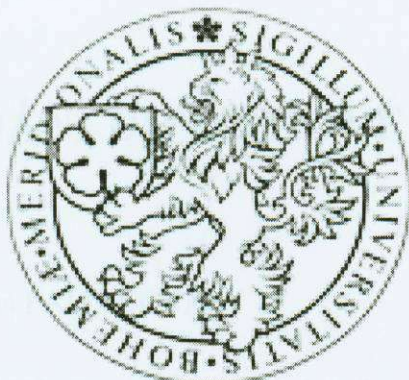


JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

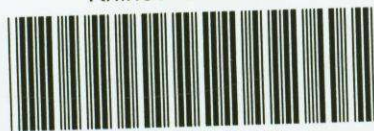


Studijní obor: Všeobecně zemědělský
Katedra: Agroekologie
Sekce: Agrochemie a pedologie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Název práce: Možnosti a limity produkce bioenergie ve zvoleném zemědělském
podniku ve středních polohách

Knihovna JU - ZF



3114703836

Vedoucí diplomové práce:

Prof. Ing. Ladislav Kolář, DrSc.

Konzultant diplomové práce:

Ing. Marie Šindelářová, CSc.

Autor: Ilona Palivcová

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: Ilona PALIVCOVÁ

Studijní program: M 4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Všeobecné zemědělství

Název tématu: Možnosti a limity produkce bioenergie ve zvoleném zemědělském podniku ve středních polohách

Zásady pro vypracování:

(v zásadách pro vypracování uveďte cíl práce a metodický postup)

Cílem práce je vyhodnotit možnosti a limity produkce bioenergie ve zvoleném zemědělském podniku ve středních polohách středočeského regionu.

Bude vypracován návrh výrobní struktury zemědělské soustavy, zaměřený na produkci plodin pro energetické účely, zejména zrna obilovin pro výrobu etanolu, případně dalších plodin, zejména řepky. Bude rovněž vyhodnocena možnost výroby bioplynu z odpadů z chovu skotu.

Vlastnímu návrhu bude předcházet analýza vnitřní struktury zemědělské soustavy s výpočtem a vyhodnocením vybraných parametrů vnitřní struktury a jejich vzájemných vztahů.

Jako podklad pro analýzu i návrh vnitřní struktury zemědělské soustavy budou použity:

- plochy sklizně a výnosy plodin
- stavy skotu
- spotřeba minerálních hnojiv

v jednotlivých letech přibližně 7 ÷ 10-leté časové řady.

Podrobná metodika bude dohodnuta s vedoucím diplomové práce.

Rozsah grafických prací: cca 10 grafů a map

Rozsah průvodní zprávy: 40 ÷ 60 stran

Seznam odborné literatury:

Kudrna, K.: Zemědělské systémové inženýrství, jeho cíle, metody a uplatnění v zemědělských soustavách. Centrum pro zemědělské soustavy, Neuměřice, 1996, 56 s.
Kára, J.: Motorová paliva z biomasy v České republice. Zemědělské informace, 2001 (2). ÚZPI Praha, 39 s.

Tichý, F. a kol.: Pěstební technologie a úprava zrna pšenice ozimé a tritikale pro výrobu etanolu. Zemědělské informace, 2001 (5), ÚZPI Praha, 41 s.

Šoch, M.: Výroba a využití bioplynu. Agroenergetika a její zapojení do výuky na FŽP UJEP Ústí nad Labem. ZF JU České Budějovice, 1996, 35 s.

Kudrna, K., Šindelářová, M.: K problému uzavřené zemědělské soustavy na energetické principu. Coll. Sci. Pap., Fac. Agric. Č. Budějovice, Ser. Crop Sci., 17, 2000 (2): 121-12

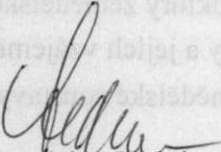
Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Ladislav Kolář, DrSc.

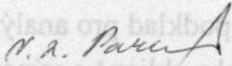
Konzultant: Ing. Marie Šindelářová, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 9. 2. 2004

Termín odevzdání diplomové práce: 30. 4. 2006

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


prof. Ing. Rostislav Ledvina, CSc.
Vedoucí katedry


doc. Ing. Magdalena Hrabánková, CSc.
Děkan

V Českých Budějovicích dne 8. 3.

2004

POUŽITÉ SYMBOLY A OZNAČENÍ

- ZS - zemědělská soustava
- C_2^P - Planckova konstanta – přepočít sušiny pícnin a drnového fondu (TTP) na objem zrna obilovin ($C_2^P = 1,4388$)
- Gps - geologickopetrografický substrát
- Y_i - výnosy plodin ($t \cdot ha^{-1}$)
- Y_{si} - výnos suché hmoty plodiny ($t \cdot ha^{-1}$)
- ΣY_{si} - objem sklizně suché hmoty plodiny (t)
- ΣY_s - objem sklizně suché hmoty všech plodin (t)
- ΣH - spotřeba minerálních hnojiv $N + P_2O_5 + K_2O$
- DJ - dobytčí jednotka (500kg)
- ΣCk - aktivní uhlík po konverzi zvířaty
- E_p - bioenergetický potenciál půdy
- hz - hustota skotu na Pz ($DJ \cdot ha^{-1}$)
- kn - krmné množství ($t \cdot DJ^{-1} \cdot rok^{-1}$)
- TTP - trvalé travní porosty
- ETA 0 - parametr silážních plodin (poměr sklizně silážní kukuřice ke sklizni víceletých pícnin a luk)
- ETA 2 – poměr zrna k uhlikatým zdrojům
- OMEGA 2 - potřeba aktivního uhlíku na produkci zrna obilovin ($t \cdot t^{-1}$)
- i - indexy jednotlivých plodin a skupin plodin
 - 0 – jednoleté pícniny
 - 1 – víceleté pícniny na orné půdě
 - 2 – obiloviny
 - 2_z – zrno obilovin
 - 4 – TTP
 - 4_a – louky
 - 4_b – pastviny
 - 5 - olejniny
 - 5_a – řepka
 - 5_b – hořčice
 - 6 - luskoviny
 - n - ostatní plodiny – kmín

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

$k_1 = 1,0$

$k_2 = 0,75$

$k_4 = 0,50$

ζ_2 – parametr vyjadřující poměr zdrojů a spotřebitelů uhlíku pro obiloviny

ζ_3 – parametr vyjadřující poměr zdrojů a spotřebitelů uhlíku pro okopaniny

k_s – přepočítací koeficient na suchou hmotu

P_i – plocha plodiny (ha)

P_{or} – plocha orné půdy (ha)

P_z – plocha zemědělské půdy (ha)

HK – humusové kyseliny

Gm - geomorfologie

Nh – nadmořská výška

BPS – bioplynové stanice

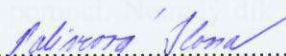
BM - biomasa

Parametry

$\Sigma H / P_z$	spotřeba minerálních hnojiv na 1ha P_z
$E_p = \Sigma Y_s / \Sigma H$	bioenergetický potenciál půdy
$\Sigma Y_s / P_z$	výnosy suché hmoty všech plodin na 1ha P_z
$h_z = \Sigma Z / P_z$	hustota polygastrických zvířat
$k_n = \Sigma Y_{s(0+1+4)} / \Sigma Z$	krmné množství
$ETA\ 0 = \Sigma Y_{s0k} / \Sigma Y_{s(1+4a)}$	sklizeň silážní kukuřice ke sklizni víceletých píceňin a luk
$OMEGA\ 2 = \Sigma C_k / \Sigma Y_{2z}$	aktivní uhlík na zrno obilovin

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Možnosti a limity produkce bioenergie ve zvoleném zemědělském podniku ve středních polohách“ vypracovala samostatně pomocí materiálů, které uvádím v seznamu použité literatury.


.....

V Českých Budějovicích dne 20. 4. 2006

Obsah

1. Úvod	1
2. Úvodní část	2
3. Úvodní kapitola	3
4. Úvodní kapitola	4
5. Úvodní kapitola	5
6. Úvodní kapitola	6
7. Úvodní kapitola	7
8. Úvodní kapitola	8
9. Úvodní kapitola	9
10. Úvodní kapitola	10
11. Úvodní kapitola	11
12. Úvodní kapitola	12
13. Úvodní kapitola	13
14. Úvodní kapitola	14
15. Úvodní kapitola	15
16. Úvodní kapitola	16
17. Úvodní kapitola	17
18. Úvodní kapitola	18
19. Úvodní kapitola	19
20. Úvodní kapitola	20
21. Úvodní kapitola	21
22. Úvodní kapitola	22
23. Úvodní kapitola	23
24. Úvodní kapitola	24
25. Úvodní kapitola	25
26. Úvodní kapitola	26
27. Úvodní kapitola	27
28. Úvodní kapitola	28
29. Úvodní kapitola	29
30. Úvodní kapitola	30
31. Úvodní kapitola	31
32. Úvodní kapitola	32
33. Úvodní kapitola	33
34. Úvodní kapitola	34
35. Úvodní kapitola	35
36. Úvodní kapitola	36
37. Úvodní kapitola	37
38. Úvodní kapitola	38
39. Úvodní kapitola	39
40. Úvodní kapitola	40
41. Úvodní kapitola	41
42. Úvodní kapitola	42
43. Úvodní kapitola	43
44. Úvodní kapitola	44
45. Úvodní kapitola	45
46. Úvodní kapitola	46
47. Úvodní kapitola	47
48. Úvodní kapitola	48
49. Úvodní kapitola	49
50. Úvodní kapitola	50

Poděkování:

Děkuji tímto své diplomové konzultantce paní Ing. Marii Šindelářové, CSc. za metodické vedení a cenné rady, které mi poskytla v průběhu zpracování diplomové práce a zároveň bych chtěla poděkovat ZD Sádek, ve Lhotě u Příbramě, jmenovitě panu Ing. Václavu Černoorskému za poskytnutí potřebných údajů a ochotu mi pomoci. Nemalý dík patří i mé rodině za vytvoření zázemí a dodání optimismu při dokončování celé práce.

OBSAH

1. Úvod.....	1
2. Literární část.....	3
2.1. Symbolika pro vyjádření technologických procesů v ZS.....	3
2.2. Teorie ZS.....	3
2.2.1. Úvod do projektování ZS.....	3
2.2.2. Klíčové parametry stavu ZS.....	4
2.2.3. Struktura ZS.....	5
2.2.4. Zemědělská soustava, zákony, metody, cíle.....	5
2.2.5. Analýza výrobního území ZS.....	6
2.2.6. Normální stav ZS.....	7
2.3. Geografická zonalita.....	7
2.4. Metoda uhlíkové bilance.....	8
2.5. Obnovitelné zdroje energie.....	10
2.5.1. Biochemická přeměna biomasy – mokré cesty.....	11
2.6. Složení bioplynu a jeho vlastnosti.....	12
2.6.1. Možnosti a využití bioplynu.....	13
2.7. Bioplynové stanice.....	14
2.7.1. Hospodárnost zemědělských zařízení na výrobu bioplynu.....	15
2.7.2. Bioplynové stanice v zemědělství.....	17
2.8. Konkrétní technologie fermentace odpadu v BPS ve Lhotě u Příbramě.....	18
2.9. Řepka jako energetická plodina.....	21
2.10. Výroba bioetanolu.....	21
2.10.1. Využívání bioetanolu jako paliva v zemědělství.....	21
3. Metodika.....	23
3.1. Podklady pro analýzu a návrh vnitřní struktury.....	23
3.2. Metoda uhlíkové bilance a dekompozice ZS.....	25
3.3. Výpočet parametrů.....	26
3.4. Výpočet normální struktury ZS.....	26
3.5. Návrhy výpočtů struktur se zvýšeným zastoupením energetických plodin.....	27
3.6. Analýza osevních postupů metodou C-bilance.....	27
3.7. Výpočet struktur se zaměřením na pěstování energetických plodin.....	28

4. Vlastní práce.....	29
4.1. Charakteristika podniku.....	29
4.2. Výrobní zaměření.....	29
4.3. Přírodní podmínky.....	30
4.4. Struktura ZS – ZD Sádek 1994-2004.....	30
4.5. Dekompozice struktury ZS – ZD Sádek, 1994-2004.....	31
4.6. Výpočet normální struktury ZS – ZD Sádek, 1994-2004.....	32
4.7. Grafická analýza.....	35
4.8. Návrh struktury ZS – ZD Sádek, varianta č.1.....	41
4.9. Návrh struktury ZS – ZD Sádek, varianta č.1a) zaměřena na obilí.....	44
4.10. Návrh struktury ZS – ZD Sádek, varianta č.1b) zaměřena na řepku.....	46
4.10.1. Struktura plodin – Standardní část - P_{standard}	48
4.11. Návrh struktury ZS – ZD Sádek, varianta č.2. zaměřena na bioplyn.....	48
4.11.1. C-bilance osevního postupu, varianta č.2 a) – kejda.....	49
4.11.2. C-bilance osevního postupu, varianta č.2 a) – sláma.....	50
5. Diskuze a závěr.....	54
6. Použitá literatura.....	56
7. Přílohy.....	58

Plochy zemědělské půdy ZD Sádek



1. ÚVOD

Zemědělství jako jedno z nejstarších odvětví lidské činnosti procházelo od dob neolitu složitým vývojem, který mu určovaly nejen požadavky kladené na něj hustotou obyvatel, ale především konzervativní a měnlivé podmínky krajinného prostoru, v němž se vyvíjelo.

Obecně definujeme zemědělskou soustavu jako soustavu otevřenou, která podléhá všem vlivům podmínek, v nichž se vyvíjí.

V předložené práci je učiněn pokus o kvantitativní vyhodnocení zemědělské soustavy s cílem, aby se stala stabilní a invariantní. Je uveden postup analýzy, dekompozice soustavy současné a navržené, uvedena kritéria hodnocení a předložen algoritmus řešení optimální struktury ZS za předpokladu plánované potřeby obilovin nebo počtu zvířat či okopanin ve struktuře soustavy.

Mimořádné požadavky ekonomiky a ekologie na zemědělskou výrobu neustále zesilují tlak na poznání podmínek, v nichž zemědělské soustavy podniků vyvíjejí svoji činnost a zároveň na stanovení, jak se tyto podmínky promítají do jejich výrobních a tím i ekonomických výsledků. Ve vyšších nadmořských výškách a na substrátech málo příznivých geologickopetrografických substrátech, na půdách s nízkým obsahem jílových minerálů a jejich nízkou sorpční kapacitou je z pohledu využití živin rostlinami nutné stálé vyrovnávání tohoto deficitu vyšším zastoupením plodin charakteru zdrojů uhlíku – prekurzory humusů (víceleté pícniny a louky) a tomu odpovídající stavy skotu. (KUDRNA, ŠINDELÁŘOVÁ, 2000).

Základním principem, podle kterého je v práci hodnocena struktura ZS, je metoda C-bilance (KUDRNA, 1985, 1989). Vychází z rozdělení plodin podle jejich vlivu na množství aktivního uhlíku ($C_{akt.}$) v půdě na zdroje, neutrální plodiny a spotřebitele. Přitom $C_{akt.}$ zdrojů by měl krýt objem sklizně zrna obilovin a $C_{akt.}$ slámy obilovin by měl krýt objem sklizně spotřebitelů.

Cílem práce je vyhodnotit možnosti a limity produkce bioenergie ve zvoleném zemědělském podniku ve středních polohách středočeského regionu.

2.1 LITERÁRNÍ ČÁST

Vlastnímu návrhu bude předcházet analýza vnitřní struktury zemědělské soustavy s výpočtem a vyhodnocením vybraných parametrů vnitřní struktury a jejich vzájemných vztahů.

Jako podklad pro analýzu i návrh vnitřní struktury zemědělské soustavy jsou použity:

- plochy sklizně a výnosy plodin
- stavy skotu
- spotřeba minerálních hnojiv

v jednotlivých letech jedenáctileté časové řady (1994-2004)

2. LITERÁRNÍ ČÁST

2.1. Symbolika pro vyjadřování technologických procesů v zemědělských soustavách

Pro účely technologické používáme symboliky, která vyjadřuje vztahy plochy, výnosu, sklizně, časové posloupnosti řazení plodin v osevních postupech, výsevu a hnojení.

Symbolika pro polní plodiny:

Výnos polní plodiny v $t \cdot ha^{-1}$ = množství akumulované hlavní části organické hmoty pro niž je plodina pěstována a je sklizena na ploše $10\,000\ m^2$ v ($t \cdot ha^{-1}$).

Sklizeň polní plodiny (v t nebo kg) = množství akumulované hlavní části organické hmoty, pro niž je pěstována, na celkové ploše zemědělské soustavy.

Jednotka pro výnos a sklizeň suché hmoty je označována indexem „s“.

Výnos suché hmoty polní plodiny (Y_s) = množství suché hmoty hlavní části organické hmoty, pro niž je plodina pěstována, jež je akumulovaná na ploše $10\,000\ m^2$ (v $t \cdot ha^{-1}$).

Sklizeň suché hmoty polní plodiny (ΣY_s) = množství hlavní části suché hmoty pro niž je pěstována, jež je akumulovaná na ploše zemědělské soustavy (v t nebo kg) (KUDRNA, 1986).

2.2. Teorie zemědělské soustavy

2.2.1. Úvod do projektování zemědělských soustav

Soustava = množina vzájemně působících objektů, jevů či prvků, jež se řídí určitými jí odpovídajícími zákony.

Zemědělská soustava = (ZS) složitá dynamická soustava, která má schopnost buď sama nebo působením vnějších sil změnit své parametry a tím i svoji činnost v čase.

Parametrem stavu soustavy můžeme nazývat soubor všech jejích vlastností (koncentrace plodin, struktura soustavy, využití energie apod.).

Otevřená soustava: její parametry a činnost závisí na změně parametrů okolního prostředí.

Definice ZS

ZS = soubor vzájemně 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).

2.2.2. Klíčové parametry stavu zemědělské soustavy

Základní struktura zemědělské soustavy je určena třemi podsoustavami, jež mají funkci transformačních soustav: 1. soustava rostlinných společenstev

2. soustava hospodářských zvířat

3. soustava mikrobiálních společenstev

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 kvalitnější živočišnou bílkovinu, jednak ji z části ve formě uhlíkatých látek vrací do půdy.

Soustava 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.

V prvním případě jsou to rostliny, které svými aktivními povrchy chloroplastů jsou schopny zachytit energii slunečního záření a složitými energetickými prostředky transformovat tuto energii v první molekuly organické hmoty uhlíkodusíkaté povahy.

