

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA



STUDIJNÍ OBOR: VŠEOBECNÉ ZEMĚDĚLSTVÍ

KATEDRA: AGROEKOLOGIE

SEKCE: AGROCHEMIE A PEDOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Téma: **Systémová analýza zvoleného zemědělského podniku ve vyšších polohách při zaměření na produkci bioenergie**

Vedoucí diplomové práce:

Prof. Ing. Ladislav Kolář, DrSc.

Konzultant diplomové práce:

Ing. Marie Šindelářová, CSc.

Autor diplomové práce:

Michal Šimek

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Katedra agroekologie
Akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal ŠIMEK**
Studijní program: **M4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Všeobecné zemědělství - sp. ekol. a alt. systémy hospodaření**
Název tématu: **Systémová analýza zvoleného zemědělského podniku ve vyšších polohách při zaměření na produkci bioenergie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Ve zvoleném zemědělském podniku ve vyšších polohách jihočeského regionu budou získány podklady pro analýzu vnitřní struktury zemědělské soustavy, a to zejména plochy sklizně a výnosy plodin, spotřeba minerálních hnojiv, stavy skotu podle jednotlivých kategorií. Údaje budou zjištěny za delší časovou řadu (dle možnosti 7 - 10 let). Z těchto podkladů budou vypočteny parametry vnitřní struktury zemědělské soustavy a vyhodnocen jejich průběh v čase, případně vzájemné závislosti.

Na základě provedené analýzy bude vypracován návrh - výpočet vnitřní struktury zemědělské soustavy při zaměření na produkci bioenergie (bioplyn, obiloviny na výrobu etanolu, řepka jako energetická plodina). Výpočet bude proveden s použitím metody uhlíkové bilance. Budou vyjádřeny limity pro produkci bioenergie ve zvoleném zemědělském podniku. Podrobná metodika bude dohodnuta s vedoucím práce.

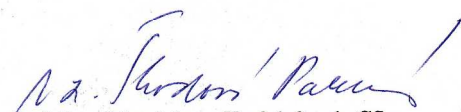
Rozsah práce: 40 - 60 stran
Rozsah příloh: cca 10 grafů a map
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

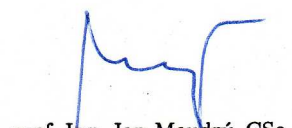
- Kára J.: Motorová paliva z biomasy v České republice. Zeměd. Inform., Praha, ÚZPI, 2001, č. 25, 40 s.
Křepelka V.: Využití bioetanolu jako paliva v zemědělství. Stud. Inform., Ř. Zeměd. Techn. a Stavby, Praha, ÚZPI, 1997, č. 4, 37 s.
Kudrna K.: Zemědělské systémové inženýrství, jeho cíle, metody a uplatnění v zemědělských soustavách. Centrum pro zemědělské soustavy, Neuměřice, 1996, 56 s.
Kudrna K., Šindelářová M.: K problému uzavřené zemědělské soustavy na energetickém principu. Coll. Sci. Pap., Fac. Agric. Č. Budějovice, Ser. Crop. Sci., 17, 2000 (2): 121-129.
Šoch M.: Agroenergetika a její zapojení do výuky na FŽP Ústí nad Labem. Výroba a využití bioplynu. ZF JU České Budějovice, 1996, 58 s.
Váňa J., Slejška A.: Bioplyn z rostlinné biomasy. Stud. Inform., Ř. Rostl. Vyr., Praha, ÚVTI, 1998, č. 5, 41 s.

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Ladislav Kolář, DrSc.
Katedra agroekologie
Konzultant diplomové práce: Ing. Marie Šindelářová, CSc.
Katedra agroekologie
Datum zadání diplomové práce: 1. března 2006
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2008

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Magdalena Hrabánková, CSc.
děkanka

L.S.


prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 1. března 2006

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v úpravě vniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

.....

V Českých Budějovicích dne 28. dubna 2008

Poděkování:

Na tomto místě bych chtěl poděkovat všem, kteří mi byli nápomocni při řešení mé diplomové práce. Především však děkuji své konzultantce diplomové práce paní Ing. Marii Šindelářové, CSc. za metodické vedení, pomoc a cenné rady při zpracování diplomové práce. Dále děkuji paní Marii Vackové za ochotu při poskytování podkladů pro mou diplomovou práci.

Abstrakt

Pro zvolený zemědělský podnik Zemědělské družstvo Slapy u Tábora jež hospodaří v Jihočeském kraji nedaleko města Tábor, byla vypracována analýza vnitřní struktury zemědělské soustavy za časovou řadu 1996 – 2006. Byly použity údaje o sklizňových plochách, výnosech plodin, spotřebě minerálních hnojiv a stavech skotu. Na základě provedené analýzy pomocí metody uhlíkové bilance byly navrženy varianty vnitřní struktury zaměřené na produkci bioenergie: obilí pro výrobu bioetanolu, řepky pro výrobu bionafty, na bioplyn. Jako nejvhodnější se jeví varianta na produkci etanolu.

Klíčová slova: zemědělská soustava, bioenergie, metoda uhlíkové bilance

Chosen agricultural enterprise Agricultural Cooperative Slapy u Tábora farms in the South Bohemia Region near the Tábor city. Analysis of inner structure of this farm was worked out for the period 1996 – 2006. Harvest area and yield of individual crops, mineral fertilizer consumption and cattle stock have been used for the analysis. On the basis of performed analysis, variants of inner structure have been calculated, aimed on production of bioenergy: cereals for bioethanol production, raps for biodiesel production, biogas. From aspect of energetic gain, the variant for bioethanol production was evaluated as optimal.

Keywords: agricultural system, bioenergy, carbon balance method

Použité symboly a označení:

C bilance – uhlíková bilance

C_2^P – Planckova konstanta – přepočítání sušiny jednoletých píceň, víceletých píceň a drnového fondu na objem zrna obilovin ($C_2^P = 1,4388$)

DJ – dobytčí jednotka (500 kg)

ETA 0 – hmota jednoletých píceň na jednotku hlavních uhlíkatých zdrojů

ETA 2 – poměr zrna k uhlíkatým zdrojům

ETBE - Ethylterc-butyl-éter

hz – hustota skotu [DJ.ha⁻¹]

kn – krmná norma [t.DJ⁻¹.rok⁻¹]

i – indexy jednotlivých plodin a skupin plodin:

0 – jednoleté píceň

1 – víceleté píceň

2 – obilniny

2_z – zrno obilnin

2_{sl} – sláma obilnin

3 – brambory

4 – louky

5 – řepka, hořčice, mák

6 – hrách, lupina

7 – trávy na semeno

ri – rizomy

MEŘO – metylester řepkového oleje

Nh – nadmořská výška

OMEGA 2 – potřeba aktivního uhlíku na produkci zrna obilovin

Por – plocha orné půdy [ha]

Pz – plocha zemědělské půdy [ha]

Y_i – výnos plodiny [t.ha⁻¹]

Y_{si} – výnos suché hmoty plodiny [t.ha⁻¹]

ΣY_{si} – objem sklizně suché hmoty plodiny [t]

ΣY_s – objem sklizně suché hmoty všech plodin [t]

ΣC_k – aktivní uhlík pro konverzi polygastrických zvířat [t]

ZS – zemědělská soustava

ΣZ – stavy zvířat DJ

ζ_2 – parametr vyjadřuje poměr zdrojů a spotřebitelů uhlíku pro strukturu

$$(Y_{S_{(1+4)}} P_{(1+4)}) \leftrightarrow (Y_{S_2} P_2)$$

ζ_3 - parametr vyjadřuje poměr zdrojů a spotřebitelů uhlíku pro strukturu

$$(Y_{S_{(1+4)}} P_{(1+4)} + Y_{S_2} P_2) \leftrightarrow (Y_{S_3} P_3)$$

k_{1-4} – přepočítací koeficienty pro jednotlivé plodiny

$$k_1 = 1,00$$

$$k_2 = 0,75$$

$$k_4 = 0,50$$

OBSAH

1. ÚVOD	10
2. LITERÁRNÍ ČÁST.....	11
2.1. Systémový přístup a systémová analýza.....	11
2.2. Zemědělské systémové inženýrství.....	11
2.3. Teorie zemědělské soustavy.....	12
2.4. Klíčové parametry stavu zemědělské soustavy.....	13
2.4.1. Struktura zemědělské soustavy.....	13
2.4.2. Rovnováha zemědělské soustavy a její stabilita.....	17
2.4.3. Analýza výrobního území zemědělské soustavy.....	17
2.5. Metoda analýzy vnitřních vztahů v zemědělské soustavě.....	20
2.5.1. Stanovení optimální struktury zemědělské soustavy.....	21
2.5.2. Normální stav zemědělské soustavy.....	21
2.5.3. Metoda uhlíkové bilance.....	23
2.6. Obnovitelné zdroje energie – biomasa.....	24
2.6.1. Bioetanol.....	26
2.6.1.1. Technologie výroby a požadavky na kvalitu suroviny.....	27
2.6.1.2. Využití bioetanolu.....	28
2.6.1.3. Výhody a nevýhody použití etanolu jako alternativního paliva.....	29
2.6.2. Bionafta.....	29
2.6.2.1. Výroba MEŘO.....	31
2.6.3. Bioplyn.....	31
2.6.3.1. Složení a vlastnosti bioplynu.....	32
2.6.3.2. Materiály vhodné pro výrobu bioplynu.....	33
2.6.3.3. Anaerobní fermentace.....	34
2.6.3.4. Provozně technologická zařízení pro anaerobní fermentaci.....	37
2.6.3.5. Možnosti využití bioplynu.....	38
3. METODIKA.....	39

3.1. Podklady pro analýzu a návrh vnitřní struktury.....	39
3.1.1. Plochy sklizně a výnosy plodin.....	39
3.1.2. Stavy skotu.....	40
3.1.3. Spotřeba minerálních hnojiv.....	41
3.2. Dekompozice struktury zemědělské soustavy metodou uhlíkové bilance.....	41
3.3. Výpočet parametrů zemědělské soustavy.....	42
3.4. Výpočet normální struktury ZS.....	43
3.5. Výpočet jednotlivých návrhů s energetickým zaměřením.....	45
3.6. Energetické parametry.....	46
4. VLASTNÍ PRÁCE.....	47
4.1. Charakteristika podniku.....	47
4.2. Přírodní podmínky.....	48
4.3. Analýza vnitřní struktury Zemědělského družstva Slapy u Tábora, 1996 – 2006.....	50
4.3.1. Dekompozice původní struktury zemědělské soustavy.....	50
4.3.2. Normální struktura ZS – ZD Slapy u Tábora 1996 – 2006.....	52
4.4. Návrh struktury ZS – ZD Slapy u Tábora varianta 1 – základní.....	59
4.5. Návrh struktury ZS-ZD Slapy – var. 1a – zaměření na obiloviny....	64
4.6. Návrh struktury ZS-ZD Slapy – var. 1b – zaměření na řepku.....	65
4.7. Návrh struktury ZS-ZD Slapy – var. 2 – zaměření na bioplyn.....	67
4.8. Grafické vyhodnocení aktivního uhlíku v půdě.....	72
4.9. Výpočet potřeby krmného obilí $\sum Y_{2z}$ pro skot na 1 DJ – podle údajů z podniku.....	72
4.10. Výpočet produkce bioenergie v navržených variantách struktury ZS.....	73
5. DISKUSE.....	75
6. ZÁVĚR.....	77
7. POUŽITÁ LITERATURA.....	79



1. Úvod

Jedním z nejstarších odvětví lidské činnosti je zemědělství. Jeho vznik lze datovat do doby před více než 10 000 lety do oblasti Blízkého východu. Za celou dobu své existence prošlo řadou radikálních změn, které ho formovaly do podoby, jak ho známe dnes.

Dnes již zemědělství nemá za úkol jen vyprodukovat dostatek potravin pro obyvatelstvo, ale je na ně kladena řada dalších požadavků. To znamená, že kromě funkce produkční je tu také řada funkcí mimoprodukčních, jako ochrana a zlepšování životního prostředí, zachování kulturní krajiny a také zajištění zaměstnanosti na venkově a rozvoj venkova.

Je třeba si také uvědomit, že zemědělství je jako jedna z mála lidských činností zcela závislé na přírodě. Při své činnosti využívá přírodní zdroje, především však půdu a vodu. Tímto působí na krajinu, kterou tak ovlivňuje, formuje a utváří. Je proto důležité, aby byly tyto přírodní zdroje využívány racionálním způsobem tak, aby byla udržena ekologická stabilita krajiny. Tímto se rozumí šetrné hospodaření na půdě, ochrana a zlepšování půdního fondu a také šetrné využívání přírodních zdrojů v souladu s podmínkami, ale také možnostmi konkrétní lokality a respektování funkcí krajiny.

V zemědělské soustavě by měl být zajištěn uzavřený a vyrovnaný koloběh látek a energií, aby nedocházelo k degradaci a devastaci krajiny jako celku.

Metodou, jež umožňuje zemědělské využití krajiny, ale zároveň respektuje její přirozenou funkci, je metoda uhlíkové bilance. Autorem je Prof. Ing. Karel Kudrna, DrSc. Tato metoda umožňuje projektovat struktury specializovaných soustav s plánovanou výrobou, respektující podmínky dané lokality a umožňuje maximální zatížení kulturami spotřebitelů uhlíku.

Cílem mé práce je analyzovat pomocí uhlíkové bilance vnitřní strukturu Zemědělského družstva Slapy u Tábora. Podkladem pro analýzu vnitřní struktury zemědělské soustavy jsou plochy sklizně a výnosy plodin, stavy skotu a spotřeba minerálních hnojiv. To vše za časovou řadu let 1996 až 2006. Na základě provedené analýzy budou za využití metody uhlíkové bilance vypracovány návrhy zaměřené na produkci bioenergie, a to na produkci obilovin pro výrobu bioetanolu, řepky pro výrobu oleje a na produkci bioplynu z odpadů z chovu skotu.

2. Literární část

2.1. Systémový přístup a systémová analýza

Systémový přístup je základem systémové analýzy. Systémovým přístupem k problému nazýváme způsob logického myšlení, jehož základem je logická úvaha, intuice, korekce všech závěrů, využití zkušeností. Jevy jsou chápány komplexně v jejich vnitřních i vnějších souvislostech.

Systémová analýza v principu představuje kvalitativní a kvantitativní analýzu zemědělských soustav, zejména pak v oblasti jejich navrhování, při změnách jejich parametrů vzhledem k vnějším i vnitřním podmínkám prostředí nebo v oblasti transformace hmoty a energie.

Souhrn systémových metod práce byl obecně nazván systémovým inženýrstvím, v oblasti zemědělských soustav jej pak nazýváme zemědělským systémovým inženýrstvím (KUDRNA, 1985).

2.2. Zemědělské systémové inženýrství

Zemědělské systémové inženýrství vzniklo na základě dlouhodobých analýz vývoje světového zemědělství, lesního hospodářství a energetiky, tedy odvětví, na něž je položen největší požadavek pro zabezpečení existence lidstva při téměř exponenciálním růstu jeho počtu.

Rostoucí demografická křivka je také příčinou toho, že zemědělskou výrobu nelze omezit, že se nelze vrátit zpět ani v technologiích ani ve stupni intenzity výroby, že je však nutno hledat nové, nekonvenční cesty k zabezpečení všech existenčních požadavků lidstva.

Systémové analýzy vývoje zemědělství prokázaly, že další vývoj zemědělských soustav nutno odvinout od základního parametru – hustoty obyvatel při extrémně rostoucí demografické křivce a všech důsledků, které tato situace přináší. Závažná je právě skutečnost, že již dnes je stav ve výživě obyvatel planety neutěšený: čtvrtina obyvatel žije v absolutním nadbytku a dvě třetiny nemá dostatek potravin.

Proto logické řešení nespočívá v tom, aby se odstranil současný nedostatek potravin, nýbrž v tom, že při tomto nepříznivém stavu bude nutno několikanásobně zvýšit výrobu jen proto, že v důsledku ztráty půdy urbanizací, katastrofami aj. klesá plocha orných půd.

Systemové analýzy ukazují, že situaci nelze řešit ani soustavným zvyšováním výkonnosti polních plodin, protože současně s tím klesá stabilita celé soustavy vyžadující další vklady minerálních živin.

Zde již nestačíme s metodikou klasických věd, třídění, popisu, experimentu a výkladu. Zde musí být uplatněna analýza vztahů, systémový přístup k řešení celého zemědělství (KUDRNA, 1996).

Vlastní název – systémové inženýrství – vznikl z anglického “ Systems engineering a growing concept “, definovaného jako “ širokou oblast ignorující hranice, které rozdělují různé akademické disciplíny a oddělují vědu od inženýrské práce “.

Systemové inženýrství je podle KUDRNY (1996) mnohostranné a zahrnuje:

1. Oblast činnosti, jež se oddělila od tradiční inženýrské praxe a zaměřila se na cílevědomé řízení a organizaci procesů vytváření, vývoje a využití složitých inženýrských soustav.
2. Oblast vědeckého poznání – jako komplexní vědeckou disciplínu, která spojuje metody analýzy a inženýrské činnosti, postupy projektování, využití matematických, technických, přírodovědných a společenských disciplin, které budou při řešení a projektování složitých dynamických soustav využity.

2.3. Teorie zemědělské soustavy

Zemědělská soustava představuje umělou, ekologickou, složitou dynamickou soustavu, tedy soustavu vytvořenou člověkem v biosféře krajinného prostoru (KUDRNA, 1996).

Je definována jako soubor vzájemně na sobě závislých a vzájemně se podmiňujících prvků, procesů, prostředků a zařízení, racionálně uspořádaných, řízených a regulovaných v prostoru a čase za účelem dosažení optimální kvantitativní a kvalitativní úrovně výroby organické hmoty (KUDRNA, 1985).

Klíčovým a rozhodujícím vztahem je vztah slunečního záření, rostlinných a mikrobiálních společenstev, jehož základní funkcí je akumulace organické hmoty – chemické energie. Ostatní podsoustavy jsou již transformátory akumulované energie (KUDRNA, 1996).

2.4. Klíčové parametry stavu zemědělské soustavy

Klíčovými parametry stavu zemědělské soustavy jsou:

1. Struktura soustavy
2. Rovnováha soustavy

2.4.1. Struktura zemědělské soustavy

Struktura zemědělské soustavy je charakteristickou veličinou jejího stavu proto, že určuje všechny další parametry stavů a procesů v biologické, technické a ekonomické oblasti.

Členění struktury soustavy:

- Vnější (základní) struktura je charakterizována jako prostorové uspořádání jednotlivých dílčích soustav (podsoustav) z hlediska vzájemných vazeb prvků zemědělské soustavy a krajinného prostoru. Vnější struktura zemědělské soustavy je předpokladem pro strukturu vnitřní.
- Vnitřní struktura je pak definována jako prostorové a časové uspořádání jednotlivých prvků uvnitř jednotlivých podsoustav (druhy zvířat, druhy a odrůdy polních plodin apod.)

Základní struktura zemědělské soustavy je určena třemi podsoustavami, jež mají funkci transformačních soustav:

- Soustava rostlinných společenstev transformuje kinetickou energii slunečního záření v energii potenciální – organickou glycidobílkovinnou hmotu.
- Soustava hospodářských zvířat transformuje glycidobílkovinnou hmotu z 1. transformační soustavy jednak v kvalitnější živočišnou bílkovinu, jednak ji zčásti ve formě uhlíkatých látek vrací do půdy; její funkce záleží v rozdělení glycidobílkovinné (uhlíkatodusíkaté) hmoty na původní složky.
- Soustavy mikrobiálních společenstev resyntetizuje uhlíkatou a z části dusíkatou hmotu z 1. a 2. transformační soustavy a dokončuje cyklický oběh uhlíku.

V podstatě jde ve všech soustavách o přenos a transformaci energií – od transformace kinetické energie slunečního záření v potenciální energii – uhlíkatodusíkatou hmotu, přes její zpětnou transformaci v žaludku polygastrických

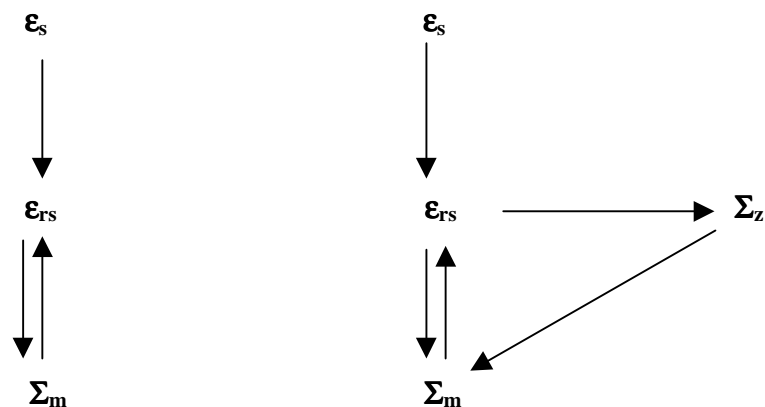
zvířat až k resyntéze a uvolnění uhlíkaté hmoty v půdě. K těmto transformačním procesům, v nichž rozhodující postavení má uhlík, je potřeba různých prostředků. K tomu, aby se mohly transformace realizovat, musí být zcela určité prostředí – podmínky biosféry krajinného prostoru (KUDRNA, 1985).

Rozeznáváme tři prvky – konzervativní, progresivní a reliktové.

1. Konzervativní prvky jsou geografická pásma, geologickopetrologický substrát a nadmořská výška.
2. Progresivními prvky označujeme energii klimatu, vklad práce člověka a příkon energie.
3. Reliktové prvky jsou takové, které vznikly působením progresivních prvků na prvky konzervativní; do této skupiny náleží půda.

Všechny uvedené podmínky biosféry musí být časově i prostorově uspořádány tak, aby odpovídaly maximální účinnosti jednotlivých transformačních soustav, má-li být splněna podmínka optimální kvantitativní úrovně a kvalitativní úrovně zemědělské výroby (KUDRNA, 1985).

Obrázek 1: Schéma vazeb v bioenergetické soustavě (vlevo) a v zemědělské soustavě (vpravo) (KUDRNA, 1985)

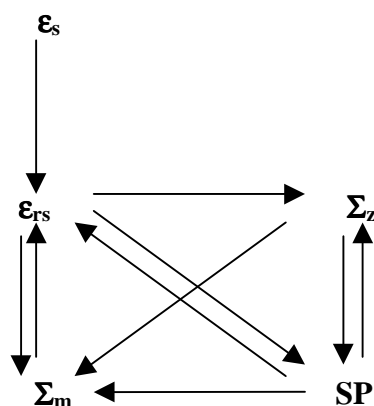


ϵ_s – energie slunečního záření
 ϵ_{rs} – energie rostlinných společenstev
 Σ_m – energie mikrobiálních společenstev
 Σ_z – celkový počet zvířat

Klíčovým a rozhodujícím vztahem je bioenergetická soustava. Ostatní podsoustavy jsou již transformátory akumulované energie (KUDRNA, 1996).

Značná část hmoty odchází za hranice zemědělské soustavy, kde je spotřebována jednak jako surovina pro potravinářský průmysl, tak i jako surovina pro průmyslové zpracování vůbec. Tato část hmoty je nevratná a zpět do soustavy se nevrátí. Proto ta část, jež je pro život rostlin nezbytná (biogenní prvky a některé stopové prvky, jež s organickou hmotou odcházejí) a je trvale odebrána ze substrátu půdy, musí být nahrazena, čehož je docíleno pomocí soustavy průmyslové. A právě zde vzniká zcela zvláštní typ výrobní soustavy – soustava zemědělskopřůmyslová.

