

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

---



KATEDRA

AGROEKOLOGIE

SEKCE

AGROCHEMIE A PEDOLOGIE

STUDIJNÍ OBOR

VŠEOBECNÉ ZEMĚDĚLSTVÍ

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

NÁZEV PRÁCE

**Systémová analýza zvoleného zemědělského podniku ve  
středních polohách při zaměření na produkci bioenergie**

*Vedoucí diplomové práce:*

prof. Ing. Ladislav Kolář, DrSc.

*Konzultant diplomové práce:*

Ing. Marie

Šindelářová, CSc.

*Autor diplomové práce:*

Miroslav Soukup

---

České Budějovice

2008

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Systémová analýza zvoleného zemědělského podniku ve středních polohách při zaměření na produkci bioenergie“ vypracoval samostatně, na základě vlastních zjištění a materiálů uvedených v seznamu 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 vzniklé 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 25. 4. 2008

### **Poděkování:**

Rád bych poděkoval své diplomové konzultantce paní Ing. Marii Šindelářové, CSc. za její odborné vedení, pomoc a cenné rady, které mi poskytla v průběhu zpracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mi byli nápomocni při řešení mé diplomové práce.

Zejména bych chtěl vyjádřit poděkování Ing. Spěváčkovi agronomovi Zemědělské společnosti Dubné, a. s. za poskytnutí potřebných podkladů pro zpracování mé práce.

## ABSTRACT

Chosen agriculture farm: Dubné corporation is in South Bohemia region. Analysis of inner structure of agricultural system was calculated for ten-year period 1997 – 2006. Data used for analysis: acreage and yield of individual crops, consumption of mineral fertilizers, cattle stock. On the basis of this analysis, using carbon balance principle, variants of agricultural inner structure project have been worked out, aimed at bioenergy production: cereals for production of bioethanol, raps for production of oil, biogas.

**Key words:** agricultural systems, carbon balance, bioenergy production

## SOUHRN

Zvolený zemědělský podnik společnosti Dubné a. s. hospodaří v Jihočeském kraji. Byla zde provedena analýza vnitřní struktury zemědělské soustavy za desetiletou řadu 1997 – 2006. Jako vstupní data pro analýzu byly použity plochy sklizně a výnosy plodin, spotřeba minerálních hnojiv, stavy skotu. Na základě provedené analýzy byly s využitím metody C-bilance vypracovány návrhy vnitřní struktury zemědělské soustavy, při zaměření na produkci bioenergie – obilí na výrobu bioetanolu, řepky pro výrobu řepkového oleje, bioplynu.

**Klíčová slova:** zemědělské soustavy, C-bilance, produkce bioenergie

## Použité symboly a označení:

DJ dobytčí jednotka

$\varepsilon_s$  energie slunečního záření

$\varepsilon_{rs}$  energie rostlinných společenstev

$\sum z$  celkový počet zvířat (DJ)

$\sum_m$  množství mikrobiálních společenstev

ZS zemědělská soustava

SP soustava průmyslová

$\zeta_2$  parametr vyjadřující poměr zdrojů a spotřebitelů uhlíků pro obiloviny

$\zeta_3$  parametr vyjadřující poměr zdrojů a spotřebitelů uhlíků pro okopaniny

$k_{1-4}$  přepočítací koeficienty pro jednotlivé plodiny:

$k_1 = 1$

$k_2 = 0,75$

$k_4 = 0,50$

$N_h$  nadmořská výška

$G_{ps}$  geologickopetrografický substrát

$P_z$  plocha zemědělské půdy (ha)

$P_{or}$  plocha orné půdy (ha)

$\sum H$  spotřeba minerálních hnojiv v t čistých živin NPK ( $N+P_2O_5+K_2O$ )

### Indexy jednotlivých plodin a skupin plodin:

i indexy jednotlivých plodin a skupin plodin

0 jednoleté píce

1 víceleté píce

2 obiloviny

2z zrno obilovin, kukuřice

2sl sláma obilovin, kukuřice

3	brambory
4	trvalé travní porosty
5a	řepka ozimá
5b	mák
9	jahody
n	ostatní plodiny - kmín
ri	rhizomy
TTP	trvalé travní porosty

### Parametry

hz	hustota skotu
$k_n$	krmná norma
$\sum C_k$	aktivní uhlík po konverzi zvířaty
OMEGA 2	poměr sumy aktivního uhlíku k objemu sklizně obilovin
ETA 0	suchá hmota jednoletých pícnin na jednotku uhlíkatých zdrojů
ETA 2	poměr zrna k uhlíkatým zdrojům
$C_2^P$	Planckova konstanta (přepočítávací koeficient sušiny pícnin na objem zrna obilovin)
$Y_i$	výnos plodiny [ $t \cdot ha^{-1}$ ]
$Y_{si}$	výnos suché hmoty plodiny [ $t \cdot ha^{-1}$ ]
$\sum Y_{si}$	objem sklizně suché hmoty plodiny [t]
$\sum Y_s$	objem sklizně suché hmoty všech plodin [t]
MEŘO	metylester řepkového oleje
BPS	bioplynová stanice

# OBSAH

<b>1. Úvod</b>	<b>9</b>
<b>2. Literární část</b>	<b>10</b>
2.1. Teorie ZS	10
2.1.1. Zemědělské systémové inženýrství	10
2.1.2. Struktura ZS	11
2.1.3. Analýza výrobního území ZS	13
2.1.4. Struktura a stabilita ZS	16
2.2. Metoda uhlíkové bilance v ZS	17
2.3. Normální stav ZS	18
2.4. Obnovitelné zdroje energie	19
2.4.1. Výroba bioetanolu (etanolu) z obilovin	20
2.4.2. Řepka jako energetická plodina	23
2.4.3. Výroba bioplynu	25
<b>3. Metodika</b>	<b>31</b>
3.1. Podklady pro analýzu a návrh vnitřní struktury	31
3.1.1. Plochy sklizně a výnosy plodin	31
3.1.2. Spotřeba minerálních hnojiv	32
3.1.3. Stavy skotu	32
3.2. Výpočet vnitřní struktury zemědělské soustavy	33
3.2.1. Výpočet dekompozice ZS	33
3.2.2. Výpočet parametrů ZS	34
3.2.3. Výpočet normální struktury ZS	34
3.2.4. Návrhy výpočtů struktur	36
3.3. Analýza osevních postupů metodou uhlíkové bilance	36

<b>4. Vlastní práce</b>	<b>38</b>
4.1. Charakteristika podniku .....	38
4.2. Výrobní zaměření .....	38
4.3. Přírodní podmínky .....	39
4.3.1. Klimatologické podmínky .....	39
4.3.2. Geologicko – půdní podmínky .....	39
4.4. Analýza ZS – Zemědělské společnosti Dubné, a. s. 1997 – 2006 .....	41
4.4.1. Struktura ZS – Zemědělské společnosti Dubné, a. s. 1997 – 2006 .....	41
4.4.2. Dekompozice struktury ZS – Zem. spol. Dubné, a. s. 1997 – 2006 .....	42
4.5. Grafické znázornění vnitřní struktury ZS .....	43
4.6. Výpočet normální struktury ZS – Zem. spol. Dubné, a. s. 1997 – 2006 .....	46
4.7. Návrh struktury ZS - Zem. spol. Dubné, a. s., varianta 1. ....	47
4.8. Návrh struktury ZS - Zem. spol. Dubné, a. s., var. 1a - zaměření na obiloviny .....	51
4.9. Návrh struktury ZS - Zem. spol. Dubné, a. s., var. 1b - zaměření na řepku .....	53
4.10. Návrh struktury ZS - Zem. spol. Dubné, a. s., var. 2. - zaměření na bioplyn .....	54
4.11. Vyhodnocení produkce bioenergie v jednotlivých variantách .....	57
<b>5. Diskuze</b>	<b>59</b>
<b>6. Závěr</b>	<b>61</b>
<b>7. Použitá literatura</b>	<b>63</b>

## Přílohy



## 1. ÚVOD

Zemědělství, jako jedno z významných hospodářských odvětví plní v dnešní době nejen funkci produkce potravin, ale též řadu mimoprodukčních funkcí. Jako nejvýznamnější se ukazuje údržba kulturní krajiny, ochrana životního prostředí, vytváření pracovních příležitostí a rozvoj venkova.

V posledním období prošlo zemědělství řadou změn, které se dotkly mnoha oblastí zabývajících se nejen zemědělskou prvovýrobou, ale též činností na ni vázanou. Bylo to způsobeno zejména změnou politické situace, která u nás nastala po roce 1989. Došlo k oslabení intenzity hospodaření a zároveň k mírnému nárůstu zastoupení podílu trvalých travních porostů. Celková situace, spolu s ekologičtějším přístupem v hospodaření, vedly v posledních letech k citelné restrikci používání vstupů.

Prioritou hospodařících podniků by měla být snaha o racionální využívání přírodních zdrojů a co nejefektivněji se přizpůsobit podmínkám, ve kterých rozvíjejí svoji činnost. Stále se zhoršující kvalita životního prostředí by měla vést ke snaze o maximální využití dostupných zdrojů v dané lokalitě.

Na životní prostředí má velký vliv způsob hospodaření na zemědělské půdě. Často nevhodná struktura zemědělské výroby vede k narušení přirozené rovnováhy a degradaci půdy. Předpokladem pro dlouhodobé, úspěšné hospodaření je vyvážené a šetrné zacházení s půdou jakožto zdrojem potřebné produkce.

V práci je řešen návrh vnitřní struktury zemědělské společnosti Dubné, a. s. Údaje o předchozí struktuře jsou hodnoceny za časovou řadu z období 1997 – 2006. Pomocí získaných podkladů byl zpracován návrh na výpočet vnitřní struktury zemědělské soustavy při zaměření na produkci bioenergie (bioplyn, obiloviny na výrobu etanolu, řepka jako energetická plodina).

## 2. Literární část

### 2.1. Teorie zemědělské soustavy

Zemědělská soustava je definována jako soubor vzájemně na sobě závislých 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).

### 2.2. Zemědělské systémové inženýrství

Zemědělské systémové inženýrství vzniklo na základě dlouhodobých analýz vývoje světového zemědělství, lesního hospodářství, vodního 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 ukazují, že situaci nelze řešit ani soustavným zvyšováním výkonnosti polních plodin, protože současně s tím klesá stabilita celé soustavy vyžadující další vklady minerálních živin.

Řešení situace 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 (KUDRNA 1996).

#### **Systémové inženýrství je mnohostranné a zahrnuje:**

- 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.
- Oblast vědeckého poznání jako komplexní vědeckou disciplínu, která spojuje metody analýzy a inženýrské činnosti, postupy projektování, využití matematických,

technických, přírodovědných a společenských disciplín, které budou při řešení a projektování složitých dynamických soustav využity (KUDRNA 1996).

### 2.1.2 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 (KUDRNA, 1979).

#### Strukturu členíme na:

- Vnější strukturu (základní) charakterizujeme jako prostorové uspořádání jednotlivých dílčích soustav a podsoustav z hlediska vzájemných vazeb prvků zemědělské soustavy a krajinného prostoru. Vnější struktura zemědělské soustavy je předpokladem pro strukturu vnitřní.
- Vnitřní strukturu pak definujeme jako prostorové a časové uspořádání jednotlivých prvků uvnitř jednotlivých podsoustav. Je určena poměrem zdrojů a spotřebitelů uhlíku (druh zvířete, druhy a odrůdy polních plodin atd.)

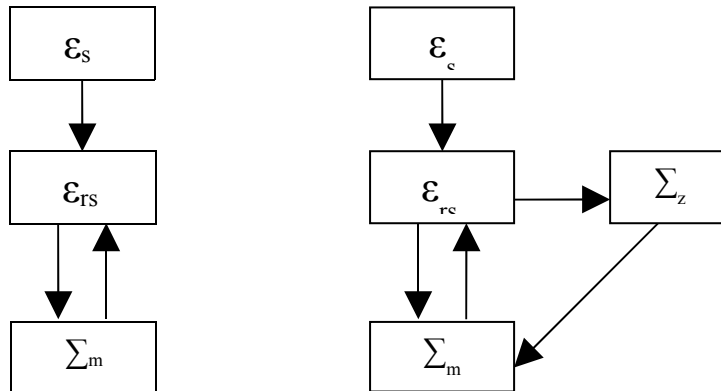
Vnitřní struktura zemědělské soustavy a všechny regulační procesy, které regulují poměr kumulátorů, stabilizátorů a spotřebitelů uhlíku, jakož i migrace prvků, determinují účinnost zemědělské soustavy (KUDRNA, 1996).

Základní struktura zemědělské soustavy je určena třemi podsoustavami:

- 1) **soustava rostlinných společenstev** transformuje energii slunečního záření na glycidobílkovinnou hmotu
- 2) **soustava hospodářských zvířat** transformuje glycidobílkovinnou hmotu na kvalitnější živočišnou bílkovinu a z části ji vrací ve formě uhlíkatých látek zpět do půdy
- 3) **soustava mikrobiálních společenstev** přeměňuje uhlíkatou a z části dusíkatou hmotu z první a druhé transformační soustavy a dokončuje cyklický oběh uhlíku (KUDRNA, 1996)

Mezi těmito soustavami probíhají neustálé energetické procesy, přičemž základní podmínkou jejich realizace je zcela specifické prostředí – biosféra krajinného prostoru a stejná intenzita pracovních procesů všech podsoustav (KUDRNA, 1985).

Obrázek č. 1: Schéma vazeb v bioenergetické soustavě a vazeb zemědělské soustavy podle KUDRNY (1985)

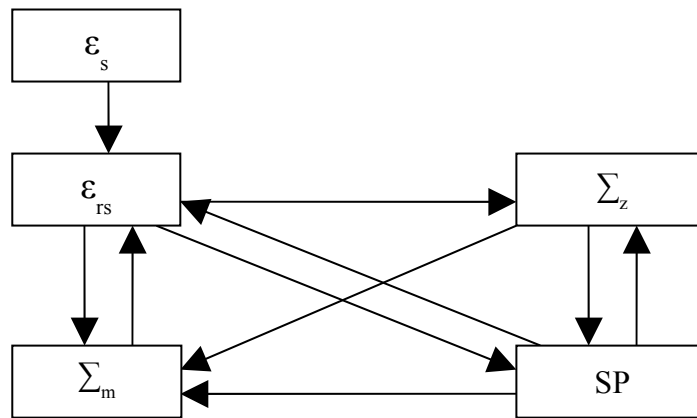


- $\epsilon_s$  – energie slunečního záření
- $\epsilon_{rs}$  – energie rostlinných společenstev
- $\Sigma_z$  - celkový počet zvířat
- $\Sigma_m$  – množství mikrobiálních společenstev

Ve všech soustavách dochází k přenosu a transformaci energie. V prvním stupni je sluneční energie zachycena rostlinami a postupně transformována na organickou hmotu. Ve druhém stupni se díky polygastrickým zvířatům organická hmota znovu transformuje. Do třetího stupně zahrnujeme mikrobiální společenstva, která přeměňují veškerou uhlíkatou hmotu a zbytky dusíkaté hmoty v půdě na hmotu uhlíku, která je předpokladem pro další cyklus činnosti rostlinných společenstev.

Část hmoty odchází za hranice zemědělské soustavy, kde je spotřebována jednak jako surovina pro potravinářský průmysl, jednak jako surovina pro průmyslové zpracování vůbec. Tato část je nevratná a zpět do soustavy se nevrací. Proto ta část, jež je pro život rostlin nezbytná (biogenní a některé stopové prvky) a je trvale odebrána ze substrátu půdy, musí být nahrazena. Chybějící část je nahrazena ze soustavy

průmyslové. Uvažujeme-li se soustavou průmyslovou, mění se nám soustava čistě zemědělská na soustavu zemědělskoprámyslovou (KUDRNA, 1985).