V druhém případě jsou to polygastrická zvířata, která na aktivním povrchu svých žaludků dokážou opět tuto hmotu rozložit, transformovat.

Ve třetím případě jsou to mikrobiální společenstva, která na svém aktivním povrchu resyntézují všechnu uhlíkatou hmotu i zbytky dusíkaté hmoty v půdě v uhlíkatou hmotu zvláštního charakteru (vysokomolekulární humus), která je předpokladem pro další, nový cyklus činnosti rostlinných společenstev a celé zemědělské soustavy (KUDRNA, 1985).

2.2.3. Struktura Zemědělské soustavy

Strukturu členíme na vnitřní a vnější:

- Vnější strukturu charakterizujeme jako prostorové uspořádání jednotlivých podsoustav z hlediska vzájemných vazeb a aktivních prvků zemědělské soustavy a krajinného prostoru.
- Vnitřní strukturu definujeme jako časové a prostorové uspořádání jednotlivých prvků uvnitř jednotlivých podsoustav. Je určena poměrem zdrojů a spotřebitelů uhlíku (KUDRNA, 1979).

2.2.4. Zemědělské soustavy, jejich zákony, metody a cíle

Objektivní zákony složitých dynamických soustav mohou být poznány jen studiem vývojového procesu různých tříd funkčně orientovaných soustav.

Klíčovým a rozhodujícím – primárním vztahem je soustava Es – Ers – Ems, jejíž základní funkcí je akumulace organické hmoty – chemická energie. Můžeme ji nazvat tedy složkou bioenergetickou.

Es – energie slunečního záření

Ers – energie rostlinných společenstev

Ems – energie silikátových a nitrogenních bakterií v půdách.

Příroda obecně pracuje na principu rezerv. V době nepříznivého vodního režimu musí živinné soli udržet, za příznivého režimu je uvolňuje na membrány rizomů, aby pak jako ionty mohly vstoupit do rostlinného organismu.

Zde potom vznikají dva problémy:

1) Vytvoření dostatečného objemu aktivního uhlíku v půdě, který je schopen mobilizovat vodní režim v půdě a tím i stabilitu chemické energie.

2) Zabezpečení přechodu biogenních prvků N, P, K, Ca, Mg na membrány rizomů.

Nedostatek aktivního uhlíku umožňuje buď bezprostřední vazby prvků s minerální složkou půdy a jejich nedostupnost pro rostlinná společenstva a nebo jejich ztrátu vlivem proplavení. Z toho pak vyplývá i nutnost zvýšené funkce Ems – energie silikátových a nitrogenních bakterií v půdách.

První problém lze řešit účelnou vnitřní strukturou ZS odstraněním deficitu organické hmoty v půdě pomocí uhlíkatých zdrojů – víceletých pícnin a pícnin drnového fondu. Avšak mnohem obtížnější je řešení druhého problému, neboť se dotýká bilance minerálních živin v ZS (KUDRNA, 1996).

2.2.5. Analýza výrobního území zemědělské soustavy

Systémová analýza konzervativních prvků výrobního území ZS

Gps, Nh a Gm určují klíčový parametr ZS, promítají se do kvality půdy. Pro kvalitu půdy, pro její úrodnost je rozhodující obsah aktivních povrchů v půdě (jílové minerály a humus – HK)

Jílové minerály:

1) ubývají s Nh

2) s Nh se mění i Gps

a) nížiny: kvalitní jílové materiály montmorillonitové skupiny

(Gps = spraše, aluviální hlíny)

b) s rostoucí Nh: jílové minerály illitické skupiny (metamorfované horniny – ortoruly, pararuly)

c) vysoké polohy: jílové minerály typu kaolinitu (žulové masívy)

- s rostoucí Nh klesá množství a kvalita jílových minerálů a roste potřeba aktivních povrchů organického původu jako výraz zhoršující se kvality geologickopetrografického substrátu - ve struktuře soustavy bude potřeba vysoké zastoupení zdrojů uhlíku.

Struktura ZS je poměr zdrojů a spotřebitelů uhlíku, je proto odrazem konzervativních prvků ZS a krajinného prostoru (KP).

Zákony rozdělení parametrů DZETA₂, DZETA₃, na výrobním území:

1. Rostoucí hodnoty parametrů DZETA₂, DZETA₃ – zhoršuje se kvalita aktivních povrchů
2. Vyšší Nh + méně příznivý Gps – vyšší hodnoty DZETA₂, DZETA₃
3. Izočáry kolmo na směry vodních toků – hodnoty stoupají s Nh proti směru vodního toku (KUDRNA, 1985).

$$\zeta_2 = \frac{K_1 * \Sigma Y_{S1} + K_4 * \Sigma Y_{S4}}{\Sigma Y_{S2}}$$

$$\zeta_2 = \frac{K_1 * P_1 * Y_{S1} + K_4 * P_4 * Y_{S4}}{P_2 * Y_{S2}}$$

$$\zeta_3 = \frac{K_1 * P_1 * Y_{S1} + K_4 * P_4 * Y_{S4} + K_2 * P_2 * Y_{S2}}{P_3 * Y_{S3}}$$

2.2.6. Normální stav zemědělské soustavy

Stav ZS definujeme 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:

1. Vstupy jsou určeny objemem uhlíkatých hmot – jednoletými a víceletými pícninami, případně pícninami drnového fondu (KUDRNA, 1989).

Tento vztah jsme vyjádřili parametrem

$$\eta_0 = \Sigma Y_{S0} / \Sigma Y_{S1+4} = 0,2738 \text{ (KUDRNA, 1985).}$$

2. Progresivní vývoj ZS je podmíněn transformací do soustavy vstupující uhlíkaté hmoty polygastrickými zvířaty a mikrobními společenstvy v rizosféře polních plodin. Krmné množství (kn) včetně zrna obilovin (S_{2z}) na jedno velké zvíře (DJ – 500 kg hmotnosti) bylo odvozeno 3,685 t.rok⁻¹) (KUDRNA, 1989).

2.3. Geografická zonalita – charakteristiky krajinného prostoru

Z hlediska systémové analýzy je struktura krajinného prostoru určena třemi základními prvky, jež definoval V.I. Vernadskij r. 1926:

1. konzervativní (nejvíce stabilní)

2. progresivní (proměnlivé)

3. reliktové

Konzervativní rysy: dávají strukturu krajinného prostoru kvalitativní určitost = jsou hlavní, určující, nejméně se mění, jejich změna vyžaduje veliký vklad práce = určují strukturu zemědělské soustavy

a) geomorfologie území – reliéf (Gm)

b) geologickopetrografický substrát (Gps)

c) nadmořská výška (Nh)

Progresivní: vytvářejí se v současné době, působí na konzervativní rysy a uskutečňují změnu krajinného prostoru

a) meteorologické prvky – srážky, teplota

b) rostlinná a živočišná společenstva

c) mikrobiální společenstva

d) práce člověka, vklad energie

Reliktové: vznikly jako výsledek působení prvků progresivních na konzervativní
V zemědělské soustavě – půda

2.4. Metoda uhlíkové bilance v zemědělské soustavě

V každé soustavě platí určitá posloupnost závislostí, která musí být při výpočtu optimální struktury zemědělské soustavy uvážena. Tato posloupnost charakterizuje základní vnitřní strukturu ZS a můžeme ji vyjádřit takto:

Akumulace uhlíku v rizosféře víceletých píceňin implikuje akumulaci zrna obilovin a akumulace uhlíku obilninami (zrna i slámy) implikuje akumulaci suché hmoty spotřebitelů uhlíku – cukrovky a brambor (KUDRNA, 1985). To znamená, další přívod uhlíkaté hmoty do soustavy (například zvýšení přívodu uhlíku z organických hnojiv, z pícnin drnového fondu a odpovídající zvýšení stavů skotu) vede ke stabilizaci soustavy.

Na tomto principu byla odvozena „metoda uhlíkové bilance“ v ZS (KUDRNA, 1983), 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.

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 η_2 , pro cukrovku a pro brambory η_3 . Stanovíme je z delších časových řad (5-7letých) sklizní obilovin (zrna i slámy) a akumulovaného (aktivního) uhlíku víceletých píceňin (nadzemní i podzemní hmoty), jednoletých píceňin a drnového fondu a sklizní suché hmoty cukrovky a brambor (KUDRNA, 1985).

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

Uhlíkaté látky jako zdroj aktivních povrchů v půdě

Základními a rozhodujícími zdroji uhlíkatých látek v půdě jsou víceleté píceňiny na orné půdě a píceňiny drnového fondu. Svým značně rozvinutým kořenovým systémem se dostávají poměrně hluboko do půdního profilu (30 – 100 cm) a po transformaci mikroorganismy vytvářejí značné množství aktivních povrchů ve formě vysokomolekulárních humusových látek o vysoké sorpční schopnosti. Organickou hmotu dělíme na několik kategorií:

1. nadzemní část
2. strnisková část
3. hlavní kořeny
4. úlomky jiných kořenů
5. jemné zbytky humifikující organické hmoty

2.5. Obnovitelné zdroje energie - Biomasa

K obnovitelným zdrojům energie v našich podmínkách patří bezesporu:

- přímá energie slunečního záření
- energie vodních toků
- energie větru
- energie vnějšího prostředí
- energie biomasy

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 zvyšováním intenzity ve využívání OZE nehrozí jejich vyčerpání (ŠOCH, 1996). Výměra zemědělské půdy v ČR je v současné době asi 4,3 miliónu ha, z toho asi 3,1 mil. ha orné půdy. V České republice je podíl obnovitelných zdrojů na energetické bilanci okolo 2,4 %, což je podstatně méně než ve státech Evropského společenství. Po roce 2000 kryjí obnovitelné zdroje 20 - 25 % celostátní spotřeby energie (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998).

Druhotnými obnovitelnými zdroji energie jsou různé spalitelné odpady z průmyslové a zemědělské výroby, odpadní teplo z technologických procesů.

Specifikem zemědělství je zpracování exkrementů hospodářských zvířat na bioplyn, spalování dřeva a slámy pro energetické účely (ŠOCH, 1996).

Jedním z nejefektivnějších netradičních zdrojů energie je anaerobní fermentace exkrementů hospodářských zvířat s výrobou bioplynu (JONÁŠ, PETŘÍKOVÁ, 1988).

Nejstarší a technicky nejjednodušší formou nakládání s živočišnými odpady je jejich přímá aplikace na půdu. V případě správného agrotechnického postupu, kdy jde o maximální využití hnojivých účinků jde bezesporu o způsob, který má své opodstatnění.

Nejznámějším z obnovitelných zdrojů je **biomasa**. Definována jako rostlinný a živočišný materiál různé formy, rostoucí na půdě nebo ve vodě a substance vzniklé biologickým růstem – živočichové, rostliny a jejich odpady (ŠOCH, 1996).

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

Způsob získávání energie z biomasy

Energie získaná různými úpravami se vyskytuje ve formě pevné, kapalné nebo plyné a může být dále přeměněna na teplo, elektrický proud nebo pohonné hmoty.

2.5.1. Biochemická přeměna biomasy (mokrý procesy)

Způsob využívání závisí na množství látek, jejich skladovatelnosti, obsahu vody, struktuře a látkovému složení. Hodnota 50 % sušiny je přibližná hranice mezi mokřými a suchými cestami. Látky s vyšším obsahem vody je lépe zpracovávat kvašením, látky s nízkým obsahem vody se hodí pro spalování nebo suchou destilaci (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998).

Výroba bioplynu, neboli metanové kvašení, je uměle vyvolaný anaerobní rozklad organického materiálu. Ze zemědělských odpadů se nejvíce využívá kejda, sláma, zbytky travin atd. Z výkalů dospělé krávy nebo 6 prasat (DJ) se denně vyprodukuje cca 1,5 m³ bioplynu. Obecně se počítá s produkcí 0,7 - 1,0 m³ z 1 kg biologicky rozložitelných látek (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1999).

Podle konzistence vstupující biomasy jsou využívány 2 druhy BPS/anaerobních procesů:

- **mokrý fermentace** – klasické BPS, zpracování kejdy a „biomasy určené ke kofermentaci“ BM (sušina ≤ 12 %). Tyto procesy jsou vždy kontinuální, jejich provoz je za rok cca 8400 provozních hodin. Přídavek fytomasy optimalizuje poměr uhlíku a dusíku. Kejda vnáší do substrátu potřebné živiny a mikroelementy nezbytné pro rozvoj mikroflóry

(VÁŇA, SLEJŠKA, 1998).

- **suchá fermentace** – zpracování hnoje, trusu, senáže, siláže a „nečerpatelné BM“ (sušina

20 – 60 %). převážně se jedná o diskontinuální procesy, jejich roční provoz je na úrovni 4500 provozních hodin z důvodu nutnosti přerušení procesu při naskladňování fermentoru a následného nového startu fermentačního procesu.

Výhody mokré fermentace (vztaženo k suché cestě):

- první start reakce ve fermentoru (k produkci methanu dochází obvykle do tří týdnů).

- provoz je již dále kontinuální (bez přerušení), nedochází k výpadkům výroby

- možnost řídit biochemický proces (úprava pH, teploty) podle potřeby v jednotlivých fázích procesu prostřednictvím dávkování nové suroviny při kofermentaci a nebo přečerpáním fermentátu z jednoho ze skladů, výhoda automatického řízení procesu.

- pro řízení procesu se nemusí nakupovat drahá surovina tzv. perkolát, který u suché cesty je nosičem bakterií

- fermentační zbytek není nutno po vyskladnění z fermentoru separovat, možnost přímé aplikace na půdu

- fermentační zbytek lze pro další případné zpracování separovat a odpadním teplem z kogenerační jednotky separovaný zbytek usušit na suchou frakci hnojiva. Tekutý zbytek je možné vyčistit na čističce odpadních hmot.

Fytomasa jako substrát pro anaerobní digesci.

Pro biozplynování je zvláště vhodná fytomasa při sklizňové vlhkosti nad 45% a s poměrem C : N v rozpětí 20 - 30 : 1. Sušší fytomasa a fytomasa se širším poměrem C : N je vhodnější pro přímé spalování (Váňa, Slejška, 1998).

2.6. Složení bioplynu a jeho vlastnosti

Hlavními složkami bioplynu je metan a oxid uhličitý. Jejich poměr je závislý na řadě faktorů. Například: složení kvasného materiálu, stupni vyhřátí, obsahu sušiny a teplotu vyhnívání. Z mikrobiologického hlediska dělíme proces fermentace na:

- psychofilní vyhnívání (t 4-20°C)
- mezofilní vyhnívání (t 20-40°C)
- termofilní vyhnívání (t 50-60°C)

Metan je hlavní energetickou částí bioplynu s účinnou výhřevností 22,0 - 35,8 MJ.m⁻³. Výhřevnost se mění v závislosti na obsahu metanu v bioplynu. Vedle metanu a oxidu

uhličitého obsahuje bioplyn dále oxid uhelnatý, vodík, dusík, kyslík, sirovodík a čpavek. Se vzduchem tvoří metan výbušnou směs již při 5-6 % objemu.

2.6.1. Možnosti využití bioplynu

Bioplyn je pro svoji výhřevnost $22,0-35,8 \text{ MJ.m}^{-3}$ významným a nezanedbatelným zdrojem energie. Kvalitu lze zvyšovat čistěním. Obtížný je obsah sirovodíku, tento plyn je toxický a má korozivní účinky, proto se zpravidla provádí odsiřování bioplynu. Nejjednodušším řešením je aplikace 3-5% vzduchu do bioplynu v nádrži, jehož působením dojde k rozložení sirovodíku na vodu a elementární síru. Po zapravení fermentovaného materiálu na pole je síra využita rostlinami (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998).

Tvorba bioplynu probíhá ve čtyřech základních fázích:

1. **Hydrolýza** – přeměna polymolekulárních organických látek na nižší monomery
2. **Acidogeneze** – přeměna jednoduchých organických sloučenin na mastné kyseliny působením acidogenních bakterií
3. **Acetogeneze** – hlavním produktem je kyselina octová
4. **Metanogeneze** – působením metanogenních bakterií se tvoří metan a oxid uhličitý (Pastorek, 1999).

Bioplyn má tyto hlavní možnosti využití:

- pohon spalovacích motorů (pohon motorových vozidel, výroba elektřiny)
- spalování v plynových hořácích
- ohřev užitkové vody
- zdroj tepla při sušení zemědělských materiálů
- ústřední vytápění

Před využitím je bioplyn většinou nutno upravovat technologickými postupy: Vysoušení, odsíření, odstranění CO_2 . Hlavním cílem těchto úprav je zvýšení

výchřevnosti, odstranění nebo zamezení vlivů koroze spotřebičů bioplynu a zmenšení objemu (ŠOCH, 1996).

Materiály vhodné pro výrobu bioplynu

Největší množství organického materiálu lze získat ve formě vodní suspenzi jako městské kaly, exkrementy hospodářských zvířat, městské odpady. V tabulce je uveden přehled výkalů a množství bioplynu od jednotlivých zvířat.

Produkce hnoje a množství výroby bioplynu (NOVÁ, 1981)

(Pozn: Hodnoty se mohou lišit rozdílnými krmnými dávkami a technologií chovu)

	Dojnice	Hovězí dobytek	Prasata	Drůbež
Výroba hnoje kg/den	38,5	26,3	22,6	26,7
Sušina kg/den	4,8	3,4	3,3	7,9
Výroba bioplynu m³/den	1,1	1,1	1,2	3,1

2.7. Bioplynové stanice

Řízená anaerobní fermentace organické hmoty (metanové kvašení), proces využívaný v bioplynových stanicích, umožňuje při zachování hnojivých účinků vstupní suroviny, využít část energie vázané v organické hmotě (odpadu) k produkci bioplynu (s obsahem 50 – 75 % metanu), využitelného k výrobě tepelné a elektrické energie (KAJAN, 2005). Z výkalů dospělé krávy nebo 6 prasat se denně vyprodukuje 1,5 m³ bioplynu. Obecně se počítá s produkcí 0,7 - 1,0 m³ z 1 kg biologicky rozložitelných látek (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998). Anaerobní fermentace má další výhody:

- Zvýšenou využitelnost živin. Anaerobní stabilizace zvyšuje kvalitu hnojiva jeho homogenizací a transformací některých látek na látky s vyšším hnojivým účinkem.
- Snížení zápachu. Anaerobně stabilizovaná kejda má výrazně nižší zápach než kejda surová.
- Kofermentací kejdy s jinými organickými odpady se dosáhne brilantní recyklace odpadů (KAJAN, 2005).