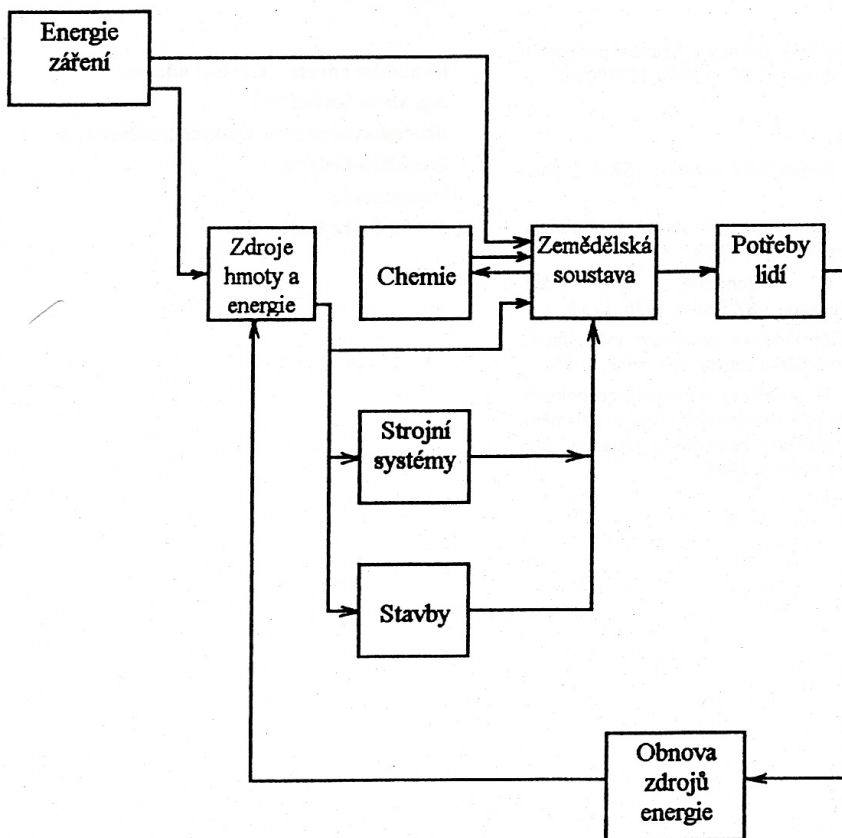
Obrázek 2: Schéma vazeb v zemědělskopřůmyslové soustavě (KUDRNA, 1985)



SP – soustava průmyslová

Soustava musí být vybavena příslušnými stroji a stavebními technologiemi. Tomuto požadavku musí odpovídat i vnitřní struktura zemědělské soustavy, v níž se uplatní plodiny energetické povahy, aniž by došlo k porušení C-bilance jako základního faktoru určujícího rovnováhu mezi zdroji a spotřebiteli uhlíku. Množství uhlíku ve struktuře zemědělské soustavy musí rovněž vykompenzovat transformaci části odpadových hmot v soustavě ještě před jejich návratem do půdy, aby z nich byla uvolněna energie v soustavě znovu využitelná, a která z velké části může nahradit příkon vnější energie (paliv, elektřiny, plynu). Tak v zemědělské soustavě vzniká uzavřený okruh – zpětná kompenzační vazba, již můžeme vyjádřit v agregátovém schématu zemědělské soustavy (KUDRNA, ŠINDELÁŘOVÁ, 2000).

Obrázek 3: Agregátové schéma energetického obvodu zemědělské soustavy (KUDRNA, 1979, 1985)



Tato zpětná vazba je cyklická, podstatně soustavu energeticky uzavírá a zvyšuje stupeň její invariance. Má-li být tato vazba funkční, musí být v soustavě zvláštní agregát na „Obnovu zdrojů energie“. Jeho obsah představují:

1. technologie, jež umožní využít část odpadových hmot v zemědělské soustavě a transformovat ji na využitelnou energii
2. změna vnitřní struktury zemědělské soustavy zařazením energetických plodin, ze kterých lze uvolnit a racionálně využít energii v soustavě
3. zařízení pro transformaci části produkce (obilí, brambory apod.) na energeticky bohaté látky sloužící jako pohonné hmoty
4. technologie, jež umožní návrat biogenních prvků do soustavy a odstraní ztráty (KUDRNA, ŠINDELÁŘOVÁ, 2000).

2.4.2. Rovnováha zemědělské soustavy a její stabilita

Rovnovážný stav zemědělské soustavy nastává tehdy, když vstupní a výstupní vektory jsou konstantní a stav soustavy v čase se nemění. Rovnovážný stav zemědělské soustavy je spojen s vratnými a cyklickými procesy, které v ní probíhají. Proto rovnovážný stav charakterizuje stabilitu zemědělské soustavy, je jejím parametrem.

Mohou nastat dva druhy rovnovážných stavů:

1. stálý rovnovážný stav – prakticky v zemědělské soustavě neexistuje. Vznikl by tehdy, kdyby soustava vůbec nevykazovala žádných změn, kdyby nebylo žádného příkonu energie a kdyby neexistovaly žádné transformace.
2. nestálý, posuvný (dynamický) rovnovážný stav – vzniká neustálým porušováním stálé rovnováhy příkonem energie a vkladem práce.

Stabilita zemědělské soustavy je definována jako její stav, při němž odchylky od stavu rovnováhy vyjádřené trendem růstu suché hmoty všech plodin spějí v průběhu času k nule.

Aby zemědělská soustava byla stabilní, musí mít alespoň jednu zpětnou vazbu o zcela určitých vlastnostech. Zpětné vazby musí být takové, aby přiváděly do půdy hmotu, jež je s to zabezpečit příslušné transformace. Funkce takových vazeb tedy spočívá v tom, že musí oslabit změny stavů vstupu těch aktivních prvků, jež vyvolávají odchylky soustavy od stavu rovnováhy. Tyto zpětné vazby nazýváme kompenzačními zpětnými vazbami, či stabilizátory nebo regulátory soustavy.

Pojem rovnováhy a stability soustavy souvisí s problémem tzv. ideální zemědělské soustavy. Ideální stav soustavy nastává, když veškerá hmota v zemědělské soustavě je transformována soustavou polygastrických zvířat a mikrobiálními společenstvy a hmota odcházející za hranice zemědělské soustavy je transformována tak, že se všechna vrací do struktury soustavy. Soustava je tak prakticky uzavřena (KUDRNA, 1985).

2.4.3. Analýza výrobního území zemědělské soustavy

Analýza výrobního území zemědělské soustavy obsahuje systémovou analýzu konzervativních, progresivních a reliktových prvků. Podstata systémové analýzy spočívá ve vyhodnocení vztahů mezi jednotlivými prvky či podsoustavami (analýza dílčích soustav), nikoli v popisu vlastností každého prvku.

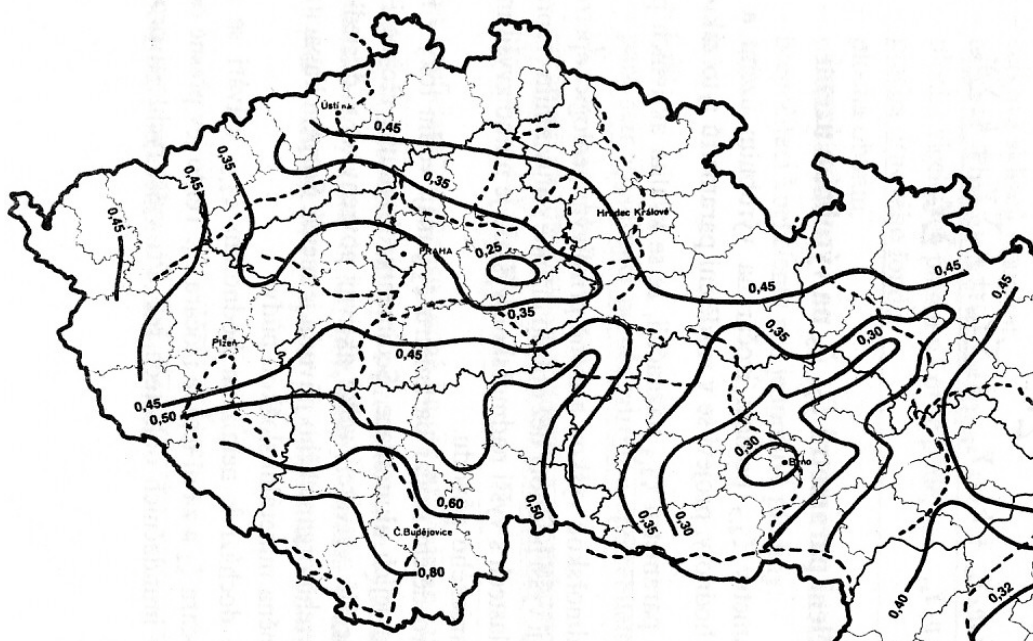
1. Konzervativní prvky v krajinném prostoru se nejméně mění. Jejich změna vyžaduje velký vklad práce, a proto determinují strukturu zemědělské soustavy. Geologicko-petrografický substrát půd, geomorfologie (reliéf) území a nadmořská výška jsou typickými představiteli konzervativních prvků výrobního území zemědělské soustavy, jež určují její klíčový parametr – strukturu a podstatně působí na její členění v krajinném prostoru.
2. Progresivní prvky jsou nejméně stabilní, měnlivé. Jejich úloha spočívá v neustálém působení na prvky konzervativní. Představiteli jsou meteorologické prvky (určující klima jako srážky, teplota aj.), rostlinná a živočišná společenstva, mikrobiální společenstva a práce člověka, vklad energie apod.
3. Reliktovými nazýváme takové prvky, které vznikly jako výsledek působení prvků progresivních na konzervativní. Jejich představitelem v zemědělské soustavě je půda, jež vznikla transformací konzervativního prvku – geologicko-petrografického substrátu – působením klimatu, rostlin a vkladu práce. Reliktové prvky tudíž charakterizují stávající stav vývoje krajinného prostoru; poznáme-li mechanismus změny tohoto stavu v kontextu vývoje celého systému, lze stanovit prognózu dalšího vývoje těchto změn (KUDRNA, 1985).

Parametry $\zeta_{2,3}$ charakterizují strukturu zemědělské soustavy:

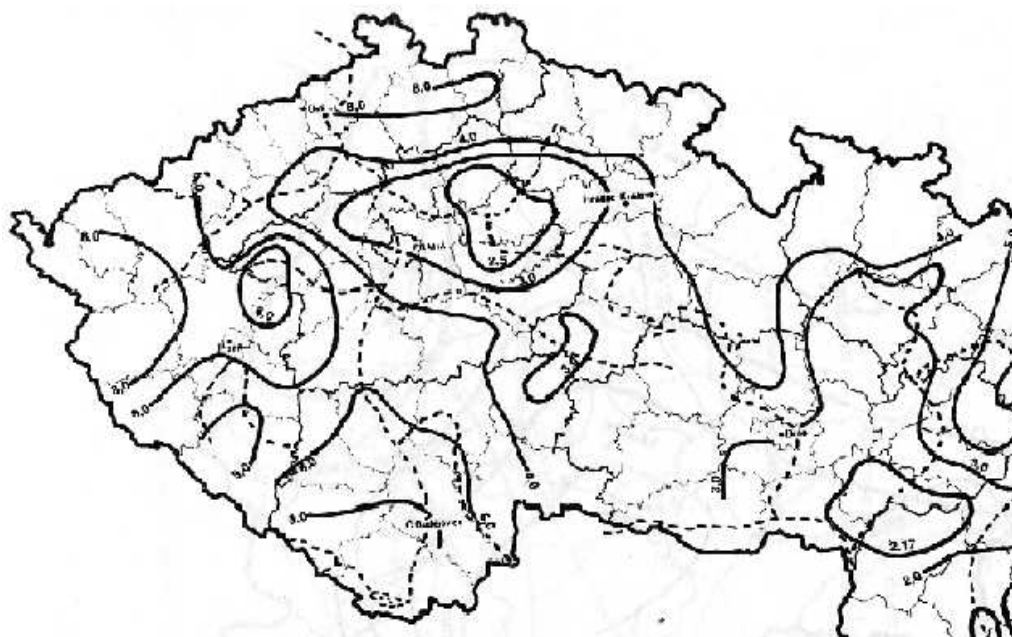
$$\zeta_2 = \frac{k_1 p_1 Y_{S1} + k_4 p_4 Y_{S4}}{p_2 Y_{S2}} = \frac{k_1 \Sigma Y_{S1} + k_4 \Sigma Y_{S4}}{\Sigma Y_{S2}}$$

$$\zeta_3 = \frac{k_1 p_1 Y_{S1} + k_4 p_4 Y_{S4} + k_2 p_2 Y_{S2}}{p_3 Y_{S3}} = \frac{k_1 \Sigma Y_{S1} + k_4 \Sigma Y_{S4} + k_2 \Sigma Y_{S2}}{\Sigma Y_{S3}}$$

Obrázek 4: Mapa izočar ζ_2 na území ČR (KUDRNA, 1985)



Obrázek 5: Mapa izočar ζ_3 na území ČR (KUDRNA, 1985)



Vyhodnotíme-li parametry $\zeta_{2,3}$ pomocí izočar na výrobním území, a jestliže interpolujeme nalezené hodnoty, projeví se v rozdělení parametrů tyto zákonitosti:

1. Rostoucí hodnoty parametrů $\zeta_{2,3}$ naznačují, že se kvalita aktivních povrchů zhoršuje.

2. Oblasti s vyšší nadmořskou výškou a méně příznivým geologickopetrografickým substrátem vykazují vyšší hodnoty než oblasti nížinné s aluviálním či sprašovým substrátem. Proto v oblastech s vyšší nadmořskou výškou je nutno zvýšit množství aktivních povrchů organického původu.
3. Zvláštní úlohu v rozdělení izochar parametrů $\zeta_{2,3}$ mají vodní toky z hlediska transportu sedimentů a jejich akumulace. Sedimenty obsahující zřejmě i značné množství jílových minerálů vytvářejí velké aktivní povrchy, a v důsledku toho i potřeba aktivních povrchů organického původu je menší. Sorpční kapacita těchto půd je podstatně ovlivněna minerální složkou půdy.
4. V oblastech, kde dochází k nejnižším hodnotám $\zeta_{2,3}$, vytváří se nejdříve ve směru toku řeky izočára ζ_2 a za ní teprve izočára ζ_3 . Tento jev přesně odpovídá i vývoji sedimentace v inundačních oblastech řek. Při vyšší rychlosti proudu vyběžených vod nejdříve sedimentují hrubší a postupně pak se zpomalující rychlostí sedimenty jemnější. První odpovídají optimálním podmínkám obilnin, druhé optimálním podmínkám cukrovky.
5. Všechny izočary parametrů $\zeta_{2,3}$ směřují kolmo na směry vodních toků a jejich hodnoty stoupají s nadmořskou výškou proti směru vodního toku.

Proto parametry $\zeta_{2,3}$ jsou veličinami, jež umožňují charakterizovat vzájemný zákonitý vztah struktury zemědělské soustavy ke konzervativním prvkům krajinného prostoru. Označíme-li konzervativní prvky – geologickopetrografický substrát G_{ps} a nadmořskou výškou N_h , pak uvedený proces představuje analýzu soustavy $\zeta_{2,3} \leftrightarrow (G_{ps}, N_h)$ (KUDRNA, 1985).

2.5. Metoda analýzy vnitřních vztahů v zemědělské soustavě

Pro projektování optimální struktury zemědělských soustav je nutné provést analýzu vnitřních vztahů, tj. vzájemných vztahů mezi vnitřními prvky soustavy a vyšetřit průběh jejich funkcí. Analýza těchto vztahů v čase je analýzou funkce zpětných vazeb či cyklických kompenzačních vazeb v zemědělské soustavě, jež jsou předpokladem její činnosti a stability.

Vnitřní vazby v zemědělské soustavě determinují způsob její činnosti a její stabilní stav. Proto je nutno najít takové měřitelné příznaky, jimiž by bylo možno vyjádřit vztahy charakterizující způsob činnosti a stavy jednotlivých podsoustav, a to:

1. zpětnou kompenzační vazbu $\epsilon_{rs} \leftrightarrow \epsilon_p$
2. vazbu $\epsilon_{rs} \rightarrow \Sigma_z$
3. cyklickou kompenzační vazbu $\epsilon_{rs} \rightarrow \Sigma_z \rightarrow \epsilon_p \rightarrow \epsilon_{rs}$ (KUDRNA, 1985)

2.5.1. Stanovení optimální struktury zemědělské soustavy

Princip výpočtu spočívá ve vyhodnocení parametrů $\zeta_{2,3}$ stávající soustavy a ve vyhodnocení potřeby zdrojů glycidobílkovinných krmiv pro jediný zadaný parametr – hustota zvířat h_z (skotu). Soustavu počítáme za předpokladu, že všechny vztahy mezi podsoustavami a jejich prvky jsou v rovnováze a jejich vývoj je lineární.

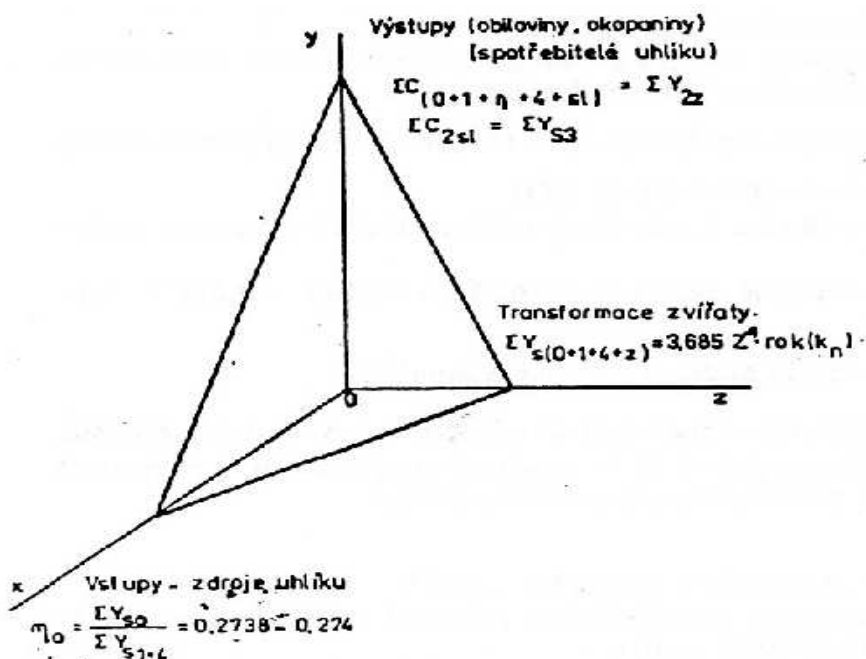
Parametry ζ_2 a ζ_3 charakterizují skutečný výchozí stav struktury zemědělské soustavy, jež odpovídá konzervativním prvkům krajinného prostoru. Proto v daném časovém intervalu představují určitou konstantu, jejíž hodnota se změní až po stabilizaci nových zdrojů uhlíku na daném geologickopetrografickém substrátu půdy. Zvýšíme-li proto úroveň uhlíkatých zdrojů tím, že zvýšíme hustotu skotu, pak hustota skotu parametry $\zeta_{2,3}$ okamžitě nezmění, zůstane stejná a budeme s ní počítat jako s konstantou, která umožňuje vyjádřit, jak se změní v důsledku zvýšení uhlíkatých zdrojů při stávající stabilitě soustavy výnosy spotřebitelů, tj. obilnin a okopanin.

Pomocí této konstanty počítáme předpokládané a možné zvýšení výnosů spotřebitelů uhlíku za předpokladu, že současně bude zvýšena i druhá složka bioenergetického potenciálu půdy – množství minerálních látek na zvětšených aktivních površích (KUDRNA, 1985).

2.5.2. Normální stav zemědělské soustavy

Normální stav zemědělské soustavy je charakterizován jako nejmenší soubor proměnných, které zcela určují její chování – činnost v biosféře krajinného prostoru. Normální stav ZS je vyjádřen třemi na sobě závislými veličinami, jež zcela charakterizují její činnost (KUDRNA, 1989).

Obrázek 6: Normální stav zemědělské soustavy (KUDRNA, 1989)



Vstupy jsou určeny objemem uhlíkatých hmot – jednoletými (ΣY_{S0}) a víceletými pícninami (ΣY_{S1}), případně pícninami drnového fondu (ΣY_{S4}). Jednoleté pícniny jsou zde představeny kukuřicí a jsou ze systémového hlediska kumulátory, neboť způsobují svými fulvokyselinami v rizosféře intenzivní migraci prvků a při jejich dalším růstu se značně snižuje jejich využití. Proto musí být v přesném poměru s víceletými pícninami, které naopak svými tmavými huminovými kyselinami působí jako stabilizátory minerálních živin a funkce mikrobiálních společenstev (Σm) (KUDRNA, 1989).

Koeficienty účinnosti jednotlivých polních plodin ve vztahu k bioenergetickému potenciálu půdy (ΣC) podle KUDRNY (1985):

1. $Y_{S0} * 0,386$
2. $Y_{S1} * 0,386$ (nadzemní hmota)
3. $Y_{S1k} * 0,360$ (podzemní hmota)
4. $Y_{S2} * 0,065$ (zrno)
5. $Y_{S2sl} * 0,386$ (sláma obilnin)
6. $Y_{S4a} * 0,386$ (píce z luk)

Součin suché hmoty těchto plodin (zdrojů uhlíku) a příslušného koeficientu poskytuje představu o množství aktivních uhlíkatých povrchů v půdě, kterou označíme

ΣC a budeme ji považovat za další charakteristiku bioenergetického potenciálu půdy. ΣC charakterizuje předpoklad mezního výnosu obilnin, jehož lze za dané struktury dosáhnout. Pro dosažení této hodnoty musí být proto uhlík na danou plochu zkoncentrován (KUDRNA, 1985).

2.5.3. Metoda uhlíkové bilance

Prokázalo se, že v každé soustavě platí určitá posloupnost závislostí, která musí být při výpočtu optimální struktury zemědělské soustavy uvážena. Tato posloupnost charakterizuje základní vnitřní strukturu zemědělské soustavy a můžeme ji vyjádřit takto: Akumulace uhlíku v rhizosféře víceletými píceňinami implikuje akumulaci zrna obilnin a akumulace uhlíku obilninami (zrna i slámy) implikuje akumulaci suché hmoty spotřebitelů uhlíku – cukrovky a brambor.

Z uvedeného je patrné, že další přívod uhlíkaté hmoty do soustavy (např. zvýšení přívodu uhlíku z organických hnojiv, z pícnin drnového fondu a odpovídajícím zvýšením stavů skotu) vede ke stabilizaci soustavy.

Na tomto principu byla odvozena metoda uhlíkové bilance v zemědělské soustavě, jež umožňuje vyhodnotit stupeň rovnováhy zemědělské soustavy, vypočítat její optimální strukturu při změně zastoupení spotřebitelů uhlíku a determinovat i stav jejího maximálního zatížení. Metoda uhlíkové bilance umožňuje soustavně vyhodnocovat všechny odchylky od normálního stavu soustavy. Princip metody spočívá v poznání, že objem aktivního uhlíku vypočítaný pomocí koeficientů je roven objemu suché hmoty bulev cukrovky nebo hlíz brambor a objemu suché hmoty víceletých pícnin na orné půdě (KUDRNA, 1985).