Obrázek č. 2: Schéma vazeb v zemědělskoprámyslové soustavě (Kudrna, 1985)  
 SP – soustava průmyslová

Z uvedeného schématu je patrné, že všechny procesy jsou vyjádřeny přeměnami energií a hmot. Mezi jednotlivými podsoustavami pak existují četné přímé, cyklické a zpětné kompenzační vazby. Porušení některé z nich omezuje činnost soustavy (Kudrna, 1996).

### 2.1.3. Analýza výrobního území zemědělské soustavy

Podstata systémové analýzy spočívá ve vyhodnocení vztahů mezi jednotlivými prvky či podsoustavami (v analýze dílčích soustav), nikoli v popisu vlastností každého prvku.

Geologickopetrografický substrát půd ( $G_{ps}$ ), geomorfologie (reliéf) území a nadmořská výška ( $N_h$ ) jsou typickými představiteli konzervativních prvků výrobního území zemědělské soustavy, jež určují její klíčový parametr – strukturu a podstatně působí na její členění v krajinném prostoru.

Problematika bioenergetického potenciálu půdy naznačuje, že rozhodujícím faktorem, jenž určuje kvalitu půdy, je obsah aktivních povrchů v půdě. Kvalita těchto povrchů je určena obsahem jílových minerálů a obsahem vysokomolekulárních uhlíkatých látek, a to zejména huminových kyselin. S rostoucí nadmořskou výškou roste potřeba aktivních povrchů organického původu. Jeví se přitom zákonitost, v níž

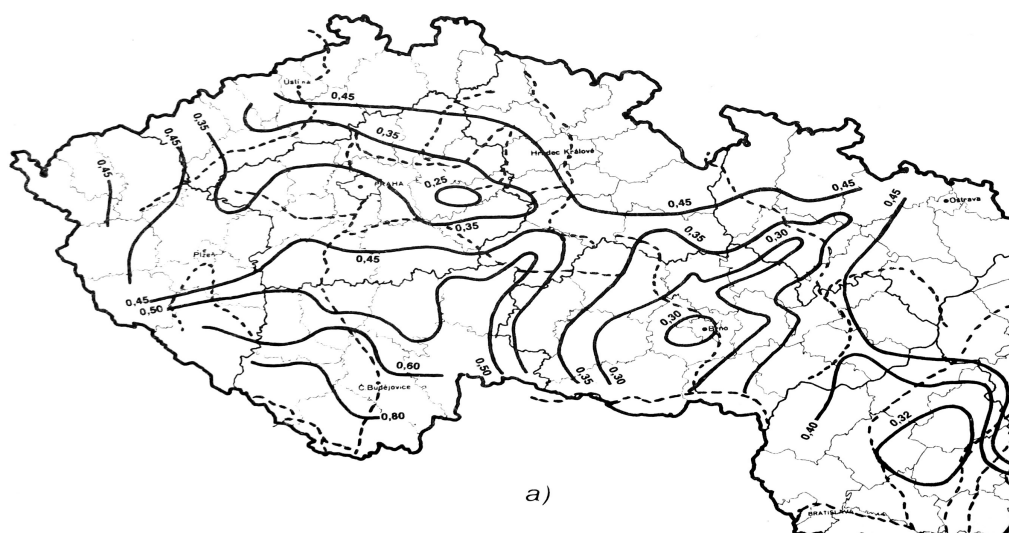
hydrografická síť má zvláštní úlohu z hlediska transportu sedimentů řekami a jejich akumulace. Sedimenty obsahující i značné množství jílových minerálů vytvářejí velké aktivní povrchy a v důsledku toho i potřeba aktivních povrchů organického původu je menší. S rostoucí nadmořskou výškou se podstatně mění i geologickopetrografický substrát. Se zhoršující se jeho agronomickou kvalitou klesá i kvalita jílových minerálů z hlediska jejich sorpční schopnosti.

Aktivní povrchy organického původu jsou uhlíkaté látky, vysokomolekulární huminové kyseliny, jež se uvolňují z uhlíkatých prekursorů humusu. Protože tyto aktivní povrchy jsou tedy určeny kvalitou těchto látek, záleží jejich příkon do půdy od poměru těch plodin, které tyto uhlíkaté látky do půdy vnášejí, a plodin, jež po sobě tyto látky téměř vůbec nezanechávají a nebo u nich jsou v důsledku technologických operací mineralizovány (KUDRNA, 1985).

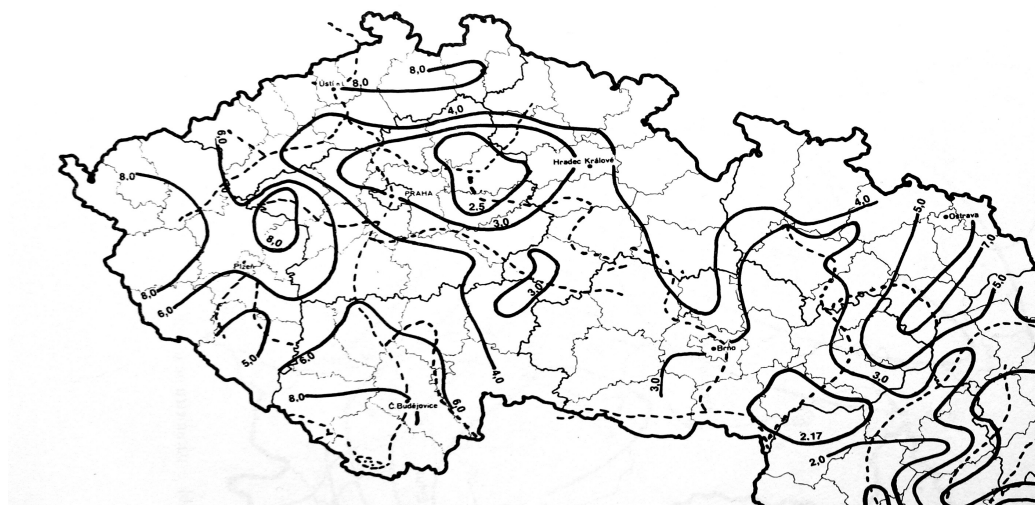
Struktura zemědělské soustavy, tj. poměr zdrojů a spotřebitelů uhlíku, je obrazem konzervativních prvků výrobního území zemědělské soustavy a krajinného prostoru.

Pro hodnocení konzervativních prvků se používá metoda izočar  $\zeta_2$  a  $\zeta_3$  parametru výrobního území (KUDRNA, 1985).

Obrázek č. 3: Mapa izočar  $\zeta_2$  parametrů na území ČR (KUDRNA 1985)



Obrázek č. 4: Mapa izočar  $\zeta_3$  parametrů na území ČR (KUDRNA,1985)



Popis obrázků č. 3 a 4:

1. Rostoucí hodnoty  $\zeta_{2,3}$  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 izočar 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  $\zeta_{2,3}$ , se vytváří nejdříve ve směru toku řeky izočára  $\zeta_2$  a za ní teprve izočára  $\zeta_3$ . Tento jev přesně odpovídá i vývoji sedimentace v inundačních oblastech řek. Při vyšší rychlosti proudu vyběřezných vod nejdříve sedimentují hrubší sedimenty a postupně pak se zpomalující rychlostí sedimenty jemnější. První odpovídají optimálním podmínkám obilnin, druhé optimálním podmínkám cukrovky.
5. Všechny izočáry 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 výšku  $N_h$ , pak uvedený proces představuje analýzu soustavy  $\zeta_{2,3} \leftrightarrow (G_{ps}, N_h)$  (KUDRNA, 1985).

### Parametry charakterizující strukturu zemědělské soustavy:

$$\zeta_2 = \frac{k_1 p_1 Y_{s1} + k_4 p_4 Y_{s4}}{p_2 Y_{s2}} = \frac{k_1 \sum Y_{s1} + k_4 \sum Y_{s4}}{\sum Y_{s2}}$$

$$\zeta_3 = \frac{k_1 p_1 Y_{s1} + k_4 p_4 Y_{s4} + k_2 p_2 Y_{s2}}{p_3 Y_{s3}} = \frac{k_1 \sum Y_{s1} + k_4 \sum Y_{s4} + k_2 \sum Y_{s2}}{\sum Y_{s3}}$$

#### 2.1.4. Struktura a stabilita zemědělské soustavy

Stabilita zemědělské soustavy je determinována její teritoriální a vnitřní strukturou.

Teritoriální (vnější) struktura představuje rozmístění polí s ohledem na reliéf území, rozmístění dopravní sítě, svodnic, odvodňovacích kanálů, určuje poměr drnového fondu a orných půd, poměr zemědělských půd k vodním nádržím a vodním tokům, poměr zemědělského fondu k lesnímu fondu a teritoriální rozmístění zemědělské půdy s ohledem na konzervativní prvky krajinného prostoru a rozložení teritoria zemědělské soustavy na povodí vodních toků a nádrží. Podle Kudrny (1996) je patrné, že teritoriální struktura zemědělské soustavy determinuje pohyb hmot v soustavě a je regulátorem vodní bilance v její oblasti, především povrchových a podzemních vod. Vnitřní struktura ZS je regulátorem uhlíkové bilance a s vodní bilancí reguluje evapotranspiraci a infiltraci vod.

Stabilita ZS spočívá v tom, že teritoriální strukturou přivedeme do rovnováhy vodní bilanci, vnitřní strukturou bilanci uhlíku a důsledkem toho se celá oblast, ve které ZS působí, stane rovnovážnou a stabilní. Regulační technologie jsou opatření, která udržují rovnovážný stav soustavy na vyprojektovaných parametrech. Do této kategorie regulačních technologií patří i meliorační soustavy, kultivační technologie a podobně. Z výše uvedeného vyplývá, že stabilita zemědělské soustavy je dána stabilitou vodní a



uhlíkové bilance, které zabezpečuje teritoriální a vnitřní struktura zemědělské soustavy (KUDRNA, DEMO, 1994).

## 2.2 Metoda uhlíkové bilance v zemědělské soustavě

Dekompozicí ZS na velkých výrobních územích se prokázalo, že v každé soustavě platí určitá posloupnost závislostí, která musí být při výpočtu optimální struktury ZS uvážena. Tato posloupnost charakterizuje základní vnitřní strukturu ZS a můžeme ji vyjádřit takto: Akumulace uhlíku v rhizosféře víceletými píceňkami implikuje akumulaci zrna obilnin a akumulace uhlíku obilninami (zrna i slámy) implikuje akumulaci suché hmoty spotřebitelů uhlíku - cukrovky a brambor (KUDRNA, 1985).

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 ZS, jež umožňuje vyhodnotit stupeň rovnováhy ZS, 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.

Uplatňuje se zde i vliv geologickopetrografického substrátu půd, pak tento vliv vyjadřujeme dalšími koeficienty, které charakterizují využití bioenergetického potenciálu půdy. Tyto koeficienty označujeme pro obilniny  $\eta_2$ , pro brambory  $\eta_3$ . Stanovíme je z delších časových řad sklizní obilnin (zrna, slámy) a akumulovaného (aktivního) uhlíku víceletých pícnin (nadzemní i podzemní hmoty), jednoletých pícnin a drnového fondu a sklizní suché hmoty brambor (KUDRNA, 1985).

Důležitou složkou zemědělskopřůmyslového komplexu jsou prostředky pro energii a obnovení jejich zdrojů.

Množství zdrojů uhlíku ve struktuře zemědělské soustavy musí vykompenzovat transformaci části odpadových hmot v soustavě ještě před jejich návratem do půdy, aby z nich byla uvolněná energie v soustavě znovu využitelná a která z velké části může

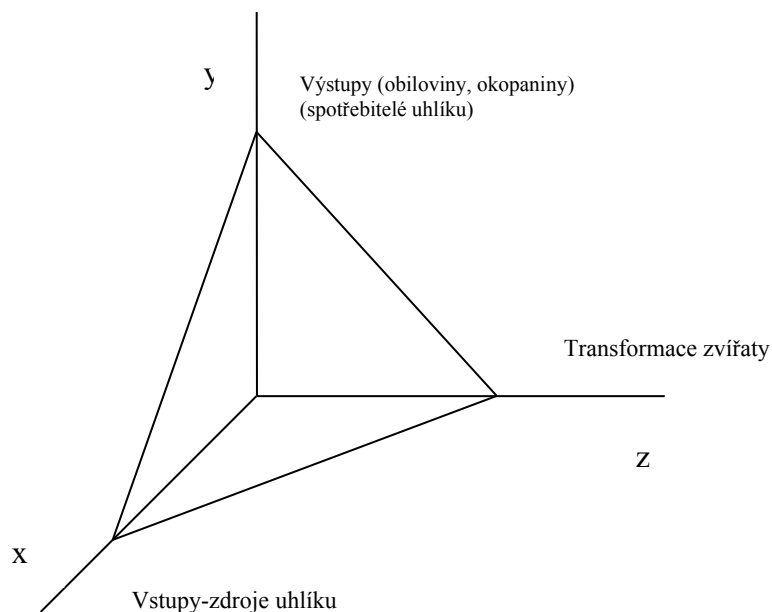
nahradit příkon vnější energie (paliv, elektřiny, plynu). Tak v zemědělské soustavě vzniká uzavřený okruh (KUDRNA, ŠINDELÁŘOVÁ, 2000).

Klíčovým faktorem v půdách jsou aktivní povrchy uhlíkatých hmot a jílových minerálů. Aktivním uhlíkem se rozumí uhlík, který zůstává po transformaci v půdě. Přitom nejde o veškerý humus, ale jen o tu jeho část, která do soustavy neustále vstupuje a opět z ní vystupuje (KUDRNA, 1985).

### **2.3. Normální stav zemědělské soustavy**

Normální stav zemědělské soustavy je definován jako nejmenší soubor charakteristik a proměnných, které zcela určují její chování a činnost v biosféře krajinného prostoru. Je vyjádřen třemi na sobě závislými veličinami, jež zcela charakterizují její činnost.

Obrázek č. 5: Normální stav zemědělské soustavy (KUDRNA, 1989)



## 2.4. Obnovitelné zdroje energie - bioenergie

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 rekuperovaná energie včetně části energie 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 posuzovat jako obnovitelné i jako druhotné zdroje energie (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998).

Hlavní význam využívání obnovitelných zdrojů energie (OZE) je, že většina těchto zdrojů je ekologicky čistá, takže jejich využívání nezatěžuje životní prostředí, dále nekladou OZE nároky na dovoz primárních zdrojů a při zvyšování intenzity ve využívání OZE nehrozí jejich vyčerpání (ŠOCH, 1996).

Nejznámějším z obnovitelných zdrojů je biomasa. Biomasa má význam nejen jako zdroj obnovitelné energie a průmyslových surovin, ale je rozhodující rovněž z hlediska sociálně ekonomických aspektů, zejména na venkově. Výrobní programy zaměřené na biomasu mohou vytvářet řadu nových pracovních příležitostí a současně zajišťují údržbu krajiny (PETŘÍKOVÁ, 2000).

Biomasa je látka biologického původu vznikající buď záměrně – výrobní činností, nebo jako odpad ze zemědělské a lesní výroby, potravinářství, komunálního hospodářství. Biomasa jako jeden z obnovitelných zdrojů energie v sobě skrývá obrovský energetický potenciál. Jeho využití, byť jen částečné, je ale omezeno mnoha faktory (PASTOREK, KÁRA, JEVIČ, 2004).

Pro energetické účely se používá především biomasa odpadní. Biomasa pěstovaná pro výrobu energie je například obilí, cukrová řepa, olejniny, energetické dřeviny (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998).