2.7.1. Hospodárnost zemědělských zařízení na výrobu bioplynu

Můžeme jmenovat 3 hlavní cíle, sledované výrobou bioplynu

- Výroba bioplynu jako zdroj energie, vedlejším produktem je biologické hnojivo.
- Získání vysoce hodnotného biologického hnojiva a zachování živin, obsažených v odpadních látkách, vedlejším produktem je bioplyn.
- Plnění požadavků ochrany životního prostředí – ochrana prostředí před škodlivými emisemi zemědělské výroby (ŠOCH, 1996).

K anaerobnímu rozkladu se používají dvě bakterie – kyselinotvorné a metanotvorné. Metanové bakterie vyžadují ke své činnosti specifické prostředí, které je dáno teplotou, pH, obsahem živin, dobou zdržení, koncentrací pevných látek, mícháním apod. (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998).

Schéma bioplynové stanice



Pro vypočítání ceny bioplynu platí:

$$\text{Cena bioplynu} = A - B + C + D / Q$$

A - roční náklady

B - náklady opatření na ochranu životního prostředí

C - úspory hnojiv

D - příspěvky, státní dotace, podpory atd.

Q - potřebné množství plynu

2.7.2. Bioplynové stanice v zemědělství

Anaerobní fermentace je soubor dílčích na sebe navazujících biologických procesů konsorcia anaerobních mikroorganismů. Rozklad organických látek až na bioplyn vyžaduje jejich koordinovanou metabolickou součinnost, kde produkt jedné skupiny mikroorganismů se stává substrátem skupiny druhé. To znamená, že při řízené fermentaci musí být zabezpečeny vhodné fyziologické podmínky pro činnost anaerobních mikroorganismů (VÁŇA, 2003). Základními stavebními prvky jsou: čerpací jímka, vyhnívací nádrž, zásobník plynu, kotelna a příslušné monitorovací přístroje. Ve vyhnívací nádrži probíhá zahřívání, míchání a nakonec vyprazdňování. Plyn se odvádí a skladuje v plynojemech, vyhnívací kal se skladuje a využívá k různým účelům (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998).

Využití přebytků tepla.

Je možné reálně uvažovat s využitím přebytků tepla pro dodávky do podniků, dále do stávající zástavby obce a případně pro další podnikatelské aktivity.

Jako příklad vhodných podnikatelských aktivit lze uvést :

- sušící technologie (dřevo, apod.)
- sušení fermentátu s následnou komprimací do granulí
- intenzivní chov ryb na oteplené vodě

Fermentační zbytek – zbytkový fermentát

Využití zbytkového fermentátu jako organického hnojiva

Vlastnosti fermentačního zbytku závisí především na druhu zpracovávaných materiálů, méně už na technologickém procesu. Využití fermentátu jako hnojiva (certifikace), nebo hnojivého substrátu je podmíněno (vzhledem k poměrně vysokému obsahu dusíku a ostatních živin) laboratorními rozbory. Hodnoty živin stanovených laboratorním rozborem je nutno zahrnout do celkové bilance dusíku v plánech hnojení hospodářství. V porovnání s aplikací statkových hnojiv (např. prasečí kejdy) má anaerobně fermentovaný substrát řadu výhod:

UNIVERSITA
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
Svíčenská katedra
Studená 13
250 02, Česká Brod

- substrát je biologicky stabilizovaný a jeho hodnoty pH jsou neutrální
- zvýšení využitelnosti živin a snížení možnosti jejich vyplavení vodou
- snížení obsahu patogenů a klíčivosti semen plevelů
- velmi podstatné snížení pachové zátěže (vztaženo ke vstupní biomase)
- pokles emisí skleníkových plynů
- při pravidelné aplikaci na pozemky dojde k navýšení podílu organické hmoty v půdě (příznivý dopad na zvýšení retenční schopnosti půdy)

Skladování a úprava fermentátu

Skladování a úprava zbytkového fermentátu se dá řešit několika způsoby podle potřeb a zamýšleného využití fermentačního zbytku (fermentátu) investorem. Vzhledem k deficitu organické hmoty v půdách na území republiky, by bylo třeba, aby se organická hmota vrátila tam, kde je jí nejvíce potřeba, a to je zpět do půdy.

Tento způsob by umožnil doplnit chybějící živiny v půdě jejich doplněním na potřebnou úroveň na základě laboratorních rozborů půdy při komprimaci fermentátu. Výstupní produkt (pelety) a jeho případná aplikace při předset'ové přípravě půdy by snížila náklady na 1 ha obhospodařované půdy (PASTOREK, 2004).

2.8. Konkrétní technologie fermentace odpadů v BPS Lhota u

Příbramě

Vlastní kogenerační technologie bude umístěna v ekonomické dostupnosti plynojemu při dodržení ochranných pásem, stanovených pro plynová hospodářství.

Před umístěním biomasy do fermentoru bude docházet k mísení vstupní suroviny tak, aby biomasa dosahovala ve fermentoru hodnotu sušiny cca 12 %. Vlastní modul bude tvořen 4 fermentory o celkové kapacitě 7.536 m³ a dvou koncových skladech 3.768 m³. Tato kapacita je nutná s ohledem na legislativu EU na požadavek skladování fermentátu po dobu šesti měsíců.

Vnitřní část každého fermentoru bude opatřena podlahovou izolací a stěnovým spirálovým topením, které je tvořeno třemi stupni nerezového potrubí, v kterém koluje teplá voda. Pro ohřev bude využíváno teplo produkované kogeneračními jednotkami při spalování bioplynu. Pracovní teplota biomasy ve fermentoru bude udržována v úrovni 45 - 50°C (termofilní proces). Během procesu fermentace bude docházet k vývinu

tvorby bioplynu, který bude jímán v jednom plynojemu o celkovém objemu 800 m³. Součástí objektu plynového hospodářství bude kromě vlastního plynojemu, fermentoru i strojovna plynojemu a kotel na spalování bioplynu pro případ výpadku kogeneračních jednotek včetně veškerých plynových tras.

Produkováný bioplyn bude přiváděn na 1 kogenerační jednotku o maximálním elektrickém výkonu 500 kW a maximálním tepelném výkonu 750 kW, na nichž bude využíván k výrobě elektrické energie a tepla. Kogenerační technologie bude situována v prostorách splňujících podmínky a doporučení dodavatele technologie. Součástí technologie bude i chlazení tepelného okruhu v průběhu léta. Produkováná energie bude prodávána na základě smlouvy s příslušným správcem rozvodné sítě za danou výkupní cenu do sítě, resp. bude využívána v areálu fermentace a případně i v areálu farmy (při splnění konkrétních technických podmínek). Teplo bude využíváno pro vytápění vlastního fermentoru, k vytápění vybraných objektů (areál farmy) a k ohřevu teplé užitkové vody.

Z fermentovaná surovina o sušině cca 4% - zbytkový fermentát bude použit na hnojení ploch v rámci osevního postupu a nitrátové směrnice.

Plochy v areálu fermentačního střediska budou zpevněny a budou napojeny na dešťovou kanalizaci, areál BPS bude oplocen a vybaven vjezdovou a výjezdovou branou. Při konkrétním rozmístění bude nezbytné respektovat zejména ochranná pásma stávajícího elektrického vedení k trafostanic a ochranné pásmo plynojemu.

Analýza současného stavu.

Zásobování areálu elektrickou energií.

Podnik je v současnosti zásobován elektřinou z veřejné distribuční sítě v nákupní sazbě B5a, průměrná nákupní cena činí 2,05 Kč/kWh bez DPH. Elektropřípojka je zakončena v areálové trafostanici (250 kVA). Hlavní elektrorozvod v areálu je proveden kabelovým rozvodem a končí v hlavní rozvodně (fakturační měření na NN straně). Sekundární rozvody do jednotlivých budov (podružné rozvodny) jsou provedeny podzemními kabelovými trasami.

Proč investovat do BPS - hledisko podnikatelské :

- dlouhodobě zajištěné příjmy s garancí zisku
- krátkodobá vazba na vložený kapitál
- dlouhodobá výnosnost s garancí státu
- stabilizace zdroje příjmů v zemědělství
- nezávislost na výrobcích a na jejich tržních cenách
- velmi dobré využití osevních ploch
- zužitkování a zhodnocení odpadů z potravinářského průmyslu
- přídavný zdroj příjmů
- produkce tepelné a elektrické energie
- úspora hnojiv a prostředků na ochranu rostlin
- vyšší účinnost hnojiva pro rostliny
- vylepšené hodnoty hnojiva z kejdy, bez pachové zátěže
- redukce počtu patogenů – choroboplodných zárodků (Coliformních – bakterií)
- snížení schopnosti plevelních zárodků
- pořízení pracovních míst
- existenční zajištění provozovatele

Hledisko všeobecné :

- vysoká synergie v rámci využitých platných přírodních zdrojů
- vzrůstající soběstačnost a vyšší nezávislost na dodavatelích energie
- redukce skleníkových plynů
- skutečný přínos ke snížení CO₂
- výhodné zásobování teplem obytných domů a průmyslových objektů
- decentralizovaná dodávka elektrické a tepelné energie
- vlastní provoz zpracování kejdy bez pachové zátěže
- obnova efektivního hospodaření na venkově
- investice do kvalifikovaného technického zařízení na vysoké úrovni

2.9. Řepka jako energetická plodina

Řepka je jednou z nejuniverzálnějších energetických plodin na našem území. Prvotním cílem jejího pěstování jako energetické plodiny je získání suroviny pro výrobu alternativního ekologického paliva do vznětových motorů. Nezanedbatelné je však i využití slámy ke spalování a výrobě tepla (KÁRA, JEVIŠ, 2002).

Metylester kyselin řepkového oleje = MEŘO, je nažloutlá látka bez mechanických nečistot a viditelné vody, neomezeně mísitelná s motorovou naftou. Je netoxická, neobsahuje těžké kovy ani žádné látky škodlivé zdraví. MEŘO se ve srovnání s motorovou naftou vyznačuje pozitivním vlivem na životní prostředí, vykazuje lepší parametry v emisích CO₂, SO₂ a kouřivosti. Mírně vyšší má pouze emise NO_x, což lze eliminovat seřízením motoru (KÁRA, 2001).

2.10. Výroba bioetanolu (etanolu)

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).

Nejvhodnější obilniny pro výrobu etanolu jsou: ozimá pšenice, tritikale. Předpokladem dobré kvality zrna pro výrobu etanolu je pěstování pšenice ozimé a tritikale pouze po obilnině.

2.10.1. Využití bioetanolu jako paliva v zemědělství

Bioetanol není díky svým fyzikálním a termodynamickým vlastnostem vhodný pro použití do vznětových motorů, které jako mobilní zdroje energie v zemědělství silně převažují. Jeho použití však nabízí zlepšení emisních parametrů motorů, a proto je v řadě případů směs etanolu a motorové nafty výhodná (KŘEPELKA, 1997).

Výhody použití etanolu

- zdroje jsou rozloženy po celé zeměkouli
- zdroje jsou zcela obnovitelné
- snížení koncentrací škodlivých složek výfukových exhalací (CO, HC)

Nevýhodou použití etanolu

- nízká výhřevnost a tím i vyšší časová a měrná spotřeba paliva a z toho plynoucí potřeba větších palivových nádrží
- nižší odpařovatelnost ztěžuje studené starty
- rostou koncentrace NO_x
- vysoká výrobní cena, bez dotací je tato výroba energeticky ztrátová

3. METODIKA

3.1. Podklady pro analýzu a návrh vnitřní struktury

Potřebná vstupní data pro analýzu a návrhy vnitřní struktury zemědělské soustavy byla získána z ročních výkazů o sklizni zemědělských plodin za období jedenácti let (1994 – 2004).

Podklady:

Plochy sklizně a výnosy plodin

Bereme plochy sklizně plodin zaokrouhlené na celé ha, výnosy v t na 2 desetinná místa. Sklizeň zaokrouhlujeme na celé tuny.

- výměra zemědělské půdy Pz
- výměra orné půdy Por
- sklizňové plochy a výnosy plodin

- 1) Obiloviny
- 2) Luskoviny
- 3) Kukuřice na zelené krmení a siláž
- 4) Řepka a hořčice
- 5) Ostatní jednoleté pícniny
- 6) Víceleté pícniny
- 7) Trvalé travní porosty
- 8) Pastviny
- 9) Kmín

Stavy skotu

Do programu se uvádějí jedním číslem za každý rok: skot celkem v dobytčích jednotkách (DJ). Stačí přesnost na 1 DJ.

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

Průměrné stavy přepočítáváme takto:

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

nebo jednodušším, i když méně přesným způsobem

$$\frac{(\text{stav k 1.1.}) + (\text{stav k 31.12})}{2}$$

U kategorií skotu, kde jsou k dispozici údaje o krmných dnech, lze použít přepočet

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

Tab.1. Přepočet 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
Skot ve výkrmu	0,65
Vysokobřezí jalovice (od 6. měs. březosti)	1,00

Spotřeba hnojiv

Uvádí se jediným číslem za každý rok, tj. NPK celkem (t), což je ale vlastně

(N + P₂O₅+K₂O)

Celkem r. 1994 - 91,2 t

r. 1995 - 124,7 t

r. 1996 - 123,4 t

r. 1997 - 122,9 t

r. 1998 - 122,0 t

r. 1999 – 142,1 t

r. 2000 – 128,5 t

r. 2001 – 141,6 t

r. 2002 – 158,4 t

r. 2003 – 138,6 t

r. 2004 – 142,3 t

K výpočtu parametrů vnitřní struktury a ke konstrukci grafů byl použit program ing. Vithy „Soustavy“ na počítači katedry Obecné produkce rostlinné. Program počítá parametry vnitřní struktury, sestavuje grafy vybraných parametrů, umožňuje hodnotit vývoje parametrů ve sledovaném období pomocí regresních přímek a regresních koeficientů.

3.2. Metoda uhlíkové bilance a dekompozice ZS

Akumulace uhlíku v rizosféře víceletými píceňinami implikuje akumulaci zrna obilnin a akumulace uhlíku obilninami (zrna i slámy) implikuje akumulaci suché hmoty spotřebitelů uhlíku.

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. Princip této 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 píceňin na orné půdě (KUDRNA, 1985).

V tomto případě nepočítáme jako hlavní spotřebitele uhlíku cukrovku ani brambory, protože jejich plochy jsou minimální a v případě brambor nejsou vůbec. Na jejich pozici řadíme především řepku a hořčici.

Řešení uhlíkové bilance probíhá v několika krocích:

1. Dekompozice ZS
2. Výpočet normální struktury soustavy
3. Výpočet jednotlivých návrhů specializovaných na energeticky využitelné plodiny

Dekompozice uhlíkovou metodou

Zdrojem uhlíku tvoří objemy sklizně všech plodin, uvažované v suché hmotě, které jsou považovány za zdroje uhlíku v ZS. Tyto hodnoty jsou násobeny příslušným koeficientem, čímž získáme množství aktivního uhlíku.

Přepočítávací koeficienty:

0,065 – koef. aktivního uhlíku zrna obilovin

0,360 – koef. aktivního uhlíku ze sušiny rhizomů víceletých píceňin

0,386 – koef. přepočtu sušiny na akt. uhlík

0,450 – koef. pro výpočet suché hmoty rhizomů, ze suché hmoty víceletých píceňin

0,785 – koef. objemu uhlíku po konverzi zvířat

Způsob vypočtení dekompozice:

PLODINA	VÝPOČET	ΣC_k
Jednoleté píceňiny	$\Sigma Y_{s0} * 0,386 * 0,785$	ΣC_0
Víceleté píceňiny	$\Sigma Y_{s1} * 0,386 * 0,785$	ΣC_1
Rhizomy	$\Sigma Y_{s1} * 0,45 * 0,360$	ΣC_{ri}
Zrno obilovin	$\Sigma Y_{2z} * 0,065$	ΣC_{2z}
Sláma obilovin	$\Sigma Y_{2z} * 1,27 * 0,386$	ΣC_{2sl}
Zrno luskovin	$\Sigma Y_{6z} * 0,065$	ΣC_{6z}
Sláma luskovin	$\Sigma Y_{6z} * 1,6 * 0,386$	ΣC_{6sl}
Louky a pastviny	$\Sigma Y_{s4} * 0,386 * 0,785$	ΣC_4

3.3. Výpočet parametrů

$OMEGA\ 2 = \Sigma C_k / \Sigma Y_{2z}$ - aktivní uhlík na zrno obilovin

$ETA\ 0 = \Sigma Y_{s0k} / \Sigma Y_{s(1+4a)}$ - sklizeň silážní kukuřice ke sklizni víceletých píceňin a luk

$ETA\ 2 = \Sigma Y_{2z} / \Sigma Y_{s(0+1+ri+4)}$ - poměr zrna ke všem uhlíkatým zdrojům

3.4. Výpočet normální struktury ZS

Při výpočtech normální struktury ZS podniku - ZD Sádek, jsou vstupní údaje průměrné hodnoty výnosů a plochy orné půdy za časovou řadu 1994-2004. Zpravidla vycházíme ze sklizně zrna obilovin, ke kterému dopočteme podle schématu uhlíkové bilance teoretickou potřebu zdrojů a teoretické množství spotřebitelů uhlíku.

3.5. Návrhy výpočtů struktur se zvýšeným zastoupením energetických plodin

Při zpracování bylo postupováno podle obdobných postupů a algoritmů, jako při sestavování normální struktury. Pro výpočet používám výnosy vypočítané metodou četností. Tato metoda spočívá v tom, že zvolím výnosové intervaly a k nim přiřazuji četnosti výskytu. Zvolím hranici a z hodnot přesahujících tuto hranici počítám průměrný výnos s určitým procentem výskytu. Tabulky četností jsou uvedeny v příloze.

1) Návrh struktury ZS – ZD Sádek - varianta 1.

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

2) Návrh struktury ZS – ZD Sádek se zaměřením na energetické plodiny – varianta 1.a) zaměřena na obiloviny, varianta 1.b) zaměřena na řepku

Tato část je věnována navýšení výměry řepky olejné a obilovin, které je možno využít pro produkci bioenergie.

3) Návrh struktury ZS – ZD Sádek se zaměřením na bioplyn – varianta 2.