Metoda uhlíkové bilance poskytuje možnosti nejen předpokladu výroby, nýbrž i jejího prognózování a stanovení všech odchylek od normálního stavu soustavy. V souvislosti s tím však musíme uvážit ještě korekci na vlivy způsobené negativními zpětnými vazbami v zemědělské soustavě, na vlivy způsobené porušením struktury soustavy, které již překročily stav maximálního zatížení, na vlivy vzniklé porušením cyklických a zpětných kompenzačních vazeb apod. Proto vyhodnocujeme ještě koeficienty, které charakterizují skutečnou činnost zemědělské soustavy. Odvozujeme je ze součtových čar akumulace uhlíku a příslušného výnosu v časovém intervalu 5-7 let jako poměr derivací těchto čar. Protože derivace představují rychlost přírůstku uhlíku v suché hmotě plodiny, dostáváme z jejich poměru změnu rychlosti přírůstku obou

veličin v daném časovém intervalu a tím i skutečnou účinnost soustavy (KUDRNA, 1979).

2.6. Obnovitelné zdroje energie - biomasa

Obnovitelné zdroje energie jsou přírodní zdroje, které se neustále obnovují. Hlavním zdrojem přímé i nepřímé obnovitelné energie je slunce. Mezi obnovitelné zdroje patří přímá energie slunečního záření, energie vodních toků, energie větru, energie vnějšího prostředí, energie biomasy, v malé míře energie termálních vod a odpadová rekuperace včetně části získané tepelnými čerpadly. Specifikem zemědělství je zpracování exkrementů hospodářských zvířat na bioplyn, spalování dřeva a slámy pro energetické účely a zpětné využití biologického tepla z odvětraného stájového vzduchu. Tyto činnosti je možno posoudit jako obnovitelné i jako druhotné zdroje energie (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998).

Význam využívání obnovitelných zdrojů energie v poslední době zcela nesporně vzrůstá. Biomasa je jedním z nejvýznamnějších obnovitelných energetických zdrojů, neboť má i u nás (i ve světě) největší potenciál (PETŘÍKOVÁ, 2001).

Biomasa je definována jako substance biologického původu (pěstování rostlin v půdě nebo ve vodě, chov živočichů, produkce organického původu, organické odpady) (PASTOREK, KÁRA, JEVIČ, 2004). Slunce je zdrojem veškerého života na Zemi, bez jeho zářivé energie by se nemohla vytvářet organická hmota. Prostřednictvím fotosyntézy se tak energie slunce ukládá jako zásoba do fytomasy rostlin. Pro energetické účely se tudíž sluneční energie transformovaná do biomasy využívá nepřímým způsobem, na rozdíl od přímého využívání sluneční energie např. pomocí slunečních kolektorů nebo fotovoltaických článků. Velká výhoda energetické biomasy však spočívá v tom, že takto "uskladněnou" energii lze využívat v době, kdy ji potřebujeme (PETŘÍKOVÁ, 2001).

Rozdělení biomasy

1. Biomasa záměrně produkovaná k energetickým účelům:

Energetické plodiny lignocelulózové:

- Energetické dřeviny (vrby, topoly, olše, akáty atd.)
- Obiloviny (celé rostliny)

- Travní porosty (např. sloní tráva, chrastice, trvalé travní porosty)
- Ostatní rostliny (konopí seté, čirok, křídlatka, šťovík krmný, sléz topolovka)

Olejnaté:

- Řepka olejná, slunečnice, len, dýně na semeno

Škrobnato-cukernaté:

- Brambory, cukrová řepa, obilí (zrno), topinambur, cukrová třtina, kukuřice

2. Biomasa odpadní:

- Rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny
- Odpady z živočišné výroby
- Komunální organické odpady z venkovských sídel
- Organické odpady z potravinářských a průmyslových výrob
- Odpad z lesního hospodářství

(PASTOREK, 1999)

Přestože existuje více způsobů využití biomasy k energetickým účelům, v praxi převládá ze suchých procesů spalování biomasy, z mokrých procesů výroba bioplynu anaerobní fermentací. Z ostatních způsobů dominuje výroba metylesteru kyselin bioolejů, získávaných v surovém stavu ze semen olejnatých rostlin (PASTOREK, KÁRA, JEVÍČ, 2004).

V současné době se u nás využívá energetická biomasa v rozsahu jen asi 1,5 % z celkových primárních zdrojů energie, kdežto v průměru EU je to cca 6 % a do r. 2010 se má tento podíl téměř zdvojnásobit, až na přibližně 12 % z celkových primárních zdrojů energie (PETŘÍKOVÁ, 2001).

Tab. 1: Způsoby využití biomasy k energetickým účelům (PASTOREK, KÁRA, JEVIČ, 2004)

Typ konverze biomasy	Způsob konverze biomasy	Energetický výstup	Odpadní materiál nebo druhotná surovina
Termochemická konverze (suché procesy)	Spalování	Teplo vázané na nosič	Popeloviny
	Zplyňování	Generátorový plyn	Dehtový olej, uhlíkaté palivo
	Pyrolýza	Generátorový plyn	Dehtový olej, pevné hořlavé zbytky
Biochemická konverze (mokré procesy)	Anaerobní fermentace	Bioplyn	Fermentovaný substrát
	Aerobní fermentace	Teplo vázané na nosič	Fermentovaný substrát
Fyzikálně-chemická konverze	Esterifikace bioolejů	Metylester biooleje	Glycerin

2.6.1. Bioetanol

Bioetanol je termín, používaný v poslední době pro označení kvasného lihu, určeného k palivovým účelům. Výchozí surovinou pro výrobu bioetanolu jsou škrobnaté či cukernaté zemědělské plodiny, které se lihovarnickými postupy zpracovávají na finální produkt (KUNTEOVÁ, 1998).

Nepotravinářské (technické) využití zrna obilovin, v daném případě jeho zpracování v lihovarském průmyslu kvasnou technologií na etanol, přináší pro zemědělský sektor nový směr rostlinné výroby především v marginálních oblastech. Pro tento nový směr byly vybrány ze stávajícího sortimentu ty odrůdy ozimé pšenice a tritikale, které jsou svými technologickými a nutričními parametry vhodné pro výrobu etanolu a pro které byla vypracována podrobná metodika pěstební technologie v marginálních oblastech České republiky, kde jsou velmi nepříznivé podmínky rozvoje zemědělské výroby. Významnou součástí řešení problému se stala také část zabývající se prefinalizační úpravou suroviny – způsoby odstranění obalových vrstev zrna, které jsou balastním materiálem při technologickém postupu výroby etanolu. Výsledky jsou přínosem nejen pro technologii kvasného procesu, ale také pro krmivářskou základnu, která je schopna tyto separované obalové vrstvy zrna spolu s destilačními výpalky, které vznikají v technologickém procesu výroby etanolu jako odpad, využít jako surovinu pro

výrobu nutričně hodnotných krmiv. Dají se také využít v potravních doplňcích pro lidskou výživu (TICHÝ, 2001).

2.6.1.1. Technologie výroby a požadavky na kvalitu suroviny

Výroba etanolu z obilovin zahrnuje v prvním technologickém kroku enzymatickou konverzi škrobu obilného zrna a dále klasickou kvasnou technologii výroby etanolu pomocí kvasinek rodu *Sacharomyces* s konečnou destilační fází. Z technologického postupu je zřejmé, že limitujícím faktorem určujícím vhodnost druhu obiloviny a následně genotypu je obsah škrobu v zrně. Druhým požadavkem je nízký obsah bílkovin v zrně. K výrobě etanolu je třeba, aby zrno mělo tyto parametry:

bílkoviny	max. 11%
škrob v sušině zrna	min. 65%

Nejvhodnějšími obilovinami pro možnou výrobu etanolu jsou ozimá pšenice a tritikale, respektive jejich určité odrůdy. Zrno tritikale a vybraných odrůd pšenice ozimé má vysoký obsah škrobu se sníženým obsahem bílkovin a nízkou hodnotou čísla poklesu. To charakterizuje vysokou amylázovou aktivitu vlastního zrna a tím i možnost snížení množství syntetické amylázy přidávané při technologickém postupu konverze škrobu na zkvasitelné cukry (TICHÝ, 2001).

Z pohledu technologie zpracování obilného zrna na etanol je primárním krokem celého procesu enzymatická hydrolýza škrobu, který se nachází v endospermu zrna jako zásobní látka, na jednoduché cukry. Ty jsou následně podrobeny klasickému lihovarnickému kvasnému procesu zakončenému destilací s produkcí etanolu a tzv. destilačních výpalků. V průběhu celého technologického procesu sehrávají celulózo- obalové vrstvy zrna negativní roli a především se podílejí na tvorbě destilačních výpalků. Proto pro usnadnění uvedeného procesu je žádoucí odstranění celulózo- vrstvy zrna.

Broušení a klasická mlecí technologie se ukázaly jako nevhodné. Proto byla vyvinuta nová moderní metoda debrainingu – Tkáčův proces. Při této metodě se kombinací loupání a broušení oddělí obalové vrstvy zrna pšenice a tritikale do tří frakcí, označených A, B, C. Frakce první (A) obsahuje především balastní celulózu, druhá (B) a třetí (C) frakce obsahují nutričně velmi zajímavé látky aleuronové a subaleuronové vrstvy, které mohou být přidány do destilačních výpalků k zahuštění a zvýšení nutriční hodnoty výpalků jako vhodného krmiva. Poslední frakcí zůstává škrobový endosperm

(ve formě oloupaného zrna), který je možné použít pro kvasnou výrobu etanolu. Výtěžnost procesu dosahuje cca 85-86 % (TICHÝ, 2001).

2.6.1.2. Využití bioetanolu

Bioetanol má vysokou výhřevnost (27 MJ/kg) a je možné ho s dobrou účinností spalovat v plynových turbínách či kotlích. Při jeho spalování nedochází ke ztrátám tepla do škváry a do popela, vznikají jen ztráty komínové. Ve světě je ale bioetanol používán výhradně jako motorové palivo, a to většinou ve formě nízkopodílové složky benzínové směsi. Spaliny lihu neobsahují popel a síru a mají oproti benzínu nižší podíl oxidu uhličitého a oxidu dusíku (KUNTEOVÁ, 1998).

Bioetanol je možno používat čistý, nebo jej míchat s minerálními palivy, a to obvykle v koncentraci 5 – 10 %. Po přidavku etanolu roste oktanové číslo benzínu a také se snižuje množství emisí CO₂. V současné době by se měl bioetanol přimíchávat do benzínu u nás v množství 2 %, od ledna 2009 má podíl biopaliv vzrůst na 4,5 % a o rok později na 5,75 %. Stejně koncentrace by měly platit při přidávání bionafty do nafty z ropy (OBRUČA, 2007).

S očekáváním ukončení těžby ropy v tomto století se bioethanol již v řadě států využívá nejčastěji jako složka ETBE (Etylterc-butyl-éteru) přidávaná 13-15% hm. do bezolovnatých benzínů typu Natural jako aditivum (VÁŇA, 2006).

Podle KÁRY (2001) je využití etanolu pro pohon zážehových motorů v zásadě možné dvěma způsoby:

1. kvasný líh jako palivo
2. kvasný líh jako přísada

Kvasný líh jako přísada: Důvodem je především snaha snížit škodlivost emisí, zejména ve městech v období smogového nebezpečí. Přídavkem oxigenátů (bioetanol, metyltercbutylén – MTBE, etylterciální butylén – ETBE) se sníží především obsah oxidu uhelnatého (CO) a uhlovodíků (CH) v emisích. Vysoké oktanové číslo oxigenátů umožní omezit zároveň obsah škodlivých aromátů a sloučenin olova v autobenzínech. To vše ve svém souhrnu snižuje nebezpečí tvorby smogu (tvořeného za iniciace UV-paprsků a následných fotochemických reakcí emisních zplodin (KÁRA, 2001).

Kvasný líh jako palivo: První cestou se prakticky jako jediná na světě vydala Brazílie. Jako hlavní složku pohonných směsí využívá etanol. Program byl zahájen v roce 1975. Avšak ani zde se nepoužívá etanol jako jediná složka motorového paliva. Používaná paliva (podmínkou je úprava motorů):

- alkoholické (95 % vodného etanolu + 5 % benzínu),
- směsné benzinové palivo (22 % bezvodého etanolu + 78 % benzínu),
- směs "MEG" (33 % metanolu, 60 % etanolu, 7 % benzínu) (KÁRA, 2001).

2.6.1.3. Výhody a nevýhody použití etanolu jako alternativního paliva

Hlavní výhodou lihových paliv proti palivům uhlovodíkovým je to, že jejich zdroje jsou prakticky rovnoměrně rozloženy po celé zeměkouli, zatímco 50% zásob ropy je v oblasti Středního východu. Navíc jsou tyto zdroje zcela obnovitelné. Další výhodou je snížení některých složek výfukových exhalací.

Hlavní nevýhodou použití etanolu a ostatních alkoholů ve srovnání s benzinem je jejich nízká výhřevnost a tím i vyšší časová a měrná spotřeba paliva a z toho plynoucí potřeba větších palivových nádrží. Tuto nevýhodu lze snížit vhodnější konstrukcí motoru, např. zvýšením kompresního poměru. Velkou nevýhodou užití bioetanolu je jeho vysoká výrobní cena. Použití bioetanolu sice přináší snížení koncentrací CO, avšak koncentrace aldehydů a NO_x poněkud roste (KŘEPELKA, 1997).

2.6.2. Bionafta

Z řepkového semene se lisuje olej, který lze využít k pohonu motorů s nepřímým vstřikováním. S ohledem na následující vývoj bionafty lze surový řepkový olej, užívaný jako palivo pro vznětové motory, dodatečně označit jako bionaftu „nulté“ generace (BOUČEK, 2000).

Řepkový olej se působením katalyzátorů a vysoké teploty mění na metylester řepkového oleje, jenž je použitelný jako bionafta. Nazývá se “bionafta první generace“. Protože výroba metylesteru je dražší než běžná motorová nafta, mísí se s některými lehkými ropnými produkty, nebo s lineárními alfa-olefiny, aby jeho cena mohla konkurovat běžné motorové naftě. Tyto produkty se nazývají “bionafty druhé generace“, musí obsahovat alespoň 30 % metylesteru řepkového oleje, zachovávají si svou biologickou odbouratelnost a svými vlastnostmi, jako je např. výhřevnost, se více přibližují běžné motorové naftě (BERANOVSKÝ, 2006).

MEŘO – čirá nažloutlá kapalina bez mechanických nečistot a viditelné vody je neomezeně mísitelná s motorovou naftou. Je netoxická, neobsahuje těžké kovy ani žádné látky škodlivé zdraví. Je agresivní vůči běžným nátěrům a pryžím (KÁRA, 2001).

Metylester kyselin řepkového oleje (MEŘO) se sice chemicky liší od ropných produktů, avšak jeho hustota, viskozita, výhřevnost a průběh spalování se motorové naftě velmi přibližují. MEŘO se ve srovnání s motorovou naftou vyznačuje vcelku pozitivním vlivem na životní prostředí. MEŘO vykazuje podstatně lepší parametry ve srovnání s motorovou naftou v emisích CO₂, SO₂ a kouřivosti. Mírně vyšší má pouze emise NO_x, což lze eliminovat seřízením motoru. Provozní přechod na metylester (a naopak) usnadňuje neomezená mísitelnost s motorovou naftou. MEŘO je letním palivem. K určitým problémům se startováním dochází již při teplotě pod + 5°C. Pod bodem mrazu vyvstávají problémy s dopravou paliva z nádrže k motoru (hlavně v palivovém filtru) a při startování studeného motoru. Proto musí být MEŘO přizpůsoben zimnímu provozu přidáním vhodných aditiv (KÁRA, 2001).

Složení MEŘO podle KÁRY (2001):

- Asi 98% metylesterů mastných kyselin řepkového oleje,
- Do 1% směsi mono-, di-, a triglyceridů,
- Do 0,3% volných mastných kyselin
- Do 0,3% metanolu,
- Do 0,02% volného glycerolu,
- Zbytek tvoří nezmýdelněné látky.

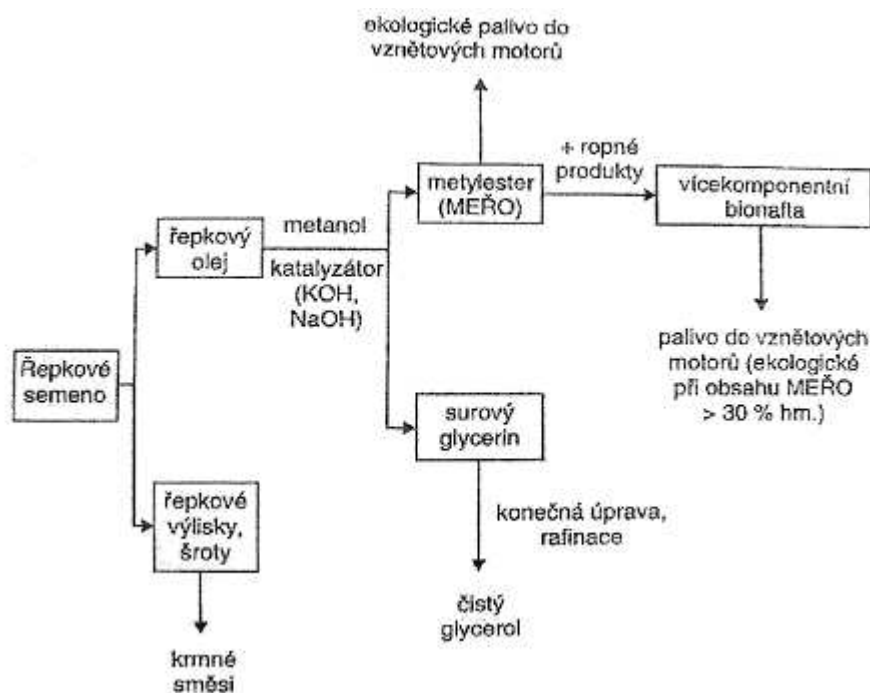
Tab. 2: Porovnání typických vlastností řepkového oleje, MEŘO a motorové nafty (POKORNÝ, 1998)

Vlastnosti	Měrné jednotky	Řepkový olej	MEŘO	Motorová nafta
Hustota při 15 °C	kg.m ⁻³	915	880	840
Kinetická viskozita při 20 °C	mm ² .s ⁻¹	98	7,5	6,5
Bod vzplanutí	°C	300	130	75
Cetanové číslo		40	52	50
Filtrovatelnost (CFPP)	°C	+15	-10	0/-10/-20 ^{x)}
Výhřevnost	MJ.kg ⁻¹	36	37,1	42,5

^{x)} podle způsobu aditivace

2.6.2.1. Výroba MEŘO

Obrázek 7: Obecné technologické schéma výroby MEŘO (POKORNÝ, 1998)



Chemickým procesem (tzv. reesterifikací) se z řepkového oleje vyrábí MEŘO a vedlejším produktem je surový glycerin. V podstatě jde o chemickou reakci s methanolem (za přítomnosti alkalických hydroxidů jako katalyzátorů), která probíhá buď za běžné, nebo i zvýšené teploty (v závislosti na zvolené technologii). Získaný MEŘO se izoluje od vedlejšího produktu - surového glycerolu - a čistí se (POKORNÝ, 1998).

2.6.3. Bioplyn

Bioplyn – obecně lze tento název použít pro všechny druhy plynných směsí, které vznikly činností mikroorganismů. Tím je vyjádřeno, že všechny druhy bioplynů anaerobního původu vznikají principiálně stejným způsobem, ať probíhá metanogenní proces pod povrchem země, v zažívacím traktu živočichů, zvláště přežvýkavců, ve skládkách komunálních odpadů, v lagunách, nebo v řízených anaerobních reakcích. V technické praxi se ustálil název bioplyn pro plynnou směs vzniklou anaerobní fermentací vlhkých organických látek v umělých technických zařízeních (reaktorech, digestorech, lagunách se zařízením na jímání bioplynu atd.) (PASTOREK, KÁRA, JEVIČ, 2004).

Z živočišného odpadu lze palivo získávat biologicky a termochemicky. K biologickým způsobům zpracování patří anaerobní vyhnívání a biochemická hydrolýza. Výsledkem biochemického procesu je protein a alkohol, výsledkem anaerobního vyhnívání je bioplyn (VEČEŘ, 1985).

Biologický rozklad organických látek je složitý víceúrovňový proces, na jehož konci působením metanogenních, acetotrofních a hydrogenotrofních mikroorganismů vzniká bioplyn, který se v ideálním případě skládá ze dvou plynných složek, metanu (CH_4) a oxidu uhličitého (CO_2). Průběh tohoto procesu ovlivňuje řada dalších procesních a materiálových parametrů, například složení materiálu, podíl vlhkosti, teplota prostředí, číslo pH neboli kyselost materiálu, anaerobní (bezokyslíkaté) prostředí, absence inhibičních biochemických látek atd. (PASTOREK, KÁRA, JEVIČ, 2004).

2.6.3.1. Složení a vlastnosti bioplynu

V ideálním případě by bioplyn obsahoval pouze dva majoritní plyny, a to metan a oxid uhličitý (PASTOREK, KÁRA, JEVIČ, 2004). Jejich poměr se může měnit v závislosti na řadě faktorů – složení kvasného materiálu, stupni vyhřátí, obsahu sušiny a teplotě vyhnívání (ŠOCH, 1996). Obsah metanu se obvykle pohybuje od 50 do 75%. V ideálním případě jej doplní 25 až 50 % oxidu uhličitého. V praxi je však surový bioplyn tvořen příměsí dalších minoritních plynů, které mohou signalizovat přítomnost některých chemických prvků v materiálu nebo poruch průběhu anaerobní fermentace (PASTOREK, KÁRA, JEVIČ, 2004).

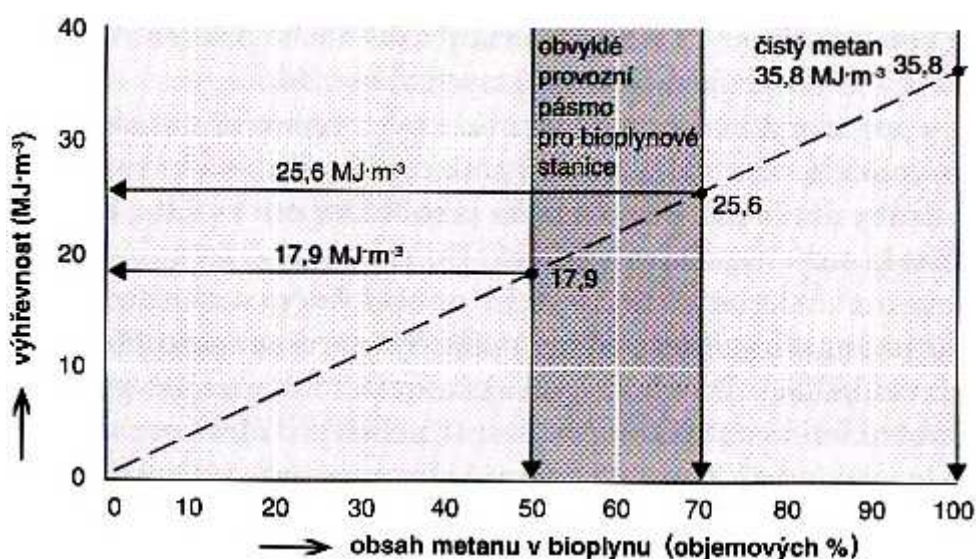
Výhřevnost: Hodnota výhřevnosti bioplynu je určena majoritním obsahem metanu (CH_4). Ostatní minoritní plyny v bioplynu (H_2 , H_2S , ...) mají prakticky zanedbatelný energetický význam. Spalné teplo suchého bioplynu má hodnotu stejnou jako výhřevnost.