#### **Biomasa využitelná k energetickým účelům**

1. fytomasa s vysokým obsahem škrobu a cukru
2. fytomasa s vysokým obsahem lignocelulózy
3. fytomasa olejnatých rostlin
4. organické odpady a vedlejší produkty živočišného původu
5. směsi různých organických odpadů

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

<b>Typ konverze biomasy</b>	<b>Způsob konverze biomasy</b>	<b>Energetický výstup</b>	<b>Odpadní materiál nebo druhotná surovina</b>
-----------------------------	--------------------------------	---------------------------	--

termochemická konverze (suché procesy)	spalování	teplo vázané na nosič	popeloviny
	zplynování	generátorový plyn	dehtový olej, uhlíkaté palivo
	pyrolýza	generátorový plyn	dehtový olej, pevné hořlavé zbytky
biochemická konverze (mokrý procesy)	anaerobní fermentace	bioplyn	fermentovaný substrát
	anaerobní fermentace	teplo vázané na nosič	fermentovaný substrát
fyzikálně-chemická konverze	esterifikace bioolejů	metylester biooleje	glycerin

### 2.4.1. Výroba bioetanolu (etanolu) z obilovin

Etanol vzniká kvasným procesem ze škrobu zrna, hlavní využití je v motorových palivech. Výroba etanolu z obilovin zahrnuje v prvním technologickém kroku enzymatickou konverzi škrobu obilného zrna na zkvasitelné cukry pomocí syntetického amylázového komplexu a dále kvasnou technologii výroby etanolu pomocí kvasinek rodu *Sacharomyces* s konečnou destilační fází. Vhodnost druhu obilovin pro výrobu etanolu určuje obsah škrobu v zrně a nízký obsah bílkovin v zrně (TICHÝ, 2001).

Program produkce bioetanolu má přispět k orientaci na obnovitelné zdroje energie. Přitom pomůže udržet zemědělskou činnost v krajině, přinést zmírnění sociálního dopadu restrukturalizace hospodaření na venkově a zlepšit řadu dalších ekologických a ekonomických jevů (PETR, 2004).

Přestože je nejvýnosnější plodinou k výrobě kvasného lihu v našich podmínkách cukrovka, z mnoha důvodů, mezi které patří také vznikající přebytky, relativní agrotechnická náročnost, zavedená technologie sklizně a skladování, dává se přednost obilovinám. Předpokladem je pěstování hustě setých vhodných odrůd, s těmito základními požadavky na kvalitu: objemová hmotnost min. 730 g·l<sup>-1</sup>,

obsah škrobu v sušině min. 61 %,

číslo poklesu max. 150 s.

(PASTOREK, KÁRA, JEVIČ, 2004).

Tabulka č. 2: Jakostní kritéria navrhovaná MZe ČR pro obiloviny k produkci bioetanolu

<b>Kriterium</b>	<b>Pšenice</b>	<b>Tritikale</b>
Vlhkost (%)	14	14
Objemová hmotnost (kg/hl)	73	69
Příměsi (%)	6	6
Nečistoty (%)	1	1
Max. číslo poklesu (s)	200	150
Min. obsah škrobu (%)	58	58

Nejvhodnější obilovinou pro výrobu etanolu se v našich podmínkách jeví pěstování ozimé pšenice a tritikale.

Odrůdy ozimé pšenice vhodné pro výrobu bioetanolu: Hana, Alka, Vlasta, Banquet, Komplet, Driffter, Mladka, Rheia, Sulamit, Svitava, Ludwig (uvedené odrůdy mají obsah škrobu v zrna vyšší než 66 %) (PETR, 2004).

Tabulka č. 3: **Vlastnosti bioetanolu jako komponenty automobilového benzínu**  
(<http://www.cappo.cz/veletrh2004/cionova.html>)

<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>
Vysoké výparné teplo – lepší plnění motoru	Vysoké výparné teplo (horší startovatelnost v zimě)
Snižuje emise NO <sub>x</sub> (některé studie). Nižší celková tvorba skleníkových plynů	Vysoká korozivnost, interakce s běžnými plastickými hmotami.
Obnovitelný a nezávislý zdroj. Může být produkován prakticky kdekoliv, kde je dostupná biomasa.	Zvyšuje prodejní cenu benzínu
Dobře biologicky rozložitelný Umožňuje použít produkty horší kvality,	Jedná se o "přeměnu potravin" na motorové palivo

nevhodné pro potravinářské účely	
Nižší emise a spotřeba energií v rafinériích	Vyžaduje dotace. Problém priority dotací.
Kulturní vzhled krajiny	Vysoký potenciál zneužití
Efektivní využití odpadní celulózy	Neexistuje společný trh s bioetanolem jako komoditou pro motorová paliva
Dodatečná zaměstnanost. Pomáhá řešit finanční problémy zemědělství	

### **Přidávání etanolu do benzínových motorů**

Obecné hodnocení směsi benzínu s 10 % etanolu podle KŘEPELKY (1997)

snížení emisí nespálených uhlovodíků o 6 %

snížení emisí oxidu uhelnatého o 13 %

snížení emisí benzínu o 12 %

zvýšení emisí formaldehydů o 12 %

zvýšení emisí acetaldehydů o 156 %

nárůst emisí oxidů dusíku o 5 %

### **2.4.2 Řepka jako energetická plodina**

Jednou z nejuniverzálnějších energetických plodin v našich podmínkách je řepka. Prvotním cílem jejího pěstování jako energetické plodiny je získání suroviny pro výrobu alternativního ekologického paliva do vznětových motorů. Nezanedbatelné je však i využití řepkové slámy ke spalování a výrobě tepla (KÁRA, JEVIŠ, 2002).

Metylester řepkového oleje (MEŘO) je čirá nažloutlá tekutina 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).

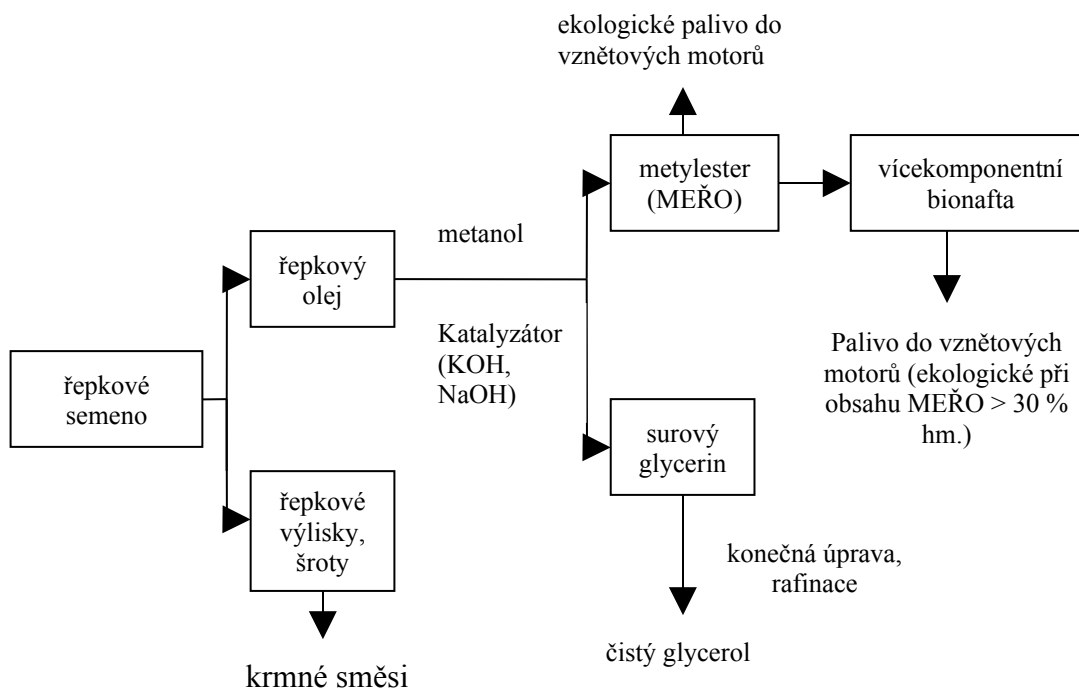
MEŘO se vyrábí rafinačním procesem zvaným esterifikace, při kterém se mísí metanol s hydroxidem sodným a dále olejem vylisovaným ze semen řepky olejné (POKORNÝ, 1998).

Složení MEŘO:

- 98 % metylester 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 nezmýdelnitelné látky (KÁRA, 2001)

### Základní technologické schéma výroby MEŘO

Obrázek č. 6: Obecné a zjednodušené technologické schéma výroby MEŘO a jeho komplexního využití, včetně vedlejších produktů (POKORNÝ, 1998)





Chemickým procesem (tzv. reesterifikaci) se z řepkového oleje vyrobí MEŘO a vedlejším produktem je surový glycerin. V podstatě jde o chemickou reakci s metanolem (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 glycerinu – a čistí (POKORNÝ, 1998).

MEŘO se používá jako základní a stěžejní složka současné bionafty (2. generace). V té je ho obsaženo minimálně 30 procent (maximálně 36 procent) a je z velké části zodpovědný za její příznivé ekologické vlastnosti. Je podle CEC-L 33-T 82 z 98 procent biologicky odbouratelný do 21 dní a tuto velmi příznivou vlastnost “dává” i celé bionaftě (<http://www.biodiesel.cz/mero/>).

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 CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> a kouřivosti. Mírně vyšší má pouze emise NO<sub>x</sub>, což lze eliminovat seřízením motoru. Provozní přechod na metylester usnadňuje neomezená mísitelnost s motorovou naftou. K určitým problémům se startováním dochází již při teplotě pod 5°C. Pod bodem mrazu vyvstávají problémy s dopravou paliva z nádrže k motoru a při startování studeného motoru. Proto musí být MEŘO přizpůsobeno zimnímu provozu přidáním vhodných aditiv (KÁRA, 2001).

Tabulka č.4: Výrobní náklady motorových paliv a biosložek (bez spotřební daně a DPH) (KOTÍLKOVÁ, 2006)

Položka	Cena [Kč/l]	
	min	max
Motorový benzin	9,00	11,00
Motorová nafta	10,00	13,00
Bioetanol	16,00	18,00
Bio-ETBE	18,00	20,00
MEŘO	20,00	22,00

### 2.4.3. Výroba bioplynu

V technické praxi se ustálil název **bioplyn** pro plynou směs vzniklou anaerobní fermentací vlhkých organických látek v umělých technických zařízeních (reaktorech, digestorech, lagunách se zařízením na jímání bioplynu atd.) (PASTOREK, KÁRA, JEVIČ, 2004).

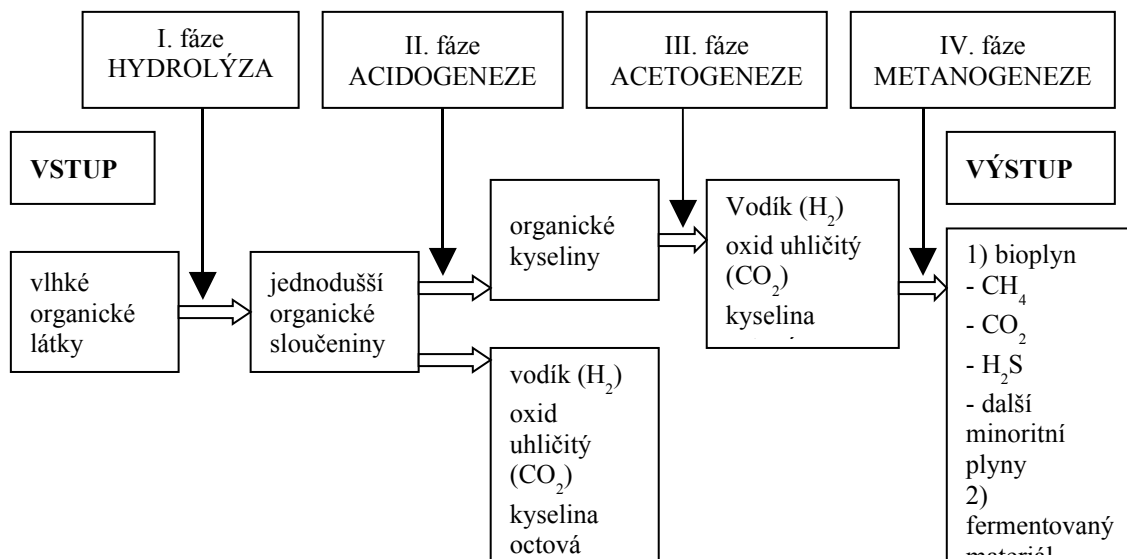
Oblast využití bioplynu skýtá velké možnosti pro rozvoj venkova a zemědělství. Jde o zpracování hnoje, kejdy, fytomasy a dalších organických materiálů za účelem produkce bioplynu, který může být následně využíván k výrobě tepla a elektřiny, což má několikerý pozitivní dopad. Dojde ke zpracování materiálů, z nichž některé nemají další využití. U jiných dojde k jejich zhodnocení. Proces, kterým projde hnůj v jímkách při produkci bioplynu, zvyšuje jeho kvalitu, kejdu a další odpady je možné dále používat v zemědělské výrobě jako hnojivo. Elektřina a teplo jsou vyráběny z bioplynu čistým, ekologickým způsobem a bioplyn je obnovitelným zdrojem energie. To vše přispívá ke zvýšení životní úrovně a rozvoje podnikání na venkově (BABIČKA, 2006).

#### Složení a vlastnosti bioplynu

Bioplyn obsahuje 40 – 75 % metanu, 25 – 55 % CO<sub>2</sub>, 10 % vodních pár, 0 - 1 % H<sub>2</sub>, 0 - 3 % H<sub>2</sub>S a N<sub>2</sub>. Zápalná teplota je 650 - 750 °C, hustota 0,72 kg·m<sup>-3</sup> (KAMEŠ, 2004).

**Anaerobní fermentace** – jedná se o 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.

Obrázek č. 7: Anaerobní fermentace organických látek (zjednodušené schéma)  
(PASTOREK, KÁRA, JEVIČ, 2004).



- I. fáze – HYDROLÝZA - enzymatický rozklad mění polymery (polysacharidy, proteiny, lipidy, atd.) na jednodušší organické látky (monomery)
- II. fáze - ACIDOGENEZE – v této fázi dochází k definitivnímu vytvoření anaerobního prostředí, tvorba metanu + vznik jednodušších organických látek (vyšší organické kyseliny, alkoholy)
- III. fáze - ACETOGENEZE – acidogenní kmeny bakterií transformují vyšší organické kyseliny na kyselinu octovou, vodík a oxid uhličitý.
- IV. fáze – METANOGENEZE – metanogenní acetotrofní bakterie rozkládají kyselinu octovou na metan a oxid uhličitý, hydrogenotrofní bakterie produkují metan z vodíku a oxidu uhličitého.

### Získávání bioplynu z exkrementů hospodářských zvířat

#### Faktory ovlivňující metanogenezi podle ŠOCHA (1996)

Při anaerobním využití živočišných odpadů musíme přihlížet k těmto faktorům:

##### 1. faktory prostředí:

- a) **hodnota pH** homogenizovaného tekutého hnoje od skotu se pohybuje v rozmezí 7,2 – 8,8 (HOJOVEC, 1981)
- b) **koncentrace těkavých mastných kyselin** – vznikají v nemetanogenní fázi fermentace exkrementů

c) **teplota** velmi ovlivňuje metanogenní bakterie, ideální je teplota okolo 35 °C.  
S nižší teplotou klesá tvorba plynu. Při 10 °C se proces víceméně zastavuje

d) **obsah živin**

e) **obsah toxických látek**

## 2. faktory provozní:

a) **složení organického substrátu** (hnoje) se od stejného druhu zvířete liší a mění v závislosti na krmení, proměnlivém množství steliva a zbytků krmiva

b) **objemová hmotnost výkalů:** obvykle 0,90 – 1,30 kg/dm<sup>3</sup>

c) **doba zdržení:** rozumí se tím doba ve dnech, po kterou materiál setrvává ve vyhnívací komoře

d) **organické zatížení:** rozumí se tím množství organického materiálu, které se přivádí za časovou jednotku do vyhnívací komory. Ideální je takový průtok organické hmoty fermentorem, kdy přítok organické hmoty za den se rovná organické hmotě rozložené za stejnou dobu.

e) **stupeň míchání:** mícháním dosáhneme – substrát je v neustálém kontaktu s mikroorganismy, teplota substrátu je stejnoměrně rozdělena, biologické produkty a meziprodukty jsou stejnoměrně rozděleny, tvorba pěnové vrstvy na povrchu je omezena na nejmenší míru.

f) **teplota:** z mikrobiálního hlediska dělíme proces fermentace na

- psychofilní vyhnívání (4 - 20 °C)

- mezofilní vyhnívání (20 - 40 °C)

- termofilní vyhnívání (50 - 60 °C)

## **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 dřevozpracujícího průmyslu. Největším producentem organických látek u nás jsou hospodářská zvířata (ŠOCH, 1996).