Předpokládáme, že limitem pro stavy zvířat budou objemová krmiva. Vydeme z maximálního zastoupení $P_1 = 25\%$ Por

3.6. Analýza osevních postupů metodou uhlíkové bilance

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

- 1) Na základě optimální vnitřní struktury ZS vypracujeme nové návrhy
- 2) Vypočítáme objemy sklizně jednotlivých plodin v každém roce
- 3) Objemy sklizně víceletých píceňin a píceňiny drnového fondu snížíme o hodnotu konverze zvířaty. Rizomy ponecháme beze změny.
- 4) Suchou hmotu převedeme pomocí koeficientů pro uhlík (k_c) na aktivní uhlík
- 5) Uhlík nadzemní hmoty víceletých píceňin a slámy zahrnujeme do objemu aktivního uhlíku, který se vrací zpětnou kompenzační vazbou.
- 6) Uhlík rizomů započítáme jako podmínky OP pro výpočet bilance. Od této hodnoty postupně odečítáme objem uhlíku všech plodin odcházející ze soustavy. Uhlík

nadzemní hmoty víceletých píceň, 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.

Analýza OP metodou C-bilance je počítána na průměrné výnosy a představuje normu, se kterou lze srovnávat bilanci uhlíku podle skutečných sklizní v daném roce. Má-li se soustava vyvíjet progresivně, pak je nutné, aby bilance ΣC_{org} byla na konci vegetace kladná (KUDRNA, 1988).

3.7. Výpočet struktur se zaměřením na pěstování energetických plodin

Výpočet struktur se zaměřením na energetické plodiny se provádí podle obdobných algoritmů jako normální struktura.

Pro výpočet množství energie u jednotlivých variant byly použity následující koeficienty (KUDRNA, ŠINDELÁŘOVÁ, 2000).

1 DJ = 0,943 m ³ bioplynu denně	Podíl řepkového oleje = 0,320
1 DJ = 1,69 kWh energie denně	1 kg etanolu = 1,13 l
1 kg oleje = 1,5 m ³ bioplynu	1 kg = etanolu = 3,38 kWh
1 kg oleje = 2,52 kWh	
1 t zrna (obsah škrobu min. 58%) = 342 l etanolu	
1 DJ – 0,943 bioplynu denně = 344 m ³ bioplynu za rok = 582 kWh	

4. VLASTNÍ PRÁCE

4.1. Charakteristika podniku

Zemědělská společnost Sádek (se sídlem ve Lhotě u Příbramě) se nachází v příměstské části Příbrami, která tvoří střed tzv. městského regionu se spádovým územím počtem cca 100 tisíc obyvatel. Terén je převážně středně svažité s různou expozicí. Podnik v současné době (2006) hospodaří na výměře 1500 ha, přičemž 1150 ha tvoří orná půda a 350ha tvoří louky s pastvinami. Zemědělský podnik hospodaří převážně v obilnářské oblasti a část v oblasti pícninářské.

Foto č. 1. Plochy orné půdy ZD Sádek



4.2. Výrobní zaměření

V rostlinné produkci je struktura plodin následující: obilniny zaujímají 68,7% orné půdy a jsou hlavní tržnou plodinou, víceleté pícniny 16% orné půdy, jednoleté pícniny 1,8% orné půdy, kukuřice na siláž 12,2% orné půdy, řepka 10,5% orné půdy a zbytek tvoří luskoviny 2%, hořčice 0,8% a kmín 0,4% orné půdy.

Zemědělské družstvo je zaměřeno na chov skotu s produkcí mléka a hovězího masa, chová nyní 560 kusů dobytka. Z toho 93 ks na masnou užitkovost, 240 ks

dojných krav na mléčnou produkci. Jejich krmnou dávku tvoří především jednoleté a víceleté pícniny.

4.3. Přírodní podmínky

Příbramsko hospodaří ve výšce 550 m n. m, na relativně málo příznivých podmínkách Gps, které daly vznik půdám s nízkou sorpční kapacitou. Klimaticky se ZD nachází v chladné až mírně teplé oblasti s průměrnými teplotami od $-3 - 8 \text{ }^{\circ}\text{C}$, červencové teploty dosahují okolo $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ Tedy z hlediska klimatických poměrů spadá okrsek do kategorie MT10 – mírně teplá oblast až chladné oblasti (QUITT, 1971). Geologickopetrografický podklad je v největší míře zastoupen pískovcovými droby, drobnozrnnými až celistvými pískovci a břidlicemi.

4.4. Struktura zemědělské soustavy – ZD Sádek, Lhota u

Příbramě 1994-2004

Tabulka č. 3 Struktura ZS - ZD Sádek

Plodiny	Index	P [ha]	P [%Por]	Y_s [t.ha ⁻¹]	ΣY_s [t]
Kukuřice na zeleno	Po	140,4	10,73	5,0	708
Ost.jednoleté pícniny	Po	22,5	1,72	2,3	52
Víceleté pícniny	P1	185,1	14,15	4,8	886
Obiloviny	P2	792,95	60,92	3,46*	2744*
Luskoviny	P6	23,4	1,79	1,56*	37*
Řepka	P5a	121,8	9,32	2,12* (6,4)	776 (258)*
Hořčice	P5b	9,5	0,73	0,65* (2,0)	19 (6)*
Kmín	Pn	5,0	0,38	0,36* (1,1)	5 (2)*
Orná půda	Por	1300,7	99,74		
P4a-louky	P4a	197,5	12,91 %Pz	2,91	574
Zemědělská půda	Pz	1521,6	99,93		

(* poznámka: zrno obilovin, semeno řepky)

Louky a pastviny:

Časová řada	Louky		Pastviny		Y _s	Y _{s4a}	Y _{s4b}	Y _{s4}
	[ha]	[t]	[ha]	[t]				
1994	218,2	1051,7	0	0				
1995	202,0	868,6	0	0				
1996	196,5	646,5	0	0				
1997	196,5	892,1	0	0				
1998	196,5	418,5	0	0				
1999	183,9	708,4	46	76,1				
2000	183,9	444,0	46	84,8				
2001	183,9	383,0	46	120,4				
2002	184	724,3	55	131,0				
2003	173,5	680,6	70	300,3				
2004	253,5	1076,6	70	300,0				
Průměr 94-04	193,9	681,9	48,3	103,1		3,52	2,13	

4.5. Dekompozice struktury ZS – ZD Sádek, Lhota u Příbramě 1994-2004

Tabulka č. 4. Dekompozice ZS – ZD Sádek

Plodina	ΣY_s [t]	Koeficienty	ΣCk [t]
ΣY_{s_0} – kukuřice na zeleno	708	0,386*0,785	215
ΣY_{s_0} – ost.jednoleté pícniny	52	0,386*0,785	16
ΣY_{s_1} – víceleté pícniny	886	0,386*0,785	268
$\Sigma Y_{s_{1-ri}}$ – rhizomy	886*0,45	0,360	144
$\Sigma Y_{s_{2-z}}$ – zrno obilovin	2744	0,065	(178)
$\Sigma Y_{s_{2-sl}}$ – sláma obilovin	2744*1,27	0,386	1345
$\Sigma Y_{s_{6-z}}$ – zrno luskovin	37	0,065	2
$\Sigma Y_{s_{6-sl}}$ – sláma luskovin	37*1,4	0,386	20
$\Sigma Y_{s_{4-a}}$ – louky	574	0,386*0,785	174
Celkem			2184

Výpočet aktivního uhlíku na zrno obilovin:

$$\text{OMEGA } 2 = \Sigma \text{Ck} / \Sigma \text{Y}_{2z}$$

$$\text{OMEGA } 2 = 2184 / 2744$$

$$\text{OMEGA } 2 = 0,796$$

OMEGA 2 by se měla rovnat jedné dle akademika K. Kudrny, má hodnota - 0,796 je díky vysokému obsahu obilovin - 61% (norma činí 50%) a řepky - 9,36%. Celkově nízké hodnoty jsou zřejmě dány nízkými výnosy a zdroji. U 1 (víceletých píceňin) a u 4a (luk), jsme použili koeficienty na suchou hmotu $k_s = 0,2$.

$$\text{OMEGA } (2+6) = 2182 / 2781$$

$$\text{OMEGA } (2+6) = 0,785$$

Luskoviny v tomto parametru nehrají roli.

4.6. Výpočet normální struktury ZS – ZD Sádek 1994-2004

$$P_{0r} = 1301 \text{ ha}$$

$$P_z = 1522 \text{ ha}$$

$$P_{4a} = 194 \text{ ha}$$

$$P_{4b} = 48 \text{ ha}$$

Potřeba zdrojů uhlíku: (Objem zdrojů uhlíku vypočítám vynásobením Planckovou konstantou $C_2^P = 1,4388$)

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

$$\Sigma Y_{S(0+1+4a)} = 2744 * 1,4388$$

$$\Sigma Y_{S(0+1+4a)} = 3948 \text{ t}$$

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

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

$$\Sigma Y_{S_0} = 849 \text{ t}$$

$$Y_{S_0} = 4,67 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Plochu vypočtu vydělením průměrným výnosem:

$$P_0 = \Sigma Y_{s0} / Y_{s0}$$

$$P_0 = 849 / 4,67$$

$$P_0 = 181,8 \text{ ha}$$

Vyjádření plochy v % plochy orné půdy:

$$P_{0\% \text{ Por}} = (P_0 / P_{\text{or}}) * 100 = (181,8 / 1301) * 100 = 13,99 \% P_{\text{or}}$$

Suchou hmotu sklizně luk jsme ponechali na stávající úrovni:

$$\Sigma Y_{s4a} = 574 \text{ t}$$

Zastoupení víceletých píceňin:

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

$$\Sigma Y_{s1} = 3948 - 849 - 574 = 2525 \text{ t}$$

$$P_1 = \Sigma Y_{s1} / Y_s$$

$$P_1 = 2525 / 4,8$$

$$P_1 = 526,0 \text{ ha}$$

$$P_{1\% \text{ Por}} = (P_1 / P_{\text{or}}) * 100 = 40,43\% P_{\text{or}}$$

Obiloviny:

$$\Sigma Y_{2z} = 793,0 \text{ ha} * 3,46 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} = 2744 \text{ t}$$

(Sklizeň suché hmoty spotřebitelů uhlíku (okopanin, lnu, řepky) by se měla rovnat uhlíku slámy obilovin):

$$\Sigma Y_{s(5+n)} = \Sigma C_{2sl} = 2744 * 1,27 * 0,386 = 1345 \text{ t}$$

(Plochu spotřebitelů vypočtu vydělením průměrným výnosem):

$$P_{(5+n)} = 1345 / 5,72 = 235,1 \text{ ha}$$

$$P_{(5+n) \% \text{ Por}} = (P_{(5+n)} / P_{\text{or}}) * 100 = 18,07 \% P_{\text{or}}$$

Součet vypočtených ploch všech plodin na orné půdě pak činí:

$$P_{(0+1+2+(5+n))} = 13,99 + 40,43 + 60,92 + 18,07 = 133,41 \%$$

Pozn: Součet ploch vyšší než 100% vychází v příznivých podmínkách, zejména proto, že teoretická potřeba zdrojů, tedy podle C-bilance, je zde vyšší než skutečná. V našem případě bude hlavním důvodem nízká úroveň výnosů zdrojů.

Tabulka č. 5. Normální struktura ZS – ZD Sádek

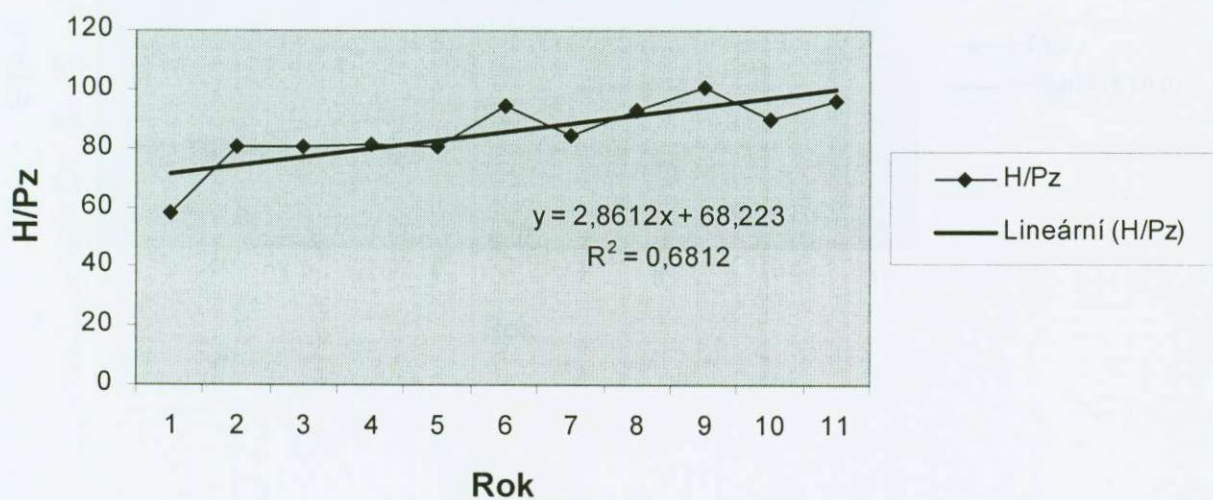
Plodina	P [ha]	P [% P _{or}]	Y _s [t.ha ⁻¹]	ΣY _s [t]
P ₀	181,8	13,99	4,67	849
P ₁	526,0	40,43	4,8	2525
P ₂	793,0	60,92	3,46*	2744*
P _(5+n)	235,1	18,07	5,72	1345
P _{or}	1735,9	133,41		

Závěr: Výpočet vychází z obilovin (ΣY_{2z}), kde je vysoké zastoupení (60,92% P_{or}), z toho tedy vyplývá, že vyjde vysoké zastoupení zdrojů i spotřebitelů.

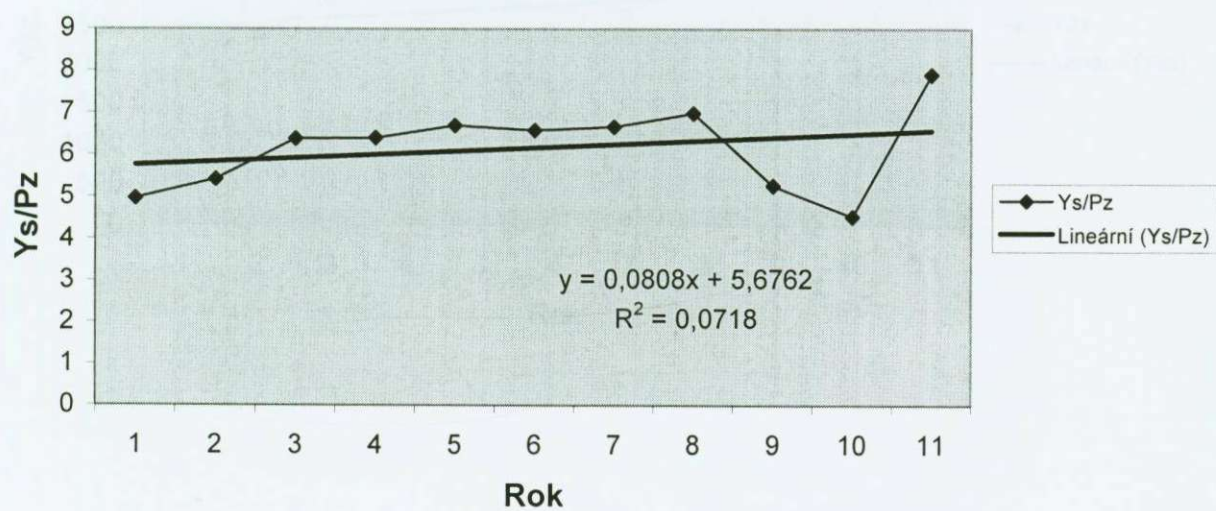
U zdrojů (P₁, P₄) je použit $k_s = 0,2$ (zemědělci při přepočtu zelené hmoty na seno používají $k_s = 0,25$). Vyjdou vyšší plochy zdrojů C.

4.7. Grafická analýza

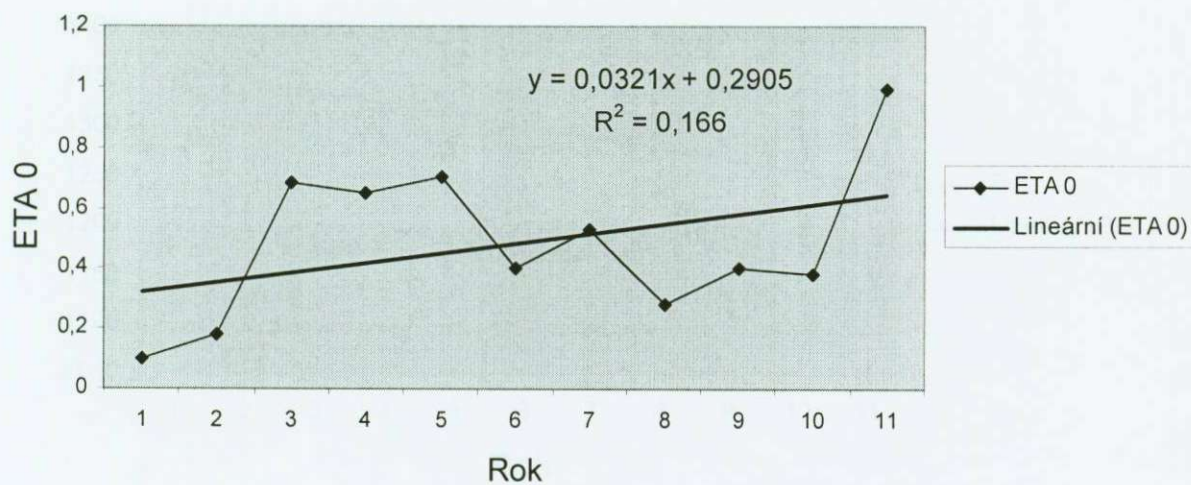
Graf č. 1: Spotřeba minerálních hnojiv v čase