Tab. 3: Vlastnosti bioplynu podle PASTORKA (1995)

Charakteristika	Metan (CH_4)	CO_2	H_2	H_2S	Bioplyn (60% CH_4 40% CO_2)
Objemový díl (%)	55 – 70	27 – 47	1	3	100
Výhřevnost ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-3}$)	35,8	-	10,8	22,8	21,5
Hranice zápalnosti (obj. %)	5 – 15	-	4 – 80	4 – 45	6 – 12
Zápalná teplota ($^{\circ}\text{C}$)	650 – 750	-	585	-	650 – 750
Měrná hmotnost ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	0,72	1,98	0,09	1,54	1,2

Hranice zápalnosti metanu ve směsi se vzduchem je 5 až 15 % objemových. Tato koncentrace metanu již tvoří výbušnou směs. Zápalná teplota bioplynu je určena stejnou hodnotou pro metan, tj. 650 až 750°C. Velmi důležitá je hodnota hustota metanu a bioplynu s 60% podílem CH₄. Bioplyn je těžší než vzduch a vytváří pro živočichy i člověka smrtelně nebezpečné prostředí v reaktorových nádobách, v prohlubeninách u skládek a podobně (PASTOREK, KÁRA, JEVÍČ, 2004).

Obrázek 8: Výhřevnost bioplynu v závislosti na obsahu metanu (PASTOREK, KÁRA, JEVÍČ, 2004).



2.6.3.2. Materiály vhodné pro výrobu bioplynu

Největší množství organických materiálů lze získat ve formě vodních suspenzí jako městské kaly, exkrementy hospodářských zvířat, také městské odpady, odpady potravinářského průmyslu a z části i odpady z dřevozpracujícího průmyslu. Byly provedeny i zkoušky se zpracováním výluhu z výroby buničiny. Největším producentem organických látek u nás jsou hospodářská zvířata (ŠOCH, 1996). Keřda a slamnatý hnůj z chovu hospodářských zvířat jsou vzhledem k vysokému podílu biologicky snadno odbouratelných látek odpadem velice vhodným ke zpracování v bioplynových stanicích (KAJAN, 2005).

Výroba bioplynu podle ŠOCHA (1996):

- Z prasečí kejdy 0,4 – 0,7 m³ plynu / kg sušiny (69 % metanu)
- Z dobytčího hnoje 5 % suš. 0,19 – 0,25 m³ / kg suš. (55 – 65 % CH₄)

6,5 % suš.	0,35 m ³ / kg suš.	(69 % CH ₄)
12,5 % suš.	0,30 m ³ / kg suš.	(69 % CH ₄)

Nižší zisk bioplynu u hovězího dobytka z 1 kg organických látek lze vysvětlit tím, že stupeň využití krmiva v zažívacím traktu je v důsledku složitého žaludku vyšší v porovnání se zvířaty monogastrickými (ŠOCH, 1996).

Provozně ověřenými postupy lze v České republice energeticky využít exkrementy hospodářských zvířat z dostatečně velkých chovů. Pro klasický způsob zpracování anaerobní fermentací je tato velikost přibližně 4000 až 5000 ks prasat, 500 DJ skotu a 60 000 nosnic u bezstelivových, nebo jen slabě přistýlaných provozů. U stelivového ustájení skotu lze zpracováním slámatého hnoje ověřeným postupem se zachycením bioplynu zpracovávat hnůj již od koncentrací 100 DJ (ŠOCH, 1996).

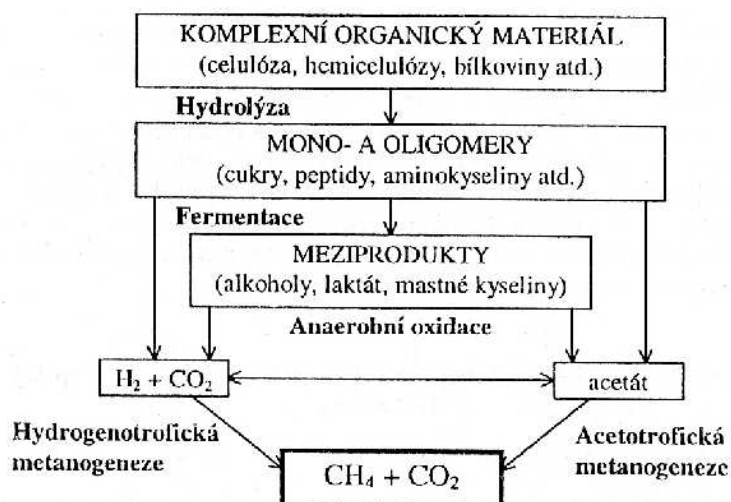
Tab. 4: Produkce výkalů a množství bioplynu od hovězího dobytka (průměr) (PASTOREK, KÁRA, JEVIČ, 2004).

Kategorie	Sušina výkalů vč. moče (kg.den ⁻¹)	Výkaly celkem průměrně (kg.den ⁻¹)	Množství bioplynu (m ³ .den ⁻¹)
Dojnice (550 kg)	6	60	1,7
Hovězí žír (350 kg)	3	30	1,2
Odchov jalovic (330 kg)	3,5	35	0,9
Telata (100 kg)	1,25	12 až 15	0,3

2.6.3.3. Anaerobní fermentace

Jedná se o velmi složitý biochemický proces, který se skládá z mnoha dílčích, na sebe navazujících fyzikálních, fyzikálně-chemických a biologických procesů. Metanogeneze je pouze konečná fáze biochemické konverze biomasy v anaerobních podmínkách na bioplyn a zbytkový fermentovaný materiál (PASTOREK, KÁRA, JEVIČ, 2004).

Obrázek 9: Čtyřfázový model anaerobní konverze (VÁŇA, SLEJŠKA, 2006).



Fáze anaerobní fermentace podle PASTORKA et al. (2004)

1. fáze – Hydrolýza – začíná v době, kdy prostředí obsahuje vzdušný kyslík. Předpokladem pro její nastartování je mimo jiné dostatečný obsah vlhkosti – nad 50 % hmotnostního podílu. Hydrolytické mikroorganismy ještě striktně nevyžadují bezkyslíkaté prostředí. Enzymatický rozklad mění polymery (polysacharidy, proteiny, lipidy atd.) na jednodušší organické látky (monomery).

2. fáze – Acidogeneze – zpracovávaný materiál může obsahovat ještě zbytky vzdušného kyslíku, v této fázi však dojde definitivně k vytvoření anaerobního (bezkyslíkatého) prostředí. Zajistí to četné kmeny fakultativních anaerobních mikroorganismů, které se aktivují v obou prostředích.

Vznik CO_2 , H_2 a CH_3COOH umožňuje metanogenním bakteriím tvorbu metanu. Kromě toho vznikají jednodušší organické látky (vyšší organické kyseliny, alkoholy).

3. fáze – Acetogeneze – je někdy označována jako mezifáze. Acidogenní specializované kmeny bakterií transformují vyšší organické kyseliny na kyselinu octovou (CH_3COOH), vodík (H_2) a oxid uhličitý (CO_2).

4. fáze – Metanogeneze – metanogenní acetotrofní bakterie rozkládají především kyselinu octovou (CH_3COOH) na metan CH_4 a oxid uhličitý CO_2 , hydrogenotrofní bakterie produkující metan CH_4 z vodíku H_2 a oxidu uhličitého CO_2 . Určité kmeny metanogenních bakterií se chovají jako obojetné.

Při anaerobním využití živočišných odpadů musíme podle ŠOCHA (1996) přihlížet k těmto faktorům:

1. Faktory prostředí – tyto faktory zahrnují hodnotu pH, koncentrace těkavých kyselin, teplotu, obsah živin a obsah toxických látek.

- Hodnota pH homogenizovaného tekutého hnoje od skotu se pohybuje v rozmezí 7,2 – 8,8. Typické jsou závislosti na vnější teplotě. Nižší hodnota než 6,2 znamená akutní toxické problémy pro mikroorganismy. Vyšší hodnota pH než 8,0 může také zabrzdit činnost bakterií, zejména je-li pH zvýšena v důsledku vysokého obsahu amonia.
- Těkavé mastné kyseliny vznikají v nemetanogenní fázi fermentace exkrementů. Stanování těkavých kyselin je podle zahraničních pramenů ještě důležitější než sledování pH, protože vyjadřuje aktuální situaci uvnitř fermentoru.

- Metanogenní bakterie jsou velmi ovlivňovány teplotou. Ideální je teplota okolo 35 °C. Když je teplota někdy nižší, dochází k výraznému snížení tvorby plynu. Při 10 °C se proces víceméně zastavuje. Teplota ve fermentoru by měla být udržována tak, aby v průběhu dne nebyly výkyvy větší než 1°C.
- Obvyklé poměry C:N v hnoji od skotu jsou okolo 10:1. Z výzkumu ale vyplývá, že zvýší-li se poměr C:N na 25 – 30:1, dosáhne se lepšího výtěžku plynu i stupně vyhnití. Potřeba dusíku je mnohem menší než potřeba uhlíku. Je však důležité, aby se většina dusíku nevyskytovala ve formě amonia nebo amoniaku.
- Pro metabolismus bakterií jsou nezbytné stopy některých kovů. Ve vysokých koncentracích však těžké kovy mají silně toxický účinek. Také silně okysličené látky mají výrazný inhibiční účinek. Výrazně toxický účinek má také hnůj od zvířat léčených antibiotiky. Aby nedošlo k ohrožení procesu fermentace, je nutno zabránit zvýšenému výskytu uvedených látek v substrátu.

2. Faktory provozní.

- Složení hnoje - od stejného druhu zvířat se liší a mění se v závislosti na krmení, proměnlivém množství steliva a zbytků krmiva.
- Objemová hmotnost výkalů kolísá podle druhu zvířat a podle způsobu krmení v rozmezí 0,90 – 1,30 kg/dm³. Sušina kejdy skotu se v našich podmínkách obvykle pohybuje v rozpětí 3 – 6 %.
- Dobou zdržení se rozumí doba ve dnech, po kterou materiál úměrně setrvává ve vyhřívací komoře. Volba vyhřívací doby je dána rychlostí vývinu plynu a požadovaným stupněm odbourání organických látek. I když při dlouhodobém vyhívání (40-50 dnů) se bioplyn zkvalitňuje, je to ekonomicky velmi nevýhodné.
- Organické zatížení – rozumí se tím množstvím organického materiálu, které se přivádí za časovou jednotku do vyhřívací komory. Ideální je takový průtok organické hmoty fermentorem, kdy přítok organické hmoty za den se rovná organické hmotě rozložené za stejnou dobu.

- Stupeň míchání – zajišťuje, že zásoba substrátu je udržována v neustálém kontaktu s mikroorganismy, teplota substrátu je stejnoměrně rozdělena, biologické produkty a meziprodukty jsou stejnoměrně rozděleny a tvorba pěnové vrstvy na povrchu je omezena na největší míru.

2.6.3.4. Provozně technologická zařízení pro anaerobní fermentaci

Základní technologická část anaerobního zpracování kejdy se dělí:

1. Kalové hospodářství - jímky s míchacím a drtícím zařízením
 - čerpadla
 - izolovaná vyhnívací nádrž s ohřívacím a míchacím zařízením
2. Plynové hospodářství – plynojem
3. Kotelna
4. Elektrotechnická zařízení, měřicí a regulační přístroje.

Podle provozu dělí ŠOCH (1996) zařízení na výrobu bioplynu na tyto základní systémy:

1. Průtokový systém s kontinuálním provozem

Čerstvý substrát se přivádí do reaktoru buď průběžně nebo jednou či několikrát denně anebo několikrát týdně. Objem tekutiny ve vyhnívací komoře je přibližně stále stejný. Okrajovou výpustí je z fermentoru vytlačován vyhníly materiál v množství, které odpovídá objemu materiálu čerpaného dovnitř.

2. Vkládkové vyhnívání – diskontinuální

Vyhnívací komora se naplní čerstvým materiálem, který pak v ní zůstane celou vypočtenou dobu zdržení. Vyprazdňování vyhnívací komory se neprovádí úplně, nýbrž se cca 20 % obsahu ponechá jako očkovací materiál pro následující vkladku.

3. Systém vyhnívacího kanálu – “plug-flow“

Jednoduchý způsob vyhnívání. Zařízení je tvořeno žlabem o průřezu písmene “V“, tepelně izolovaným vrstvou minerální vaty s hypalonovou fólií, zapuštěnou do země

a překrytým nafukovací plastovou fólií (plynojemem), také tepelně izolovaným. Čerstvý materiál se vtlačuje dovnitř na jedné čelní podélné straně a z protější strany je vytlačován materiál vyhnílý.

4. Akumulační systém

Vystačí pouze s jednou nádrží, která přijímá i úlohu vyhnívací nádrže a skladuje vyhnílý kal až do jeho rozvozu na pole. Nádrž se nikdy úplně nevyprazdňuje a zbytek kalu slouží k očkovaní další náplně.

2.6.3.5. Možnosti využití bioplynu

Využití bioplynu podle ŠOCHA (1996)

Bioplyn je pro svoji výhřevnost 22 MJ.m^{-3} významným a nezanedbatelným zdrojem energie.

- použití bioplynu pro pohon spalovacích motorů (pohon motorových vozidel, výroba elektřiny – 1 m^3 bioplynu dává 1,6 kWh elektrické energie)
- spalování bioplynu v plynových hořácích
- ohřev užitkové vody
- zdroj tepla (sušení zemědělských materiálů, ústřední vytápění)

Bioplyn má samozřejmě mnohem širší možnosti uplatnění a záleží v podstatě na rozhodnutí uživatele, která cesta využití se pro něj jeví jako ekonomicky i provozně nejvýhodnější.

Před využitím je však možno a většinou nutno bioplyn upravovat různými technologickými postupy, jako jsou např.

- sušení
- odsíření
- odstranění CO_2
- komprimace

Hlavním cílem těchto úprav je zvýšení výhřevnosti, odstranění nebo zamezení vlivů koroze spotřebičů bioplynu a zmenšení objemu.

3. METODIKA

3.1. Podklady pro analýzu a návrh vnitřní struktury

Analýza vnitřní struktury Zemědělského družstva Slapy u Tábora byla zpracována podle metodických postupů doporučených akademikem Kudrnou. Cílem bylo provést návrh vnitřní struktury zemědělské soustavy ZD Slapy u Tábora při zaměření na produkci bioenergie (bioplyn, obiloviny na výrobu etanolu, řepka jako energetická plodina).

K výpočtům byl použit program “Soustavy“ od Ing. S. Vithy na počítači katedry Agroekologie, sekce agrochemie a pedologie.

Vstupní údaje byly získány z rozboru hospodaření ZD Slapy u Tábora a z ročních statistických výkazů. Údaje jsou zpracovány za časovou řadu jedenácti let od roku 1996 do roku 2006.

Jedná se o tyto údaje:

- plochy sklizně a výnosy plodin
- stavy skotu (podle jednotlivých kategorií)
- spotřeba minerálních hnojiv

3.1.1. Plochy sklizně a výnosy plodin

Data byla získána z ročních výkazů o sklizni zemědělských plodin označených ZEM V6-01 a z rozborů hospodaření v daných letech.

Plodiny pěstované v letech 1996 – 2006

- Obiloviny
- Kukuřice na siláž
- Ostatní jednoleté píce
- Víceleté píce
- Brambory
- Hrách
- Lupina
- Řepka
- Hořčice
- Mák
- Len
- Trávy na semeno
- Louky

Plochy sklizně jsou zaokrouhleny na celé hektary (ha) a výnosy jsou v tunách (t) na 2 desetinná místa. Sklizeň zaokrouhlujeme na celé tony.

3.1.2. Stavy skotu

Do počítačového programu se uvádějí jedním číslem za každý rok: skot celkem v dobytčích jednotkách [DJ].

Výpočet se provádí z průměrného stavu jednotlivých kategorií skotu v tom určitém roce, vynásobením příslušným koeficientem přepočtu na DJ.

Pro výpočet průměrného stavu jednotlivých kategorií skotu lze použít údaje o počtu krmných dnů a dosadit do vzorce:

$$\text{Průměrný stav v roce} = \frac{\text{celkový počet krmných dnů za rok}}{\text{počet dnů v roce}}$$

Tento způsob výpočtu je nejpřesnější. Dalšími způsoby, i když ne tak přesnými jsou:

$$\text{Průměrný stav v roce} = \frac{(\text{stav k 1.1.}) + 2 * (\text{stav k 1.7.}) + (\text{stav k 31.12.})}{4}$$

nebo jednodušší:

$$\text{Průměrný stav v roce} = \frac{(\text{stav k 1.1.}) + (\text{stav k 31.12.})}{2}$$

Tab. 5: Přepočtení kategorií skotu na DJ

Kategorie	Koeficient
Krávy	1,00
Telata	0,22
Skot chovný do 1 roku	0,47
Skot chovný od 1 do 2 roků	0,79
Vysokobřezí jalovice (od 6 měsíců březosti)	1,00
Skot ve výkrmu	0,65

3.1.3. Spotřeba minerálních hnojiv

Do počítačového programu se uvádí jediným číslem za každý rok, tj. NPK celkem [t], což je ale vlastně $(N + P_2O_5 + K_2O)$.

Pro biologické vědy lze použít klasifikace stupně závislosti dle koeficientu korelace, kterou udává následující tabulka.

Tab. 6: Stupeň statistické závislosti (ČERMÁKOVÁ, STŘELEČEK, 1995)

Hodnota koeficientu korelace	Stupeň statistické závislosti
$0,3 > r_{xy} $	nízký
$0,3 \leq r_{xy} < 0,5$	mírný
$0,5 \leq r_{xy} < 0,7$	střední
$0,7 \leq r_{xy} < 0,9$	vysoký
$0,9 \leq r_{xy} < 1,0$	velmi vysoký
$ r_{xy} = 1,0$	matematická (funkční) závislost

3.2. Dekompozice struktury zemědělské soustavy metodou uhlíkové bilance

Při dekompozici struktury zemědělské soustavy se vyhodnotí suchá hmota všech plodin, které jsou zdroji uhlíku, a přepočítá se na aktivní uhlík pomocí koeficientů.

Přepočítávací koeficienty:

0,065 – koeficient pro výpočet aktivního uhlíku zrna obilovin

0,360 - koeficient pro výpočet aktivního uhlíku ze sušiny rhizomů víceletých píceň

- 0,386 - koeficient pro přepočítání suché hmoty všech plodin na aktivní uhlík
 0,450 - koeficient pro přepočítání suché hmoty rhizomů, ze suché hmoty víceletých píceňin (na 2 roky pěstování)
 0,785 - koeficient pro výpočet aktivního uhlíku po konverzi živin
 1,27 – koeficient pro převod zrna obilovin na slámu
 10 – koeficient pro převod semena trav na slámu

Tab. 7: Dekompozice struktury zemědělské soustavy:

Plodina	Výpočet	ΣC_k
Kukuřice + jednoleté píceňiny	$\Sigma Y_{s_0} * 0,386 * 0,785$	ΣC_0
Víceleté píceňiny	$\Sigma Y_{s_1} * 0,386 * 0,785$	ΣC_1
Rhizomy	$\Sigma Y_{s_1} * 0,45 * 0,360$	ΣC_{1ri}
Trávy na semeno – semeno	$\Sigma Y_{s_1} * 0,065$	$\Sigma C_{1semeno}$
Trávy na semeno – sláma	$\Sigma Y_{s_1} * 10 * 0,386$	ΣC_{1sl}
Obiloviny – zrno	$\Sigma Y_{s_{2z}} * 0,065$	ΣC_{2z}
Obiloviny – sláma	$\Sigma Y_{s_{2sl}} * 0,386$	ΣC_{2sl}
Louky	$\Sigma Y_{s_4} * 0,386 * 0,785$	ΣC_4

3.3. Výpočet parametrů zemědělské soustavy

Podíl produkce suché hmoty jednoletých píceňin ku víceletým píceňinám a loukám.

$$ETA\ 0 = \Sigma Y_{s_0} / (\Sigma Y_{s_1} + \Sigma Y_{s_{4a}})$$

Poměr zrna k uhlíkatým zdrojům

$$ETA\ 2 = \Sigma Y_{2z} / (\Sigma Y_{s_0} + \Sigma Y_{s_1} + \Sigma Y_{ri} + \Sigma Y_{s_{4a}})$$

Aktivní podíl zdrojů uhlíku k zrnu obilovin

$$OMEGA\ 2 = \Sigma C_k / \Sigma Y_{2z}$$

Bioenergetický potenciál

$$E_p = \Sigma Y_s / \Sigma H$$

Spotřeba minerálních hnojiv na 1 ha Pz ($t * ha^{-1}$)

$$\Sigma H / Pz$$

Hustota polygastrických zvířat – skotu ($DJ * ha^{-1}$)

$$hz = \Sigma Z / Pz$$

Krmné množství ($t * DJ^{-1} * rok^{-1}$)

$$kn = \Sigma Y_{S(0+1+4)} / \Sigma Z$$

3.4. Výpočet normální struktury ZS

Při výpočtech normální struktury ZS ZD Slapy u Tábora vycházíme z průměrných hodnot výnosů a ploch orné půdy za časovou řadu 1996 – 2006.

Potřeba zdrojů uhlíku ($\Sigma Y_{S(0+1+4a)}$) se vypočte vynásobením průměrné sklizně zrna obilovin (ΣY_{2z}) Planckovou konstantou (C_2^P)

$$C_2^P = 1,4388$$

$$(\Sigma Y_{S(0+1+4a)}) = \Sigma Y_{2z} * 1,4388 [t]$$

Podíl jednoletých (silážních) plodin (ΣY_{S_0}) z celkového objemu zdrojů uhlíku ($\Sigma Y_{S(0+1+4a)}$) by měl činit 0,215:

$$\Sigma Y_{S_0} = \Sigma Y_{S(0+1+4a)} * 0,215 [t]$$

Plochu (P_0) vypočteme vydělením průměrným výnosem jednoletých píceň (silážních) (ΣY_{S_0}).

$$P_0 = \frac{\Sigma Y_{S_0}}{Y_{S_0}} [ha]$$

Procentické vyjádření:

$$P_0 = \frac{P_0}{Por} * 100 [\% Por]$$

Potřebu víceletých píceň (ΣY_{S_1}) vypočteme jako rozdíl potřeby celkového objemu zdrojů uhlíku ($\Sigma Y_{S(0+1+4a)}$), jednoletých píceň (ΣY_{S_0}) a luk ($\Sigma Y_{S_{4a}}$).

$$\Sigma Y_{S_1} = \Sigma Y_{S(0+1+4a)} - \Sigma Y_{S_0} - \Sigma Y_{S_{4a}} \text{ [t]}$$

Plochu (P_1) vypočteme vydělením průměrným výnosem víceletých píceň (ΣY_{S_1}).

$$P_1 = \frac{\Sigma Y_{S_1}}{Y_{S_1}} \text{ [ha]}$$

Procentické vyjádření:

$$P_1 = \frac{P_1}{P_{or}} * 100 \text{ [% } P_{or}]$$

Podíl zrna obilovin ($\Sigma Y_{S_{2z}}$), výnos zrna ($Y_{S_{2z}}$) a plocha (P_2) jsou průměry za časovou řadu.

$$P_2 = \frac{\Sigma Y_{S_{2z}}}{Y_{S_{2z}}} \text{ [ha]}$$

Procentické vyjádření:

$$P_2 = \frac{P_2}{P_{or}} * 100 \text{ [% } P_{or}]$$

Sklizeň suché hmoty spotřebitelů uhlíku (okopaniny, řepka, len) ($\Sigma Y_{S(3+5+7)}$) by se měla rovnat uhlíku slámy obilovin. Ve výpočtu se uplatňují dva koeficienty, a to koeficient přepočtu zrna obilovin na slámu a koeficient pro přepočet suché hmoty všech plodin na aktivní uhlík.

$$\Sigma C_{2sl} = \Sigma Y_{2z} * 1,27 * 0,386$$

$$\Sigma Y_{S(3+5+7)} = \Sigma C_{2sl}$$

Plochu spotřebitelů vypočteme vydělením jejich průměrným výnosem ($Y_{S(3+5+7)}$).

$$P_{(3+5+7)} = \frac{\Sigma Y_{S(3+5+7)}}{Y_{S(3+5+7)}} \text{ [ha]}$$

Procentické vyjádření:

$$P_{(3+5+7)} = \frac{P_{(3+5+7)}}{P_{or}} * 100 [\% Por]$$

Procentický součet ploch plodin na orné půdě.

$$P_{0+1+2+(3+5+7)} [\%]$$

Použité koeficienty:

- 0,215 - koeficient konverze – množství sušiny krmného množství odcházející prostřednictvím zvířat ze soustavy
- 0,386 - koeficient pro přepočet suché hmoty všech plodin na aktivní uhlík
- 1,27 - koeficient pro převod zrna obilovin na slámu
- 1,4388 - Planckova konstanta

3.5. Výpočet jednotlivých návrhů s energetickým zaměřením

Při výpočtech jednotlivých návrhů se postupuje obdobně jako při sestavování normální struktury.