Tab. č. 5: Produkce exkrementů a množství bioplynu získaného od skotu  
(PASTOREK, 2000)

Kategorie	Sušina výkalů včetně moče kg·den <sup>-1</sup>	Výkaly celkem kg·den <sup>-1</sup>	Množství bioplynu m <sup>3</sup> ·den <sup>-1</sup>
Dojnice (550 kg)	6,00	60,00	1,70
Hovězí žír (330 kg)	3,00	30,00	1,20
Odchov jalovic (330 kg)	3,50	35,00	0,90
Telata (100 kg)	1,25	12 - 15	0,30

Podle ŠOCHA (2006) lze provozně ověřenými postupy v ČR energeticky využít exkrementy hospodářských zvířat z dostatečně velkých chovů. Pro klasický způsob anaerobní fermentace je tato velikost 500 DJ skotu. U stelivového ustájení skotu lze zpracováním slamnatého hnoje produkovat bioplyn již od koncentrace 100 DJ.

### **Získávání bioplynu z fytomasy rostlin**

Pro výrobu bioplynu se uplatňuje anaerobní digesce spojená s produkcí organického hnojiva. Proces anaerobní konverze je stejný jako u výroby bioplynu z exkrementů hospodářských zvířat.

Biozplynování fytomasy na bioplynových stanicích pro zplynování kejdy a čistírenských odpadů, se provádí kofermentací fytomasy s kejdou, přičemž sušina kejdy v substrátu činí vyšší podíl než sušina fytomasy. Kofermentace fytomasy s kejdou umožňuje stabilizovaný proces produkce bioplynu vlivem pufrční schopnosti kejdy v substrátu a omezuje disfunkce způsobené vyššími koncentracemi čpavku. Přídavek fytomasy optimalizuje poměr uhlíku a dusíku a kejda vnáší do substrátu potřebné mikroelementy nezbytné pro rozvoj mikroflóry (VÁŇA, SLEJŠKA, 1998).

### **Technologické systémy vhodné pro anaerobní digesci fytomasy**

#### **a) Kofermentace fytomasy**

Tradiční bioplynové stanice jsou založeny na míchaných biofermentorech, které jsou plněny kontinuálně nebo diskontinuálně substrátem o sušině nižší než 10 %. Biozplynování fytomasy na bioplynových stanicích tohoto typu se provádí kofermentací fytomasy s kejdou, přičemž sušina kejdy v substrátu činí vyšší podíl než sušina fytomasy.

Při kofermentaci fytomasy s čistírenskými kaly vzniká problém kontaminace substrátu zbylého po biozplynování těžkými kovy, čímž se omezuje jeho využití jako organického hnojiva na zemědělské půdy (THEOMÉ – KOZMIENSKY, SCHERER, 1992, cit. dle VÁŇA, SLEJŠKA, 1998).

### **b) Anaerobní fermentace fytomasy v mokrých procesech**

Biozplynování fytomasy v tekutých suspenzích o sušině cca 10 % se provádí zpravidla v kontinuálních technologiích používaných v mokrých kofermentačních systémech. Na rozdíl od kofermentace fytomasy s kejdou představuje v těchto systémech fytomasa celkový nebo převažující podíl sušiny substrátu.

Anaerobní fermentace fytomasy v tekutém substrátu vyžaduje objemné biofermentory a je energeticky náročná na vyhřívání, čerpání a odvodňování. Pomalá reprodukovatelnost anaerobních mikroorganismů zapříčiňuje potřebu delšího období setrvání substrátu ve fermentoru, což snižuje jeho možné zatížení (GUJER, ZEHNDER, 1983, cit. dle VÁŇA, SLEJŠKA, 1998).

### **c) Anaerobní fermentace fytomasy v suchých fermentačních procesech**

„Suché“ technologie anaerobní digesce pracují se sušinou vsázky vyšší než 25 %, většinou v rozpětí 30-35 % (JEWELL et al. 1981, cit. dle VÁŇA, SLEJŠKA, 1998).

## **Fytomasa jako substrát pro anaerobní digesci**

Tabulka č. 6: Bioplynový energetický potenciál typických rostlinných materiálů (VÁŇA, SLEJŠKA, 1998).

	<b>výnos spalitelných látek (t/ha)</b>	<b>výtěžnost metanu (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>energetický zisk (GJ/ha)</b>
<b>Stébla řepky ozimé (suché)</b>	6,1	1171	44,1
<b>Ovesná sláma (suchá)</b>	6,3	1846	69,6
<b>Kukuřičná stébla (čerstvé)</b>	6,8	257	65,9

Seno dává horší výsledky, než čerstvá senáž. Při hodnocení produkce plynu nelze zapomenout, že bioplyn je vlastně směs metanu a oxidu uhličitého, který plyn vlastně znehodnocuje. Bioplyn obsahuje 50-75 % metanu a obsah metanu je tím vyšší, čím je vyhnívající teplota nižší, čím je kratší vyhnívající doba a čím je substrát bohatší na tuky, cukry a bílkoviny, např. mladý travní porost dá bioplyn s 65-70 % metanu, zatímco slamnatý hnůj jen 50-60 % metanu (KUŽEL, KOLÁŘ, LEDVINA, KLUFOVÁ, 2001).

Pro biozplynování je zvláště vhodná fytomasa při sklizňové vlhkosti nad 45 % (LONG, 1976, cit. dle VÁŇA, SLEJŠKA, 1998) a s poměrem C : N v rozpětí 20-30 : 1 (MEYNELL, 1976, cit. dle VÁŇA, SLEJŠKA, 1998). Sušší fytomasa a fytomasa s širším poměrem C : N je vhodnější pro přímé spalování.

### **3. METODIKA**

#### **3.1. Podklady pro analýzu a návrh vnitřní struktury**

Analýza vnitřní struktury Zemědělské společnosti Dubné, a. s. byla zpracována podle metodických postupů doporučených akademikem Kudrnou. Cílem bylo provést návrh vnitřní struktury zemědělské společnosti Dubné a. s., který by nejlépe řešil otázku produkce bioenergie.

Veškerá vstupní data potřebná pro zpracování vnitřní struktury podniku byla získána z ročních výkazů o sklizni zemědělských plodin. Jedná se o časovou řadu deseti let ( 1997 – 2006 ).

Výpočty byly provedeny na katedře agroekologie, sekce agrochemie a pedologie. K veškerým výpočtům byl použit program „Soustavy“ od ing. S. Vithy.

Vstupní podklady tvoří:

- plochy sklizně [ ha ] a výnosy jednotlivých plodin [ t ]
- spotřeba minerálních hnojiv [ v t čistých živin N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O ]
- stavy skotu [ DJ ]

### **3.1.1. Plochy sklizně a výnosy plodin:**

- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| - ostatní jednoleté píce | - brambory              |
| - kukuřice na siláž      | - řepka                 |
| - jetel červený          | - mák                   |
| - vojtěška               | - kmín                  |
| - ostatní víceleté píce  | - ovoce - jahody        |
| - obiloviny              | - trvalé travní porosty |
| - kukuřice na zrna       |                         |

Pozn.: V jednotlivých návrzích ZS jsme počítali s víceletými pícninami celkem (jetel červený + vojtěška + ostatní víceleté píce). Tabulka ploch a výnosů víceletých pícnin je uvedena v příloze.

### **3.1.2. Spotřeba minerálních hnojiv:**

Spotřeba minerálních hnojiv ( N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O ) je udávána celým číslem za jednotlivé roky. Tzn. ( NPK ) v tunách celkem.

Tabulka, která zde byla vložena obsahuje utajované skutečnosti a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě Jihočeské Univerzity.



### 3.1.3. Stavy skotu:

Stav skotu se udává v dobytčích jednotkách ( DJ ). Výpočet se provádí z průměrného stavu jednotlivých kategorií skotu v daném roce vynásobením koeficientem přepočtu na DJ.

Koeficienty pro přepočet jednotlivých kategorií skotu na DJ

Kategorie	koeficient
Krávy	1,00
Telata	0,22
Skot chovný do jednoho roku	0,47
Skot chovný od jednoho do dvou roků	0,79
Skot ve výkrmu	0,65
Vysokobřeží jalovice ( od 6. měsíce březosti )	1,00

Průměrné stavy DJ získáme takto:

$$\frac{(\text{stav k 1. 1.}) + 2 * (\text{stav k 1. 7.}) + (\text{stav k 31. 12.})}{4}$$

Lze použít i jednodušší, ale méně přesný způsob:

$$\frac{(\text{stav k 1. 1.}) + (\text{stav k 31. 12.})}{2}$$

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

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 závislost

( ČERMÁKOVÁ, STŘELEČEK, 1995 )

### 3.2. Výpočet vnitřní struktury zemědělské soustavy

Při výpočtu postupujeme takto:

- a) Dekompozice zemědělské soustavy
- b) Výpočet parametrů
- c) Výpočet normální struktury zemědělské soustavy
- d) Výpočet jednotlivých návrhů

### 3.2.1. Dekompozice struktury zemědělské soustavy – Zemědělská společnost Dubné a. s. metodou uhlíkové bilance

Při dekompozici struktury zemědělské soustavy se vyhodnocuje suchá hmota všech plodin, které jsou zdroji uhlíku a přepočítá se na množství aktivního uhlíku pomocí koeficientů.

Přepočítávací koeficienty:

**0,386** – koeficient přepočtu sušiny na aktivní uhlík

**0,360** – koeficient aktivního uhlíku ze sušiny rhizomů víceletých píceň

**0,065** – koeficient aktivního uhlíku ze zrna obilovin

**0,785** – koeficient objemu uhlíku po konverzi živin zvířaty

**0,450** – koeficient pro výpočet suché hmoty rhizomů, ze suché hmoty víceletých píceň

**1,270** – koeficient pro přepočet zrna obilovin na slámu

**1,500** – koeficient pro převod zrna kukuřice na slámu

**Výpočet dekompozice:**

Plodina	Přepočet s využitím koeficientů	$\Sigma C_k [t]$
Jednoleté píceň	$\Sigma Y_{s0} * 0,386 * 0,785$	$\Sigma C_0$
Víceleté píceň	$\Sigma Y_{s1} * 0,386 * 0,785$	$\Sigma C_1$
Rhizomy	$\Sigma Y_{s1} * 0,450 * 0,360$	$\Sigma C_{ri}$
Zrno obilovin	$\Sigma Y_{2z} * 0,065$	$\Sigma C_{2z}$
Sláma obilovin	$\Sigma Y_{2sl} * 0,386$	$\Sigma C_{2sl}$
Zrno kukuřice	$\Sigma Y_{2z} * 0,065$	$\Sigma C_{2z}$
Sláma kukuřice	$\Sigma Y_{2sl} * 0,386$	$\Sigma C_{2sl}$
Trvalé travní porosty	$\Sigma Y_{s4} * 0,386 * 0,785$	$\Sigma C_{s4}$

### 3.2.2. Výpočet parametrů ZS

Aktivní uhlík na zrno obilovin:

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

Sklizeň silážní kukuřice ke sklizni víceletých pícnin a TTP:

$$ETA\ 0 = \sum Y_{s0} / \sum Y_{s(1+4a)}$$

Poměr zrna ke všem uhlíkatým zdrojům:

$$ETA\ 2 = \sum Y_{2z} / \sum Y_{s(0+1+ri+4)}$$

### 3.2.3. Výpočet normální struktury ZS

Pro výpočet používáme průměrné výnosy plodin a plochy orné a zemědělské půdy za časovou řadu 1997 – 2006. Cílem je vytvoření normální struktury metodou uhlíkové bilance.

Potřeba zdrojů uhlíku ( $\sum Y_{s(0+1+4)}$ ) se vypočítá tak, že vynásobíme průměrné hodnoty výnosu zrna obilovin ( $\sum Y_{2z}$ ) Planckovou konstantou ( $C_2^P$ ).

**Podíl jednoletých silážních plodin** ( $\sum Y_{s0}$ ) by neměl přesáhnout hodnotu 0,215

z celkového objemu zdrojů uhlíku  $\sum Y_{s0} = (\sum Y_{s(0+1+4)}) * 0,215$

$$P_0 = \sum Y_{s0} / Y_{s0} [ \text{ha} ]$$

$$P_0 = P_0 / P_{or} * 100 [ \% P_{or} ]$$

**Podíl víceletých pícnin** ( $\sum Y_{s1}$ ) je tvořen rozdílem potřeby celkového objemu zdrojů uhlíku ( $\sum Y_{s(0+1+4)}$ ), jednoletých plodin ( $\sum Y_{s0}$ ) a luk ( $\sum Y_{s4}$ ).

$$\sum Y_{s1} = (\sum Y_{s(0+1+4)}) - \sum Y_{s0} - \sum Y_{s4}$$

Plocha:  $P_1 = \sum Y_{s1} / Y_{s1} [ \text{ha} ]$

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

**Podíl zrna obilovin** ( $\sum Y_{2z}$ ). Vypočítá se z průměrných výnosů ( $\sum Y_{2z}$ ) a průměrné výměry ( $P_2$ )

$$P_2 = \sum Y_{2z} / Y_{2z} [ \text{ha} ]$$

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

### Suchá hmota spotřebitelů uhlíku

Sklizeň suché hmoty spotřebitelů uhlíku ( $\sum Y_{s(3+5+9+n)}$ ) se rovná uhlíku slámy. Koeficient přepočtu zrna na slámu je 1,270 a koeficient přepočtu slámy na uhlík je 0,386. Plochu spotřebitelů vypočítáme vydělením jejich průměrným výnosem ( $Y_{s(3+5+9+n)}$ ).

$$(\sum Y_{s(3+5+9+n)}) = \sum C_{2sl} [t]$$

$$\sum C_{2sl} = \sum Y_{2z} * 1,270 * 0,386$$

$$P_{(3+5+9+n)} = (\sum Y_{s(3+5+9+n)}) / Y_{s(3+5+9+n)} [ha]$$

### **Součet všech plodin na orné půdě vyjádřený v procentech**

$$P_{0+1+2+(3+5+9+n)} [ \% ]$$

Použité koeficienty:

1,4388 – Planckova konstanta (přepočet sušiny jednoletých píceň, víceletých píceň a drnového fondu na objem zrna obilovin).

0,215 – koeficient konverze (množství sušiny, které odchází prostřednictvím zvířat ze soustavy )

1,270 – koeficient pro přepočet zrna obilovin na slámu

0,386 – koeficient přepočtu sušiny na aktivní uhlík

### **3.2.4. Návrhy výpočtů struktur se zvýšeným zastoupením energetických plodin**

Při výpočtech jednotlivých návrhů postupujeme obdobně jako při výpočtech parametrů normální struktury. Pro výpočet používáme výnosy vypočítané metodou četností. Tato metoda spočívá v tom, že zvolíme vhodné výnosové intervaly a k nim přiřazujeme četnosti výskytu. Zvolíme hranici a z hodnot přesahujících tuto hranici počítáme průměrný výnos s určitým procentem výskytu. Tabulky četností pro jednotlivé plodiny jsou uvedeny příloze.