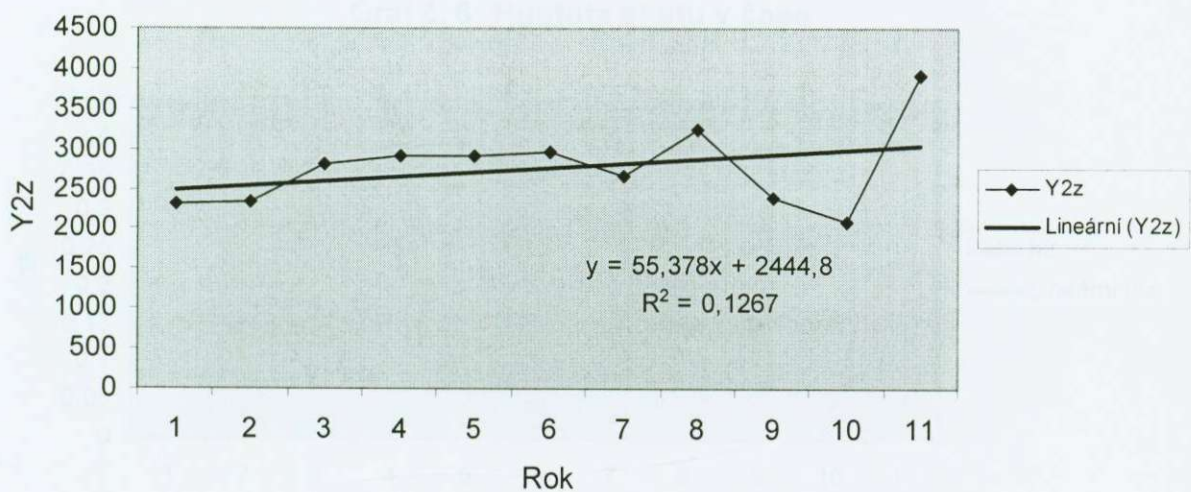
Graf č. 2: Výnos suché hmoty všech plodin



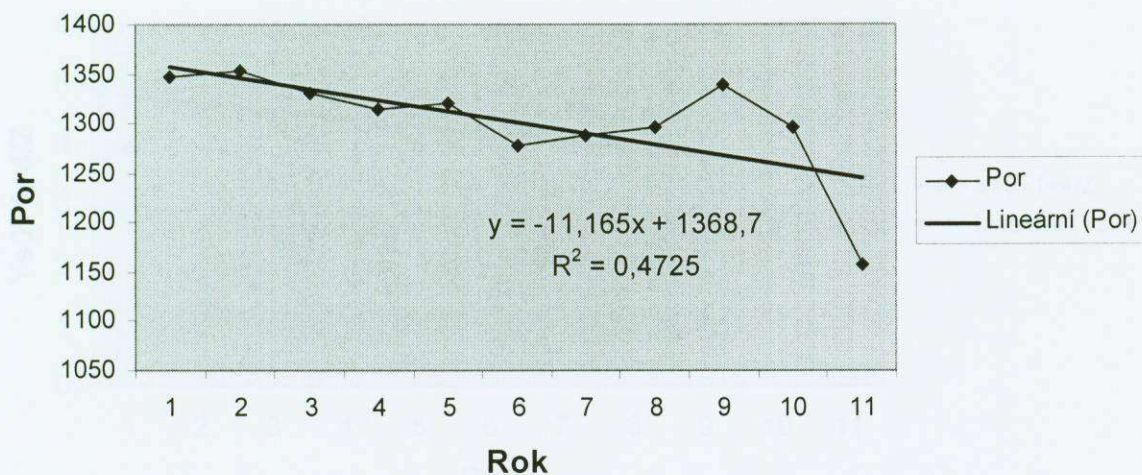
Graf č. 3: Vývoj parametru ETA 0 v čase



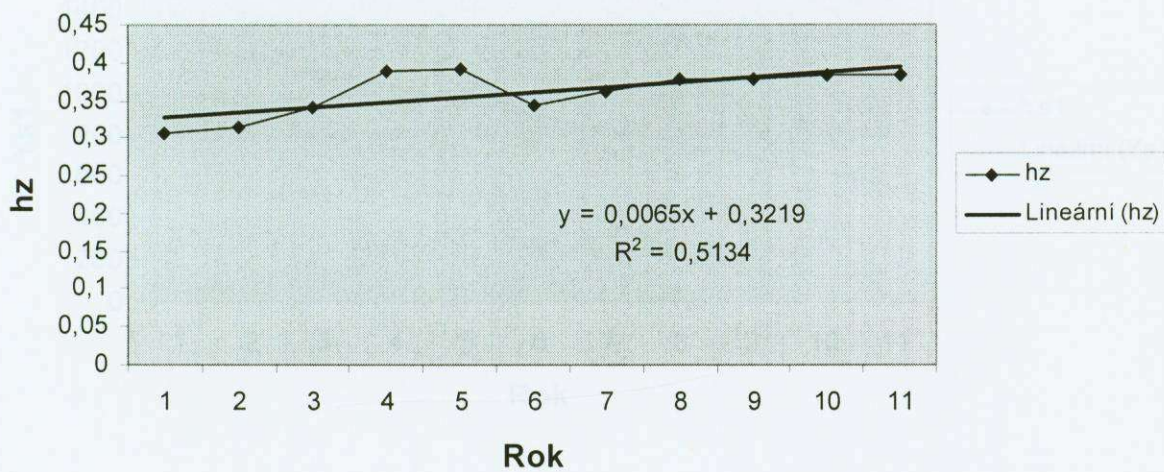
Graf č. 4: Objem sklizně zrna v čase



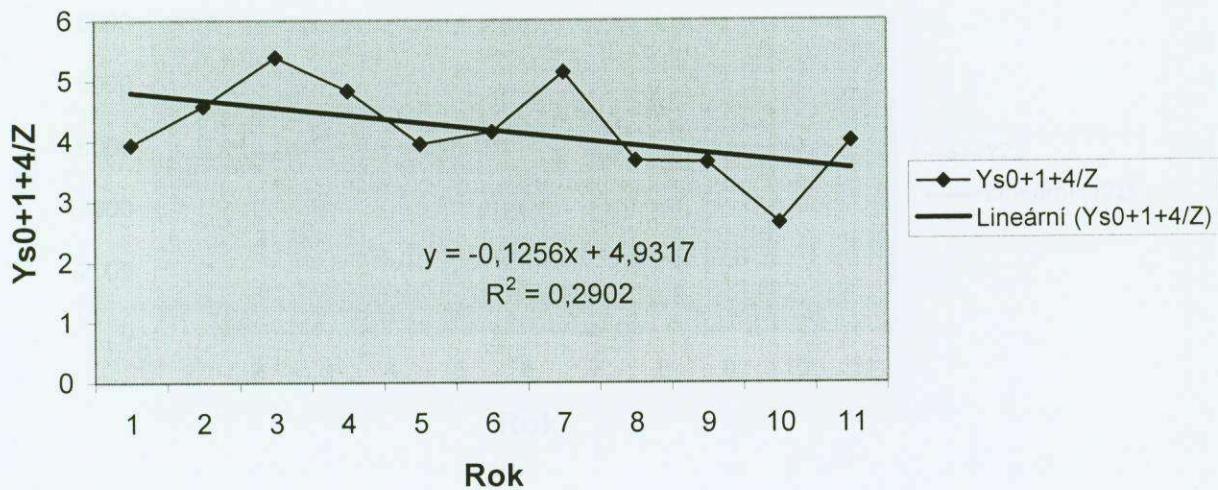
Graf č. 5: Plocha orné půdy v čase



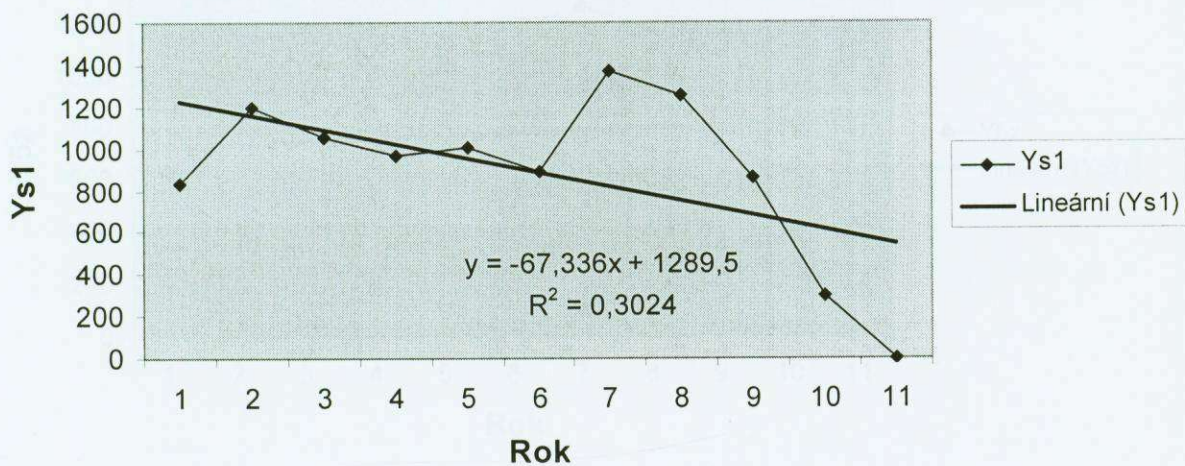
Graf č. 6: Hustota skotu v čase



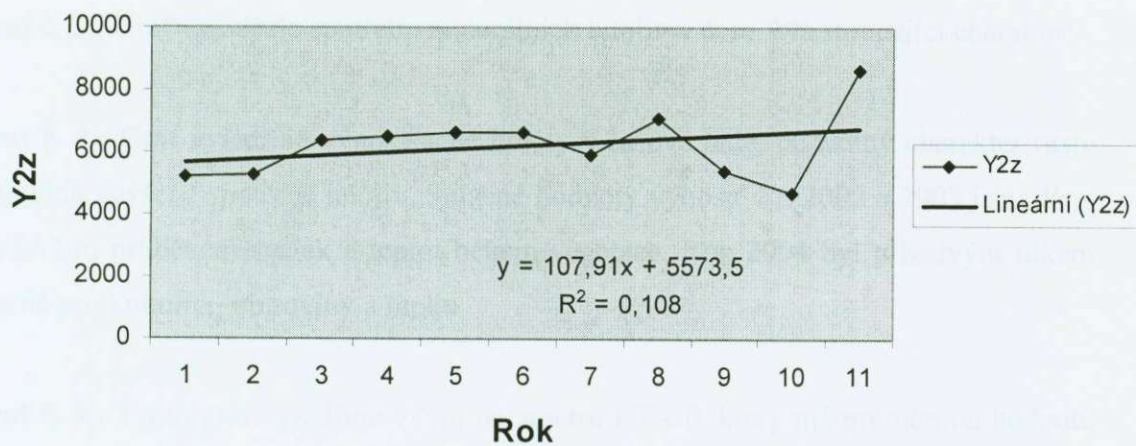
Graf č. 7: Krmné množství v objemných krmivech pro skot v čase



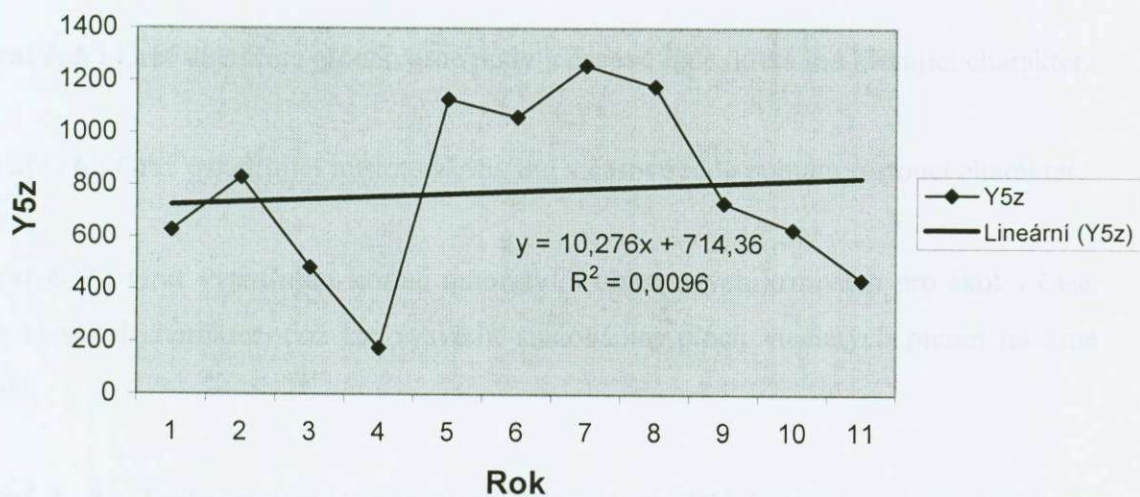
Graf č. 8: Objem slizně víceletých pícnin v čase



Graf č. 9: Objem sklizně zrna obilovin v čase



Graf č. 10: Výnos řepky v čase



Hodnocení grafů:

Graf č. 1.: Graf vyjadřuje spotřebu minerálních hnojiv v čase. Má stoupající charakter.

Graf č. 2.: Graf vyjadřuje výnos suché hmoty v časové řadě, pozvolný charakter růstu odpovídá zvýšené spotřebě hnojiv. Snížené hodnoty výnosu v r. 2002 a 2003 jsou dány především průběhem srážek a teplot během vegetace. Rok 2004 byl příznivým rokem hlavně pro kukuřici, obiloviny a řepku

Graf č. 3.: Tento graf vyjadřuje vývoj parametru ETA 0, který má průměrnou hodnotu 0,485, tato hodnota překračuje normu (0,274) o 77 %. V roce 2004 je nejvyšší hodnota dána tím, že podnik v tomto roce pícniny vůbec nepěstoval.

Graf č. 4.: Graf vyjadřuje objem sklizně zrna v závislosti na čase, který má rostoucí charakter, který je ale narušen nepříznivými roky 2002 a 2003.

Graf č. 5.: Graf vyjadřuje plochu orné půdy v časové řadě, která má klesající charakter.

Graf č. 6.: Graf vyjadřující hustotu skotu, má v časové řadě pomalu rostoucí charakter.

Graf č. 7.: Graf vyjadřující krmné množství v objemových krmivech pro skot v čase, má klesající charakter, což lze vysvětlit snižováním ploch víceletých pícnin na orné půdě.

Graf č. 8.: Tento graf vyjadřuje objem sklizně víceletých pícnin v čase, který má charakter prudkého poklesu.

Graf č. 9.: Graf vyjadřuje objem sklizně zrna obilovin v čase, který má pozvolně rostoucí charakter.

Graf č. 10.: Graf vyjadřuje objem sklizně řepky v časové řadě, který má pozvolna rostoucí charakter.

4.8. Návrh struktury ZS – ZD Sádek, Lhota u Příbramě –

var. č. 1.

Por = 1158 ha

P_{4a} = 254 ha

P_{4b} = 70 ha

Pz = 1481 ha

hz = 0,5 DJ . ha⁻¹

kn = 4,0 t.DJ. ⁻¹rok⁻¹

Tabulka č. 7. Návrh struktury ZS – ZD Sádek, Lhota u Příbramě: var.č. 1.

	P	P	Y_s	ΣY_s
Plodina	[ha]	[%Por]	[t.ha⁻¹]	[t]
Po - jednoleté pícniny	90,4	7,80	6,61 _{č.7/11}	597
P ₁ - víceleté pícniny	238,6	20,61	5,54 _{č.7/11}	1322
P ₂ - obiloviny	717,2	61,93	3,79* _{č.7/11}	2718*
P ₅ - řepka	111,9	9,66	7,41(2,47)* _{č.7/11}	829(276)*
Por	1158	100,00		
P _{4a} - louky	254	17,15	3,38 _{č.7/11}	859
P _{4b} - pastviny	70	4,73	2,96 _{č.3/6}	207
Pz	1481			

(* zrna obilovin, semeno řepky)

V návrzích struktury ZS budeme respektovat:

1) nízká hustota zvířat (hz)

$$hz_{1994-2004} = 0,361 \text{ DJ.Pz}^{-1}$$

Hustota zvířat přepočítaná na Por:

$$\Sigma Z_{1994-2004} = 551,56 \text{ DJ}$$

$$\text{Por}_{1994-2004} = 1301,71 \text{ ha}$$

$$\Sigma Z_{1994-2004} / \text{Por}_{1994-2004} = 551,56 / 1301,71 = 0,424 \text{ DJ.Por}^{-1}$$

Počítáme se současným stavem masného skotu:

$$\Sigma Z_{\text{mas. skotu}} = 93 \text{ DJ}$$

$$\Sigma Z = hz * Pz$$

$$\Sigma Z = 0,5 * 1481 = 741 \text{ DJ}$$

$$\Sigma Z_{\text{dojný skot}} = \Sigma Z - \Sigma Z_{\text{mas. skotu}}$$

$$\Sigma Z_{\text{dojný skot}} = 741 - 93 = 648 \text{ DJ}$$

$$\Sigma Y_{S(0+1+4a)} = (648 + 93/2) * 4,0 = 2778 \text{ t}$$

Zastoupení jednoletých pícnin:

$$\Sigma Y_{S_0} = 0,215 * 2778 = 597 \text{ t}$$

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

$$P_0 = 597 / 6,61 = 90,4 \text{ ha}$$

$$P_{0\% \text{ Por}} = (P_0 / P_{\text{or}}) * 100 = (597 / 6,61) * 100 = 7,80 \% P_{\text{or}}$$

Zastoupení luk:

$$\Sigma Y_{S_{4a}} = 254 * 3,38_{\text{č.7/11}} = 859 \text{ t}$$

(* tento výnos (3,38) odpovídá četnosti 7/11)

Zastoupení víceletých pícnin:

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

$$\Sigma Y_{S_1} = 2778 - 597 - 859 = 1322 \text{ t}$$

$$P_1 = 1322 / 5,54_{\text{č.7/11}} = 238,6 \text{ ha}$$

$$P_{1\% \text{ Por}} = (P_1 / P_{\text{or}}) * 100 = (238,6 / 1158) * 100 = 20,61 \% P_{\text{or}}$$

Zastoupení obilovin:

Výnos suché hmoty spočítaný pomocí Planckovy konstanty

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

$$\Sigma Y_{2z} = 2778 / 1,4388 = 1931 \text{ t}$$

$$P_2 = 1931 / 3,79_{\text{č.7/11}} = 509,4 \text{ ha}$$

$$P_{2\% \text{ Por}} = (509,4 / 1158) * 100 = 44,00 \% P_{\text{or}}$$

Výpočet ΣY_{2z} s použitím ETA2: Prověření reálnosti výnosu:

- provedeno pomocí porovnání s původní strukturou přes ETA2

$$ETA2 = \Sigma Y_{2z} / \Sigma Y_{S_{(0+1+ri+4a)}}$$

$$ETA2 = 2744 / (708 + 52 + 886 + 0,3 * 886 + 574)$$

$$ETA2 = 2744 / 2486 = 1,104$$

$$\Sigma Y_{2z \text{ ETA2}} = \Sigma Y_{S_{(0+1+ri+4a)}} * ETA2$$

$$\Sigma Y_{2z \text{ ETA2}} = (597 + 1,3 * 1322 + 859) * 1,104 = 3505 \text{ t}$$

$$(\Sigma Y_{2z \text{ C2P}} + \Sigma Y_{2z \text{ ETA2}}) / 2 = (1931 + 3505) / 2 = 2718 \text{ t}$$

$$P_2 = 2718 / 3,79_{\text{č.7/11}} = 717,2 \text{ ha}$$

$$P_{2\% \text{ Por}} = (717,2 / 1158) * 100 = 61,93 \% P_{\text{or}}$$

Součet využitých ploch plodin:

$$P_{0+1+2} = 7,8 + 20,61 + 61,93 = 90,34 \% P_{or}$$

Na spotřebitele (řepku) zbývá:

$$100 - 90,34 = 9,66 \% P_{or}$$

$$P = (9,66 * 1158) / 100$$

$$P = 111,9 \text{ ha}$$

Zastoupení řepky olejky:

$$\Sigma Y_{s5} = \Sigma C_{2sl} = 2718 * 1,27 * 0,386 = 1332 \text{ ha}$$

$$\Sigma Y_{s5} \text{ vypočtený} = 1332 / 111,9 = 11,91 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$$

$$Y_{5z} = 11,91 / 3 = 3,97 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$$

(*3,97 je nereálný výnos, protože je to víc než Y_{5z} max.)