Normální zemědělská soustava za časovou řadu 1996 –2006

Vycházíme z metodiky výpočtu normální zemědělské struktury. V této soustavě je počítáno se zastoupením jednoletých a víceletých píce 57,17 %, obilovin 55,03 %, okopanin a olejnin 16,4 %. Součet ploch je vyšší než 100 %, což znamená, že teoretická potřeba zdrojů je podle uhlíkové bilance vyšší, než skutečná.

Varianta 1-základní

První návrh, při němž byly navýšeny stavy skotu, a dále bylo nezbytné navýšit výnosy suché hmoty některých plodin. Z této varianty bylo dále vycházeno.

Varianta 1a – návrh zemědělské soustavy se zaměřením na obiloviny

V této soustavě bylo zvoleno zastoupení obilovin (P_2) = 53 % P_{or} , shodně se soustavou ve variantě 1-základní, protože bylo záměrem ve struktuře zemědělské soustavy ponechat řepku, která už má ve variantě 1-základní, minimální zastoupení.

Pokud zvážíme, že $P_{1-t.n.s.}$ – trávy na semeno, mají charakter neutrálních plodin stejně jako obiloviny, je součet těchto ploch $P_2 + P_{1-t.n.s.} = 53 \% + 6,86 \% = 59,86 \% \text{ Por.}$

Varianta 1b – návrh zemědělské struktury se zaměřením na řepku

V této variantě bylo cílem navýšit plochy řepky pro produkci bionafty. Následkem toho bylo nutno snížit plochy obilovin, o plochu, o kterou se navýšila pěstební plocha řepky.

Varianta 2a - návrh struktury zemědělské soustavy zaměřené na produkci bioplynu

V této variantě je zpracován záměr navýšit jednak stavy skotu, a dále pak plochy jednoletých a víceletých píceňin.

3.6. Energetické parametry

1 t zrna obilí = 342 l etanolu

1 l etanolu = 2,99 kWh energie

1 t řepkového oleje = 320 l oleje

1 l oleje = 2,52 kWh energie

1 DJ = 0,943 m³ bioplynu denně

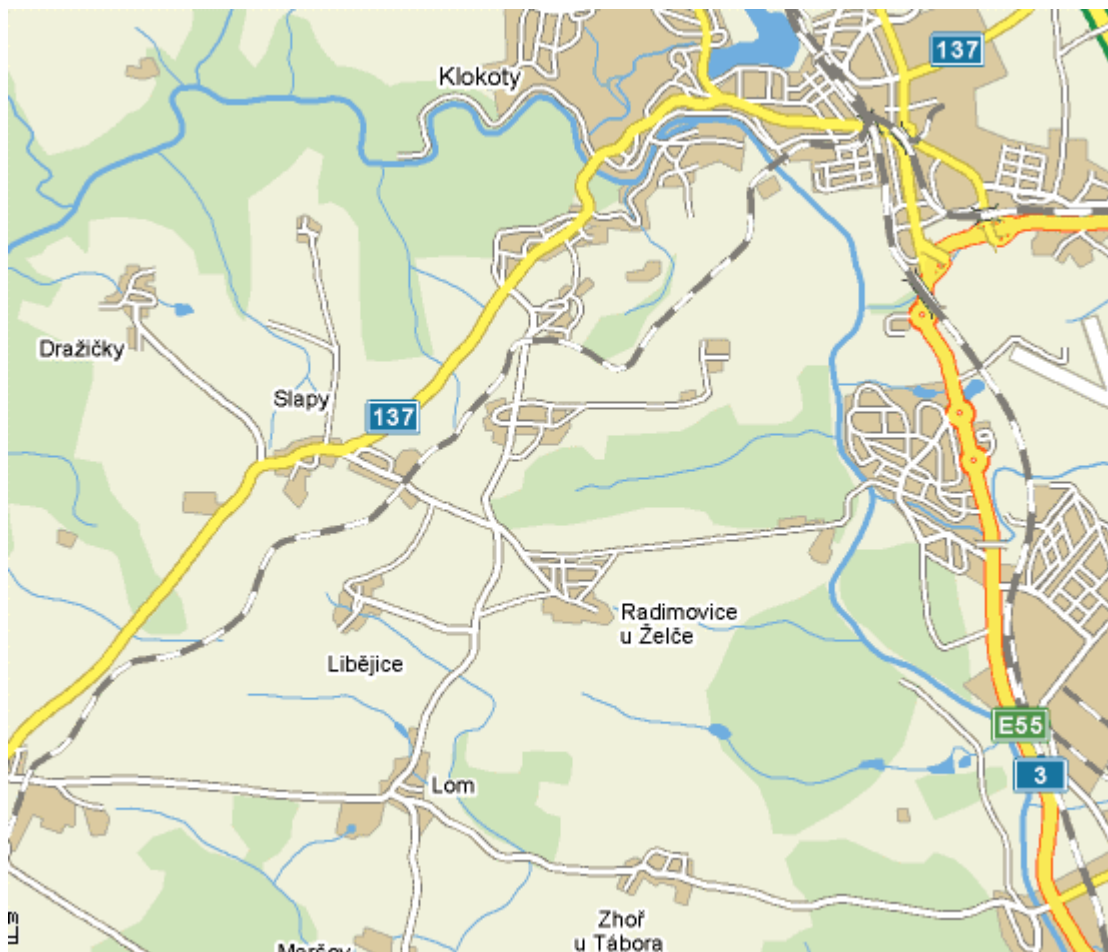
0,943 m³ bioplynu denně = 344,2 m³ ročně

1m³ bioplynu = 1,69 kWh energie

4. Vlastní práce

4.1. Charakteristika podniku

Zemědělské družstvo Slapy u Tábora zahájilo svou činnost v roce 1990 jako nástupce JZD “Nový život”. Nachází se necelé 3 kilometry jižně od města Tábor v Jihočeském kraji. Území podniku se nachází na rozhraní Táborské a Bechyňské pahorkatiny.



4.2. Přírodní podmínky

Klimatologické podmínky

Slapy spadají do oblasti mírně teplé s větším průměrem atmosférických srážek. Vláhová jistota se v tomto okrsku pohybuje mezi 21-28. Teplota vzduchu se pohybuje v ročním průměru kolem 7°C.

Podle pozorovací stanice ve Slapech je chod teploty vzduchu ve °C během roku tento:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
-3,1	-1,7	2,2	6,5	11,6	15,6	16,4	15,8	12,3	7,1	1,8	-1,6	6,8

Podle údajů meteorologické stanice ve Slapech je roční vývoj srážek v mm následující:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
32	30	31	46	61	76	81	65	44	46	36	36	584

Roční výpar se pohybuje kolem 285 mm. Roční doba svitu slunce je 1700 hodin. Průměrná oblačnost je kolem 65 %. Průměrná vlhkost je 81 %. Langův dešťový faktor je roven 86. Převládající směr větru je SZ a JZ o průměrné síle 2-4 BF.

Reliéf terénu

Území podniku se nachází na rozhraní Táborské a Bechyňské pahorkatiny. Je charakterizováno členitým reliéfem. Průměrná nadmořská výška území je 480 m n. m. Největší část pozemků má JV expozici a mírnou svažítost.

Na nejvyšší body terénu je vázán výskyt hnědých půd z rozpadu ruly a syenitu, níže jsou ojediněle hnědé půdy illimerisované slabě oglejené. V nižších polohách se vyskytují velmi hluboké pokryvy, převážně sprašového charakteru. V depresích jsou velmi hluboké nivní uloženy, na nichž vznikly nivní půdy oglejené. Na svahovinách vznikly drnoglejové půdy.

Geologické poměry

Hospodářský obvod leží v oblasti tvořené kyselými horninami algonkického stáří a krystalinikem s rozsáhlými pokryvy svahových hlín a částečně i sprašových hlín. Algonkické horniny jsou zastoupeny kyselou pararulou, krystalinikum žulovým syenitem, většinou silně zvětralými, které poskytují písčitohlinitý až hlinitopísčité

materiál malé minerální síly s plochými úlomky ruly do 5 cm a žulovým grussem s ojedinělými kameny syenitu.

Půdní poměry

Na území podniku se vyskytují následující půdy: hnědozem slabě oglejená, hnědozem illimerizovaná slabě oglejená, illimerizovaná půda oglejená, oglejená půda, hnědá půda illimerizovaná slabě oglejená, hnědá půda oglejená, nivní půda glejová, drnoglejová půda.

Hydrologické podmínky

Podnik leží v povodí Lužnice. Hydrologická povrchová síť se skládá z několika vodotečí, převážně odvádějících dešťovou vodu, některé odvádějí vodu pramenitou. Na těžších půdách dochází k hromadění srážkových vod a převlhčení povrchových půdních vrstev.



4.3. Analýza vnitřní struktury Zemědělského družstva

Slapy u Tábora, 1996 – 2006

4.3.1. Dekompozice původní struktury zemědělské soustavy

Tab. 8: Struktura zemědělské soustavy ZD Slapy u Tábora 1996 - 2006

Plodina	P [ha]	P [% Por]	Ys [t*ha ⁻¹]	Σ Ys [t]
P ₀ - Kukuřice na siláž	84,6	9,99	7,1	597
P ₀ - Ostatní jednoleté píc.	30,8	3,63	2,4	75
P ₁ - Víceleté píce	92,3	10,90	5,4	500
P ₂ - Obilniny	466,2	55,03	4,57	2131*
P ₆ - Hrách	4,5	0,53	3,27*	14,7*
P ₆ - Lupina	0,9	0,11	2,30*	2,1*
P ₃ - Brambory	4,2	0,49	7,1	30
P ₅ - Řepka	84,8	10,01	3,14* (9,4)	798 (266*)
P ₅ - Hořčice	1,6	0,19	1,39* (4,2)	6,8 (2,2*)
P ₅ - Mák	17,4	2,06	0,70* (2,2)	39,2 (12,2*)
P ₇ - Len	13,4	1,58	2,9	39,1
P ₁ - Trávy na semeno	46,1	5,44	0,39*	198 (18*)
P_{or} - Půda orná	846,8	100,0		
P ₄ - Louky	102,7	10,81 % Pz	3,9	403
P_z - Půda zemědělská	949,5			

* - zrno obilovin, hrachu, lupiny, semeno trav, řepky, hořčice a máku

Výpočet ETA 0:

$$ETA\ 0 = \frac{\Sigma Y_{S_{0-kukuřice}}}{\Sigma Y_{S_{(1+4)}}$$

$$ETA\ 0 = \frac{597}{1101}$$

$$ETA\ 0 = 0,542$$

Tab. 9: Dekompozice struktury ZS - ZD Slapy u Tábora 1996 – 2006

Plodina	Ys [t]	Přepočítávací koeficienty	Σ Ck [t]
Σ Y _{S0} - Kukuřice na siláž	597	0,386 * 0,785	181
Σ Y _{S0} - Ostatní jednoleté píceiny	75	0,386 * 0,785	23
Σ Y _{S1} - Víceleté píceiny	500	0,386 * 0,785	152
Σ Y _{S1} - Rhizomy	500 * 0,45	0,360	81
Σ Y _{S1} - Trávy na semeno – semeno	18	0,065	1,2
Σ Y _{S1} - Trávy na semeno – sláma	198	0,386	76
Σ Y _{S2z} - Obilniny – zrno	2131	0,065	139
Σ Y _{S2sl} - Obilniny - sláma	2131 * 1,27	0,386	1045
Σ Y _{S6z} - Hrách – zrno	14,7	0,065	1
Σ Y _{S6sl} - Hrách – sláma	14,7 * 1,6	0,386	9
Σ Y _{S6z} - Lupina – zrno	2,1	0,065	0,1
Σ Y _{S6sl} - Lupina – sláma	2,1 * 1,6	0,386	1,3
Σ Y _{S4a} - Louky	403	0,386 * 0,785	122
Celkem			1693

Celkový součet aktivního uhlíku:

$$OMEGA\ 2 = \frac{\sum C_k}{\sum Y_{2z}}$$

$$OMEGA\ 2 = \frac{1693}{2131}$$

$$OMEGA\ 2 = 0,794$$

Podle Prof. Ing. Karla Kudrny DrSc. by měla být hodnota OMEGA 2 rovna jedné. Hodnota OMEGA 2 = 0,794 je způsobena vyšším zastoupením obilovin (55%) a řepky (10%) při poměrně nízkých výnosech ostatních jednoletých pícein.

$$OMEGA\ 2 + 6 = \frac{\sum C_k}{\sum Y_{(2+6)z}}$$

$$OMEGA\ 2 + 6 = \frac{1693}{2148}$$

$$OMEGA\ 2 + 6 = 0,788$$

Zastoupení luskovin ve struktuře ZS je nízké a ovlivnilo hodnotu parametru OMEGA 2 nevýznamně.

Tab. 10: C – bilance OP – ZD Slapy u Tábora 1996 - 2006

Plodina	P [ha]	Ys [t*ha ⁻¹]	ΣYs+Σsri, sl.	ΣCs+ ΣCri,sl.	+/- C	C - bilance	C/ha
P ₁ – víceleté píce	92,3	5,40	500+225	152+81	81	81	
P ₀ – kukuřice	84,6	7,10	597	181	-181	-100+1602	
P ₀ – ost. jednoleté píc.	30,8	2,40	75	23	-23	1479	
P ₂ – obilniny	466,2	4,57	2131+2706	139+1045	-1184	295	
P ₆ - hrách	4,5	3,27	14,7+23,5	1+9	-10	285	
P ₆ - lupina	0,9	2,30	2,1+3,4	0,1+1,3	-1,4	283,6	
P ₃ – brambory	4,2	7,10	30	12	-12	271,6	
P ₅ – řepka	84,8	3,14	266+532	17+205	-222	49,6	
P ₅ – hořčice	1,6	1,39	2,2+4,4	0,1+1,7	-1,8	47,8	
P ₅ – mák	17,4	0,70	12,2+26,8	0,8+10,4	-11,2	36,6	
P ₇ - len	13,4	2,90	39,1	15,1	-15,1	21,5	
P ₁ - trávy na semeno	46,1	0,39	18+180	1+69	-70	-48,5	-0,057

Sklizeň z luk:

$$\Sigma Y_{S_4} = 403$$

$$\Sigma C_{4a} = 403 * 0,386 * 0,785 = 122$$

$$\Sigma C_{org.} = 1480 + 122 = 1602$$

4.3.2. Normální struktura ZS – ZD Slapy u Tábora 1996 – 2006

$$P_{or} = 847 \text{ ha}$$

$$P_z = 950 \text{ ha}$$

$$P_{4 - louky} = 103 \text{ ha}$$

Výpočet:

Potřeba zdrojů uhlíku:

$$\Sigma Y_{S(0+1+4)} = \Sigma Y_{2z} * C_2^P$$

$$\Sigma Y_{S(0+1+4)} = 2131 * 1,4388$$

$$\Sigma Y_{S(0+1+4)} = 3066 \text{ t}$$

Podíl jednoletých (silážních) plodin:

$$\Sigma Y_{S_0} = 0,215 * 3066 = 659 \text{ t}$$

$$P_0 = \frac{659}{5,82}$$

$$P_0 = 113,2 \text{ ha} \sim 13,36 \% P_{or}$$

Potřeba víceletých píce:

$$\Sigma Y_{S_4} = 403 \text{ t}$$

$$\Sigma Y_{S_1} = \Sigma Y_{S(0+1+4)} - \Sigma Y_{S_0} - \Sigma Y_{S_4}$$

$$\Sigma Y_{S_1} = 3066 - 659 - 403$$

$$\Sigma Y_{S_1} = 2004 \text{ t}$$

$$P_1 = \frac{2004}{5,4}$$

$$P_1 = 371,1 \text{ ha} \sim 43,81\% \text{ Por}$$

Obiloviny:

$$\Sigma Y_{2z} = 466,2 \text{ ha} * 4,57 \text{ t*ha}^{-1}$$

$$\Sigma Y_{2z} = 2131 \text{ t}$$

$$P_2 = \frac{2131}{4,57}$$

$$P_2 = 466 \text{ ha} \sim 55,03\% \text{ Por}$$

Sklizeň suché hmoty spotřebitelů uhlíku:

$$\Sigma Y_{S(3+5)} = \Sigma C_{2sl} = 2131 * 1,27 * 0,386 = 1045$$

$$P_{(3+5+7)} = \frac{1045}{7,52}$$

$$P_{(3+5+7)} = 138,9 \text{ ha} \sim 16,40\% \text{ Por}$$

Součet vypočtených ploch všech plodin na orné půdě:

$$P_{0+1+2+(3+5+7)} = 13,36 + 43,81 + 55,03 + 16,40$$

$$P_{0+1+2+(3+5+7)} = 128,60\%$$

Tab. 11: Normální struktura ZS – ZD Slapy u Tábora 1996 – 2006

	P [ha]	P [%Por]	Ys [t*ha ⁻¹]	ΣYs [t]
P ₀ – jednoleté píce	113,2	13,36	5,82	659
P ₁ – víceleté píce	371,1	43,81	5,4	2004
P ₂ - obiloviny	466,2	55,03	4,57*	2131*
P ₍₃₊₅₊₇₎ – okopaniny, olejníky a len	138,9	16,40	7,52	1045
Por – půda orná	1089,4	128,6		

(* poznámka: výnos zrna obilovin)

Byla vypočtena teoretická potřeba zdrojů uhlíku a teoretické množství spotřebitelů při skutečné produkci zrna obilovin za časovou řadu 1996 – 2006.

Součet ploch vychází více než 100%, což znamená, že teoretická potřeba zdrojů je podle uhlíkové bilance vyšší, než je skutečná.

Grafické znázornění parametrů vnitřní struktury

Graf 1: Graf vyjadřující spotřebu minerálních hnojiv NPK. Parametr (H/Pz) je poměrně vyrovnaný.

Graf 2: Výnos suché hmoty všech plodin (Ys/Pz) je celkem vyrovnaný.

Graf 3: Parametr silážních plodin. ETA 0 v čase má spíše klesající charakter.

Graf 4: Průměrný výnos obilovin. Výnosy obilovin je relativně vyrovnaný. Roku 2004 dosáhl maxima při 5,84 t.ha⁻¹. Minimální výnos byl roku 2006, kdy dosáhl jen 3,51 t.ha⁻¹.

Graf 5: Průměrný výnos víceletých píceň. Výnosy víceletých píceň jsou velice nevyrovnané. V roce 2006 byl dosažen nejvyšší výnos 8,82 t.ha⁻¹, zatímco v roce 1998 byl výnos pouze 2,66 t.ha⁻¹.

Graf 6: Průměrný výnos kukuřice na siláž. Nejvyšší výnos 8,73 t.ha⁻¹ byl dosažen v roce 1996, nejnižší v roce 2003 3,21 t.ha⁻¹.

Graf 7: Průměrný výnos řepky. V roce 2004 byl dosažen nejvyšší výnos 4,47 t.ha⁻¹ a nejnižší v roce 2002 jen 1,47 t.ha⁻¹.