#### **a) Návrh struktury ZS - Zemědělská společnost Dubné, a. s. varianta 1.**

V této variantě je zpracován záměr, pro následnou produkci bioplynu. Dojde k navýšení jednoletých a víceletých píceň.

#### **b) Návrh struktury ZS - Zemědělská společnost Dubné, a. s. varianta 1.a., 1.b.**

Varianta 1.a. je věnována navýšení ploch obilovin potřebných pro následnou produkci bioetanolu.

Varianta 1.b. je věnována navýšení ploch řepky olejné, která je vhodná pro produkci MEŘO.

**c) Návrh struktury ZS - Zemědělská společnost Dubné, a. s. varianta 2.**

V této variantě předpokládáme navýšení ploch víceletých pícnin (objemných krmiv), tzn. navýšení počtu DJ a následnou produkci bioplynu.

### **3.3. Analýza osevních postupů metodou uhlíkové bilance**

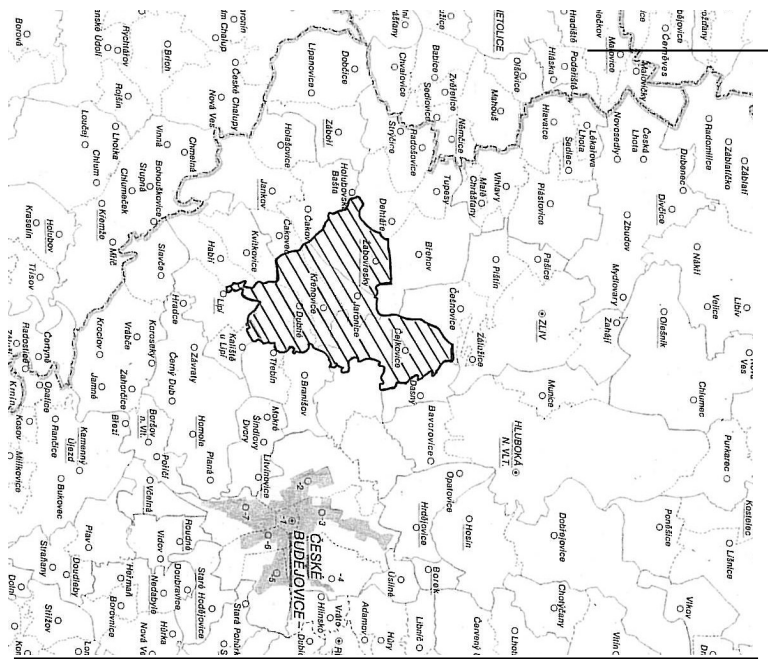
V práci jsou analyzovány struktury ZS metodou C-bilance, je to poslední fáze analýzy ZS. Jde o poznání stupně vzájemného vlivu střídání plodin, jejich vlivu na půdu i výnosy plodin (KUDRNA, 1988)

- a) Na základě optimální vnitřní struktury ZS vypracujeme nové návrhy
- b) Vypočítáme objemy sklizně jednotlivých plodin v každém roce
- c) Objemy sklizně víceletých pícnin a pícnin drnového fondu snížíme o hodnotu konverze živin zvířaty. Rizomy ponecháme beze změny.
- d) Suchou hmotu převedeme pomocí koeficientů pro uhlík na aktivní uhlík
- e) Uhlík nadzemní hmoty víceletých pícnin a slámy zahrnujeme do objemu aktivního uhlíku, který se vrací zpětnou kompenzační vazbou.
- f) Uhlík rizomů započítáme jako podmínky OP pro výpočet bilance. Od této hodnoty postupně odpočítáme objem uhlíku všech plodin odcházející ze soustavy. Uhlík nadzemní hmoty víceletých pícnin, započítáme do celkového množství uhlíku ve zpětné kompenzační vazbě  $\Sigma C_{org.}$ , (suma C organických hnojiv), zatímco uhlík zrna se již nevrací a odchází ze soustavy.

## 4. VLASTNÍ PRÁCE

### 4.1. Charakteristika podniku

Zemědělská společnost Dubné, a. s. (se sídlem v Žabovřeskách) hospodaří v Jihočeském kraji na území bývalého okresu České Budějovice. Společnost zahájila svoji činnost počátkem roku 2001, kdy převzala veškerý zemědělský provoz místního zemědělského družstva. Momentálně hospodaří na 3217 hektarech zemědělské půdy, z toho je 2685 orné půdy a zbytek je tvořen 532 hektary luk a pastvin.



## 4.2. Výrobní zaměření

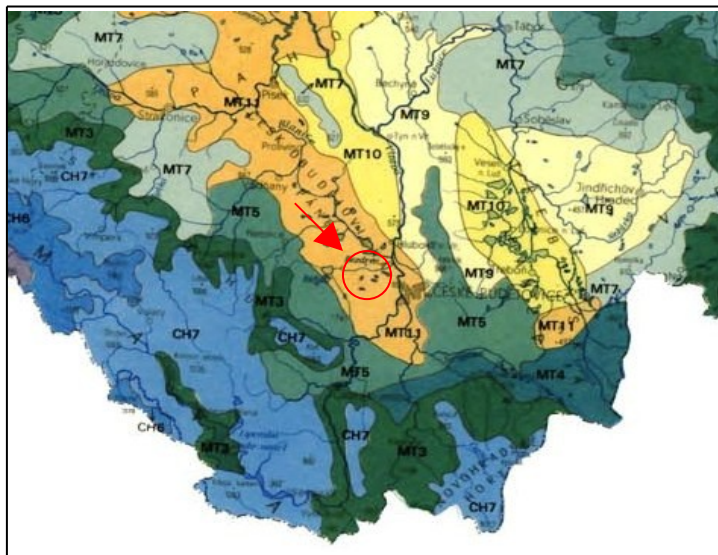
V rostlinné produkci je struktura plodin následující: obiloviny zaujímají 57,5 % orné půdy a jsou hlavní tržní plodinou, jednoleté píce zaujímají 17,2 % orné půdy, víceleté píce se pěstují na 13,3 %, řepka na 9,57 %, kukuřice na zrno na 1,3 % orné půdy. Zbytek výměry tvoří plochy brambor, máku, kmínu a jahod.

Zemědělská společnost je zaměřena na chov skotu s tržní produkcí mléka. Krmná dávka je tvořena především jednoletými a víceletými pícinami. Stavy skotu se ve sledovaném období pohybují v rozmezí od 1470 – 2049 DJ.

## 4.3. Přírodní podmínky

### 4.3.1. Klimatologické podmínky

Z hlediska základních klimatologických charakteristik spadá výrobní území do klimatického okrsku MT 11, ten je podle QUITTA (1971) charakterizován dlouhým, suchým, teplým létem. Krátkým přechodným obdobím s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem. Zima je krátká, mírně teplá a velmi suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky.



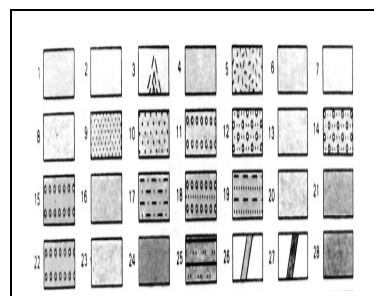
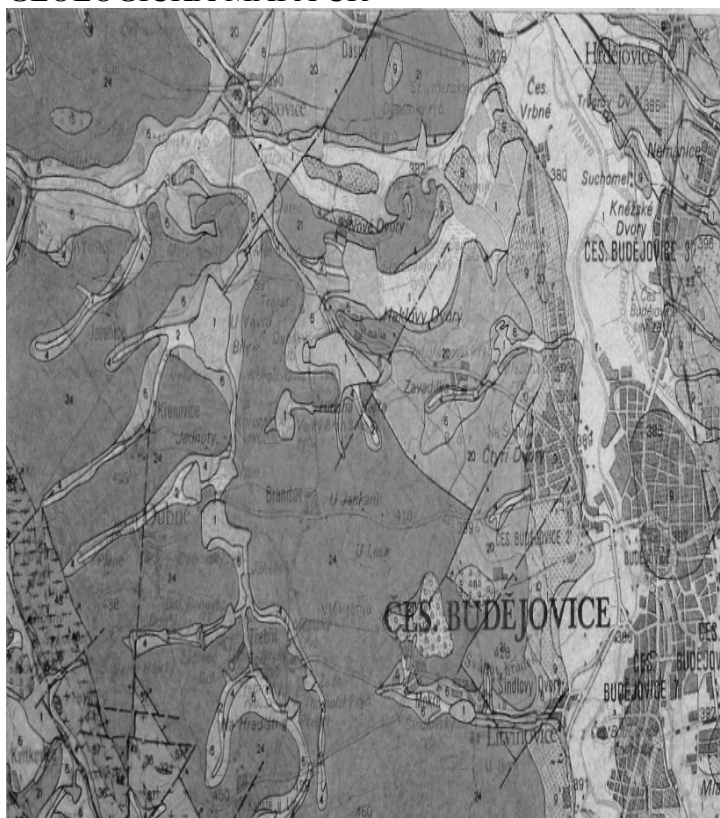
Zemědělská společnost Dubné, a. s. hospodaří na pozemcích s průměrnou nadmořskou výškou 405 m n. m. Pro tuto oblast spadající do Českobudějovické pánve je uváděn srážkový úhrn ve vegetačním období 350 – 400 mm a srážkový úhrn v zimním období 200 – 250 mm.

V příloze č. 1. je uveden přehled průměrných teplot a srážek ze stanice České Budějovice za časovou řadu 1997 – 2006.

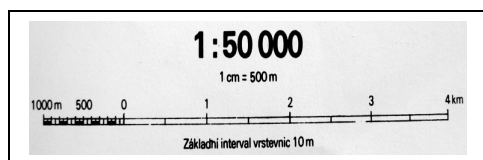
#### 4.3.2. Geologicko - půdní podmínky

Pozemky, na nichž hospodaří zemědělská společnost, se nacházejí převážně na klikovském souvrství, které je tvořeno: zelenavěšedými a světlešedými kaolinickými arkózovitými pískovci a slepenci, rudohnědými a pestrými jílovci a prachovci, tmavošedými jílovci a pískovci. V menší míře se zde vyskytují spraše a sprašové hlíny. Podél vodních toků deluviální sedimenty nečleněné a fluviální nivní sedimenty.

#### GEOLOGICKÁ MAPA ČR



**KVARTÉR - holocén:** 1 - fluviální nivní sedimenty a sedimenty vodních nádrží; 2 - deluviófluviální sedimenty; 3 - výplavový kužel;  
**pleistocén:** 4 - deluviální sedimenty nečleněné; 5 - hlinitokamenné sutě; 6 - spraše a sprašové hlíny; 7 - fluviální pískový vápno; 8 - fluviální pískový a štěrky vápno; 9 - fluviální pískový a štěrky řísu; 10 - fluviální pískový a štěrky řísu; 11 - fluviální pískový a štěrky řísu; 12 - fluviální pískový a štěrky řísu; 13 - fluviální pískový se štěrky nečleněného pleistocénu; 14 - jezerní pískový donau; 15 - proluviální sedimenty středního pleistocénu;  
**TERCIÉR - neogén:** 16 - kamenoužezské štěrky písčitoštěrkovité sedimenty, místy s obsahem valounkových vřtavin; 17 - ledenecké souvrství: modravěšedé jíly a pískový; 18 - korosecké písčité štěrky: štěrky a písčité sedimenty se slabě opracovanými a skulpturovanými vřtavinami; 19 - vrábečské souvrství: písčitojílovité a písčité sedimenty s vřtavinami „in situ“; 20 - mydlovarské souvrství: svrchní část: zelenavěšedé jíly a pískový, diatomové sedimenty; 21 - mydlovarské souvrství - spodní část: rozpadavé pískovce až slepence (na bázi); zelenavěšedé jíly, uhelné sedimenty; 22 - zlivské souvrství: prokřemenělé jílovité pískovce až slepence, naspodu nezapevněné jílovité pískový a písčité jíly;  
**MEZOZOIKUM - svrchní křída - vyšší část:** 23 - klivovské souvrství - svrchní oddíl: bělošedé kaolinické pískovce s vložkami světle šedých jílovců, rudohnědé jílovce a prachovce; 24 - klivovské souvrství - spodní oddíl: zelenavě šedé a světle šedé kaolinické arkózovité pískovce a slepence, rudohnědé a pestré jílovce a prachovce, tmavošedé jílovce a pískovce;



#### SOUBOR GEOLOGICKÝCH A ÚČELOVÝCH MAP

GEOLOGICKÁ MAPA ČR. List 32 - 22 České Budějovice.  
 Měřítko 1 : 50 000. Sestavil a vydal Ústřední ústav geologický. Redaktor listu J. Slabý. Spolupráce O. Holásek. Redaktor řady M. Opletal. Výstup výzkumného úkolu A-12-347-801. Koordinátor I. Čižka. Redakční uzáveřka 1985. Vydání první. Grafická úprava M. Čižka. Technická redakce J. Rudolský. Reprodukční zpracování a tisk OT Kolin. Tisk 1986.

Obsah topografického podkladu © Český úřad geodetický a kartografický 1971. Stav ke dni 1. 1. 1980.

Tematický obsah © Ústřední ústav geologický.

Geologickopetrografický podklad (Gps) zde vytvořil podmínky pro vznik pseudoglejového typu půd. Pseudogleje jsou nejtypičtějšími půdami našich pánví



(českobudějovické, třeboňské, chebské). Většinou se uplatňují na smíšených písčitohlinitých terciárních sedimentech. Někdy zde může být povrch až písčítý, směrem do hlubší spodiny je však vždy těžší. Zhutnělé spodiny způsobují silné sezónní převlhčování povrchových horizontů, jehož důsledkem je především citelný nedostatek vzduchu v půdě. Zrnitostně jde především o těžší až těžké půdy, hlavně ve spodině. Obsah organických látek může být poměrně vysoký vzhledem k pomalému rozkladu při omezeném provzdušnění. Půdní reakce je obvykle kyselá až silně kyselá. Sorpční vlastnosti jsou značně nepříznivé (TOMÁŠEK 1995).

#### **4.4. Analýza původní struktury ZS – Zemědělské společnosti Dubné, a. s. 1997 - 2006**

##### **4.4.1. Struktura zemědělské soustavy - Zemědělská společnost Dubné, a. s. 1997 – 2006**

Tabulka č.7. Struktura ZS – Zemědělská společnost Dubné, a. s. 1997 – 2006

Tabulka, která zde byla vložena obsahuje utajované skutečnosti a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě Jihočeské Univerzity.

**4.4.2. Dekompozice struktury ZS - Zemědělská společnost Dubné, a. s.  
1997 – 2006**

Tabulka č.8. Dekompozice ZS - Zemědělská společnost Dubné, a. s. 1997 – 2006

plodina	Index	$\sum Y_s[t]$ * Přepočítávací koeficient	$\sum C_k [t]$
<b>Kukuřice na siláž</b>	$\sum Y_{s_0}$	$3034 * 0,386 * 0,785$	919
<b>Ostatní jednolet. pícn.</b>	$\sum Y_{s_0}$	$252 * 0,386 * 0,785$	76
<b>Jetel</b>	$\sum Y_{s_1}$	$1094 * 0,386 * 0,785$	331
<b>Vojtěška</b>	$\sum Y_{s_1}$	$670 * 0,386 * 0,785$	203
<b>Ostatní vícelet. pícniny</b>	$\sum Y_{s_1}$	$506 * 0,386 * 0,785$	153
<b>Rhizomy</b>	$\sum Y_{s_{ri}}$	$2270 * 0,45 * 0,360$	386
<b>Zrno obilovin</b>	$\sum Y_{s_{2z}}$	$6232 * 0,065$	(405)
<b>Sláma obilovin</b>	$\sum Y_{s_{2sl}}$	$6232 * 1,27 * 0,386$	3055
<b>Zrno kukuřice</b>	$\sum Y_{s_{2z}}$	$230 * 0,065$	(15)
<b>Sláma kukuřice</b>	$\sum Y_{s_{2sl}}$	$230 * 1,5 * 0,386$	133
<b>Trvalé travní porosty</b>	$\sum Y_{s_4}$	$1763 * 0,386 * 0,785$	534
	<b>Celkem</b>		<b>5772</b>

Dekompozicí ZS získáme celkový součet aktivního uhlíku.