Tabulka č. 6. Dekompozice ZS – ZD Sádek, Lhota u Příbramě: var.1.

Plodina	ΣY_s [t] * koeficient	ΣC_k [t]
ΣY_{s0} – jednoleté píce	$597 * 0,386 * 0,785$	181
ΣY_{s1} – víceleté píce	$1322 * 0,386 * 0,785$	401
ΣY_{s1-ri} – rhizomy	$1322 * 0,45 * 0,360$	214
ΣY_{2z} – zrno obilovin	$2718 * 0,065$	(177*)
ΣY_{2sl} – sláma obilovin	$2718 * 1,27 * 0,385$	1332
ΣY_{s4} – louky	$859 * 0,386 * 0,785$	260
Celkem		2378

$$\text{OMEGA 2} = \Sigma C_k / \Sigma Y_{2z} = 2378 / 2718 = \underline{0,875}$$

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

Tabulka č. 8. C – bilance osevního postupu – var.1

Plodina	P	Y _s	ΣY _s +ΣY _{sri,sl.}	ΣC _s +ΣC _{ri,sl.}	+C	C- balance	C.ha ⁻¹
	ha	t.ha ⁻¹					
P ₁ -víc.p	238,6	5,54	1322+595	401+214	214	214	
P ₀ -jed.	90,4	6,61	597	181	-181	33+2164	
P ₂ -obil.	717,2	3,79	2718+3452	177+1322	-1499	698	
P ₅ -řep.	111,9	2,47	276+552	18+213	-231	467	0,403

Sklizeň luk:

Suma uhlíku organických hnojiv:

$$\Sigma Y_{4a} = 859t$$

$$\Sigma C_{org.} = 401 + 181 + 1322 + 260 = 2164$$

$$\Sigma C_{4a} = 260$$

4.9. Návrh struktury ZS – ZD Sádek, Lhota u Příbramě – var.

1a) zaměření na obiloviny

Odvozeno od var. 1.

$$P_{or} = 1158 \text{ ha}$$

$$P_z = 1481 \text{ ha}$$

$$h_z = 0,5 \text{ DJ.ha}^{-1}$$

$$P_{4a} = 254 \text{ ha}$$

$$P_{4b} = 70 \text{ ha}$$

$$k_n = 4,0 \text{ t.DJ}^{-1}.\text{rok}^{-1}$$

Tabulka č. 9. Návrh struktury ZS – ZD Sádek, Lhota u Příbramě: var. 1a) – zaměření na obiloviny

Plodina	P [ha]	P [%Por]	Y _s [t.ha ⁻¹]	ΣY _s [t]
P ₀ - jednoleté pícniny	90,4	7,80	6,61 _{č.7/11}	597
P ₁ - víceleté pícniny	238,6	20,61	5,54 _{č.7/11}	1322
P ₂ - obiloviny	771,1	66,59	3,79* _{č.7/11}	2922*
P ₅ - řepka	57,9	5,00	7,41(2,47)* _{č.7/11}	429(143)*
Por	1158	100,00		
P _{4a} - louky	254	17,15% Pz	3,38 _{č.7/11}	859
P _{4b} - pastviny	70	4,73% Pz	2,96 _{č.3/6}	207
Pz	1481			

* zrno obilovin, semeno řepky

Tabulka č. 10. Dekompozice ZS – ZD Sádek, Lhota u Příbramě: var. 1a) zaměření na obiloviny

Plodina	ΣY_s [t] * koeficient	ΣC_k [t]
ΣY_{s0} – jednoleté píce	$597 * 0,386 * 0,785$	181
ΣY_{s1} – víceleté píce	$1322 * 0,386 * 0,785$	401
ΣY_{s1-ri} – rhizomy	$1322 * 0,45 * 0,360$	214
ΣY_{2z} – zrno obilovin	$2922 * 0,065$	(190*)
ΣY_{2sl} – sláma obilovin	$2922 * 1,27 * 0,385$	1432
ΣY_{s4} – louky	$859 * 0,386 * 0,785$	260
Celkem		2488

$$\text{OMEGA 2} = \Sigma C_k / \Sigma Y_{2z} = 2488 / 2922 = 0,851$$

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

Tabulka č. 11 . C – bilance osevniho postupu – var. 1a) zaměření na obiloviny

Plodina	P	Y_s	$\Sigma Y_s + \Sigma Y_{sri,sl.}$	$\Sigma C_s + \Sigma C_{ri,sl.}$	+/-C	C-bilance	$C \cdot ha^{-1}$
	Ha	$t \cdot ha^{-1}$					
P₁–víc.p	238,6	5,54	1322+595	401+214	214	214	
P₀–jed.	90,4	6,61	597	181	-181	33+2274	
P₂–obil.	771,1	3,79	2922+3711	190+ 1432	-1622	685	
P₅–řep.	57,9	2,47	143+286	9+110	-119	566	0,489

Sklizeň luk:

$$\Sigma Y_{s4a} = 859 \text{ t}$$

$$\Sigma C_{4a} = 859 * 0,386 * 0,785$$

$$\Sigma C_{4a} = \mathbf{260}$$

Suma uhlíku organických hnojiv:

$$\Sigma C_{org.} = 401 + 181 + 1432 + 260 = 2274$$

4.10. Návrh struktury ZS – ZD Sádek, Lhota u Příbramě – var. 1b) zaměření na řepku

Odvozeno od var. 1.

$$P_{or} = 1158 \text{ ha}$$

$$P_z = 1481 \text{ ha}$$

$$h_z = 0,5 \text{ DJ} \cdot \text{ha}^{-1}$$

$$P_{4a} = 254 \text{ ha}$$

$$P_{4b} = 70 \text{ ha}$$

$$k_n = 4,0 \text{ t} \cdot \text{DJ}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Tabulka č. 12. Návrh struktury ZS – ZD Sádek, Lhota u Příbramě: var. 1b) zaměření na řepku

	P	P	Y_s	ΣY_s
Plodina	[ha]	[%Por]	[t.ha⁻¹]	[t]
P ₀ - jednoleté pícniny	90,4	7,80	6,61 _{č.7/11}	597
P ₁ - víceleté pícniny	238,6	20,61	5,54 _{č.7/11}	1322
P ₂ - obiloviny	684,3	59,09	3,79* _{č.7/11}	2593*
P ₅ - řepka	144,8	12,50	7,41(2,47)* _{č.7/11}	1073(358)*
Por	1158	100,00		
P _{4a} - louky	254	17,15% Pz	3,38 _{č.7/11}	859
P _{4b} - pastviny	70	4,73% Pz	2,96 _{č.3/6}	207
Pz	1481			

*zrno obilovin, semeno řepky

Prověření: Zda je výnos řepky $Y_{5z} = 2,47$ pokryt aktivním uhlíkem slámy obilovin?

$$\Sigma C_{2sl} = 2593 \cdot 1,27 \cdot 0,386 = 1271$$

$$\Sigma Y_{5s\text{-návrh}} = 1073 \text{ t}$$

Závěr: Výnos řepky $Y_{5z} = 2,47$ je zcela pokryt uhlíkem slámy a můžeme s ním tedy v této variantě počítat.

Tabulka č. 13. Dekompozice ZS – ZD Sádek, Lhota u Příbramě: var. 1b) zaměření na řepku

Plodina	ΣY_s [t] * koeficient	ΣC_k [t]
ΣY_{s0} – jednoleté pícniny	597*0,386*0,785	181
ΣY_{s1} – víceleté pícniny	1322*0,386*0,785	401
ΣY_{s1-ri} – rhizomy	1322*0,45*0,360	214
ΣY_{2z} – zrno obilovin	2593*0,065	(169*)
ΣY_{2sl} – sláma obilovin	2593*1,27*0,385	1271
ΣY_{s4} – louky	859*0,386*0,785	260
Celkem		2327

$$\text{OMEGA 2} = \Sigma C_k / \Sigma Y_{2z} = 2327 / 2593 = 0,897$$

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

Tabulka č. 14 . C – bilance osevního postupu – var. 1b) zaměření na řepku

Plodina	P	Y_s	$\Sigma Y_s + \Sigma Y_{sri,sl.}$	$\Sigma C_s + \Sigma C_{ri,sl.}$	+/-C	C- bilance	C.ha ⁻¹
	ha	t.ha ⁻¹					
P₁–víc.p	238,6	5,54	1322+595	401+214	214	214	
P₀–jed.	90,4	6,61	597	181	-181	33+2113	
P₂–obil.	684,3	3,79	2593+3293	169+ 1271	-1440	706	
P₅–řep.	144,8	2,47	358+716	23+276	-299	407	0,351

Sklizeň luk:

$$\Sigma Y_{s4a} = 859t$$

$$\Sigma C_{4a} = 859*0,386*0,785$$

$$\Sigma C_{4a} = 260$$

Suma uhlíku organických hnojiv:

$$\Sigma C_{org.} = 401 + 181 + 1271 + 260 = 2113$$

4.10.1. Struktura plodin – standardní část - P_{standard}

Na ($P_2 + P_5$) zbývá:

$$1158 P_2 - 238,6 - 90,4 - 50,9 - 11,7 = 766,4 \text{ ha}$$

Při dodržení poměru $P_2 : P_5$ z var.1.:

$$P_{2\text{var.1.}} = 717,2 \text{ ha}$$

$$P_{5\text{var.1.}} = 111,9 \text{ ha}$$

$$P_{2\text{var.1.}} + P_{5\text{var.1.}} = 829,1 \text{ ha}$$

$$P_2 = 766,4 * (717,2 / 829,1) = 663,0 \text{ ha}$$

$$P_5 = 766,4 * (111,9 / 829,1) = 103,4 \text{ ha}$$

Tabulka č. 15.

	P	P	Y_s	ΣY_s
Plodina	[ha]	[%Por]	[t.ha⁻¹]	[t]
P ₀ - jednoleté pícniny	90,4	7,80	6,61 _{č.7/11}	597
P ₁ - víceleté pícniny	238,6	20,61	5,54 _{č.7/11}	1322
P ₂ - obiloviny	663,0	57,25	3,79* _{č.7/11}	2513*
P ₅ - řepka	103,4	8,93	7,41(2,47)* _{č.7/11}	766(255)*
Por	1158	100,00		
P _{4a} - louky	254	17,15% Pz	3,38 _{č.7/11}	859
P _{4b} - pastviny	70	4,73% Pz	2,96 _{č.3/6}	207
Pz	1419			

*zrno obilovin a semeno řepky

4.11. Návrh struktury ZS – ZD Sádek, Lhota u Příbramě – var. 2.

-zaměření na bioplyn

Předpokládáme, že limitem pro stavy zvířat (ΣZ) budou objemová krmiva.

Vydeme z maximálního zastoupení $P_1 = 25 \% P_{\text{or}} = 289,5 \text{ ha}$

$$P_{\text{or}} = 1158 \text{ ha}$$

$$P_{4a} = 254 \text{ ha}$$

$$P_{4b} = 70 \text{ ha}$$

$$P_z = 1481 \text{ ha}$$

$$h_z = 0,5 \text{ DJ} \cdot \text{ha}^{-1}$$

$$k_n = 4,0 \text{ t.DJ}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Podíl víceletých pícnin ΣY_{s1} :

$$P_{1\text{bioplyn}} = 25 \% P_{\text{or}} - P_{1\text{standard}}$$

$$P_{1\text{bioplyn}} = 289,5 - 238,6 = 50,9 \text{ ha, odpovídá } 4,39 \% P_{\text{or}}$$

$$\Sigma Y_{s1} = P_{1\text{bioplyn}} * Y_{s1} = 50,9 * 5,54 = 282 \text{ t}$$

Podíl jednoletých (silážních) plodin ΣY_{s0}

$$\Sigma Y_{s0\text{-bioplyn}} = 0,274 * 282 = 77 \text{ t}$$

$$P_{0\text{-bioplyn}} = 77 / 6,61 = 11,7 \text{ ha}$$

Ve standardní části struktury plodin ponecháme relaci P_2 a P_5 z výchozí varianty – var.1.

Tabulka č. 16. Struktura plodin – část pro bioplyn - P_{bioplyn}

Plodina	P	P	Y _s	ΣY _s
	[ha]	[%P _{or}]	[t.ha ⁻¹]	[t]
P₀ – jedn.píc.	11,7	1,01	6,61 _{ε 7/11}	77
P₁ – víc.píc.	50,9	4,40	5,54 _{ε 7/11}	282
P_{or}	62,6			

$$\Sigma Z_{\text{-bioplyn}} = (\Sigma Y_{s0\text{-bioplyn}} + \Sigma Y_{s1\text{-bioplyn}}) / k_n = (77 + 282) / 4 = 89,75 \text{ DJ}$$

4.11.1. C – bilance osevního postupu – var. 2a) – zaměření na bioplyn (kejda)

Tabulka č. 17.

Plodina	P	Y _s	ΣY _s +ΣY _{sri,sl.}	ΣC _s +ΣC _{ri,sl.}	+/-C	C-bilance	C.ha ⁻¹
	[ha]	[t.ha ⁻¹]					
P₁-biopl.	50,9	5,54	282+127	85+46	46	46	
P₀-biopl.	11,7	6,61	77	23	-23	23+2074	
P₁-víc.p.	238,6	5,54	1322+595	401 +214	214	2311	
P₀-jed.p.	90,4	6,61	597	181	-181	2130	
P₂-obil.	663	3,79	2513+3192	163+ 1232	-1395	735	
P₅-řepka	103,4	2,47	255+510	17+197	-214	521	0,450

Sklizeň luk:

$$\Sigma Y_{s4a} = 859 \text{ t}$$

$$\Sigma C_{4a} = 859 * 0,386 * 0,785$$

$$\Sigma C_{4a} = 260$$

Suma uhlíku organických hnojiv:

$$\Sigma C_{org.} = 401 + 181 + 1232 + 260 = 2074$$

Poznámka: Takto by byla C-bilance v případě kejdy pro bioplyn

4.11.2. C – bilance osevního postupu – var. 2b) – zaměření na bioplyn (podestýlka sláma)

$$\Sigma Z - \text{standardní část} = \Sigma Z_{\text{dojný skot}} + \Sigma Z_{\text{masný skot}}$$

$$\Sigma Z - \text{standardní část} = 648_{(\text{podestýlka})} + 93_{(\text{rošty})}$$

$$\Sigma Z - \text{bioplyn-hnůj} = 89,75 \text{ DJ} \div 90 \text{ DJ}$$

Rozdělení obilovin pro: - Struktura ZS - pro bioplyn

- Struktura ZS – standardní část

$$P_2 = 663 \text{ ha}$$

$$P_{2-\text{bioplyn}} = 663 * 89,75 / (648 + 89,75) = 80,9 \text{ ha}$$

$$P_{2-\text{standardní část}} = 663 * 648 / 738 = 582,1 \text{ ha}$$

Tabulka č. 18. C – bilance osevního postupu – var. 2b) – zaměření na bioplyn
(podestýlka sláma)

Plodina	P	Y _s	$\Sigma Y_s + \Sigma Y_{\text{sri,sl.}}$	$\Sigma C_s + \Sigma C_{\text{ri,sl.}}$	+/-C	C-bilance	C.ha ⁻¹
	[ha]	[t.ha ⁻¹]					
P ₁ -biopl.	50,9	5,54	282+127	85+46	46	46	
P ₀ -biopl.	11,7	6,61	77	23	-23	23+1924	
P ₂ -biopl.	80,9	3,79	307+389	20+150	-170	1777	
P ₁ -víc.p.	238,6	5,54	1322+595	401+214	214	1991	
P ₀ -jed.p.	90,4	6,61	597	181	-181	1810	
P ₂ -obil.	582,1	3,79	2206+2802	143+1082	-1225	585	
P ₅ -řepka	103,4	2,47	255+510	17+197	-214	371	0,320

Sklizeň luk:

$$\Sigma Y_{s4a} = 859 \text{ t}$$

$$\Sigma C_{4a} = 859 * 0,386 * 0,785$$

$$\Sigma C_{4a} = 260$$

Suma uhlíku organických hnojiv:

$$\Sigma C_{org.} = 401 + 181 + 1082 + 260 = 1924$$

Tabulka č. 19. Pořadí variant podle přírůstku aktivního uhlíku ($C_{akt} \cdot ha^{-1}$):

Pořadí	Varianta	$C_{akt} \cdot ha^{-1}$
1.	Var. 1.a)	0,489
2.	Var. 2.a)	0,450
3.	Var. 1.)	0,403
4.	Var. 1.b)	0,351
5.	Var. 2.b)	0,320

Prodej potravinářského obilí (potr. pšenice a potr. žito)

Tabulka č. 20.

	r. 2003			r. 2004		
	P	Y_{2z}	ΣY_{2z}	P	Y_{2z}	ΣY_{2z}
	[ha]	[t.ha ⁻¹]	[t]	[ha]	[t.ha ⁻¹]	[t]
Potr.pšenice	226,31	2,8	633,6	339,2	5,25	1782,4
Potr.žito	126,4	3,98	502,8	157,26	4,76	748,3

Návrhy – prodej potr. pšenice

- potr. pšenice: $300 \text{ ha} * 3,79 \text{ t.ha}^{-1} = 1137 \text{ t}$
- potr. žito₂₀₀₃₋₂₀₀₄: $141,8 \text{ ha} * 3,79 \text{ t.ha}^{-1} = 538 \text{ t}$

Celkem 1675 t

Krmné obilí: $200 \text{ ha} * 3,87_{2003-2004} = 775 \text{ t}$

r. 2003 - 589,9 DJ

r. 2004 - 568,2 DJ

Průměr: 579 DJ

Spotřeba krmného obilí na 1DJ za rok:

$$775 / 579 = 1,338 \text{ t.DJ}^{-1}.\text{rok}^{-1} = 3,67 \text{ kg} \cdot \text{DJ}^{-1}.\text{den}^{-1}$$

Výpočet produkce ΣY_{2z} v návrzích, možné pro energetické využití

Tabulka č. 21.