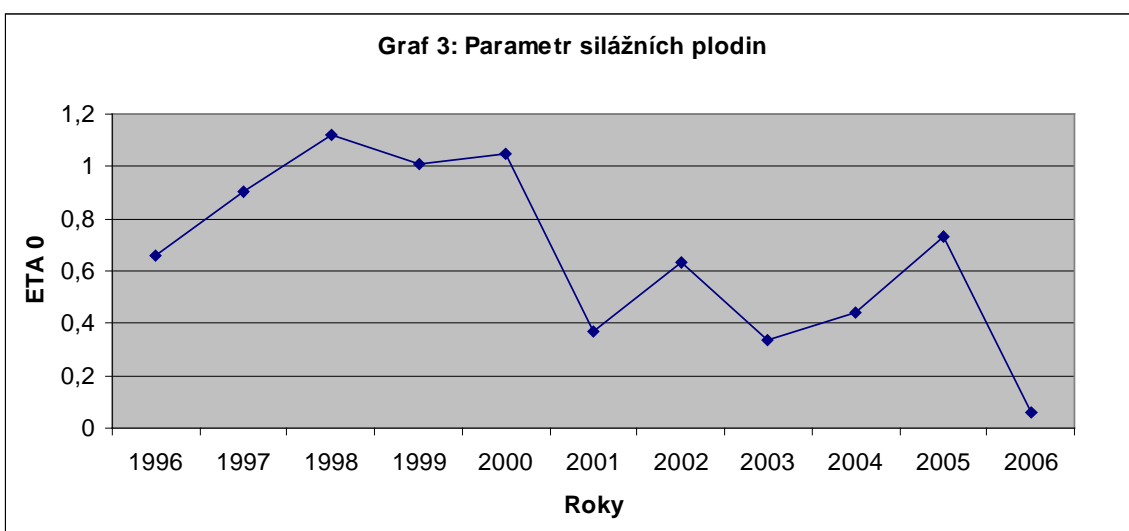
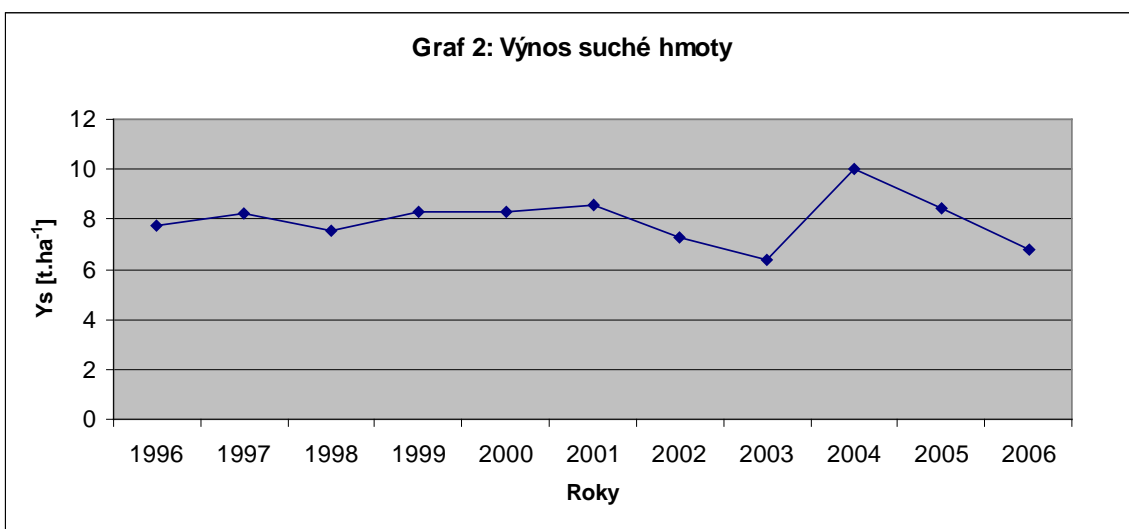
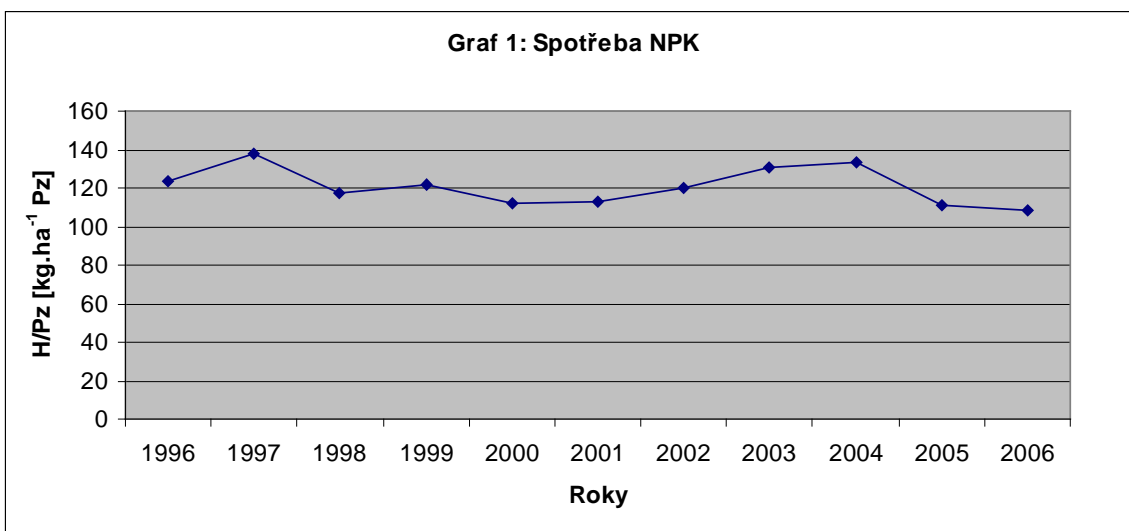
Graf 8: Průměrný výnos máku. V letech 1996 až 1998 se mák nepěstoval. Maximálního výnosu bylo dosaženo v roce 2004, kdy dosáhl 1,12 t.ha⁻¹. Minimální výnos byl dosažen o dva roky později, kdy dosáhl pouhých 0,25 t.ha⁻¹.

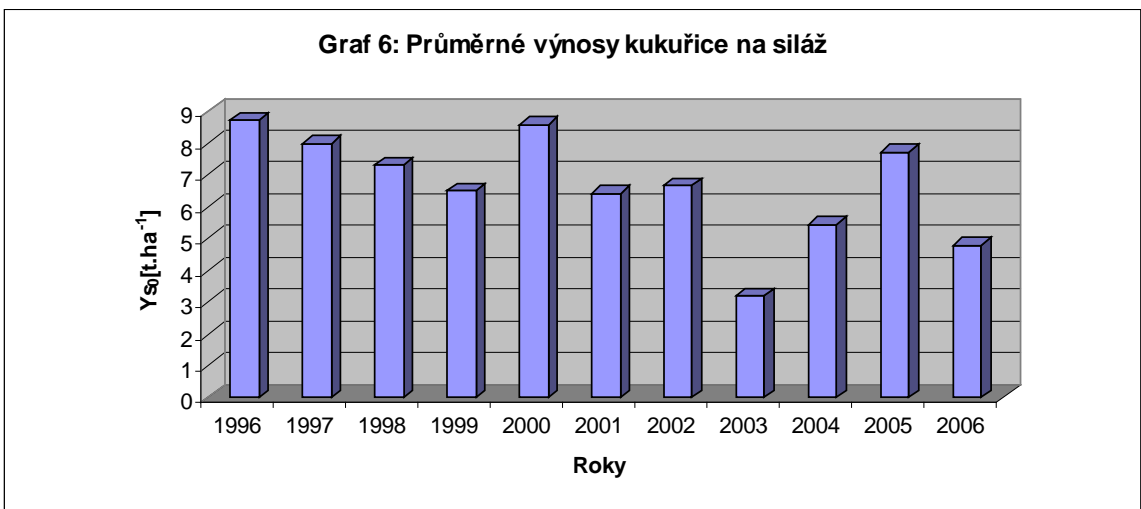
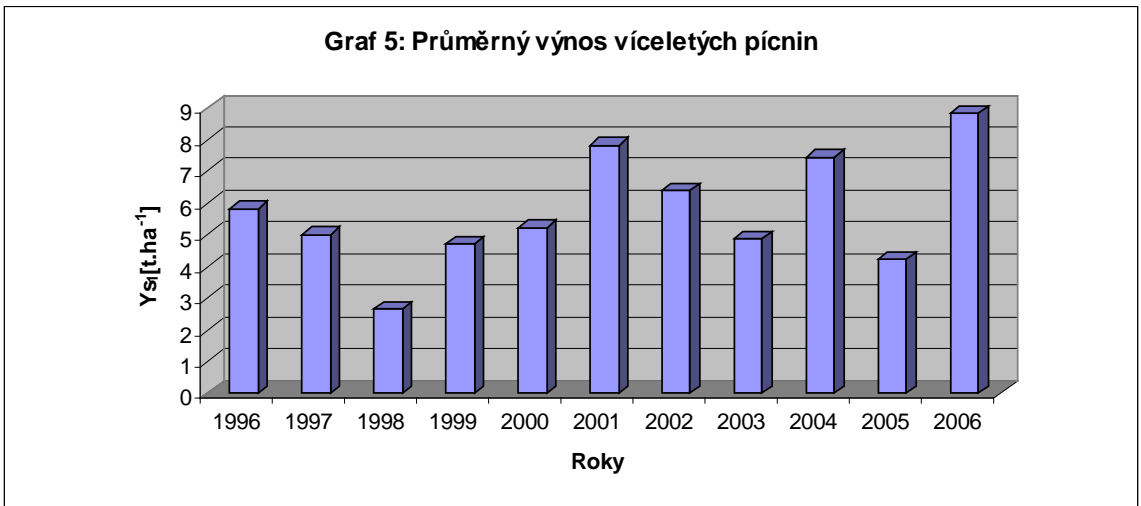
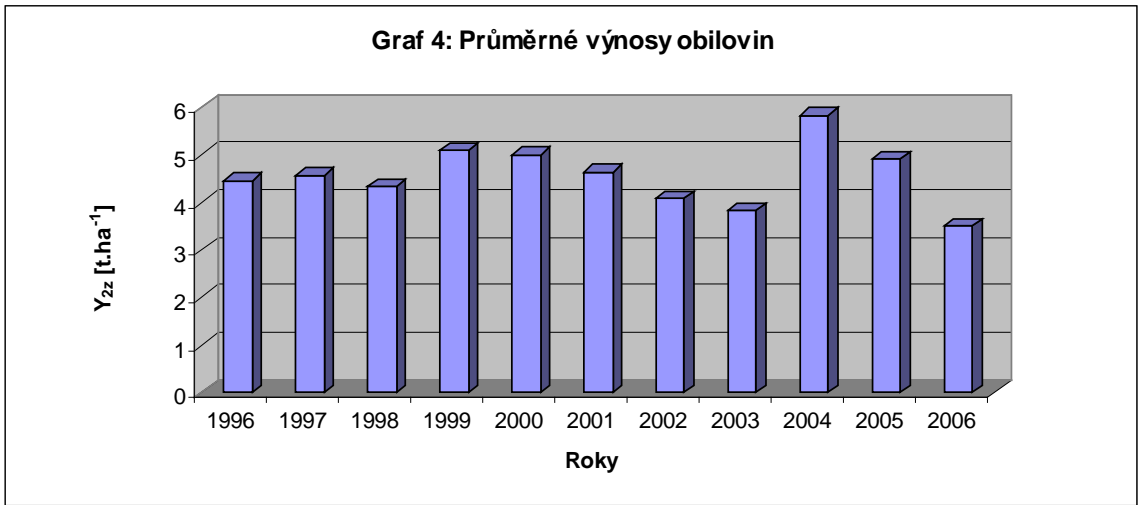
Graf 9: Průměrný výnos trav na semeno. Výnosy jsou poměrně vyvážené, pohybují se v rozmezí 0,3 až 0,5 t.ha⁻¹. Výjimku tvoří rok 2005, kdy výnosy klesly na pouhých 0,23 t.ha⁻¹.

Graf 10: Průměrný výnos lnu – stonku. V letech 1997 a 1998 se len nepěstoval. Výnosy jsou velmi nevyvážené. V maximu dosáhly 4,99 t.ha⁻¹ a v minimu jen 0,72 t.ha⁻¹.

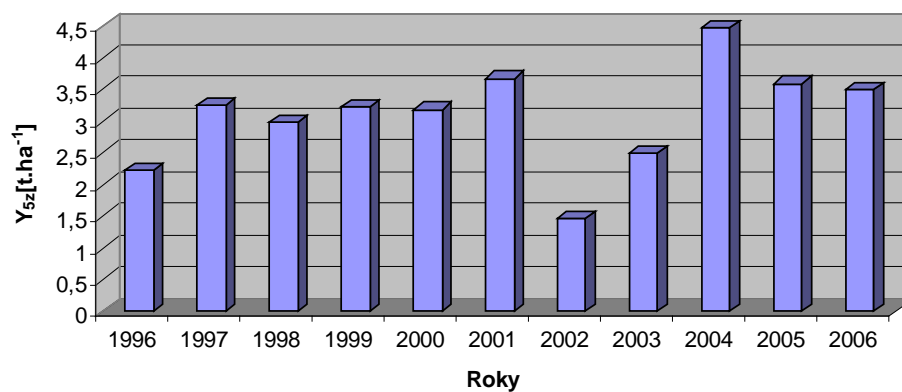
Graf 11: Graf hustoty skotu na hektar. Zprvu byla hustota skotu jen mírně klesající, avšak během dvou let (2003 a 2004) stavy rapidně klesly. Tento propad se zastavil až v následujících letech, kdy se tato hustota ustálila.

Graf 12: Krmné množství pro skot. S klesajícím stavem skotu klesá také zastoupení objemných krmiv, což má za následek klesající charakter tohoto parametru.

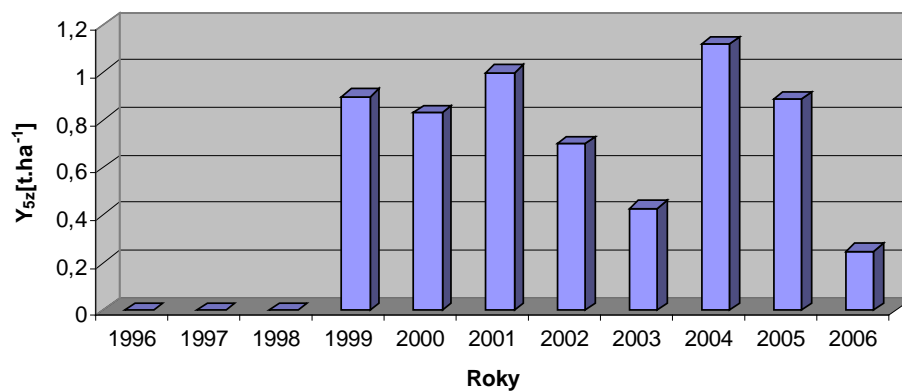




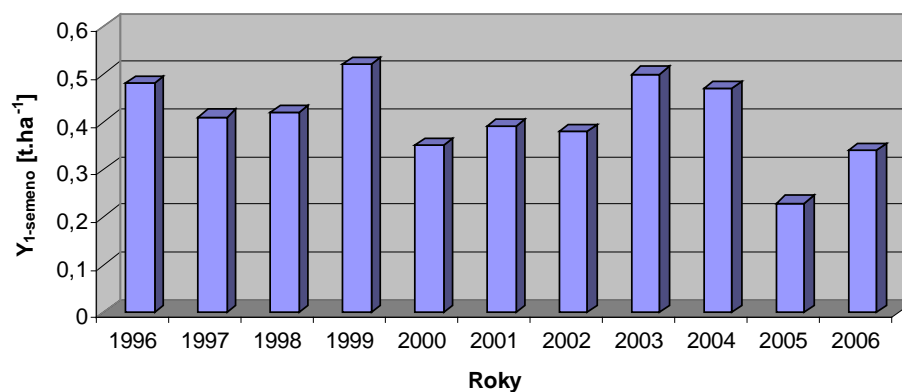
Graf 7: Průměrné výnosy řepky



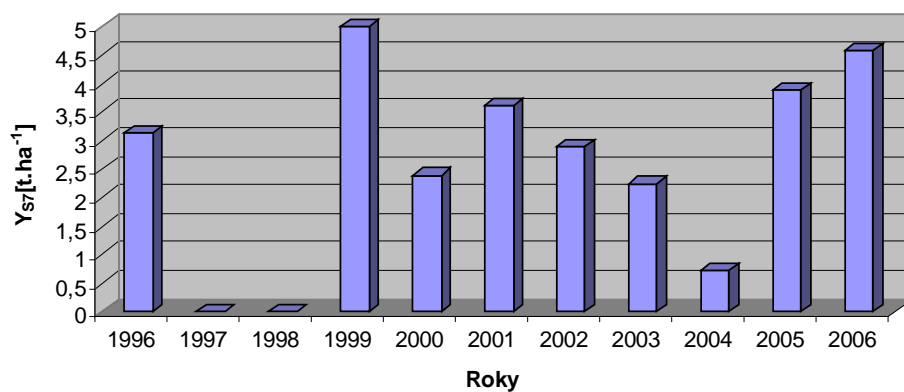
Graf 8: Průměrné výnosy máku



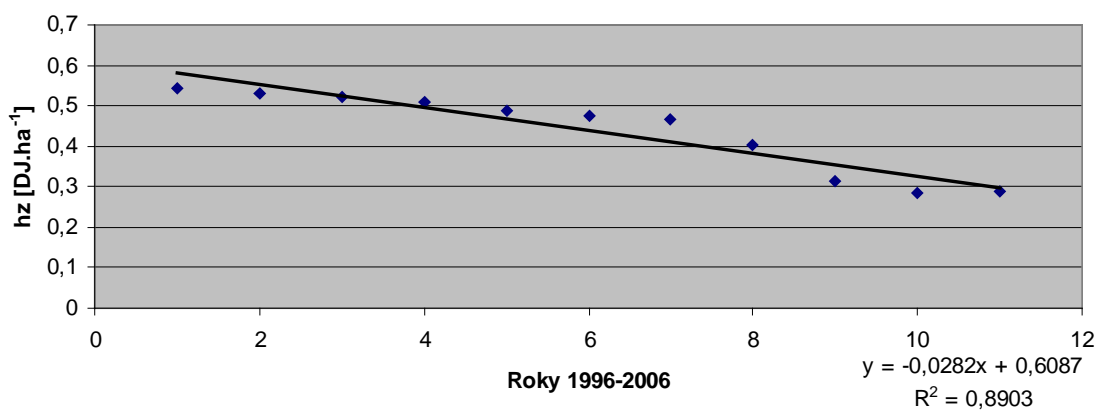
Graf 9: Průměrné výnosy trav na semeno



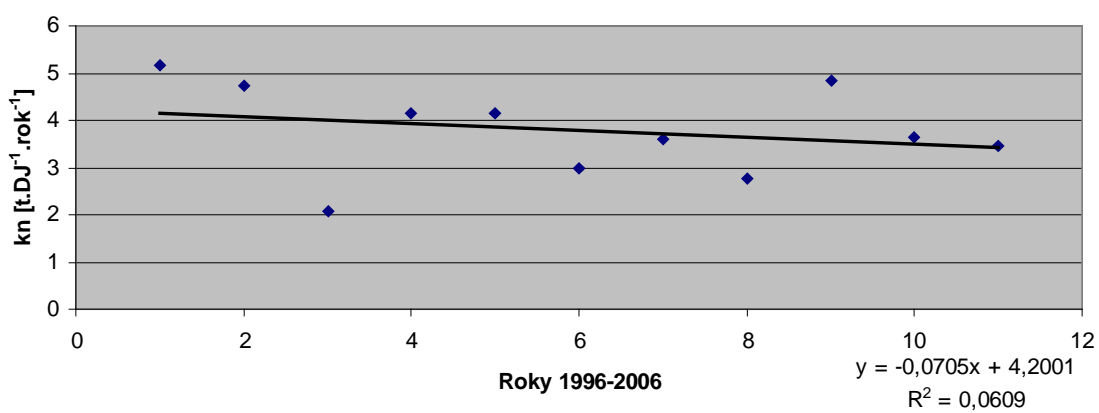
Graf 10: Průměrné výnosy lnu - stonku



Graf 11: Hustota skotu



Graf 12: Krmné množství



4.4. Návrh struktury ZS – ZD Slapy u Tábora varianta 1 – základní

$$Por = 778 \text{ ha}$$

$$Pz = 891 \text{ ha}$$

$$P_4 - \text{louky} = 113 \text{ ha}$$

$$h_z = 0,55 \text{ [DJ.ha}^{-1}\text{]}$$

$$k_n = 4,00 \text{ [t.DJ}^{-1}\text{.rok}^{-1}\text{]}$$

Výpočet:

Potřeba zdrojů uhlíku:

$$\Sigma Y_{S(0+1+4)} = 0,55 * 891 * 4,0$$

$$\Sigma Y_{S(0+1+4)} = 1960 \text{ t}$$

Podíl jednoletých (silážních) plodin:

$$\Sigma Y_{S_0} = \Sigma Y_{S(0+1+4)} * 0,215$$

$$\Sigma Y_{S_0} = 1960 * 0,215$$

$$\Sigma Y_{S_0} = 421$$

$$P_0 = \frac{\Sigma Y_{S_0}}{Y_{S_0}}$$

$$P_0 = \frac{421}{7,01 \cdot \frac{10}{11} (91\%)}$$

$$P_0 = 60,1 \text{ ha} \sim 7,73\% \text{ Por}$$

Podíl víceletých pícein:

$$\Sigma Y_{S_4} = P_4 * Y_{S_4}$$

$$\Sigma Y_{S_4} = 113 * 4,28 \cdot \frac{9}{11} (82\%)$$

$$\Sigma Y_{S_4} = 484 \text{ t}$$

$$\Sigma Y_{S_1} = \Sigma Y_{S(0+1+4)} - \Sigma Y_{S_0} - \Sigma Y_{S_4}$$

$$\Sigma Y_{S_1} = 1960 - 421 - 484$$

$$\Sigma Y_{S_1} = 1055 \text{ t}$$

$$P_1 = \frac{\Sigma Y_{S_1}}{Y_{S_1}}$$

$$P_1 = \frac{1055}{6,61 \cdot \frac{7}{11} (64\%)}$$

$$P_1 = 159,6 \text{ ha} \sim 20,51\% \text{ Por}$$

V časové řadě: $P_0 - \text{kukuřice} + P_0 - \text{ostatní jednoleté píceiny} + P_1 = 9,99 + 3,63 + 10,90$
 $P_0 - \text{kukuřice} + P_0 - \text{ostatní jednoleté píceiny} + P_1 = 24,52$

Obiloviny:

Výpočet $\Sigma Y_{S_{2z}}$ s využitím parametru C_2^P

$$\Sigma Y_{S_{2z} \cdot C_2^P} = \frac{\Sigma Y_{S_{(0+1+4)}}}{C_2^P}$$

$$\Sigma Y_{S_{2z} \cdot C_2^P} = \frac{1960}{1,4388}$$

$$\Sigma Y_{S_{2z} \cdot C_2^P} = 1362 \text{ t}$$

Výpočet $\Sigma Y_{S_{2z}}$ s využitím parametru ETA 2

$$ETA 2 = \frac{\Sigma Y_{S_{2z}}}{\Sigma Y_{S_{(0+1+ri+4)}}$$

$$ETA 2 = 1,235$$

$$\Sigma Y_{S_{2z} \cdot ETA 2} = \Sigma Y_{S_{(0+1+ri+4)}} \cdot ETA 2$$

$$\Sigma Y_{S_{2z} \cdot ETA 2} = (421 + 1055 \cdot 1,3 + 484) \cdot 1,235$$

$$\Sigma Y_{S_{2z} \cdot ETA 2} = 2811 \text{ t}$$

Výpočty podle C_2^P a ETA 2 mají stejnou váhu:

$$\Sigma Y_{2z} = \frac{\Sigma Y_{2z}(C_2^P) + \Sigma Y_{2z}(ETA 2)}{2}$$

$$\Sigma Y_{2z} = \frac{1362 + 2811}{2}$$

$$\Sigma Y_{2z} = 2086,5 \text{ t}$$

$$Y_{2z} = \frac{2086}{412,3}$$

$$Y_{2z} = 5,06 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Protože výnos $5,06 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ je poměrně vysoký, budeme počítat s výnosem s četností $9/11 = 4,79 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$

$$\Sigma Y_{2z} = 412,3 \text{ ha} * 4,79 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$$

$$\Sigma Y_{2z} = 1975 \text{ t}$$

Spotřebitelé: $\Sigma Y_{S(3+5+7)} = \Sigma C_2 \text{ slámy} + \Sigma C_1 \text{ slámy t.n.s.} = 968 + 87 = 1055$

Je zapotřebí ještě vyřešit trávy na semeno.

Předpokládáme, že se z pohledu C – bilance chovají jako obiloviny (neutrální plodiny).