Celkový součet aktivního uhlíku:

$$\text{OMEGA } 2 = \sum C_k * / \sum Y_{2z}$$

$$\text{OMEGA } 2 = 5772 / 6462$$

$$\text{OMEGA } 2 = \mathbf{0,893}$$

$$\text{ETA } 0 = \sum Y_{s_0} / \sum Y_{s(1+4a)}$$

$$\text{ETA } 0 = 919 / 1068$$

$$\text{ETA } 0 = \mathbf{0,860}$$

\* $\sum C_k$  se pro výpočet parametru OMEGA 2 počítá bez uhlíku zrna obilovin (kukuřice).

Parametr OMEGA 2 je nižší než 1, což značí, že výnos zrna obilovin není plně kryt aktivním uhlíkem zdrojů.

C-bilance osevního postupu – Zemědělské společnosti Dubné, a. s. 1997 – 2006.

$$\text{C-bilance} = \mathbf{0,194 \text{ C.ha}^{-1}}$$

Sklizeň z TTP:

$$\sum Y_{S_4} = 1763 \text{ t}$$

$$\sum C_4 = 1763 * 0,386 * 0,534$$

$$\sum C_4 = \mathbf{363 \text{ t}}$$

Suma uhlíku z organických hnojiv:

$$\sum C_{\text{org}} = 687+919+76+3055+133+363$$

$$\sum C_{\text{org}} = 5404 \text{ t}$$

#### 4.5. Grafické znázornění vnitřní struktury ZS

Graf, který zde byl vložen obsahuje utajované skutečnosti a je obsažen pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě Jihočeské Univerzity.

**Graf č. 1.:** Vyjadřuje spotřebu minerálních hnojiv (NPK) v čase. Je zde patrný mírně klesající charakter. Tento pokles je způsoben zvyšující se cenou minerálních hnojiv.

Graf, který zde byl vložen obsahuje utajované skutečnosti a je obsažen pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě Jihočeské Univerzity.

**Graf č. 2.:** Vyjadřuje výnos suché hmoty všech plodin v časové řadě.

Graf, který zde byl vložen obsahuje utajované skutečnosti a je obsažen pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě Jihočeské Univerzity.

**Graf č. 3.:** Vyjadřuje výnosy obilnin v časové řadě. Nízký výnos v roce 2003 koresponduje s nízkou spotřebou minerálních hnojiv.

Graf, který zde byl vložen obsahuje utajované skutečnosti a je obsažen pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě Jihočeské Univerzity.

**Graf č. 4.:** Vyjadřuje hustotu skotu (DJ) na hektar zemědělské půdy v časové řadě. Má poměrně stabilní charakter.

Graf, který zde byl vložen obsahuje utajované skutečnosti a je obsažen pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě Jihočeské Univerzity.

**Graf č. 5.:** Vyjadřuje plochu orné půdy v časové řadě. Má klesající charakter. Je to způsobeno celkovým snížením ploch zemědělské půdy. Procento zornění zůstává stabilní.

Graf, který zde byl vložen obsahuje utajované skutečnosti a je obsažen pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě Jihočeské Univerzity.

**Graf č. 6.:** Vyjadřuje výnosy řepky v časové řadě. Má mírně klesající charakter.

#### 4.6. Normální struktura ZS - Zemědělská společnost Dubné, a. s. 1997 – 2006

$$P_{or} = 2698 \text{ ha}$$

$$P_z = 3293 \text{ ha}$$

$$P_4 = 595 \text{ ha}$$

Potřeba zdrojů uhlíku: (objem zdrojů uhlíku vypočítáme vynásobením Plackovou konstantou  $C_2^P = 1,4388$ )

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

$$\sum Y_{s(0+1+4)} = 6462 * 1,4388$$

$$\sum Y_{s(0+1+4)} = 9298 \text{ t}$$

Zastoupení jednoletých silážních plodin: (podíl jednoletých silážních plodin z celkového objemu zdrojů uhlíku by měl činit 0,215)

$$\sum Y_{s_0} = 0,215 * \sum Y_{s(0+1+4)}$$

$$P_0 = \sum Y_{s_0} / 7,08$$

$$\sum Y_{s_0} = 0,215 * 9298 = 1999$$

$$P_0 = 1999 / 7,08$$

$$\sum Y_{s_0} = 1999 \text{ t}$$

$$P_0 = 282,2 \text{ ha} \rightarrow \mathbf{10,46 \% P_{or}}$$

Zastoupení víceletých pícnin:

$$\sum Y_{s_4} = 1763 \text{ t}$$

$$\sum Y_{s_1} = \sum Y_{s(0+1+4)} - \sum Y_{s_0} - \sum Y_{s_4}$$

$$P_1 = \sum Y_{s_1} / Y_s$$

$$\sum Y_{s_1} = 9298 - 1999 - 1763$$

$$P_1 = 5536 / 6,32$$

$$\sum Y_{s_1} = 5536 \text{ t}$$

$$P_1 = 876,5 \text{ ha} \rightarrow \mathbf{32,49 \% P_{or}}$$

Zastoupení obilovin:

$$\sum Y_{2z} = (1550,3 \text{ ha} * 4,02 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}) + (35,2 \text{ ha} * 6,25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1})$$

$$\sum Y_{2z} = 6462 \text{ ha} \rightarrow \mathbf{67,46 \% P_{or}} \text{ (obiloviny)}$$

$$\rightarrow \mathbf{1,31 \% P_{or}} \text{ (kukuřice na zrno)}$$

Sklizeň suché hmoty spotřebitelů uhlíku:

$$\sum Y_{s(3+5+9+n)} = \sum C_{2sl} = [(6232*1,27)+(230*1,5)]*0,386 = 3188 \text{ t}$$

(plochu spotřebitelů vypočtu vydělením průměrným výnosem)

$$P_{(3+5+9+n)} = 3188 / 7,17 = 444,7 \text{ ha} \rightarrow \mathbf{16,48 \% P_{or}}$$

Součet vypočtených ploch všech plodin na orné půdě:

$$P_{0+1+2+(3+5+9+n)} = 10,46+32,49+58,77+16,48$$

$$P_{0+1+2+(3+5+9+n)} = \mathbf{118,2 \%}$$

Pozn.: součet ploch plodin na orné půdě je vyšší než 100 % zejména díky tomu, že teoretická spotřeba zdrojů C (hlavně víceletých píceňin) je větší než skutečná. Projeví se zde i nízké výnosy  $Y_{s1}$ .

Tabulka č.9. Normální struktura - Zemědělská společnost Dubné, a. s. 1997 – 2006

	<b>P [ha]</b>	<b>P [% P<sub>or</sub>]</b>	<b>Y<sub>s</sub> [t.ha<sup>-1</sup>]</b>	<b>Y<sub>s</sub> [t]</b>
<b>P<sub>0</sub></b>	282,2	10,46	7,08	1999
<b>P<sub>1</sub></b>	876,5	32,49	6,32	5536
<b>P<sub>2</sub></b>	1585,5	58,77	4,08*	6462*
<b>P<sub>(3+5+9+n)</sub></b>	444,7	16,48	7,17	3188
<b>P<sub>or</sub></b>	<b>3188,9</b>	<b>118,2</b>		

\* zrno obilovin

#### 4.7. Návrh struktury ZS - Zemědělská společnost Dubné, a. s. varianta 1.

$$P_{or} = 3685 \text{ ha}$$

$$hz = 0,65 \text{ DJ.ha}^{-1}$$

$$P_z = 3217 \text{ ha}$$

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

$$P_4 = 532 \text{ ha}$$

Potřeba zdrojů uhlíku  $\sum Y_{s(0+1+4)}$ :

$$\sum Y_{s(0+1+4)} = hz * P_z * kn$$

$$\sum Y_{s(0+1+4)} = 0,65*3217*4$$

$$\sum Y_{s(0+1+4)} = 8364 \text{ t}$$

Podíl jednoletých (silážních) plodin  $\sum Y_{s0}$ :

$$\sum Y_{s0} = 0,215 * \sum Y_{s(0+1+4)}$$

$$\sum Y_{s0} = 0,215*8364$$

$$\sum Y_{s0} = 1798 \text{ t}$$

$$P_0 = \sum Y_{S_0} / Y_{S_0(\xi.9/10)}$$

$$P_0 = 1798 / 8,51$$

$$P_0 = 211,2 \text{ ha} \rightarrow 7,87 \% P_{or}$$

$$P_0 = \sum Y_{S_0} / Y_{S_0}$$

$$P_0 = 1798 / 8,12_{(\emptyset)}$$

$$P_0 = 221,4 \text{ ha} \rightarrow 8,25 \% P_{or}$$

Podíl víceletých pícein  $\sum Y_{S_1}$ :

$$\sum Y_{S_4} = P_4 * \sum Y_{S_4(\xi 8/10)}$$

$$\sum Y_{S_4} = 532 * 3,22$$

$$\sum Y_{S_4} = 1713 \text{ t}$$

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

$$\sum Y_{S_1} = 8364 - 1798 - 1713$$

$$\sum Y_{S_1} = 4853 \text{ t}$$

$$P_1 = \sum Y_{S_1} / Y_{S_1(\xi.6/10)}$$

$$P_1 = 4853 / 7,25$$

$$P_1 = 669,4 \text{ ha} \rightarrow 24,93 \% P_{or}$$

Obiloviny  $\sum Y_{2z}$ :

$$\sum Y_{2z} = \sum Y_{s(0+1+4)} / C_2^P$$

$$\sum Y_{2z} = 8364 / 1,4388$$

$$\sum Y_{2z} = 5813 \text{ t}$$

Výpočet  $\sum Y_{2z}$  s použitím ETA2: Prověření reálnosti výnosu:

$$ETA2 = \sum Y_{2z} / \sum Y_{s(0+1+ri+4)}$$

$$ETA2 = 6232 / [3034 + 252 + (1094 + 670 + 506) * 1,3 + 1763]$$

$$ETA2 = 6232 / 8000$$

$$ETA2 = 0,779$$

$$\sum Y_{2zETA} = Y_{s(0+1+ri+4)} * ETA2$$

$$\sum Y_{2zETA} = (1798 + 4853 * 1,3 + 1713) * 0,779$$

$$\sum Y_{2zETA} = 7650 \text{ t}$$

Vypočteme  $\sum Y_{2z}$  v návrhu jako  $(\sum Y_{2zCP^2} + \sum Y_{2z}) / 2$

$$\sum Y_{2z} = (5813 + 7650) / 2$$

$$\sum Y_{2z} = 6732 \text{ t}$$

$$P_2 = 6732 / 4,30_{\xi.7/10}$$

$$P_2 = 1565,6 \text{ ha} \rightarrow 58,31 \% P_{or}$$



Součet využitých ploch:

$$P_{0+1+2} = 7,87 + 24,93 + 58,31 = 91,11\% P_{or}$$

Na spotřebitele (řepku) zbývá:  $100 - 91,11 = 8,89\% P_{or}$

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

$$\sum Y_{S(3+5)} = \sum C_{2sl} = 6732 * 1,27 * 0,386$$

$$\sum Y_{S(3+5)} = \sum C_{2sl} = 3300 \text{ t}$$

$$\sum Y_{S3(\text{brambory})} = 4 \text{ ha} * 6,27 \text{ t.ha}^{-1} = 25 \text{ t}$$

$$P_{3(\text{brambory})} = 4 \text{ ha} \rightarrow 0,15\% P_{or}$$

$$3300 - 25 = 3275 \text{ [ t ]}$$

$$P_{5\text{řepka výpočet maxima}} = 8,89 - 0,15$$

$$P_5 = 8,74 \% P_{or} \rightarrow 234,7 \text{ ha}$$

$$Y_{S5\text{výpočet maxima}} = 3275 \text{ t} / 234,7 \text{ ha}$$

$$Y_{S5} = 13,96 \text{ t.ha}^{-1}$$

$$Y_{5z} = 4,65 \text{ t.ha}^{-1} \text{ to je víc než } Y_{5z \text{ max}}$$

Budu počítat s výnosem s četností 8/10:  $Y_{5z \text{ č. } 8/10} = 2,98 \text{ t.ha}^{-1}$

$$\sum Y_{5z} = 234,7 \text{ ha} * 2,98 \text{ t.ha}^{-1} = 699 \text{ t} \rightarrow \sum Y_{S5} = 2098 \text{ t}$$

Návrh struktury ZS - Zemědělská společnost Dubné, a. s. varianta 1.

Plodina	Index	P [ha]	P [% P <sub>or</sub> ]	Y <sub>s</sub> [t.ha <sup>-1</sup> ]	Y <sub>s</sub> [t]
<b>Kukuřice na siláž</b>	P <sub>0</sub>	211,2	7,87	8,51 <sub>č.9/10</sub>	1798
<b>Víceleté pícniny</b>	P <sub>1</sub>	669,4	24,93	7,25 <sub>č.6/10</sub>	4853
<b>Obiloviny</b>	P <sub>2</sub>	1565,6	58,31	4,30* <sub>č.7/10</sub>	6732*
<b>Brambory</b>	P <sub>3</sub>	4,0	0,15	6,27 <sub>ø</sub>	25
<b>Řepka</b>	P <sub>5</sub>	234,7	8,74	2,98*(8,94)	699*(2098)
<b>Orná půda</b>	P <sub>or</sub>	<b>2685</b>	<b>100,0</b>		
<b>Trvalé travní porosty</b>	P <sub>4</sub> -TTP	532	16,54(%P <sub>z</sub> )	3,22 <sub>č.8/10</sub>	1713
<b>Zemědělská půda</b>	P <sub>z</sub>	<b>3217</b>			

\* zrno obilovin, semeno řepky

Dekompozice struktury ZS - Zemědělská společnost Dubné, a. s. varianta 1.