Varianta	Produkce	Potravinářské obilí-prodej	Stav skotu	Krmné obilí -potřeba	Na bioetanol -zbývá
	[t]	[t]	[DJ]	[t]	[t]
var. 1	2718	1675*	741	992	51
var. 1.a)	2922	1675*	741	992	255
var. 1.b)	2593	1675*	741	992	-74
var. 2.	2513	1675*	831	1112	-274

Poznámka: * pro výnos 3,79 - záměr je udržet plochu potr. obilí – $P_{2-potr.obilí}$

Ve variantách 1.b) a var. 2 vyšly záporné hodnoty, navrhuje tedy snížit prodej potravinářské pšenice (viz. tab. č. 22). Aby bylo možné varianty vzájemně porovnat, budeme počítat s prodejem potravinářského obilí sníženým o 274 t (chybějící obilí pro výrobu bioetanolu ve var. 2).

Tabulka. č. 22.

Varianta	Produkce	Potravinářské obilí-prodej	Stav skotu	Krmné obilí potřeba	Na bioetanol zbývá	Energie bioetanol
	[t]	[t]	[DJ]	[t]	[t]	[kWh]
var. 1	2718	1401	741	992	325	332 339
var. 1.a)	2922	1401	741	992	529	540 945
var. 1.b)	2593	1401	741	992	200	204 516
var. 2.	2513	1401	831	1112	0	-

Produkce řepky pro bioenergii řepkového oleje (MEŘO)

Tabulka č. 23.

Varianta	Produkce řepky	Řepkový olej	Energie
	[t]	[t]	[kWh]
var. 1.	276	88,3	222 516
var. 1.a)	143	45,8	115 416
var. 1.b)	358	114,6	288 792
var. 2.	255	81,6	205 632

Produkce bioplynu – var. 2.

Tabulka č. 24.

Varianta	Stav skotu [DJ]	Produkce bioplynu [m ³]	Energie (bioplyn) [kWh]
Var. 2.	89,75	30 874	55 207

Porovnání jednotlivých variant z hlediska produkce bioenergie

Vydeme z předpokladu, že 1 t zrna, při minimální škrobnatosti 58 %, poskytne 342 l etanolu, což je 1032 kWh (1 l etanolu – 2,99 kWh).

Tabulka č. 25.

Varianta	Bioetanol [kWh]	Řepkový olej [kWh]	Bioplyn [kWh]	Celkem [kWh]
var. 1.	332 339	222 516	-	554 855
var. 1.a)	540 945	115 416	-	656 361
var. 1.b)	204 516	288 792	-	493 308
var. 2.	-	205 632	55 207	260 839

5. DISKUZE A ZÁVĚR

Cílem práce bylo zhodnotit možnosti a limity produkce bioenergie v zemědělském družstvu Lhota u Příbramě za časovou řadu 11 let (1994-2004).

Podnik se nachází v méně příznivých klimatických a půdních podmínkách, a tedy pro dosažení příznivých (optimálních) výrobních a ekonomických parametrů je klíčové udržení, případně zvýšení stavu skotu, to je ovšem limitováno kvótami výroby mléka.

Je zde předložen výpočet návrhu optimální struktury ZS na principu uhlíkové bilance. Mezi zdroje uhlíku v ZS patří především jednoleté, víceleté pícniny a drnový fond, neutrálními plodinami jsou obilniny.

Dále jsme stanovili dekompozici ZS, vypočetli potřebné parametry, navrhli novou strukturu a dvě varianty. Jedna varianta se zaměřením na energetické plodiny (obiloviny, řepka) a varianta druhá zaměřena na bioplyn. Vyšli jsme z maximálního zastoupení $P_1 = 25\% P_{or}$.

Při výpočtu normální struktury vychází výpočet z obilovin (ΣY_{2z}), kde je vysoké zastoupení ($60,92\% P_{or}$).

Parametr OMEGA 2 je za časovou řadu roven hodnotě 0,796, což značí, že výnos zrna obilovin není plně kryt aktivním uhlíkem zdrojů, je to dáno vysokým zastoupením obilovin – 61% a řepky 9,36%.

Navržené struktury byly vyhodnoceny metodou uhlíkové bilance podobně jako u analýzy osevních postupů. Bilance ΣC_{org} je na konci vegetace ve všech variantách kladná. Z toho vyplývá, že soustava se vyvíjí progresivně. V opačném případě by to znamenalo, že vyrovnání bilance uhlíku v následující rotaci není možné, a proto by stabilita soustavy klesala.

Produkce bioplynu od skotu (89,75 DJ) je $30\,874\text{ m}^3$, což odpovídá 55 207 kWh. Z řepkového semene se vyrobí 114,6 t oleje, což odpovídá 288 792 kWh.

Spotřeba krmného obilí na 1 DJ za rok je 3,67 kg . DJ⁻¹ . den⁻¹,
což je 1339,6 kg . DJ⁻¹ . rok⁻¹.

Při výpočtech získané energie (kWh) z řepkového oleje, či z etanolu jsou použity přepočítávací koeficienty dle KUDRNY, ŠINDELÁŘOVÉ (2000), které uvedli ve své práci:

- pro bioplyn – 1,69 kWh – 1 m³ bioplynu
- pro etanol – 2,99 kWh– 1 litr etanolu
- pro řepkový olej – 2,52 kWh– 1 kg oleje

Při úrovni výnosů, se kterými v návrzích počítáme, se jako nejvýhodnější jeví varianta zaměřená na obiloviny.

Dále je v práci zmíněn narůstající zájem o využívání obnovitelných zdrojů energie a popsáno jejich možné využití (biomasa, biopaliva, bioplynové stanice). V současné době je výroba biopalin na hranici návratnosti investic.

6. POUŽITÁ LITERATURA

1. **ALTERNATIVNÍ ENERGIE.** Úspory paliv a energie a využívání netradičních zdrojů energie v domácnosti a podnikání. Praha : ČEMC, 2000, roč.3. 72 s.
2. **HEJDUK, P.** Hygienizace bioodpadů a výroba bioplynu. Biom.cz, 2005, <http://biom.cz/>
3. **KAJAN, M.** Bioplyn z odpadů živočišné výroby. Biom.cz, 2005, <http://biom.cz/>
4. **KÁRA, J.** Motorová paliva z biomasy v České republice. Zemědělské informace. Praha : ÚZPI, 2001, č. 25. 40 s.
5. **KOZÁK, J.** Zkušenosti s výstavbou zemědělských bioplynových stanic. Biom.cz, 2005, <http://biom.cz/>
6. **KŘEPELKA, V.** Využití bioetanolu jako paliva v zemědělství. Studijní informace - zemědělská technika a stavby. Praha : ÚZPI, 1997, č. 4. 40 s.
7. **KUDRNA, K.** Zemědělské soustavy. Praha : SZN, 1979, 708 s.
8. **KUDRNA, K.** Zemědělské soustavy. Druhé doplněné vydání. Praha : SZN, 1985, 720 s.
9. **KUDRNA, K.** Zákony vývoje zemědělských soustav. Meliorace, 1989, roč. 25, č. 2, s. 81-92.
10. **KUDRNA, K.** Analýza a navrhování zemědělských soustav. Meliorace, 1989, roč. 25, č. 2, s. 93-103.
11. **KUDRNA, K.** Zemědělské systémové inženýrství, jeho cíle, metody a uplatnění v zemědělských soustavách. Neuměřice : Centrum pro zemědělské soustavy, 1996, 56 s.
12. **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 Sciences, 2000, roč. 17, č. 2, s. 121 - 129.
13. **KUŽEL, S., LEDVINA, R., KOLÁŘ, L., KLUFOVÁ, R.** Využití travní hmoty pro výrobu bioplynu. Sborník konference Možnosti výroby a využití bioplynu v zemědělství, Třeboň, 2001, 132 s.
14. **MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z.** Energetické plodiny v ekologickém zemědělství. Vh press Hradec Králové, 1998, 56 s.
15. **MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z.** Alternativní plodiny. JU ZF v Českých Budějovicích, 1996, 92 s.
16. **OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE.** Kolektiv autorů. FCC Public, 2001, 58 s.

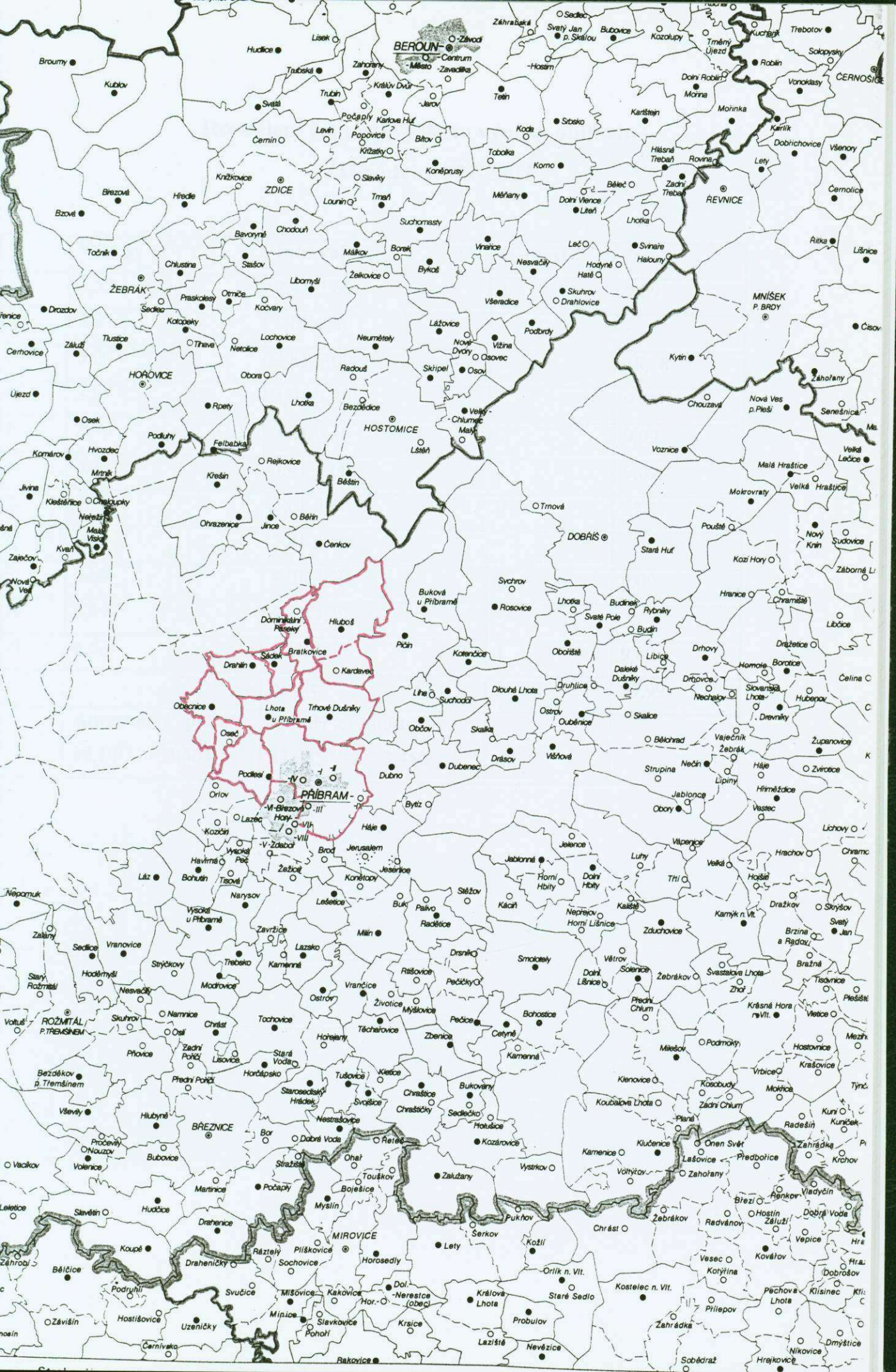
17. **PASTOREK, Z.** Výroba bioplynu v zemědělství ČR. Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha, Sborník "Biomasa - zdroj obnovitelné energie v krajině", Průhonice 2000, s. 73 - 76.
18. **PASTOREK, Z.** Bioplyn v zemědělství. Sborník semináře "Efektivní využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie". Celostátní výstava Země Živitelka, České Budějovice, 1995, s. 2 - 7.
19. **PASTOREK, Z.** Využití odpadní biomasy rostlinného původu. Studijní informace – zemědělská technika, 1999, č. 12. 68 s.
20. **PETŘÍKOVÁ, V.** Světové zdroje obnovitelné energie a průmyslových surovin z biomasy. CZ – Biom & VÚR V, Sborník "Energetické a průmyslové rostliny VI", Chomutov, 2000, 169 s.
21. **QUITT, E.** Klimatické oblasti Československa. Geografický ústav ČSAV v Brně, 1971.
22. **KÁRA, J., JEVIŠ, P.** Řepka jako energetická plodina. Úroda, ročník 50, červen 2002, 62 s.
23. **VYUŽITÍ BIOMASY K ENERGETICKÝM ÚČELŮM.** Studie VTR. ÚVTIZ, Praha 1986, č. 15, 68 s.
24. **ŠOCH, M.** Agroenergetika a její zapojení do výuky na FŽP UJEP Ústí nad Labem: Výroba a využití bioplynu: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 1996, 58 s.
25. **TICHÝ, F. a kol.** Pěstební technologie a úprava zrna pšenice ozimé a tritikale pro výrobu etanolu. Studijní zpráva ÚZPI, 2001, Rostlinná výroba č. 5, 41 s.
26. **VÁŇA, J., SLEJŠKA, A.** Bioplyn z rostlinné biomasy. Studijní informace, řada Rostlinná výroba. Praha : ÚZPI, 1998, č. 5, 41 s.

7. PŘÍLOHY

Příloha I. Mapy - polohy ZD Sádek

Příloha II. Rozdělení četností výskytu výnosů

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



**Rozdělení četností výskytu výnosů obilovin –
ZD Sádek 1994-2004**

	Výnosy	Intervaly	Četnost	%
1.	2,52	2,41-2,60	1	9,09
2.	2,93	2,61-2,80	-	-
3.	3,00	2,81-3,00	2	18,18
4.	3,07	3,01-3,20	1	9,09
5.	3,40	3,21-3,40	1	9,09
6.	3,44	3,41-3,60	1	9,09
7.	3,62	3,61-3,80	3	27,27
8.	3,63	3,81-4,00	-	
9.	3,80	4,01-4,20	1	9,09
10.	4,17	4,21-4,40	-	
11.	4,52	4,41-4,60	1	9,09
		Součet	11	99,99
	Aritmetický průměr: $38,10/11 = 3,464$	Průměr z četností: $37,955 / 11 = 3,450$		



Mapa okresu Příbram



Rozdělení četností výskytu výnosů kukuřice – ZD Sádek

1994-2004

	Výnosy	Intervaly	Četnost	%
1.	1,59	1,51-2,00	1	9,09
2.	2,74	2,01-2,50	-	-
3.	2,80	2,51-3,00	3	27,27
4.	2,98	3,01-3,50	1	9,09
5.	3,12	3,51-4,00	-	-
6.	5,41	4,01-4,50	-	-
7.	6,40	4,51-5,00	-	-
8.	6,66	5,01-5,50	1	9,09
9.	7,02	5,51-6,00	-	-
10.	8,72	6,01-6,50	1	9,09
11.	8,80	6,51-7,00	1	9,09
		7,01-7,50	1	9,09
		7,51-8,00	-	-
		8,01-8,50	-	-
		8,51-9,00	2	18,18
		Součet	11	99,99
	Arit. průměr: 56,24/11=5,113	Průměr z četností: 56,305/11=5,189		

Rozdělení četností výskytu víceletých pícnin - ZD Sádek

1994-2004

	Výnosy	Intervaly	Četnost	%
1.	1,76	1,51-2,00	1	9,90
2.	3,74	2,01-2,50	-	-
3.	4,26	2,51-3,00	-	-
4.	4,38	3,01-3,50	-	-
5.	4,45	3,51-4,00	1	9,90
6.	4,45	4,01-4,50	4	36,36
7.	4,78	4,51-5,00	1	9,90
8.	5,20	5,01-5,50	2	18,18
9.	5,20	5,51-6,00	-	-
10.	6,77	6,01-6,50	-	-
11.	8,20	6,51-7,00	1	9,90
		7,01-7,50	-	-
		7,51-8,00	-	-
		8,01-8,50	1	9,90
	Arit. průměr: $53,19/11 = 4,835$	Součet Průměr z četností: $52,805/11 = 4,800$	11	99,99

Rozdělení četností výskytu výnosů řepky – ZD Sádek 1994-2004

1994-2004

	Výnosy	Interval	Četnost	%
1.	1,18	1,01-1,20	1	9,09
2.	1,60	1,21-1,40	-	-
3.	1,66	1,41-1,60	1	9,09
4.	1,67	1,61-1,80	2	18,18
5.	2,06	1,81-2,00	-	-
6.	2,25	2,01-2,20	1	9,09
7.	2,46	2,21-2,40	1	9,09
8.	2,59	2,41-2,60	3	27,27
9.	2,60	2,61-2,80	2	18,18
10.	2,63			
11.	2,70			
		Součet	11	99,99
	Průměr arit.: 23,40/11=2,127	Průměr z četností: 23,355/11=2,123		

**Rozdělení četností výskytu výnosů luk – ZD Sádek, Lhota u Příbramě
1994-2004**

	Výnosy	Intervaly	Četnost	%
1.	1,66	1,51-1,75	2	18,18
2.	1,70	1,76-2,00	1	9,09
3.	1,93	2,01-2,25	-	-
4.	2,63	2,26-2,50	-	-
5.	3,08	2,51-2,75	1	9,09
6.	3,14	2,76-3,00	-	-
7.	3,15	3,01-3,25	3	27,27
8.	3,40	3,26-3,50	2	18,18
9.	3,44	3,51-3,75	1	9,09
10.	3,63	3,76-4,00	1	9,09
11.	3,86			
		Součet	11	99,99
	Průměr arit. 31,62/11=2,87	Průměr z četností: 31,43/11= 2,857		

VYVOJ PLOCH A VYNOSU

----- PREHLED VSTUPNICH UDAJU -----

soustava : C:\SOUBOR1\ZS\PB_LHOTA.DAT

rok	Pzem [ha]	Por [ha]	stav skotu [DJ]	spotreba NPK [t]
1994	1566.10	1347.90	480.80	91.20
1995	1554.50	1352.50	487.80	124.70
1996	1527.40	1330.80	522.60	123.40
1997	1511.21	1314.70	588.45	122.90
1998	1516.50	1319.90	592.90	122.00
1999	1508.30	1278.40	516.70	142.10
2000	1517.50	1287.60	549.30	128.50
2001	1525.70	1295.80	576.30	141.60
2002	1577.40	1338.40	594.20	158.40
2003	1538.80	1295.30	589.90	138.60
2004	1481.00	1157.50	568.20	142.30

PRUMER 1529.49 1301.71 551.56 130.52

soustava : C:\SOUBOR1\ZS\PB_LHOTA.DAT plodina : ostat. jednol. pic.