Trávy na semeno – je to jejich specializace : $P_1 \text{ trávy na semeno} = 6,86 \% \text{ Por} \sim 53,8 \text{ ha}$
~ průměr posledních 8 let časové řady (1999 – 2006), předtím bylo zastoupení nižší.

$$\Sigma Y_{1-\text{trávy na semeno}} = 53,4 \text{ ha} * 0,42 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} = 22,43 \text{ t}$$

$$\Sigma C_{1-\text{sláma trávy na semeno}} = \Sigma Y_{S1-\text{tráva na semeno}} * k_{\text{sláma}} * k_c = 22,43 * 10 * 0,386 = 86,6$$

$$\Sigma C_2 \text{ sláma} = 1975 * 1,27 * 0,386 = 968$$

$$\Sigma C_2 \text{ sláma} + \Sigma C_{1-\text{sláma trávy na semeno}} = 968 + 87 = 1055$$

Brambory:

$$P_3 = 4 \text{ ha} \sim 0,51 \% \text{ Por} \quad Y_{S3} = 7,12 \text{ (průměr četností) t} \cdot \text{ha}^{-1} \quad \Sigma Y_{S3} = 4 * 7,12 = 28,5 \text{ t}$$

$$P_{0+1+2+1-\text{trávy na semeno}} = 7,73 + 20,51 + 53,00 + 6,86 = 88,1 \%$$

Na spotřebitele zbývá: $100 - 88,1 = 11,9 \% \text{ Por}$

$$P_3 = 0,51 \%$$

Na řepku, mák a len zbývá: 11,39 % Por ~ 88,6 ha

$$Y_{S_{(5,7)} \max.} = \frac{1055}{88,6}$$

$$Y_{S_{(5,7)} \max.} = 11,91 t * ha^{-1} \sim Y_{5z-\text{řepka} \max.} = \frac{11,91}{3} = 3,97 t * ha^{-1}$$

3,97 t*ha⁻¹ → je to druhý max. výnos

Budeme počítat s výnosy:

$$Y_{5z \text{ řepka}} = 3,48 \frac{8}{11} \sim Y_{S_{5-\text{řepka}}} = 10,44 t * ha^{-1}$$

$$Y_{5z \text{ mák}} = 2,63 \frac{7}{8} \sim Y_{S_{5-\text{mák}}} = 8,42 t * ha^{-1}$$

$$Y_{7 \text{ len}} = 4,0 \frac{8}{9} \sim Y_{S_{7-\text{len}}} = 3,52 t * ha^{-1}$$

Podle dosavadního zastoupení volíme:

Mák:

$$P_{5-\text{mák} 2002-2006} = 3,3 \% \text{ Por} \sim 25,7 \text{ ha}$$

$$\sum Y_{5z-\text{mák}} = 25,7 \text{ ha} * 2,63 \frac{7}{8} = 67,6 t$$

$$\sum Y_{S_{5-\text{mák}}} = 216,3 t$$

Len:

$$P_{7-\text{len} 2002-2006} = 1,8 \% \text{ Por} \sim 14,0 \text{ ha}$$

$$\sum Y_{S_{7-\text{len}}} = 14 * 3,52 \frac{8}{9} = 49,3$$

$$\sum Y_{S_{7-\text{len}}} = 49,3 t$$

V návrzích struktury je možné některou z plodin charakteru spotřebitelů – mák, len nebo obojí – vypustit.

$$P_{0+1+2+1 \text{ trávy na semeno} + 3+5 \text{ mák} + 7} = 7,73 + 20,51 + 53,00 + 6,86 + 0,51 + 3,30 + 1,80$$

$$P_{0+1+2+1 \text{ trávy na semeno} + 3+5 \text{ mák} + 7} = 93,71 \%$$

Na řepku zbývá:

$$P_{5-\text{řepka}} = 100 - 93,71 = 6,29 \% \text{ Por} \sim 48,9 \text{ ha}$$

$$\Sigma Y_{S5-\text{řepka}} = 511 \text{ t}$$

$$\sum Y_{5z-\text{řepka}} = 48,9 * 3,48 \frac{\text{č. } 8}{11} = 170 \text{ t}$$

Tab. 12: Návrh struktury ZS – ZD Slapy u Tábora – var. 1 – základní

Plodina	P [ha]	P [% Por]	Ys [t*ha ⁻¹]	Σ Ys [t]
P ₀ - kukuřice na siláž	60,1	7,73	7,01 č. 10/11	421
P ₁ - víceleté pícniny	159,6	20,51	6,61 č. 7/11	1055
P ₂ - obilniny	412,3	53,00	4,79* č. 9/11	1975*
P ₁ - trávy na semeno	53,4	6,86	0,42* č. 10/11	22,4*
P ₃ - brambory	4,0	0,51	7,12 (průměr)	28,5
P ₅ - řepka	48,9	6,29	3,48* (10,44) č. 8/11	170* (511)
P ₅ - mák	25,7	3,30	2,63*(8,42) č. 7/8	67,6* (216,3)
P ₇ - len	14,0	1,80	3,52 č. 8/9	49,3
P_{or} - půda orná	778	100,00		
P ₄ - louky	113	12,68 % Pz	4,28 č. 9/11	484
P_z - půda zemědělská	891			

* zrna obilovin, semeno trav, řepky a máku

Tab. 13: Dekompozice struktury ZS - ZD Slapy u Tábora – var. 1 – základní

Plodina	Ys [t]	Přepočítávací koeficienty	Σ Ck [t]
Σ Y _{S0} - kukuřice na siláž	421	0,386 * 0,785	128
Σ Y _{S1} - víceleté pícniny	1055	0,386 * 0,785	320
Σ Y _{S1} - rhizomy	1055 * 0,45	0,360	171
Σ Y _{S1} - trávy na semeno – semeno	22,4	0,065	1,5
Σ Y _{S1} - trávy na semeno – sláma	22,4 * 10	0,386	86,5
Σ Y _{S2z} - obilniny – zrno	1975	0,065	(128)
Σ Y _{S2sl} - obilniny - sláma	1975 * 1,27	0,386	968
Σ Y _{S4} - louky	484	0,386 * 0,785	147
Celkem			1822

$$OMEGA 2 = \frac{\sum C_k}{\sum Y_{2z}}$$

$$OMEGA 2 = \frac{1822}{1975}$$

$$OMEGA 2 = 0,923$$

$$ETA 0 = \frac{\sum Y_{S0-kuk.}}{\sum Y_{S(1+4)}}$$

$$ETA 0 = \frac{421}{(1055 + 484)}$$

$$ETA 0 = 0,274$$

Tab. 14: C – bilance OP – ZD Slapy u Tábora – var. 1 – základní

Plodina	P [ha]	Ys [t*ha ⁻¹]	ΣYs+Σsri, sl.	ΣCs+ ΣCri,sl.	+/- C	C - bilance	C/ha
P ₁ – víceleté píceřiny	159,6	6,61	1055+475	320+171	171	171	
P ₀ – kukuřice	60,1	7,01	421	128	-128	43+1649	
P ₂ – obilniny	412,3	4,79	1975+968	128+968	-1096	596	
P ₁ – trávy na semeno	53,4	0,42	22,4+224	1,5+86	-87,5	508,5	
P ₃ – brambory	4,0	7,12	28,5	11	-11	497,5	
P ₅ – řepka	48,9	3,48	170+340	11+131	-142	355,5	
P ₅ – mák	25,7	0,826	21,1+46,4	1,4+57	-19,4	336,1	
P ₇ - len	14,0	3,52	49,3	19	-19	317,1	0,408

Sklizeň z luk:

$$\Sigma Y_{S4} = 484$$

$$\Sigma C_{4a} = 484 * 0,386 * 0,785 = 147$$

$$\Sigma C_{org.} = 1502 + 147 = 1649$$

4.5. Návrh struktury ZS - ZD Slapy u Tábora – var. 1a – zaměření na obiloviny

$$P_{or} = 778 \text{ ha}$$

$$P_z = 891$$

$$P_{4-louky} = 113$$

$$h_z = 0,55$$

$$k_n = 4,00$$

Volíme: $P_z = 53 \% P_{or} \rightarrow$ var. 1a = var. 1 základní

Vysvětlení:

Chceme ve struktuře ZS ponechat řepku, kde už ve var. 1 je její zastoupení minimální. Pokud zvážíme, že $P_{1 \text{ t.n.s.}}$ – trávy na semeno – mají charakter neutrálních plodin stejně jako obiloviny, je součet těchto ploch:

$$P_2 + P_{1 \text{ t.n.s.}} = 53 \% + 6,86 \% = 59,86 \% P_{or}.$$

4.6. Návrh struktury ZS - ZD Slapy u Tábora – var. 1b – zaměření na řepku

Por = 778 ha

Pz = 891

P₄ – louky = 113

h_z = 0,55

k_n = 4,00

Možnost navýšení plochy P_{5-řepka} ~ jak je velká rezerva v uhlíku slámy

$$(\Sigma C_{2sl.} + \Sigma C_{1sl. t.n.s.}) = 968 + 87 = 1055$$

$$\Sigma Y_{S3-brambory} = 28,5 \text{ t}$$

$$\Sigma Y_{S5-řepka} = 510 \text{ t}$$

$$\Sigma Y_{S5-mák} = 216 \text{ t}$$

$$\Sigma Y_{S7-len} = 49,3 \text{ t}$$

$$\text{Celkem} = 803,8 \text{ t} \rightarrow \text{rezerva} = 1055 - 804 = 251 \text{ t}$$

Možnost navýšení:

$$P_5 - \text{řepka} = \frac{251 \text{ t}}{10,44 \text{ t} * \text{ha}^{-1}}$$

$$P_{5-řepka} = 24,0 \text{ ha} \rightarrow 3,09 \% \text{ Por}$$

$$\rightarrow P_{5řepka-var 1b} = 6,29 + 3,09 = 9,38 (\% \text{ Por})$$

Tab. 15: Návrh struktury ZS-ZD Slapy u Tábora – var. 1b – zaměření na řepku

Plodina	P [ha]	P [% Por]	Ys [t*ha ⁻¹]	ΣYs [t]
P ₀ – kukuřice	60,1	7,73	7,01 č. 10/11	421
P ₁ – víceleté pícniny	159,6	20,51	6,61 č. 7/11	1055
P ₂ – obilniny	388,3	49,91	4,79* č. 9/11	1860*
P ₁ – trávy na semeno	53,4	6,86	0,42* č. 10/11	22,4*
P ₃ – brambory	4,0	0,51	7,12 (průměr)	28,5
P ₅ – řepka	73,0	9,38	3,48*(10,44) č. 8/11	254* (762)
P ₅ – mák	25,7	3,30	0,821*(2,63) č. 7/8	21,1* (67,5)
P ₇ – len	14,0	1,80	3,52 č. 8/9	49,3
Por	778	100,00		
P ₄ – louky	113	12,68 % Pz	4,28 č. 9/11	484
Pz	891			

* zrno obilovin, semeno trav, řepky a máku

Tab. 16: Dekompozice struktury ZS - ZD Slapy u Tábora– var. 1b – zaměření na řepku

Plodina	Ys [t]	Přepočítávací koeficienty	Σ Ck [t]
ΣY _{S0} – kukuřice	421	0,386 * 0,785	128
ΣY _{S1} – víceleté píceřiny	1055	0,386 * 0,785	320
ΣY _{S1} – rhizomy	1055 * 0,45	0,360	171
ΣY _{S1} – trávy na semeno - semeno	22,4	0,065	1,5
ΣY _{S1} – tráva na semeno – sláma	22,4 * 10	0,386	86,5
ΣY _{S2z} – obilniny – zrno	1860	0,065	(121)
ΣY _{S2sl.} – obilniny – sláma	1860 * 1,27	0,386	912
ΣY _{S4} - louky	484	0,386 * 0,785	147
Celkem			1766

$$OMEGA 2 = \frac{\sum C_k}{\sum Y_{2z}}$$

$$OMEGA 2 = \frac{1766}{1860}$$

$$OMEGA 2 = 0,949$$

$$ETA 0 = \frac{\sum Y_{S0-kuk.}}{\sum Y_{S(1+4)}}$$

$$ETA 0 = \frac{421}{(1055 + 484)}$$

$$ETA 0 = 0,274$$

Tab. 17: C – bilance OP – ZD Slapy u Tábora– var. 1b – zaměření na řepku

Plodina	P [ha]	Ys [t*ha ⁻¹]	ΣYs+Σsri, sl.	ΣCs+ ΣCri,sl.	+/- C	C - bilance	C/ha
P ₁ – víceleté píceřiny	159,6	6,61	1055+475	320+171	171	171	
P ₀ – kukuřice	60,1	7,01	421	128	-128	43+1593	
P ₂ – obilniny	388,3	4,79	1860+2362	121+912	-1033	603	
P ₁ – trávy na semeno	53,4	0,42	22,4+224	1,5+86	-87,5	515,5	
P ₃ – brambory	4,0	7,12	28,5	11	-11	504,5	
P ₅ – řepka	73,0	3,48	254+508	17+196	-213	291,5	
P ₅ – mák	25,7	0,826	21,1+46,4	1,4+18	-19,4	272,1	
P ₇ - len	14,0	3,52	49,3	19	-19	253,1	0,325

Sklizeň z luk:

$$\Sigma Y_{S4} = 484$$

$$\Sigma C_{4a} = 484 * 0,386 * 0,785 = 147$$

$$\Sigma C_{org.} = 1446+147 = 1593$$

4.7. Návrh struktury ZS - ZD Slapy u Tábora– var. 2 – zaměření na bioplyn

$$P_{or} = 778 \text{ ha}$$

$$P_z = 891 \text{ ha}$$

$$P_{4-louky} = 113 \text{ ha}$$

$$h_z = 0,55$$

$$k_n = 4,00$$

Struktura ZS – standardní část

$$\Sigma Z \text{ odpovídá var. 1} \sim 0,55 (h_z \text{ var. 1}) * 891 = 490 \text{ [DJ]}$$

Krmné plodiny zůstanou jako ve výchozí var. 1

P_{2+5} se sníží o plochu pro P_1, P_0 pro bioplyn

Uvažujeme:

$$P_{1max} = 25 \% P_{or}$$

$$P_{1max} = 0,25 * 778$$

$$P_{1max} = 194,5 \text{ ha}$$

$$P_{1bioplyn} = 25 - 20,51$$

$$P_{1bioplyn} = 4,49 \text{ [% } P_{or}] \sim 34,9 \text{ ha}$$

$$\Sigma Y_{S1} \text{ bioplyn} = 34,9 * 6,61$$

$$\Sigma Y_{S1} \text{ bioplyn} = 231 \text{ t}$$

$$\Sigma Y_{S0} \text{ bioplyn} = 231 * 0,274$$

$$\Sigma Y_{S0} \text{ bioplyn} = 63 \text{ t}$$

$$P_{0 \text{ bioplyn}} = \frac{63}{7,01}$$

$$P_{0 \text{ bioplyn}} = 9,0 \text{ ha} \Rightarrow 1,16 \% P_{or}$$

$$\Sigma Z_{\text{bioplyn}} = \frac{\Sigma Y_{S1 \text{ bioplyn}} + \Sigma Y_{S0 \text{ bioplyn}}}{k_n}$$

$$\Sigma Z_{\text{bioplyn}} = \frac{231 + 63}{4}$$

$$\Sigma Z_{\text{bioplyn}} = 73,5 \text{ DJ}$$

Poznámka: ŠOCH (1996) uvádí, že minimální počet zvířat pro (ekonomickou) výrobu bioplynu při stelivovém provozu 100 DJ. Toho je možné dosáhnout pouze při navýšení výnosů píce. Ty jsou zejména u Y_{S1} relativně nízké.

Volíme:

$$Y_{S_1 \text{ č.5/11}} = 7,15 \text{ t.ha}^{-1}$$

$$Y_{S_0 \text{ č.9/11}} = 7,27 \text{ t.ha}^{-1}$$

Výpočet P_1 , P_0 pro standardní část

$$kn = 4,00$$

$$\sum Z = 0,55 * 891$$

$$\sum Z = 490 \text{ DJ}$$

$$\sum Y_{S(0+1+4)} = 490 * 4$$

$$\sum Y_{S(0+1+4)} = 1960 \text{ t}$$

$$\sum Y_{S_0} = 1960 * 0,215$$

$$\sum Y_{S_0} = 421 \text{ t}$$

$$P_0 = \frac{421}{7,27 \text{ č.} \frac{9}{11}}$$

$$P_0 = 57,9 \text{ ha} \Rightarrow 7,45 \% \text{ Por}$$

$$\sum Y_{S_4} = 113 \text{ ha} * 4,28 \text{ č.9/11}$$

$$\sum Y_{S_4} = 484 \text{ t}$$

$$\sum Y_{S_1} = 1960 - 421 - 484$$

$$\sum Y_{S_1} = 1055 \text{ t}$$

$$P_1 = \frac{1055}{7,15 \text{ č.} \frac{5}{11}}$$

$$P_1 = 147,6 \text{ ha} \Rightarrow 18,97 \% \text{ Por}$$

Výpočet P_1 , P_0 pro část bioplyn

$$P_1 \text{ bioplyn} = (25 - 18,97) \% \text{ Por}$$

$$P_1 \text{ bioplyn} = 6,03 \% \text{ Por} \sim 46,9 \text{ ha}$$

$$\sum Y_{S_1 \text{ bioplyn}} = 46,9 \text{ ha} * 7,15 \text{ č.5/11}$$

$$\sum Y_{S_1 \text{ bioplyn}} = 335 \text{ [t]}$$

$$\sum Y_{S_0 \text{ bioplyn}} = 335 * 0,274$$

$$\sum Y_{S_0 \text{ bioplyn}} = 92 \text{ t}$$

$$P_{1 \text{ bioplyn}} = \frac{92}{7,27 \cdot \frac{9}{11}}$$

$$P_{1 \text{ bioplyn}} = 12,6 \text{ ha} \Rightarrow 1,62 \% \text{ Por}$$

Ponecháme:

$$P_{1-\text{t.n.s.}} = 6,86 \% \text{ Por}$$

$$P_3 - \text{brambory} = 0,51 \% \text{ Por}$$

$$P_5 - \text{mák} = 3,30 \% \text{ Por}$$

$$P_7 - \text{len} = 1,80 \% \text{ Por}$$

$$\text{Na } (P_2 + P_5 \text{ řepka}) \text{ zbývá} = 100 - (18,97 + 6,03 + 7,45 + 1,62 + 6,86 + 0,51 + 3,30 + 1,80)$$

$$\text{Na } (P_2 + P_5 \text{ řepka}) \text{ zbývá} = 53,46 \% \text{ Por}$$

Možnosti:

a) P_2 a P_5 řepka necháme v poměru jako ve var. 1 - základní = 1a - zaměření na obiloviny (VYHOVUJE)

b) Necháme P_5 řepka jako ve var. 1 - základní = 1a - zaměření na obiloviny (NENÍ POTŘEBA)

Řešení podle a)

$$(P_2 + P_5 \text{ řepka}) = 53,46 \% \text{ Por}$$

snížení v poměru:

$$\frac{53,46}{53,00 + 6,29} = \frac{53,46}{59,29} = 0,9017$$

$$P_2 - \text{var.2a} = 53 * 0,9017$$

$$P_2 - \text{var.2a} = 47,79 \% \text{ Por} \sim 371,8 \text{ ha}$$

$$P_5 \text{ řepka var.2a} = 6,29 * 0,9017$$

$$P_5 \text{ řepka var.2a} = 5,67 \% \text{ Por} \sim 44,1 \text{ ha}$$

Rozdělení P_2 ve var. 2a na část standard a část bioplyn podle ΣZ :

$$\Sigma Z_{\text{stand}} = 490 \text{ DJ}$$

$$\Sigma Z_{\text{bioplyn}} = \frac{\Sigma Y_{s(0+1)}}{kn}$$

$$\Sigma Z_{bioplyn} = \frac{92 + 335}{4}$$

$$\Sigma Z_{bioplyn} = 106,75 \Rightarrow 107 \text{ DJ}$$

$$\Sigma Z_{celkem} = 597 \text{ DJ}$$

$$P_{2 \text{ var.2a}} = 47,79 \% \text{ Por} \sim 371,8 \text{ ha}$$

$$P_{2 \text{ stand}} = 371,8 * \frac{490}{597}$$

$$P_{2 \text{ stand}} = 305,1 \text{ ha} \Rightarrow 39,22 \% \text{ Por}$$

$$P_{2 \text{ bioplyn}} = 371,8 * \frac{107}{597}$$

$$P_{2 \text{ bioplyn}} = 66,6 \text{ ha} \Rightarrow 8,57 \% \text{ Por}$$

Tab. 18: Návrh struktury ZS-ZD Slapy u Tábora– var. 2a – zaměření na bioplyn při navýšení výnosů Y_{s1} , Y_{s0}

Plodina	P [ha]	P [% Por]	Ys [t*ha ⁻¹]	ΣYs
P ₀ – kukuřice-stand	57,9	7,45	7,27 č. 9/11	421
P ₀ – kukuřice-bioplyn	12,6	1,62	7,27 č. 9/11	92
P ₁ – víceleté píceiny-stand	147,6	18,97	7,15 č. 5/11	1055
P ₁ – víceleté píceiny-bioplyn	46,9	6,03	7,15 č. 5/11	335
P ₂ – obilniny-stand	305,1	39,22	4,79* č.9/11	1461*
P ₂ – obilniny-bioplyn	66,6	8,57	4,79* č.9/11	319*
P ₁ – trávy na semeno	53,4	6,86	0,42* č.10/11	22,4*
P ₃ – brambory	4,0	0,51	7,12 (průměr)	28,5
P ₅ – řepka	44,1	5,67	3,48*(10,44) č. 8/11	153* (460)
P ₅ – mák	25,7	3,30	0,821*(2,63) č. 7/8	21,1*(67,5)
P ₇ – len	14,0	1,80	3,52 č.8/9	49,3
Por	778	100		
P ₄ – louky	113	12,68 %Pz	4,28 č. 9/11	484
Pz	891			

*zrno obilovin, semeno trav, řepky, máku

Tab. 19: Dekompozice struktury ZS - ZD Slapy u Tábora – var. 2a – zaměření na bioplyn

Plodina	Ys [t]	Přepočítávací koeficienty	Σ Ck [t]
ΣYs ₀ – kukuřice	421	0,386 * 0,785	128
ΣYs ₁ – víceleté pícniny-stand	1055	0,386 * 0,785	320
ΣYs ₁ – rhizomy-stand	1055 * 0,45	0,360	171
ΣYs ₁ – rhizomy-bioplyn	335*0,45	0,360	54
ΣYs ₁ – trávy na semeno - semeno	22,4	0,065	1
ΣYs ₁ – tráva na semeno – sláma	224	0,386	86
ΣYs _{2z} – obilniny – zrno-stand	1461	0,065	(95)
ΣYs _{2sl.} – obilniny – sláma-stand	1461 * 1,27	0,386	716
ΣYs ₄ - louky	484	0,386 * 0,785	147
Celkem			1623

$$OMEGA 2 = \frac{\sum C_k}{\sum Y_{2z}}$$

$$OMEGA 2 = \frac{1623}{1780}$$

$$OMEGA 2 = 0,912$$

$$ETA 0 = \frac{\Sigma Y_{S_{0-kuk.}}}{\Sigma Y_{S_{(1+4)}}$$

$$ETA 0 = \frac{421}{(1055 + 484)}$$

$$ETA 0 = 0,274$$

Tab. 20: C – bilance OP – ZD Slapy u Tábora – var. 2a – zaměření na bioplyn

Plodina	P [ha]	Ys [t*ha ⁻¹]	ΣYs+Σsri, sl.	ΣCs+ ΣCri,sl.	+/- C	C - bilance	C/ha
P ₁ – víceleté pícniny-stand.	147,6	7,15	1055 + 475	320+171	171	171	
P ₁ – víceleté pícniny-bioplyn	46,9	7,15	335 + 151	102+54	54	225	
P ₀ – kukuřice – stand.	57,9	7,27	421	128	-128	97 + 1397	
P ₀ – kukuřice-bioplyn	12,6	7,27	92	28	-28	1466	
P ₂ – obilniny-stand.	305,1	4,79	1461 + 1855	95 + 716	-811	655	
P ₂ – obilniny-bioplyn	66,1	4,79	319 + 405	21 + 156	-177	478	
P ₁ – trávy na semeno	53,4	0,42	22,4 + 224	1,5 + 86	-87,5	390,5	
P ₃ – brambory	4,0	7,12	28,5	11	-11	379,5	
P ₅ – řepka	44,1	3,48	153 + 306	10 + 118	-128	251,5	
P ₅ – mák	25,7	0,821	21,1 + 46,4	1,4 + 18	-19,4	232,1	
P ₇ - len	14,0	3,52	49,3	19	-19	213,1	0,274

Sklizeň z luk:

$$\Sigma Y_{S_4} = 484$$

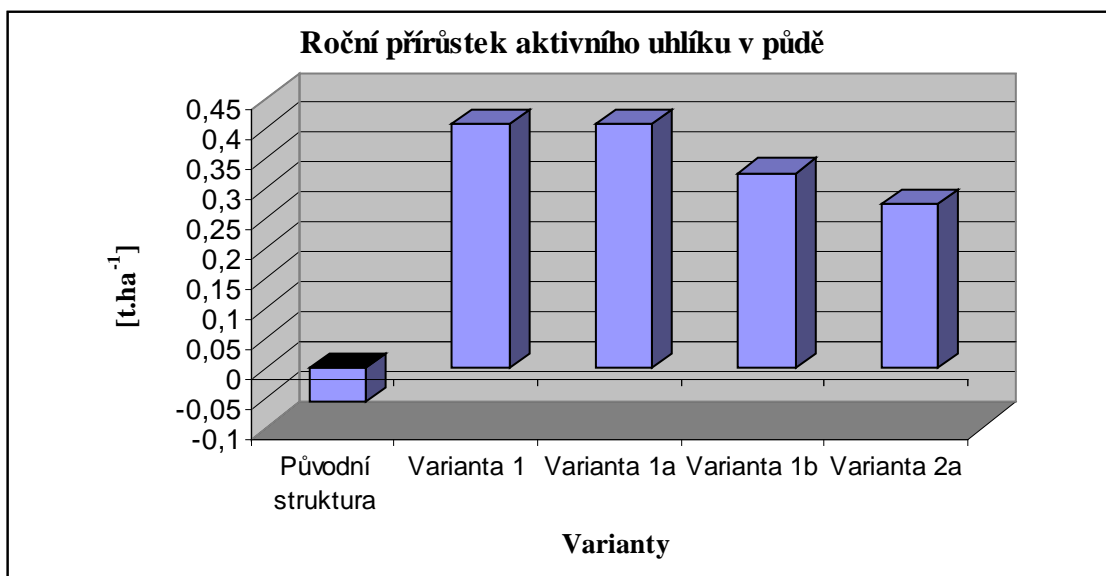
$$\Sigma C_{4a} = 484 * 0,386 * 0,785 = 147$$

$$\Sigma C_{org.} = 1250 + 147 = 1397$$

4.8. Grafické vyhodnocení aktivního uhlíku v půdě

Pro vyjádření pokrytí spotřeby aktivního uhlíku jsem použil C-bilanci. Hodnota C/ha naznačuje, jak dlouho bude trvat dosažení navrhovaného stavu. Z grafu je patrné, že nejkratší doba pro dosažení navrhovaného stavu bude u variant 1 a 1a. Původní struktura vykazuje mírný úbytek aktivního uhlíku.