Plodina	$\sum Y_s [t] * \text{koeficient}$	$\sum C_k [t]$
$\sum Y_{S_0}$ – kukuřice na siláž	1798 * 0,386 * 0,785	545
$\sum Y_{S_1}$ – víceleté pícniny	4853 * 0,386 * 0,785	1471
$\sum Y_{S_1}$ – rhizomy	4853 * 0,45 * 0,360	786
$\sum Y_{S_2}$ – zrno obilovin	6732 * 0,065	(438)
$\sum Y_{S_{2sl}}$ – sláma obilovin	6732 * 1,27 * 0,386	3300
$\sum Y_{S_4}$ – trvalé travní porosty	1713 * 0,386 * 0,785	519
<b>celkem</b>		<b>6621</b>

$$\text{OMEGA 2} = \sum C_k / \sum Y_{2z}$$

$$\text{OMEGA 2} = 6621 / 6732$$

$$\text{OMEGA 2} = 0,984$$

Tabulka č.10. C – bilance osevního postupu – varianta 1

Plodina	P [ha]	Ys [t.ha <sup>-1</sup> ]	$\sum Y_s + \sum Y_{s_{ri,s}}$	$\sum C_s +$ $\sum C_{ri,sl}$	$\pm C$	C-bilance	C.ha <sup>-1</sup>
<b>Víc.píc.</b>	669,4	7,25	4853+2184	1471+786	786	786	
<b>Kukuř.</b>	211,2	8,51	1798	545	-545	241+5835	
<b>Obil.</b>	1565,6	4,30	6732+8550	438+3300	-373	2338	
					8		
<b>Bramb.</b>	4,0	6,27	25	10	-10	2328	
<b>Řepka</b>	234,7	2,98	699+1398	45+540	-585	1743	<b>0,649</b>

Sklizeň z TTP:

$$\sum Y_{S_4} = 1713 \text{ t}$$

$$\sum C_4 = 1713 * 0,386 * 0,785$$

$$\sum C_4 = 519 \text{ t}$$

Suma uhlíku z organických hnojiv:

$$\sum C_{org} = 1471 + 545 + 3300 + 519$$

$$\sum C_{org} = 5835 \text{ t}$$

#### 4.8. Návrh struktury ZS - Zemědělská společnost Dubné, a. s. varianta č. 1a – zaměření na obiloviny.

$$P_{or} = 2685 \text{ ha}$$

$$P_z = 3217 \text{ ha}$$

$$P_4 = 532 \text{ ha}$$

$$hz = 0,65 \text{ DJ.ha}^{-1}$$

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

Tabulka č.11. Návrh struktury ZS – Zemědělské společnosti Dubné, a. s. varianta 1a  
- zaměření na obiloviny

Plodina	Index	P [ha]	P [% Por]	Ys [t.ha <sup>-1</sup> ]	Ys [t]
Kukuřice na siláž	P <sub>0</sub>	211,2	7,87	8,51 <sub>č.9/10</sub>	1798
Víceleté pícniny	P <sub>1</sub>	669,4	24,93	7,25 <sub>č.6/10</sub>	4853
Obiloviny	P <sub>2</sub>	1611,0	60,00	4,30* <sub>č.7/10</sub>	6927*
Brambory	P <sub>3</sub>	4,0	0,15	6,27	25
Řepka	P <sub>5</sub>	189,3	7,05	2,98*(8,94)	564*(1692)
<b>Půda orná celkem</b>	<b>P<sub>or</sub></b>	<b>2685</b>	<b>100,0</b>		
Trvalé travní porosty	P <sub>4</sub>	532	16,54(%Pz)	3,22 <sub>č.8/10</sub>	1713
<b>Půda zemědělská</b>	<b>P<sub>z</sub></b>	<b>3217</b>			

\* zrno obilovin, semeno řepky

Tabulka č.12. Dekompozice struktury ZS - Zemědělská společnost Dubné, a. s. varianta 1a - zaměření na obiloviny

Plodina	Index	∑Ys [t] * koeficient	∑C <sub>k</sub> [t]
Kukuřice na siláž	∑Y <sub>s0</sub>	1798 * 0,386 * 0,785	545
Víceleté pícniny	∑Y <sub>s1</sub>	4853 * 0,386 * 0,785	1471
Rhizomy	∑Y <sub>s1-ri</sub>	4853 * 0,45 * 0,360	786
Zrno obilovin	∑Y <sub>2z</sub>	6927 * 0,065	(450)
Sláma obilovin	∑Y <sub>2sl</sub>	6927 * 1,27 * 0,386	3396
Trvalé travní porosty	∑Y <sub>s4</sub>	1713 * 0,386 * 0,785	519
<b>Celkem</b>			<b>6717</b>

Výpočet aktivního uhlíku na zrno obilovin:

$$\text{OMEGA 2} = \sum C_k / \sum Y_{2z}$$

$$\text{OMEGA 2} = 6717 / 6927$$

$$\text{OMEGA 2} = \mathbf{0,970}$$

Tabulka č.13. C–bilance osevního postupu – Zemědělská společnost Dubné, a. s.  
varianta č. 1a – zaměření na obiloviny

Plodina	P [ha]	Ys [t.ha <sup>-1</sup> ]	∑Ys + ∑Ys <sub>ri,sl</sub>	∑Cs+ ∑C <sub>ri,sl</sub>	±C	C - bilance	C.ha <sup>-1</sup>
Víc.píc.	669,4	7,25	4853+2184	1471+786	786	786	
Kukuř.	211,2	8,51	1798	545	-545	241+5931	
Obil.	1611,0	4,30	6927+8797	450+3396	-3846	2326	
Bram.	4,0	6,27	25	10	-10	2316	

<b>Řepka</b>	189,3	2,98	564+1128	37+435	-472	1844	<b>0,687</b>
--------------	-------	------	----------	--------	------	------	--------------

Sklizeň z TTP:

$$\sum Y_{S_4} = 1713 \text{ t}$$

$$\sum C_4 = 1713 * 0,386 * 0,785$$

$$\sum C_4 = \mathbf{519 \text{ t}}$$

Suma uhlíku z organických hnojiv:

$$\sum C_{org} = 1471 + 545 + 3396 + 519$$

$$\sum C_{org} = \mathbf{5931 \text{ t}}$$

#### 4.9. Návrh struktury ZS – Zemědělské společnosti Dubné, a. s. varianta 1b- zaměření na řepku

$$P_{or} = 2685 \text{ ha}$$

$$P_z = 3217 \text{ ha}$$

$$P_4 = 532 \text{ ha}$$

$$hz = 0,65 \text{ DJ} \cdot \text{ha}^{-1}$$

$$kn = 4,00 \text{ t} \cdot \text{DJ}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Tabulka č.14. Návrh struktury ZS – Zemědělské společnosti Dubné, a. s. varianta 1b  
- zaměření na řepku

Plodina	Index	P [ha]	P [% Por]	Ys [t.ha <sup>-1</sup> ]	Ys [t]
<b>Kukuřice na siláž</b>	P <sub>0</sub>	211,2	7,87	8,51 <sub>ε.9/10</sub>	1798
<b>Víceleté pícniny</b>	P <sub>1</sub>	669,4	24,93	7,25 <sub>ε.6/10</sub>	4853
<b>Obiloviny</b>	P <sub>2</sub>	1464,7	54,55	4,30* <sub>ε.7/10</sub>	6298*
<b>Brambory</b>	P <sub>3</sub>	4,0	0,15	6,27	25

<b>Řepka</b>	P <sub>5</sub>	335,6	12,50	2,98*(8,94)	1000*(3000)
<b>Půda orná celkem</b>	P <sub>or</sub>	2685	<b>100,0</b>		
<b>Trvalé travní porosty</b>	P <sub>4</sub>	532	16,54(%Pz)	3,22 <sub>c.8/10</sub>	1713
<b>Půda zemědělská</b>	P <sub>z</sub>	<b>3217</b>			

\* zrno obilovin, semeno řepky

Tabulka č.15. Dekompozice struktury ZS - Zemědělská společnost Dubné, a. s. varianta 1b - zaměření na řepku

Plodina	Index	$\sum Y_s$ [t] * koeficient	$\sum C_k$ [t]
<b>Kukuřice na siláž</b>	$\sum Y_{S_0}$	1798 * 0,386 * 0,785	545
<b>Víceleté pícniny</b>	$\sum Y_{S_1}$	4853 * 0,386 * 0,785	1471
<b>Rhizomy</b>	$\sum Y_{S_{1-ri}}$	4853 * 0,45 * 0,360	786
<b>Zrno obilovin</b>	$\sum Y_{2z}$	6298 * 0,065	(409)
<b>Sláma obilovin</b>	$\sum Y_{2sl}$	6298 * 1,27 * 0,386	3087
<b>Trvalé travní porosty</b>	$\sum Y_{S_4}$	1713 * 0,386 * 0,785	519
<b>Celkem</b>			<b>6408</b>

Výpočet aktivního uhlíku na zrno obilovin:

$$\text{OMEGA 2} = \sum C_k / \sum Y_{2z} = 6408 / 6298 = 1,017$$

Tabulka č.16. C–bilance osevního postupu – Zemědělská společnost Dubné, a. s. varianta č. 1b – zaměření na řepku

Plodina	P [ha]	Y <sub>s</sub> [t.ha <sup>-1</sup> ]	$\sum Y_s + \sum Y_{S_{ri,sl}}$	$\sum C_s +$ $\sum C_{ri,sl}$	±C	C - balance	C.ha <sup>-1</sup>
<b>Víc.píc.</b>	669,4	7,25	4853+2184	<b>1471</b> +786	786	786	
<b>Kukuř.</b>	211,2	8,51	1798	<b>545</b>	-545	241+5622	
<b>Obil.</b>	1464,7	4,30	6298+7998	409+ <b>3087</b>	-3496	2367	
<b>Bramb.</b>	4,0	6,27	25	10	-10	2357	
<b>Řepka</b>	335,6	2,98	1000+2000	65+772	-837	1520	<b>0,566</b>

Skližeň z TTP:

$$\sum Y_{S_4} = 1713 \text{ t}$$

$$\sum C_4 = 1713 * 0,386 * 0,785$$

$$\sum C_4 = \mathbf{519 \text{ t}}$$

Suma uhlíku z organických hnojiv:

$$\sum C_{org} = 1471 + 545 + 3087 + 519$$

$$\sum C_{org} = \mathbf{5622 \text{ t}}$$

#### 4.10. Návrh struktury ZS – Zemědělská společnost Dubné, a. s.

##### varianta 2 – zaměření na bioplyn

$P_{or} = 2685$  ha

$kn = 4,00$  t.DJ<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>

$P_z = 3217$  ha

$P_4 = 532$  ha

Počítáme s navýšením ploch víceletých ( $P_1$ ) a jednoletých ( $P_0$ ) píce a odpovídajícím navýšením stavů skotu pro produkci bioplynu z chlévského hnoje.

Využití  $P_1$ ,  $P_0$  bude na úkor  $P_2$ ,  $P_5$ .

Poměr  $P_2$  ku  $P_5$  zůstane zachován.

Tabulka č.17.

Plodina	Index	P [ha]	P [% Por]	Ys [t.ha <sup>-1</sup> ]	Ys [t]
Kukuřice na siláž	$P_0$	226,9	8,45	8,51č.9/10	1932
Víceleté pícniny	$P_1$	736,8	27,44	7,25č.6/10	5342
Obiloviny	$P_2$	1493,2	55,61	4,30*č.7/10	6421*
Brambory	$P_3$	4,0	0,15	6,27Ø	25
Řepka	$P_5$	223,8	8,34	2,98*8/10(8,94)	667*(2001)
<b>Půda orná celkem</b>	$P_{or}$	<b>2685</b>	<b>100,0</b>		
Trv. travní porosty	TTP	532	16,54(%Pz)	3,22č.8/10	1713
<b>Půda zemědělská</b>	$P_z$	<b>3217</b>			

\* zrna obilovin, semeno řepky

#### Návrh struktury ZS – Zemědělská společnost Dubné, a. s. varianta 2 – zaměření na bioplyn – standardní část

Tabulka č.18.

Plodina	Index	P [ha]	P [% Por]	Ys [t.ha <sup>-1</sup> ]	Ys [t]
Kukuřice na siláž	$P_0$	211,2	7,87	8,51č.9/10	1798
Víceleté pícniny	$P_1$	669,4	24,93	7,25č.6/10	4853
Obiloviny	$P_2$	1389,6	51,76	4,30*č.7/10	5975*
Brambory	$P_3$	4,0	0,15	6,27	25
Řepka	$P_5$	223,8	8,34	2,98*č.8/10(8,94)	667*(2001)
<b>Půda orná celkem</b>	$P_{or}$	<b>2498</b>	<b>93,05</b>		
Trv. travní porosty	$P_4$	532	16,54(%Pz)	3,22č.8/10	1713
<b>Půda zemědělská</b>	$P_z$	<b>3030</b>			

\* zrna obilovin, semeno řepky

$\Sigma Z = 2091$  DJ

**Návrh struktury ZS – Zemědělská společnost Dubné, a. s. varianta 2 – zaměření na bioplyn – část pro bioplyn**

Tabulka č.19.

Plodina	Index	P [ha]	P [% Por]	Ys [t.ha <sup>-1</sup> ]	Ys [t]
Kukuřice	P <sub>o</sub>	15,7	0,59	8,51 <sub>ε.9/10</sub>	134
Víceleté pícniny	P <sub>1</sub>	67,4	2,51	7,25 <sub>ε.6/10</sub>	489
Obiloviny	P <sub>2</sub>	103,5	3,86	4,30* <sub>ε.7/10</sub>	445*
<b>Půda orná celkem</b>	<b>P<sub>or</sub></b>	<b>186,6</b>	<b>6,95</b>		

\* zrno obilovin

$\Sigma Z = 156$  DJ

Tabulka č.20. C – bilance osevního postupu – Zemědělská společnost Dubné, a. s. varianta č. 2 – zaměření na bioplyn

Plodina	P [ha]	Ys [t.ha <sup>-1</sup> ]	$\Sigma Ys + \Sigma Ys_{ri,sl}$	$\Sigma Cs + \Sigma Cri,sl$	±C	C - balance	C.ha <sup>-1</sup>
<b>P<sub>1</sub>-stand.</b>	669,4	7,25	4853+2184	<b>1471+786</b>	786	786	
<b>P<sub>1</sub>-bio.</b>	67,4	7,25	489+220	148+79	79	865	
<b>P<sub>0</sub>-stand.</b>	211,2	8,51	1798	<b>545</b>	-545	320+5464	
<b>P<sub>0</sub>-bio.</b>	15,7	8,51	134	41	-41	5743	
<b>P<sub>2</sub>-stand.</b>	1389,6	4,30	5975+7588	388+ <b>2929</b>	-3317	2426	
<b>P<sub>2</sub>-bio.</b>	103,5	4,30	445+565	29+218	-247	2179	
<b>P<sub>3b</sub></b>	4,0	6,27	25	10	-10	2169	
<b>P<sub>5</sub></b>	223,8	2,98	667+1334	43+515	-558	1611	<b>0,600</b>

Sklizeň z TTP:

$\Sigma Y_{S4} = 1713$  t

$\Sigma C_4 = 1713 * 0,386 * 0,785$

$\Sigma C_4 = 519$  t

Suma uhlíku z organických hnojiv:

$\Sigma C_{org} = 1471 + 545 + 2929 + 519$

$\Sigma C_{org} = 5464$  t

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

- Podle Kavky (2003) je spotřeba sušiny na DJ / rok při průměrné užitkovosti

5,147 t  $\rightarrow$  14,1 kg na den

Sušina dodaná v objemných krmivech podle  $kn = 4,00$

4 t = 4000 kg  $\rightarrow$  na jadrná krmiva zbývá:

5,147 – 4,0 = 1,147 t.DJ<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>  $\rightarrow$  **3,142 kg na den**

- Orientační spotřeba jadrných směsí kg na DJ (dojnice s průměrnou užitkovostí)

za rok: 1136 kg  $\rightarrow$  **3,11 kg na den**

### 4.11. Vyhodnocení produkce bioenergie v jednotlivých variantách

Možné rozdělení produkce obilovin

Tabulka č.21. Produkce vysoce kvalitního obilí [t]

Plodina	2005	2006	2007	Celkem	Průměr
Pšenice potravinářská	1420	1200	1500	4120	1373
Ječmen sladovnický	315	278	220	813	271
Osivo	385	415	520	1320	440
<b>Celkem</b>	<b>2120</b>	<b>1893</b>	<b>2240</b>	<b>6253</b>	<b>2084</b>

Tabulka č.22. Potřeba krmného obilí pro skot

Varianta	DJ	Potřeba $\sum Y_{2z}$
<b>1a - zaměření na obiloviny</b>	2091	2398
	2091	2398
<b>1b – zaměření na řepku</b>	2247	2577
<b>2 – zaměření na bioplyn</b>		

Tabulka č.23. Možné rozdělení produkce obilovin  $\sum Y_{2z}$  [t]

Varianta	Produkce	Prodej+osivo	Potřeba krmného obilí pro skot	Na bioetanol
<b>1a</b>	6927	2084	2398	2445
<b>1b</b>	6298	2084	2398	1816
<b>2</b>	6421	2084	2577	1760



### Použité energetické parametry

1 t zrna – 342 l etanolu

1 l etanolu – 2,99 kWh

1 t řepkového semene – 320 l oleje

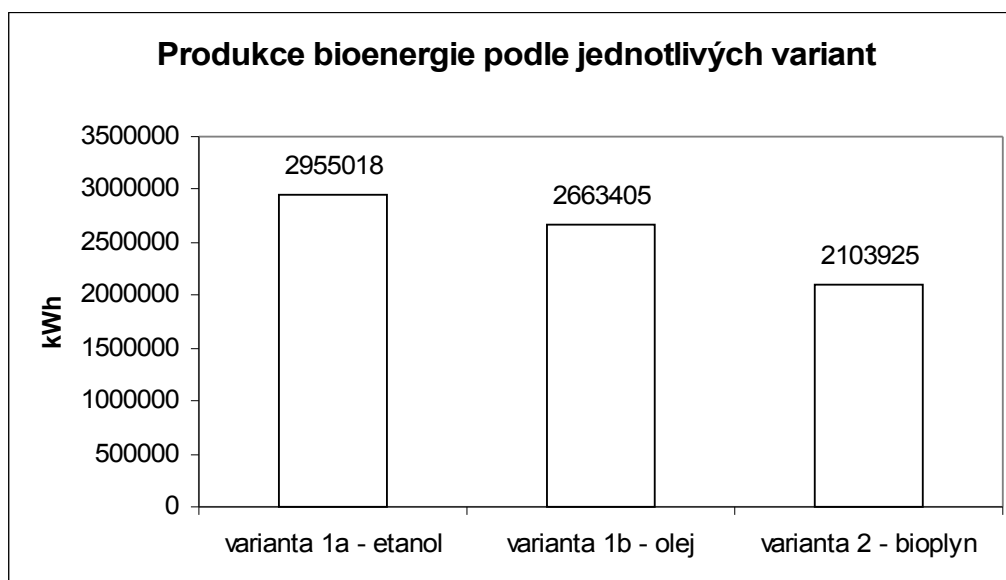
1 l oleje – 2,52 kWh

1 DJ – 0,943 m<sup>3</sup>.den<sup>-1</sup> → 344 m<sup>3</sup>.rok<sup>-1</sup>

1 m<sup>3</sup> bioplynu – 1,69 kWh

Tabulka č.24.

