečnost v účet.období	
			Sledovaném	Minulém
*	Provozní výsledek hospodaření	330000	36659	34474
VI.	Tržby z prodeje cenných papírů a podílů	350000	53	0
VII.	Výnosy z dlouhodobého finančního majetku	390000	60	59
VII.2.	Výnosy z ostatních dlouhodobých cenných papírů a podílů	390200	60	59
X.	Výnosové úroky	510000	21	20
N.	Nákladové úroky	530000	3169	3131
XI.	Ostatní finanční výnosy	550000	382	434
O.	Ostatní finanční náklady	570000	300	325
*	Finanční výsledek hospodaření	630000	-2953	-2943
Q.	Daň z příjmů za běžnou činnost	650000	6771	5113
Q.1.	- splatná	650100	4757	3432
Q.2.	- odložená	650200	2014	1681
**	Výsledek hospodaření za běžnou činnost	670000	26935	26418
***	Výsledek hospodaření za úč. období (+/-)	790000	26935	26418
****	Výsledek hospodaření před zdaněním	800000	33706	31531

Sestaveno dne: 21.02.2011	Podpisový záznam statutárního orgánu účetní jednotky nebo podpisový záznam fyzické osoby, která je účetní jednotkou	
Právní forma účetní jednotky AKCIOVÁ SPOLEČNOST	Předmět podnikání ROSTLINNÁ VÝROBA KOMBINOVANÁ SE ŽIVOČIŠNOU	Pozn.:

Zdroj: interní podklady ZD Krásná Hora

Tabulka P 22: Vyhodnocení Markovovské matice, doplňkové výpočty

	V1	V2	V3	V4
V1	0	0,05	0,9	0,05
V2	0,1	0	0,7	0,2
V3	0,05	0,3	0	0,65
V4	0,05	0,15	0,8	0

0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

$P^T$

0	0,1	0,05	0,05
0,05	0	0,3	0,15
0,9	0,7	0	0,8
0,05	0,2	0,65	0

$P^T - E$

0	0,1	0,05	0,05
0,05	-1	0,3	0,15
0,9	0,7	-1	0,8
0,05	0,2	0,65	-1
1	1	1	1

$(P^T - E)^{-1}$

0,90785	0,945392	0,948805	0,056314
-0,93515	-0,14676	-0,07509	0,182594
0,102389	-0,49488	0,056883	0,437429
-0,07509	-0,30375	-0,9306	0,323663

$\pi$	0,0563	0,1826	0,4374	0,3237
-------	--------	--------	--------	--------

Zdroj: programový systém MCA - KOSA



Tabulka P 23: Vyhodnocení Markovovské matice, doplňkové výpočty

<b>p0</b>	1	0	0	0
<b>p1</b>	0	0,05	0,9	0,05
<b>p2</b>	0,0525	0,2775	0,075	0,595
<b>p3</b>	0,06125	0,114375	0,7175	0,106875
<b>p4</b>	0,052656	0,234344	0,220688	0,492313
<b>p5</b>	0,059084	0,142686	0,605281	0,192948
<b>p6</b>	0,05418	0,213481	0,307415	0,424924
<b>p7</b>	0,057965	0,158672	0,538138	0,245225
<b>p8</b>	0,055035	0,201123	0,359419	0,384422
<b>p9</b>	0,057304	0,168241	0,497856	0,276599
<b>p10</b>	0,055547	0,193712	0,390621	0,36012
<b>p11</b>	0,056908	0,173982	0,473686	0,295424
<b>p12</b>	0,055854	0,189265	0,409344	0,345538
<b>p13</b>	0,056671	0,177426	0,459184	0,306719
<b>p14</b>	0,056038	0,186597	0,420577	0,336788
<b>p15</b>	0,056528	0,179493	0,450482	0,313496
<b>p16</b>	0,056148	0,184996	0,427318	0,331539
<b>p17</b>	0,056442	0,180733	0,445261	0,317563
<b>p18</b>	0,056215	0,184035	0,431362	0,328389
<b>p19</b>	0,056391	0,181478	0,442128	0,320003
<b>p20</b>	0,056254	0,183459	0,433789	0,326499
<b>p21</b>	0,05636	0,181924	0,440249	0,321467
<b>p22</b>	0,056278	0,183113	0,435245	0,325364
<b>p23</b>	0,056342	0,182192	0,439121	0,322345
<b>p24</b>	0,056293	0,182905	0,436118	0,324684
<b>p25</b>	0,056331	0,182353	0,438444	0,322873
<b>p26</b>	0,056301	0,182781	0,436643	0,324276

Zdroj: programový systém MCA - KOSA