Graf 13: Roční přírůstek aktivního uhlíku jednotlivých variant v půdě



4.9. Výpočet potřeby krmného obilí $\sum Y_{2z}$ pro skot na 1 DJ – podle údajů z podniku

Tab. 21: Skutečná spotřeba $\sum Y_{2z}$ za rok 2004, 2005

	Spotřeba celkem $\sum Y_{2z}$ [t]	$\sum Z$ [DJ]	$\sum Y_{2z} / \sum Z$ [t.DJ ⁻¹ .rok ⁻¹]	kg/den
2004	406,7	282,2	1,441	3,949
2005	380,5	260,7	1,459	3,999
Průměr			1,450	3,974

Skutečná spotřeba $\sum Y_{S(0+1+4)}_{1996-2006} = 3,744$ [t.DJ⁻¹.rok⁻¹]

Celková spotřeba sušiny:

$$\sum Y_{S(0+1+4)} \text{ průměr } 1996-2006 + \sum Y_{2z} \text{ průměr } 1996-2006 = 3,744 + 1,450 = 5,194 \text{ t.DJ}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1} \sim$$

14,230 kg na den

To velmi dobře odpovídá normativu spotřeby sušiny pro dojnice při průměrné užitkovosti podle KAVKY a kol. (2000): 14,1 kg na den $\sim 5,147$ t.DJ⁻¹.rok⁻¹

Použitá kn ve výpočtech: $\sum Y_{S(0+1+4)} = 4,00 \text{ t.DJ}^{-1}.\text{rok}^{-1} \rightarrow \sum Y_{2z} = 5,147 - 4,00 = 1,147 \text{ t.DJ}^{-1}.\text{rok}^{-1} \sim 3,142 \text{ kg na den.}$

Spotřeba $\sum Y_{2z}$ na 1 DJ při úplném krytí z vlastní produkce

1. Podle KAVKY (2000) – podle potřeby sušiny:

Celková spotřeba sušiny na DJ a rok – dojnice – průměrná užitkovost

5147 kg = 5,147 t ~ 14,1 kg na den

Sušina dodaná v objemných krmivech podle kn = 4,00

4 t = 4000 kg

na jaderná krmiva zbývá:

$5,147 - 4,0 = 1,147 \text{ t.DJ}^{-1}.\text{rok}^{-1} \sim 3,142 \text{ kg na den}$

2. Podle KAVKY (2000) – podle spotřeby jaderných krmiv

Orientační spotřeba jaderných směsí kg na DJ (dojnice průměrná užitkovost) za rok:

1136 kg ~ 3,11 kg na den

4.10. Výpočet produkce bioenergie v navržených variantách

struktury ZS

Tab. 22: Prodej potravinářské pšenice, sladovnického ječmene a osiva pšenice v letech 2004 – 2006 v tunách

	2004	2005	2006	Σ	Průměr
Potravinářská pšenice	118	438	1040	1596	532
Sladovnický ječmen	461	348	55	864	288
Osivo pšenice	224	80	113	417	139
Celkem	803	866	1208	2877	959

Tab. 23: Možné rozdělení $\sum Y_{2z}$ [t]

Varianta	Produkce $\sum Y_{2z}$	Prodej	Potřeba krmného obilí	Na bioetanol zbývá
1 = 1a	1975	959	562	454
1b	1860	959	562	339
2a	1780	959	685	136

Použité energetické parametry:

1 t zrna = 342 l etanolu

1 l etanolu = 2,99 kWh

1 t řepkového semene = 320 l oleje

1 l oleje = 2,52 kWh

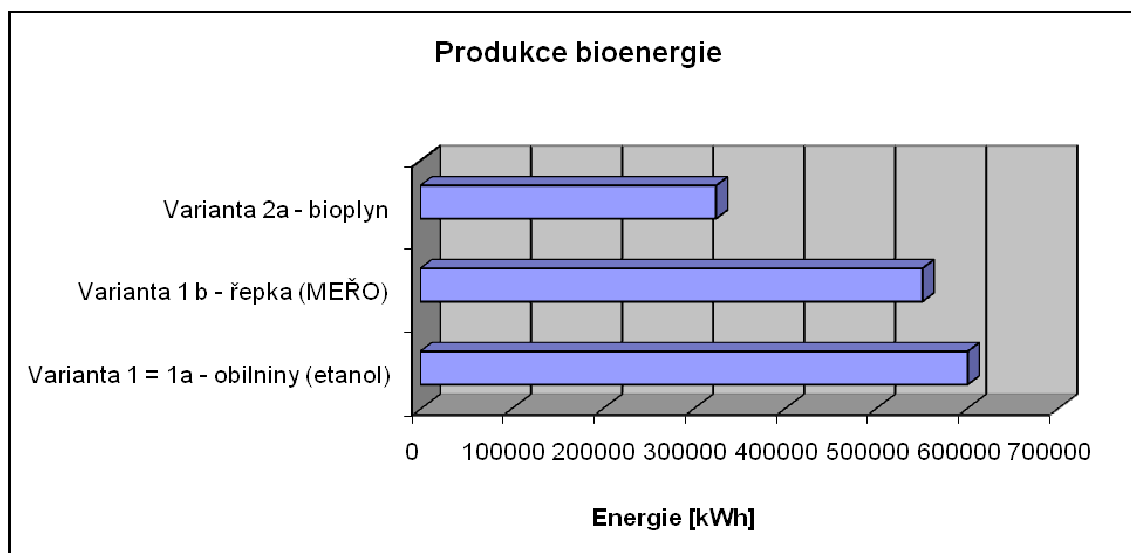
1 DJ = 0,943 m³ bioplynu denně ~ 344,2 m³ ročně

1 m³ bioplynu = 1,69 kWh

Tab. 24: Produkce bioenergie v navržených variantách struktury ZS

Varianta	Obilí			Řepka			Bioplyn		Celkem kWh
	t	Etanol [l]	kWh	t	Olej [l]	kWh	m ³	kWh	
1 = 1a	454	155 268	464 251	170	54 400	137 088	-	-	601 339
1b	339	115 938	346 655	254	81 300	204 876	-	-	551 531
2a	136	46 512	139 071	153	49 000	123 480	36 829	62 241	324 792

Graf 14: Produkce bioenergie



5. Diskuse

Analýza vnitřní struktury Zemědělského družstva Slapy u Tábora byla provedena za časovou řadu jedenácti let, a to od roku 1996 do roku 2006, použitím metody uhlíkové bilance. Tato metoda rozlišuje plodiny dle jejich vlivu na množství aktivního uhlíku na zdroje, spotřebitele a na plodiny neutrální. Producenty uhlíku jsou jednoleté a víceleté píce a louky (tedy trvalé travní porosty). Okopaniny a olejninu jsou charakteru spotřebitelů, zatímco obiloviny jsou z pohledu uhlíkové bilance plodinami neutrálními.

Při analýze zemědělské soustavy se vycházelo z údajů o plochách sklizní, výnosech plodin, stavů skotu a spotřebě minerálních hnojiv za jednotlivé roky časové řady jedenácti let.

Plochy zemědělské půdy měly zprvu rostoucí charakter, ale od roku 2000 se trend obrátil, a výměra od tohoto roku má charakter klesající. V současnosti jsou plochy zemědělské půdy 890 ha, z čehož orná půda tvoří 777 ha, zbytek jsou louky. V původní zemědělské soustavě tvoří jednoleté a víceleté píce 24,52 % Por, obiloviny 55,03 % Por, olejninu 13,84 % Por, trávy na semeno 5,44 % Por, a okopaniny 0,49 % Por. Na ostatní plodiny připadá 0,68 % Por.

Výnosy plodin v průběhu časové řady hodně kolísají. To je způsobeno porušením C bilance vlivem nízké hustoty skotu a nedostatkem zdrojů uhlíku.

Stavy skotu mají po celou časovou řadu klesající charakter. Zprvu byl pokles jen mírný, ale během let 2002 až 2004 došlo ke snížení o 0,15 DJ na hektar. V současné době se pohybují stavy skotu na úrovni okolo 0,29 DJ.ha⁻¹. I přesto jsou tyto stavy v porovnání s celostátním průměrem lehce nadprůměrné, a to téměř o 0,05 DJ.ha⁻¹. Celostátní průměr hustoty skotu je podle KVAPILÍKA, PYTLOUNA, BUCKA (2007) 0,246 DJ.ha⁻¹.

Spotřeba minerálních hnojiv je v časové řadě poměrně vyrovnaná a pohybuje se v rozmezí cca 110 až 140 kg NPK na hektar za rok. Využití je velmi závislé na rozložení srážek během vegetace plodin.

Parametrem ETA 0 bylo hodnoceno zastoupení silážních plodin. Optimální hodnota tohoto parametru je 0,274. V původní struktuře však dosáhl hodnoty 0,542, což je téměř dvojnásobek. Tato hodnota je způsobena vyšším zastoupením jednoletých píce vůči víceletým pícinám a loukám. U navrhovaných variant byl tento parametr optimalizován na hodnotu 0,274.

Parametr OMEGA 2 vyjadřuje pokrytí sklizně zrna obilovin aktivním uhlíkem. Optimální hodnota je 1, ale v původní struktuře vyšlo 0,794. Z tohoto vyplývá, že výnos zrna obilovin není plně kryt aktivním uhlíkem zdrojů. Je to dáno vyšším zastoupením spotřebitelů uhlíku při současně nízkých výnosech ostatních jednoletých píceň. Hodnota parametru OMEGA 2 je v navrhovaných variantách následující: ve variantě 1-základní = 1a = 0,923, ve variantě 1b = 0,949 a ve variantě 2a = 0,912. V navrhovaných variantách se tedy hodnoty blíží jedné, tedy výnos obilovin je téměř celý kryt aktivním uhlíkem zdrojů.

Abych vyjádřil pokrytí potřeby aktivního uhlíku pro všechny plodiny, použil jsem k výpočtu C-bilanci. Všechny navržené varianty vykazují uspokojivé hodnoty ročního přírůstku $C \cdot ha^{-1}$, a to v rozmezí 0,274 – 0,408. Nejnížší hodnota je ve variantě 2a – zaměřené na bioplyn, nejvyšší je ve variantě 1 základní = 1a – se zaměřením na bioplyn. Naproti tomu původní struktura ZS vychází záporně ($-0,057 \text{ t } C \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$), protože v soustavě převažuje vliv plodin charakteru spotřebitelů uhlíku nad plodinami charakteru zdrojů. Tento stav je způsoben nízkými stavy skotu (hz činí v průměru za časovou řadu $0,443 \text{ DJ} \cdot ha^{-1}$).

Dle dosaženého celkového zisku energie se jeví jako nejlepší varianta 1a se zaměřením na bioetanol, nejhůře varianta 2a zaměřená na bioplyn.

V práci však není řešena technologie, ani ekonomika získávání bioenergií. Proto nelze jednoznačně konstatovat, která varianta by byla pro podnik nejvýhodnější.

6. Závěr

Tato práce obsahuje analýzu vnitřní struktury zemědělské soustavy Zemědělského družstva Slapy u Tábora, návrh optimální struktury zemědělské soustavy a dále pak návrhy na produkci obilovin pro výrobu bioetanolu, řepky pro výrobu bionafty a poslední varianta je zaměřena na výrobu bioplynu z odpadů živočišné výroby.

Ve všech navrhovaných variantách bylo vycházeno z původní zemědělské struktury Zemědělského družstva Slapy u Tábora. Pro vyhodnocení jednotlivých návrhů jsou stěžejní parametry ETA 0 a OMEGA 2.

Varianta 1a je zaměřená na produkci obilovin pro výrobu etanolu. V této variantě bylo cílem navýšit plochy obilovin na úkor plodin charakteru spotřebitelů (zejména řepky). Ale protože trávy na semeno mají stejný charakter jako obiloviny a jsou tradiční specializací podniku, a zároveň nebylo záměrem ze struktury podniku vyřadit řepku, rozhodl jsem, že tato varianta bude shodná s variantou 1 - základní, kde již je zastoupení řepky minimální (6,29 % Por). Počítal jsem s hustotou skotu $0,55 \text{ DJ} \cdot \text{ha}^{-1}$ a krmnou normu $4,0 \text{ t} \cdot \text{DJ}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$.

Varianta 1b je zaměřená na výrobu oleje (resp. bionafty). Plochy řepky byly navýšeny o 3,09 % Por na 9,38 % Por, a zároveň byly sníženy plochy obilovin o stejnou plochu na 49,91 % Por. Plochy ostatních plodin, hustota skotu a krmná norma zůstaly shodné, jako ve variantách 1 - základní a 1a.

Ve variantě 2a, jež je zaměřená na produkci bioplynu z odpadu vzniklého při chovu skotu, byly navýšeny plochy kukuřice na siláž o 1,34 % Por na 9,07 % Por, a plochy víceletých píceň o 4,49 % Por na 25 % Por. Zároveň byly sníženy plochy obilovin o 5,21 % Por na 47,79 % Por a plochy řepky o 0,62 % Por na 5,67 % Por. Dále byly navýšeny stavy skotu o 107 DJ na 597 DJ. Krmné množství zůstalo stejné jako v předešlých variantách.

Parametrem ETA 0 byl hodnocen poměr suché hmoty jednoletých píceň k suché hmotě víceletých píceň a luk. Doporučená hodnota tohoto parametru je 0,274. V původní struktuře je sice tato hodnota téměř dvojnásobná, ale v navrhovaných variantách bylo dosaženo optimalizace této hodnoty na výše zmíněných 0,274.

OMEGA 2, jež vyjadřuje pokrytí sklizně zrna obilovin aktivním uhlíkem, má normu 1,00. OMEGA 2 vyšlo ve variantě 1a = 0,923, ve variantě 1b = 0,949 a ve variantě 2a = 0,912. Byť tyto hodnoty nedosahují zcela normy, lze je hodnotit vzhledem

k přírodním podmínkám zemědělského podniku jako relativně dobré krytí potřeby uhlíku pro obiloviny.

Z pohledu celkové produkce energie se jeví jako nejvýhodnější varianta 1a zaměřená na produkci obilovin pro výrobu bioetanolu se ziskem 601 339 kWh. O něco málo horší je varianta 1b zaměřená na produkci řepky pro výrobu oleje se ziskem 551 531 kWh. Nejhůře dopadla varianta 2a zaměřená na produkci bioplynu s celkovým ziskem energie 324 792 kWh.

V případě, že by v podniku chtěli začít s výrobou bioenergie, bylo by nejdříve zapotřebí, aby byla provedena a následně vyhodnocena také ekonomická analýza uvažovaných variant. Až poté by mohlo být jednoznačně řečeno, které varianta je nejlepší.

7. Použitá literatura

- BERANOVSKÝ, K, et al.** *Energie z biomasy* [online]. 2006, [cit. 1.3.2008]. Dostupný z WWW:<<http://www.i-ekis.cz/?page=biomasa>>
- BOUČEK, J.** Bionafta jako ekologické motorové palivo. *Sborník referátů z konference*. Brno: VÚZT, 2000. s. 124 - 135
- ČERMÁKOVÁ, A, STŘELEČEK, F.** *Statistika I*. JCU ZF České Budějovice, 1995, 72 s.
- KAJAN, M.** Bioplyn z odpadů živočišné výroby. *Biom.cz* [online]. 2005, [cit. 1.3.2008]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=475365>>. ISSN: 1801-2655
- KÁRA, J.** *Motorová paliva z biomasy v České republice*. Zemědělské informace, Praha: ÚZPI, 2001, 39 s.
- KÁRA, J.** Využití bioalkoholu. *Biom.cz* [online]. 2001, [cit. 29.2.2008]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=60268>>. ISSN: 1801-2655
- KAVKA, M, et al.** *Normativy pro zemědělskou výrobu a potravinářskou výrobu*. Praha: MZe ČR, 2003. 360 s. ISBN 80-7271-136-9
- KAVKA, M, et al.** *Normativy zemědělských technologií*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských technologií, 2006
- KŘEPELKA, V.** *Využití bioetanolu jako paliva v zemědělství*. Praha: ÚZIP, 1997. 40 s. ISBN 80-86153-34-7
- KUDRNA, K.** Analýza a navrhování zemědělských soustav. *Meliorace*, 1989, roč. 25, č. 2, s. 93-103.
- KUDRNA, K.** Zákony vývoje zemědělské soustavy. *Meliorace*. 1989, roč. 25, č. 2, s. 81-92
- KUDRNA, K.** *Zemědělské soustavy*. Praha: SZN, 1979, 708 s.
- KUDRNA, K.** *Zemědělské soustavy*. Druhé doplněné vydání, Praha: SZN, 1985, 720 s.
- KUDRNA, K.** *Zemědělské systémové inženýrství, jeho cíle, metody a uplatnění v zemědělských soustavách*. Centrum pro zemědělské soustavy, Neuměřice, 1996, 56 s.

- KUDRNA, K, ŠINDELÁŘOVÁ, M.** K problému uzavřené zemědělské soustavy na energetickém principu. *Collection of Scientific Papers*, Faculty of Agriculture in České Budějovice, Series for Crop Science 17, 2000 (2), s. 121 – 129.
- KUNTEOVÁ, L.** Biomasa pro energii v obcích a městech ČR s využitím zahraničních zkušeností. *Biom.cz* [online]. 1998, [cit. 29.2.2008]. Dostupné z WWW: <http://stary.biom.cz/sborniky/sb98PrPetr/sb98PrPetr_kunt.html>
- KVAPILÍK, J, PYTLOUN, J, BUCEK, P.** *Ročenka chov skotu v České republice*, Praha, 2007, 93 s. ISBN 978-80-239-9395-0
- MOUDRÝ, J, STRAŠIL, Z.** Ekologické plodiny v ekologickém zemědělství. Spolek poradců v ekologickém zemědělství, vH press Hradec Králové, 1998, 56 s.
- OBRUČA, S.** Biopaliva první generace aneb co všechno můžeme již dnes nalévat do nádrží aut. *Biom.cz* [online]. 2007, [cit. 29.2.2008]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/zpravy.stm?x=2033082>>
- PASTOREK, Z.** Bioplyn v zemědělství. Sborník semináře „*Efektivní využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie*“. České Budějovice, 1995, s. 2 – 7.
- PASTOREK, Z.** Výroba bioplynu v zemědělství ČR. Sborník „*Biomasa – zdroj obnovitelné energie v krajině*“, Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2000, s. 73 – 76.
- PASTOREK, Z, a kol.** Využití odpadní biomasy rostlinného původu. *Metodika pro zemědělskou praxi*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1999. 65 s.
- PASTOREK, Z, KÁRA, J, JEVIČ, P.** *Biomasa obnovitelný zdroj energie*. Praha: FCC Public, 2004, 288 s.
- PETŘÍKOVÁ, V.** Biomasa - obnovitelný zdroj energie. *Biom.cz* [online]. 2001, [cit. 29.2.2008]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=48073>>. ISSN: 1801-2655
- POKORNÝ, Z.** *Bionafta ekologické alternativní palivo do vznětových motorů*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 1998. 43 s. ISBN 80-7105-173-x
- ŠOCH, M.** *Výroba a využití bioplynu*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 1996, 58 s.

- TICHÝ, F, et al.** Pěstební technologie a úprava zrna pšenice ozimé a triticales pro výrobu etanolu. *Studijní informace – Rostlinná výroba*, Praha: ÚZPI, 2001, č. 5, 41 s. ISBN 80-7271-078-8
- VÁŇA, J.** Trvale udržitelná výroba bioetanolu. *Biom.cz* [online]. 2006, [cit. 29.2.2008]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/index.shtml?x=1853105>>. ISSN: 1801-2655
- VÁŇA, J, SLEJŠKA, A.** Bioplyn z rostlinné biomasy. *Studijní informace – Rostlinná výroba*, Praha: ÚZPI, 1998, č. 5, 40 s.
- VEČEŘ, J.** *Energie napůl zdarma*. Praha: Horizont, 1985. 223 s.

Přílohy

Příloha 1 - Mapa polohy Zemědělského družstva Slapy u Tábora

Příloha 2 - Podklady pro výpočet zemědělské soustavy zpracované programem Soustavy

Následující pasáž o rozsahu 7 stran obsahuje utajované skutečnosti a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uložené na Zemědělské fakultě JU.

Příloha 3 - Rozdělení četností výskytu výnosů

Následující pasáž o rozsahu 6 stran obsahuje utajované skutečnosti a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uložené na Zemědělské fakultě JU.

Příloha 1 - Mapa polohy Zemědělského družstva Slapy u Tábora