ROK	P[ha]	Por[%]	Y[t/ha]	Ys[t]	Ys[t/ha]
1994	31.5	2.34	8.90	56.1	1.78
1995	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
1996	56.5	4.25	14.59	164.9	2.92
1997	22.5	1.71	15.00	67.5	3.00
1998	20.5	1.55	12.89	52.8	2.58
1999	17.9	1.40	5.46	19.5	1.09
2000	16.0	1.24	24.59	78.7	4.92
2001	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
2002	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
2003	29.7	2.29	9.77	58.0	1.95
2004	52.5	4.53	6.88	72.2	1.38
SUMA :	247.0			569.7	
PRUMER:	22.5	1.73	11.53	51.8	2.3
Y max =	24.59 t/ha				
Y min =	5.46 t/ha				

soustava : C:\SOUBOR1\ZS\PB_LHOTA.DAT plodina : kukurice na silaz

ROK	P[ha]	Por[%]	Y[t/ha]	Ys[t]	Ys[t/ha]
1994	106.0	7.86	7.95	168.5	1.59
1995	121.0	8.95	14.00	338.8	2.80
1996	122.5	9.20	43.98	1077.5	8.80
1997	155.7	11.84	35.10	1093.0	7.02
1998	142.5	10.80	33.29	948.8	6.66
1999	112.0	8.76	27.05	605.9	5.41
2000	148.5	11.53	32.00	950.4	6.40
2001	170.0	13.12	13.69	465.5	2.74
2002	200.3	14.97	15.60	624.9	3.12
2003	140.0	10.81	14.92	417.8	2.98
2004	125.6	10.85	43.58	1094.7	8.72
SUMA :	1544.1			7785.8	
PRUMER:	140.4	10.78	25.21	707.8	5.0
Y max =	43.98 t/ha				
Y min =	7.95 t/ha				

soustava : C:\SOUBOR1\ZS\PB_LHOTA.DAT plodina : vicelete picniny

ROK	P[ha]	Por[%]	Y[t/ha]	Ys[t]	Ys[t/ha]
1994	221.5	16.43	4.68	829.3	3.74
1995	231.2	17.09	6.50	1202.2	5.20
1996	247.5	18.60	5.33	1055.3	4.26
1997	220.9	16.80	5.48	968.4	4.38
1998	226.9	17.19	5.56	1009.3	4.45
1999	171.6	13.42	6.50	892.3	5.20
2000	167.1	12.98	10.25	1370.2	8.20
2001	185.0	14.28	8.46	1252.1	6.77
2002	193.3	14.44	5.56	859.8	4.45
2003	171.0	13.20	2.20	301.0	1.76
2004	0.1	0.01	5.98	0.5	4.78
SUMA :	2036.1			9740.4	
PRUMER:	185.1	14.22	5.98	885.5	4.8
Y max =	10.25 t/ha				
Y min =	2.20 t/ha				

soustava : C:\SOUBOR1\ZS\PB_LHOTA.DAT plodina : obiloviny

ROK	P[ha]	Por[%]	Y[t/ha]	Ys[t]	Ys[t/ha]
1994	918.8	68.17	2.52	5255.9	5.72
1995	793.5	58.67	2.93	5277.6	6.65
1996	775.8	58.30	3.63	6392.7	8.24
1997	847.8	64.49	3.40	6543.3	7.72
1998	767.6	58.16	3.80	6621.3	8.63
1999	806.7	63.10	3.62	6629.0	8.22
2000	758.2	58.88	3.44	5920.6	7.81
2001	747.8	57.71	4.17	7078.6	9.47
2002	792.3	59.20	3.00	5395.6	6.81
2003	674.0	52.03	3.07	4697.0	6.97
2004	840.0	72.57	4.52	8618.7	10.26
SUMA :	8722.5			68430.4	
PRUMER:	793.0	60.92	3.46	6220.9	7.8
Y max =	4.52 t/ha				
Y min =	2.52 t/ha				

soustava : C:\SOUBOR1\ZS\PB_LHOTA.DAT plodina : luskoviny na zrno

ROK	P[ha]	Por[%]	Y[t/ha]	Ys[t]	Ys[t/ha]
1994	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
1995	8.0	0.59	1.63	31.3	3.91
1996	20.0	1.50	0.50	24.0	1.20
1997	12.8	0.97	2.34	71.9	5.62
1998	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
1999	17.0	1.33	2.18	88.9	5.23
2000	36.0	2.80	1.31	113.2	3.14
2001	42.0	3.24	2.75	277.2	6.60
2002	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
2003	89.5	6.91	0.20	43.0	0.48
2004	32.5	2.81	4.03	314.3	9.67
SUMA :	257.8			963.8	
PRUMER:	23.4	1.80	1.56	87.6	3.7
Y max =	4.03 t/ha				
Y min =	0.20 t/ha				

soustava : C:\SOUBOR1\ZS\PB_LHOTA.DAT

plodina : repka

ROK	P[ha]	Por[%]	Y[t/ha]	Ys[t]	Ys[t/ha]
1994	101.6	7.54	2.06	627.9	6.18
1995	122.8	9.08	2.25	828.9	6.75
1996	97.0	7.29	1.66	483.1	4.98
1997	35.0	2.66	1.67	175.4	5.01
1998	143.0	10.83	2.63	1128.3	7.89
1999	143.7	11.24	2.46	1060.5	7.38
2000	161.8	12.57	2.59	1257.2	7.77
2001	151.0	11.65	2.60	1177.8	7.80
2002	152.5	11.39	1.60	732.0	4.80
2003	177.8	13.73	1.18	629.4	3.54
2004	53.9	4.66	2.70	436.6	8.10
SUMA :	1340.1			8537.0	
PRUMER:	121.8	9.36	2.12	776.1	6.4
Y max =	2.70 t/ha				
Y min =	1.18 t/ha				

soustava : C:\SOUBOR1\ZS\PB_LHOTA.DAT

plodina : horcice

ROK	P[ha]	Por[%]	Y[t/ha]	Ys[t]	Ys[t/ha]
1994	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
1995	58.0	4.29	0.29	50.5	0.87
1996	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
1997	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
1998	11.5	0.87	1.74	60.0	5.22
1999	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
2000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
2001	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
2002	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
2003	13.2	1.02	0.74	29.3	2.22
2004	21.9	1.89	1.00	65.7	3.00
SUMA :	104.6			205.5	
PRUMER:	9.5	0.73	0.65	18.7	2.0
Y max =	1.74 t/ha				
Y min =	0.29 t/ha				

soustava : C:\SOUBOR1\ZS\PB_LHOTA.DAT

plodina : kmin

ROK	P[ha]	Por[%]	Y[t/ha]	Ys[t]	Ys[t/ha]
1994	0.1	0.01	0.36	0.1	1.08
1995	15.0	1.11	0.01	0.5	0.03
1996	11.6	0.87	0.68	23.7	2.04
1997	20.0	1.52	0.55	33.0	1.65
1998	8.0	0.61	0.08	1.9	0.24
1999	0.1	0.01	0.36	0.1	1.08
2000	0.1	0.01	0.36	0.1	1.08
2001	0.1	0.01	0.36	0.1	1.08
2002	0.1	0.01	0.36	0.1	1.08
2003	0.1	0.01	0.36	0.1	1.08
2004	0.1	0.01	0.36	0.1	1.08
SUMA :	55.3			59.8	
PRUMER:	5.0	0.39	0.36	5.4	1.1
Y max =	0.68 t/ha				
Y min =	0.01 t/ha				

soustava : C:\SOUBOR1\ZS\PB_LHOTA.DAT

plodina : louky

<u>ROK</u>	<u>P[ha]</u>	<u>Pzem[%]</u>	<u>Y[t/ha]</u>	<u>Ys[t]</u>	<u>Ys[t/ha]</u>
1994	218.2	13.93	4.82	841.4	3.86
1995	202.0	12.99	4.30	694.9	3.44
1996	196.5	12.86	3.29	517.2	2.63
1997	196.5	13.00	4.54	713.7	3.63
1998	196.5	12.96	2.13	334.8	1.70
1999	183.9	12.19	3.85	566.4	3.08
2000	183.9	12.12	2.41	354.6	1.93
2001	183.9	12.05	2.08	306.0	1.66
2002	184.0	11.66	3.94	580.0	3.15
2003	173.5	11.28	3.92	544.1	3.14
2004	253.5	17.12	4.25	861.9	3.40
SUMA :	2172.4			6314.9	
PRUMER:	197.5	12.91	3.63	574.1	2.9
Y max =			4.82 t/ha		
Y min =			2.08 t/ha		

soustava : C:\SOUBOR1\ZS\PB_LHOTA.DAT

plodina : pastviny

<u>ROK</u>	<u>P[ha]</u>	<u>Pzem[%]</u>	<u>Y[t/ha]</u>	<u>Ys[t]</u>	<u>Ys[t/ha]</u>
1994	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
1995	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
1996	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
1997	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
1998	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00
1999	46.0	3.05	1.65	60.7	1.32
2000	46.0	3.03	1.84	67.7	1.47
2001	46.0	3.02	2.62	96.4	2.10
2002	55.0	3.49	2.38	104.7	1.90
2003	70.0	4.55	4.29	240.2	3.43
2004	70.0	4.73	4.29	240.2	3.43
SUMA :	333.0			810.0	
PRUMER:	30.3	1.98	3.04	73.6	2.4
Y max =			4.29 t/ha		
Y min =			1.65 t/ha		

DEKOMPOZICE ZEMEDELSKE SOUSTAVY

soustava : C:\SOUBOR1\ZS\PB_LHOTA.DAT období 1994 - 2004

**** dzeta 2 = 0.192 **** Eta 0 = 0.462
 **** dzeta 3 = 1111.000 **** omega 1 = 0.529
 **** omega 2 = 0.784

PARAMETR	suma Ys [t/rok]	suma C [t/rok]	suma Ck [t/rok]
plodina			
jednolete	759.6	293.2	230.2
vicelete	885.5	341.8	268.3
rhizomy	885.5	143.4	143.4
zrno ob.	2777.0	180.5	
slama ob.	3526.8	1361.3	1361.3
obiloviny celkem	6303.8	1541.9	
olejniny	794.8		
louky	574.1	221.6	174.0

celkova suma Ck [t/rok] = 2177.2
 suma Ck - suma Y2(z) [t/rok] = -599.8
 suma C2(s1) - suma Ys(3) [t/rok] = 566.6

ROK	ETA 0	VYVOJ PARAMETRU Y2(z)	Ys2/	Ys/	Ys0+1+4/	Ys/Z	Ys/H	hz	Ys/Pz
			Ys0+1+4	Ys0+1+4	Z				
1994	0.101	2315.4	2.773	4.104	3.942	16.18	85.298	0.307	4.967
1995	0.179	2338.0	2.374	3.768	4.584	17.27	67.560	0.314	5.420
1996	0.685	2826.2	2.280	3.460	5.386	18.63	78.917	0.342	6.376
1997	0.650	2912.5	2.327	3.400	4.831	16.43	78.651	0.389	6.396
1998	0.706	2916.9	2.823	4.330	3.956	17.13	83.256	0.391	6.698
1999	0.399	2957.3	3.132	4.627	4.151	19.21	69.834	0.343	6.579
2000	0.530	2655.4	2.138	3.584	5.137	18.41	78.698	0.362	6.664
2001	0.281	3233.8	3.470	5.025	3.679	18.49	75.238	0.378	6.983
2002	0.405	2376.9	2.487	3.825	3.651	13.96	52.381	0.377	5.260
2003	0.385	2087.1	3.036	4.458	2.646	11.80	50.216	0.383	4.523
2004	0.993	3927.8	3.936	5.157	3.994	20.60	82.256	0.384	7.903
prumer	0.462	2777.0	2.751	4.100	4.157	17.05	72.033	0.361	6.147

ROK	VYVOJ	PARAMETRU					
	H/Pz [kg NPK]	Ys [t]	Ys0 [t]	Ys2 [t]	Ys3 [t]	Ys1+4 [t]	Ys0+1+4 [t]
1994	58.23	7779.2	224.6	5255.9	0.0	1670.7	1895.3
1995	80.22	8424.7	338.8	5308.9	0.0	1897.1	2235.9
1996	80.79	9738.3	1242.4	6416.7	0.0	1572.5	2814.9
1997	81.33	9666.2	1160.5	6615.2	0.0	1682.1	2842.6
1998	80.45	10157.2	1001.6	6621.3	0.0	1344.1	2345.7
1999	94.21	9923.4	625.5	6717.9	0.0	1519.5	2144.9
2000	84.68	10112.7	1029.1	6033.8	0.0	1792.5	2821.6
2001	92.81	10653.7	465.5	7355.8	0.0	1654.5	2120.0
2002	100.42	8297.1	624.9	5395.6	0.0	1544.5	2169.4
2003	90.07	6959.9	475.8	4740.0	0.0	1085.3	1561.1
2004	96.08	11705.0	1166.9	8933.1	0.0	1102.6	2269.5
prumer	85.334	9401.6	759.6	6308.6	0.0	1533.2	2292.8

REGRESNI PRIMKY VYVOJE ZAKLADNICH PARAMETRU

Parametr	rovnice regresni primky	koef.korelace
ETA 0	$Y = 0.290 + 0.032 * X$	$r = 0.271$
Y2(z)	$Y = 2444.734 + 55.380 * X$	$r = 0.172$
Ys2/Ys0+1+	$Y = 2.215 + 0.097 * X$	$r = 0.509$
Ys/Ys0+1+4	$Y = 3.524 + 0.106 * X$	$r = 0.503$
Ys0+1+4/Z	$Y = 4.932 - 0.126 * X$	$r = -0.460$
Ys/Z	$Y = 17.559 - 0.076 * X$	$r = -0.316$
Ys/H	$Y = 82.514 - 1.596 * X$	$r = -0.326$
hz	$Y = 0.322 + 0.006 * X$	* $r = 0.674$
Ys/Pz	$Y = 5.676 + 0.081 * X$	$r = 0.177$
H/Pz	$Y = 68.223 + 2.861 * X$	** $r = 0.804$
Ys	$Y = 8781.024 + 103.426 * X$	$r = 0.207$
Ys0	$Y = 648.076 + 18.587 * X$	$r = 0.283$
Ys2	$Y = 5548.177 + 126.731 * X$	$r = 0.175$
Ys3	$Y = 0.000 + 0.000 * X$	$r = 0.000$
Ys1+4	$Y = 1848.408 - 52.532 * X$	* $r = -0.621$
Ys0+1+4	$Y = 2496.484 - 33.945 * X$	$r = -0.156$

SOUBOR KOEFICIENTU "*"KFG"

Nazev, skupina plodin a koef. prepoctu sklizene hmoty na susinu

ostat. jednol. pic.	1	0.2000	0	0.0000
kukurice na silaz	0	0.2000	0	0.0000
vícelete picniny	2	0.8000	0	0.0000
obiloviny	3	2.2700	0	0.0000
luskoviny na zrno	3	2.4000	0	0.0000
repka	5	3.0000	0	0.0000
horcice	5	3.0000	0	0.0000
kmin	7	3.0000	0	0.0000
louky	8	0.8000	0	0.0000
pastviny	9	0.8000	0	0.0000
	0	0.0000	0	0.0000
	0	0.0000	0	0.0000
	0	0.0000	0	0.0000
	0	0.0000	0	0.0000
	0	0.0000	0	0.0000

Seznam koeficientu pouzivanych ve vypoctech

1. Ys	-->	C jednolete picniny	:	0.386
2. Ys	-->	C vícelete picniny	:	0.386
3. Ys	-->	C louky	:	0.386
4. Ysl	-->	C(rhizomy)	:	0.360
5. C	-->	Ck jednolete picniny	:	0.785
6. C	-->	Ck vícelete picniny	:	0.785
7. C	-->	Ck louky	:	0.785
8. suma Ysl	-->	Dzeta	:	1.000
9. suma Ys2	-->	Dzeta	:	0.750
10. suma Ys4	-->	Dzeta	:	0.500
11. C(rhizomy) -		korekce pro 1 uzitk. rok	:	0.300
12. C(rhizomy) -		korekce pro 2 uzitk. roky	:	0.450
13. C(rhizomy) -		korekce pro 3 uzitk. roky	:	0.600
14. Y0	-->	Ys0	:	0.200
15. Y1	-->	Ysl	:	1.000
16. Y3	-->	Ys3	:	0.342
17. Y4	-->	Ys4(louky).....	:	1.000
18. Y2(z)	-->	C2(z)	:	0.065
19. Y2(z)	-->	Y2(sl)	:	1.270
20. Y2(sl)	-->	C2(sl)	:	0.386
21. C2(sl)	-->	Ys3	:	1.000
22. C2(z+sl)	-->	Y2(z)	:	1.800
23. C2(z+sl)	-->	Ys0+1+4	:	2.590
24. Z (DJ)	-->	Ys0+1+4	:	3.830
25. Ys0+1+4	-->	Ys0	:	0.215

Regeresní přímka vývoje parametru

Y_0	$Y = 21,31 + 0,26x$	$r = 0,320$
Y_1	$Y = 6,01 + 0,01x$	$r = 0,333$
Y_2	$Y = 2,94 + 0,08x$	$r = 0,308$
Y_4	$Y = 3,94 + 0,07x$	$r = -0,223$