Var.	Obilí			Řepka			Bioplyn		celkem
	t	Etanol [l]	kWh	t	Olej [l]	kWh	m <sup>3</sup>	kWh	kWh
1a	2445	836190	2500208	564	180480	454810	-	-	2955018
1b	1816	621072	1857005	1000	320000	806400	-	-	2663405
2	1760	601920	1799741	667	213440	537869	53694	90744	2103925



V grafu je vyjádřen celkový energetický zisk z jednotlivých variant, které byly v návrzích uvažovány. Je zde patrný nejlepší relativní zisk energie ve variantě zaměřené na produkci etanolu z obilovin. Naopak nejnižší relativní zisk energie bychom mohli očekávat při použití varianty 2 zaměřené na produkci bioplynu.

## 5. DISKUZE

Cílem práce bylo navrhnout vhodnou strukturu zemědělské soustavy v Zemědělské společnosti Dubné a. s. při zaměření na produkci bioenergie za časovou řadu deseti let, tj. od roku 1997 do roku 2006.

K provedení analýzy zemědělské soustavy bylo zapotřebí získat údaje o plochách sklizně a výnosech plodin, stavy skotu a celkovou spotřebu minerálních hnojiv.

Celkové plochy zemědělské půdy mají mírně klesající charakter. Nyní se pohybují na úrovni 3217 ha, z nichž 2685 ha tvoří orná půda a zbytek je tvořen loukami a pastvinami. V původní zemědělské soustavě se zastoupení jednoletých a víceletých píceňin pohybuje kolem 30,5 %  $P_{or}$ , plochy obilnin zaujímají 57,46 %  $P_{or}$ , olejnin 9,57 %  $P_{or}$ , kukuřice na zrno 1,31 %  $P_{or}$ , na ostatní plodiny jako jsou brambory, mák, kmín, jahody připadá 1,15 %  $P_{or}$ .

Stavy skotu se během sledovaného období téměř nezměnily, z původní hodnoty 0,6 DJ.ha<sup>-1</sup> se snížily na 0,54 DJ.ha<sup>-1</sup>. V jiných zemědělských podnicích je tato tendence často podstatně výraznější. Obecně je proti ostatním evropským státům v České republice poměrně nízký stav skotu na hektar zemědělské půdy oproti zbylým státům Evropské unie. KVAPILÍK (2004) uvádí hustotu 10,6 krav na 100 hektarů zemědělské půdy. Tento stav je zhruba na třetinové úrovni ve srovnání s Německem (26,6 krav/100ha).

Spotřeba minerálních hnojiv v časové řadě má značně kolísavý charakter, hodnoty se pohybují v rozmezí od 74 kg do 196 kg čistých živin na hektar zemědělské půdy za rok.

Je zde předložen návrh struktury zemědělské soustavy provedený metodou uhlíkové bilance, tzn. posouzení plodin jako spotřebitelů uhlíku nebo producentů uhlíku.

Mezi hlavní zdroje uhlíku v soustavě zahrnujeme jednoleté a víceleté pícniny a trvalé travní porosty. Hlavním spotřebitelem jsou naopak olejnin. Obilniny se z pohledu spotřeby či produkce uhlíku hodnotí jako neutrální.

Jako významné parametry pro hodnocení návrhů je použití parametru ETA 0 a parametru OMEGA 2. Parametr ETA 0 je určen suchou hmotou jednoletých pícnin na

jednotku hlavních uhlíkatých zdrojů. Optimální hodnota by měla činit 0,274. V původní soustavě hodnota 0,75 překračuje normu. Jedním z důvodů může být poměrně vysoký stav zornění, respektive nedostatečné plochy trvalých travních porostů. Parametr OMEGA 2 charakterizuje poměr sumy aktivního uhlíku k objemu sklizně obilovin. V původní soustavě dosahuje hodnoty 0,893, což značí, že výnos zrna obilovin není plně kryt aktivním uhlíkem zdrojů.

## 6. ZÁVĚR

Předložená práce obsahuje analýzu vnitřní struktury zemědělské soustavy Zemědělské společnosti Dubné a. s. Analýza byla provedena metodou uhlíkové bilance. Dále byla stanovena dekompozice zemědělské soustavy. Na základě původní struktury byly navrženy vhodné varianty k produkci bioenergie. Konkrétně varianta zaměřená k produkci etanolu z obilovin, oleje z řepky a další varianta na výrobu bioplynu z chlévského hnoje.

Všechny varianty vycházejí z původní zemědělské struktury Zemědělské společnosti Dubné a. s. Tato struktura byla upravena na optimální zemědělskou soustavu a z ní jsou dále vypracovány jednotlivé varianty. Jako hlavní parametry pro hodnocení jednotlivých návrhů jsou použity parametry ETA 0 a OMEGA 2.

Varianta 1a je zaměřena na výrobu etanolu z obilovin. Varianta je zaměřena na obiloviny se sníženým zastoupením plodin charakteru spotřebitelů uhlíku. Výpočet vychází z C-bilance. V návrhu došlo k navýšení ploch obilnin na 60 %  $P_{or}$ , tj. o 2,54 %  $P_{or}$  a snížení ploch řepky na hodnotu 7,05 %  $P_{or}$ . Ve variantě je počítáno s hustotou skotu 0,65 DJ.ha<sup>-1</sup>.

Varianta 1b je zaměřena na produkci řepkového oleje, který lze použít k výrobě MEŘO. Při použití této varianty došlo k navýšení ploch řepky z původních 9,57 %  $P_{or}$  na hodnotu 12,5 %  $P_{or}$ , tj. o 2,93 %  $P_{or}$  a zároveň snížení ploch obilnin na 54,55 %  $P_{or}$ .

Plochy ostatních plodin a hustota skotu zůstávají v obou případech stejné.

Ve variantě 2 zaměřené na výrobu bioplynu z chlévského hnoje došlo k navýšení hodnoty hustoty skotu z původních 0,56 DJ.ha<sup>-1</sup> na 0,70 DJ.ha<sup>-1</sup>. V této variantě se navyšuje plocha víceletých pícnin o 14,12 %  $P_{or}$  na hodnotu 27,44 %  $P_{or}$ . Obilniny zaujímají plochu 55,61 %  $P_{or}$ , kukuřice na siláž 8,46 %  $P_{or}$  a řepka 8,34 %  $P_{or}$ .

Z pohledu produkce energie a následného zisku se pro podnik hospodařící v daných přírodních podmínkách nejlépe jeví varianta 1a zaměřená na produkci etanolu z obilovin. Z ekonomického pohledu je tato varianta finančně nenáročná, nemusí se měnit agrotechnika a strojový park.

Druhou nejvýhodnější je varianta 1b zaměřená na produkci řepkového oleje. Také není příliš finančně náročná. Je zde další výhoda poměrně vysokého zastoupení ploch obilnin a tím možnosti zisku při nízkém výnosu jedné z těchto plodin. Stejně jako

varianta 1a si neklade nároky na změnu agrotechniky a zásahy do strojového vybavení podniku.

Varianta 2 zaměřená na bioplyn vychází nejhůře z navrhovaných variant. Při této struktuře dosáhneme nejnižšího energetického zisku. Nehledě na nízký energetický potenciál musíme dále zohlednit poměrně vysoké náklady na výstavbu bioplynové stanice a dalších stájových míst pro skot. Doba návratnosti je při těchto vstupech poměrně dlouhá.

## 7. POUŽITÁ LITERATURA

- BABIČKA, L.** Hledání alternativních zdrojů energie. Farmář. 2006, roč. 12, č. 1, s.10-11.
- ČERMÁKOVÁ, A, STŘELEČEK, F.** Statistika I. JCU ZF České Budějovice, 1995, 72 s.
- CIONOVÁ, E. et al.** [online] [cit. 2004] MBA, Česká rafinérská a.s., Kralupy n.Vlt. < <http://www.cappo.cz/veletrh2004/cionova.html> >
- GUJER, W., ZENDER, A, J, B:** Conversion process in anaerobi digestion. Technik. 1983, č. 15, s. 127 -167.
- HOJOVEC, J, et al.** Hygiena hospodářských zvířat část obecná. SVS – ÚDO Pardubice : ÚDVVL, 1981.
- JEWELL, W. J. et al.** Dry anaerobi methane fermentation. Biomas alkohol duele prod. Vol. II, 1981, s. 159-178.
- KAVKA, M, et al.** Normativy pro zemědělskou výrobu a potravinářskou výrobu. Praha: [s.n.], 2003. 360 s. ISBN 80-7271-136-9.
- KAMEŠ, J.** Alternativní pohony automobilů. Praha : BEN – technická literatura, 2004. 226 s.
- KÁRA, J.** Motorová paliva z biomasy v České republice. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2001. 39 s.
- KÁRA, J., JEVIŠ, P.** Řepka jako energetická plodina. Úroda, ročník 50, červen 2002, 62 s.
- KOTÍKOVÁ, E.** Studie: Analýza tří variant uplatňování biopaliv jako náhrady fosilních pohonných hmot v dopravě ČR [online]. 2006. Z [www: <http://www.mze.cz/UserFiles/File/Material%20do%20vlady/Studie\\_biopaliva2.doc>](http://www.mze.cz/UserFiles/File/Material%20do%20vlady/Studie_biopaliva2.doc).
- KŘEPELKA, V.** Využití bioetanolu jako paliva v zemědělství. Praha : ÚZIP, 1997. 40 s.
- KUDRNA, K.** Zemědělské soustavy. Praha : SZN, 1979. 708 s.
- KUDRNA, K.** Zemědělské soustavy. 2. doplněné vydání Praha : SZN, 1985. 720 s.
- KUDRNA, K.** Zákony vývoje zemědělské soustavy. Meliorace. 1989, roč. 25, č. 2, s. 80 – 95.

- KUDRNA, K.** Zemědělské systémové inženýrství, jeho cíle, metody a uplatnění v zemědělských soustavách. Neuměřice : Centrum pro zemědělské soustavy, 1996, 56 s.
- KUDRNA, K, DEMO, M.** Projektovanie poľnohospodárskych sústav. Nitra : VŠP, 1994, 206 s.
- KUDRNA, K., ŠINDELÁŘOVÁ, M.** K problému uzavřené zemědělské soustavy na energetickém principu. Coll. of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in České Budějovice, 2000, sv. 17, č. 2, s. 121-129.
- KUŽEL, S., KOLÁŘ, L., LEDVINA, R., KLUFOVÁ, R.** Využití travní hmoty pro výrobu bioplynu. Sborník konference „Možnosti výroby a využití bioplynu v zemědělství, Třeboň, 2001, 132 s.
- KVAPILÍK, J.** Chov skotu a ovcí v České republice v podmínkách Evropské unie. Výzkumný ústav živočišné výroby Praha - Uhřetěves : 2004
- LONG, G.** Solar energy: Its Potential Contribution within the United Kingdom. London, Her Majesty's Stationery Office, 1976.
- MEYNELL, P. J.** Methane: Planning a Digester, Prism, Detroit, 1976.
- MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z.** Energetické plodiny v ekologickém zemědělství. Vh press Hradec Králové, 1998, 56 s.
- PETŘÍKOVÁ, V.** Světové zdroje obnovitelné energie a průmyslových surovin z biomasy. CZ – Biom a VÚRV, Sborník "Energetické a průmyslové rostliny VI", Chomutov, 2000, 169 s.
- PETR, J.** Pěstování pšenice podle užitkových směrů. Praha : ÚZPI, 2001, s. 34 – 36.
- PETR, J.** Pěstování obilnin k produkci bioetanolu je perspektivní. Úroda, 2004, roč. LII, č. 7, s. 18 – 21.
- PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ, P.** Biomasa obnovitelný zdroj energie. VÚZT Praha, 2004, 278 s.
- PASTOREK, Z.** Výroba bioplynu v zemědělství ČR. In „Biomasa – zdroje obnovitelné energie v krajině“. Praha : Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2000, s. 73 – 76.
- POKORNÝ, Z.** Bionafta ekologické alternativní palivo do vznětových motorů. Praha : Institut výchovy a vzdělání MZe ČR, 1998. 43 s.
- QUITT, E.** Klimatické oblasti Československa. GÚ ČSAV Brno : Academia Studia Geographica, 1971. 73 s.

- ŠOCH, M.** Agroenergetika a její zapojení do výuky na FŽP UJEP Ústí nad Labem: Výroba a využití bioplynu. JCU České Budějovice : Zemědělská fakulta, 1996, 58 s.
- THEOME-KOZMIENSKY, K., SCHERER, P.,** Getrennte Wertsoffeffassung und Biokompostierung 2. Berlín : EF – Verlag für Energie – und Umwelttechnik GmbH, 1992, 535 s.
- TICHÝ, F. A kol.** Pěstební technologie a úprava zrna pšenice ozimé a tritikale pro výrobu etanolu. Zemědělské informace ÚZPI, 2001, č. 5, 41 s.
- TOMÁŠEK, M.** Atlas půd České republiky. Praha : Český geologický ústav, 1995, 36 s.
- VÁŇA J., SLEJŠKA A.** Bioplyn z rostlinné fytomasy. Studijní informace – rostlinná výroba, ÚZPI, 1998, č. 5, 40 s.



Plochy zemědělské půdy Zemědělské společnosti Dubné, a. s.



## **PŘÍLOHY**

Příloha I. Průměrné teploty a srážky v časovém rozpětí 1997 – 2006

Příloha II. Mapa polohy Zemědělské společnosti Dubné, a. s.

Příloha III. Rozdělení četností výskytu výnosů

Příloha IV. Podklady pro výpočet ZS zpracované programem „Soustavy“

Následující pasáž o rozsahu 13-ti stran obsahuje utajované skutečnosti a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě Jihočeské Univerzity.