

WEAK POINTS OF ORGANIC PLANT PRODUCTION FROM THE POINT OF VIEW OF SUSTAINABILITY

SLABÁ MÍSTA EKOLOGICKÉ ROSTLINNÉ PRODUKCE Z HLEDISKA TRVALÉ UDRŽITELNOSTI

Valtýniová S., Křen J.

Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

E-mail: xvaltyni@mendelu.cz, kren@mendelu.cz

ABSTRACT

Objective of this paper is to find weak points in system of organic plant production with base in research on organic farms. Two farms were chosen with different production orientation to enable consideration of different systems and assessment was done by indicators (methodology by Vereijken, 1997; Křen et al., 2000). Values of indicators were counted out from production technology data and also from other records and information from the farms. The main areas of assessment were nutrient and organic matter balance, influence on countryside, productivity and economics of production. Especially at the farm without use of farmyard manures (farm 1) is negative balance of phosphorus and potassium. Nitrogen balance is positive but much better at the farm with use of farmyard manures (farm 2). Similar situation is in balance of organic matter. Productivity of system is 22 and 24 GU. ha⁻¹. Positively can be valued cover of soil by plants and ecological infrastructure.

Key words: nutrients balance, organic matter balance, indicators, systems

ABSTRAKT

Cílem prezentované práce je na základě šetření na ekologických farmách nalézt slabé články v systému ekologické rostlinné produkce. Byly vybrány 2 ekologické farmy s odlišným výrobním zaměřením, aby bylo možné posoudit různé systémy, a hodnocení bylo prováděno na základě indikátorů (metodika dle Vereijken, 1997; Křen a kol., 2000), jejichž hodnoty byly vypočteny zejména z informací o uplatňovaných technologiích, ale i z dalších záznamů a informací z obou podniků. Základními oblastmi hodnocení byly bilance živin a organické hmoty, vliv na krajinu, produktivita a ekonomika produkce. Zejména v podniku bez aplikace statkových hnojiv (podnik 1), se projevuje nevyrovnaná bilance fosforu a draslíku. Bilance dusíku je sice kladná, ale výrazně nižší než při použití statkových hnojiv (podnik 2). Stejně tak je tomu u bilance organické hmoty. Výrobnost systému dosahuje hodnoty 22 a 24 OJ.ha⁻¹. Pozitivně lze hodnotit pokrytí půdy vegetací a rozsah ekologické infrastruktury.

Klíčová slova: bilance živin, bilance organické hmoty, indikátory, systémy

ÚVOD

System ekologického zemědělství je alternativou k tradičně používanému konvenčnímu způsobu hospodaření ve smyslu omezení vstupů nepřírodního, syntetického charakteru. V oblasti rostlinné produkce jsou to syntetická minerální hnojiva a chemické prostředky na ochranu rostlin. Snižuje se tím intenzita hospodaření a zvyšuje náročnost na mechanické práce. I při tom by ale ekologická polní produkce měla zůstat vyváženým systémem co se týče biologicko-fyzikálních parametrů (hospodaření s živinami, organickou hmotou, půdní vlastnosti) ale i ekonomicky, tedy být konkurenceschopná. Tyto vyjmenované oblasti tvoří dvě z dimenzí trvale udržitelného rozvoje. Třetí dimenze, sociální, není v této práci řešena.

Jako cíle ekologického systému zemědělství lze tedy stanovit:

- omezení negativního působení na životní prostředí,
- využívání přírodních procesů, ne boj s nimi,
- zlepšení péče o půdu a o krajinu,
- produkce potravin bez reziduí cizorodých látek,
- uchování tradičních postupů a znalostí,
- lepší „sociální přívětivost“.

V podmínkách České republiky se ekologické zemědělství v produkční oblasti potýká zejména s problémy výnosů plodin, struktury produkce, regulace škodlivých činitelů a kvality produktů (prokazatelnosti existence rozdílů). Vzhledem k tomu, že hospodaření ekologickým způsobem převládá v nějakým způsobem méně příznivých oblastech (LFA) a jeho charakter sám o sobě je extenzivnější, než v konvenčním zemědělství, dají se rozdíly ve výnosech plodin v obou systémech očekávat. Přesto však je produkční funkce ekologického zemědělství nedostatečná a podniky jsou téměř zcela závislé na dotacích (Moudrý, 2006). Nicméně i v této oblasti existují rezervy. Struktura produkce je problémem zejména co se týče vzájemného poměru živočišné a rostlinné produkce obzvláště výrazné převahy travních porostů s chovem krav BTM. Ale i když podnik hospodaří pouze na orné půdě, postihují ho stejné neduhy, jako je tomu v konvenčních podnicích: nízký podíl leguminóz a úbytek produkce chlévského hnoje jako hnojiva (Moudrý, 2006).

Pro hodnocení zemědělských systémů i podniků, identifikaci a kvantifikaci slabých míst a optimalizaci a vylepšování zemědělských systémů na úrovni farmy jsou v Evropě hojně využívány různé metodiky a modely založené na indikátorech (Vereijken, 1997; Křen a kol., 2000; Křen, 2002). Jednotlivé metody se liší podle toho, komu má jejich používání a výsledky sloužit. Indikátory pro zemědělce a administrativu musí být jednoznačné a jednoduché, pro výzkum můžou být složitější a komplexnější aby umožňovaly analýzu.

Cílem prezentované práce bylo na základě komplexního šetření na ekologických farmách nalézt slabé články v systému ekologické rostlinné produkce, analyzovat je,

navrhnout zlepšující opatření a pomocí modelu Repro posoudit jejich působení na agrosystém podniku.

MATERIÁL A METODY

Metodika řešení je založena na postupech podle Vereijkena (1997), Křena a kol. (2000) a Hülsbergena (2003) používaných ve faremním výzkumu.

Byly použity tyto indikátory:

- roční bilance P a K ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$),
- roční bilance N ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$),
- obsah P a K v půdě ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$),
- roční bilance organické hmoty ($\text{HE}\cdot\text{ha}^{-1}$),
- pH půdy,
- účinnost energie (bezrozměrné číslo),
- ekologická infrastruktura (% plochy),
- pokryvnost půdy na podzim (% plochy),
- pokryvnost půdy během vegetace (index),
- výrobnost systému ($\text{OJ}\cdot\text{ha}^{-1}$),
- příspěvek na úhradu ($\text{Kč}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Bilance živin a organické hmoty v půdě, výrobnost systému a účinnost energie byly vypočteny pomocí modelu Repro, vytvořeného na Martin-Luther Universität Halle (SRN) (Hülsbergen a Diepenbrock, 1997).

Bylo využito i možnosti návrhu scénářů, kterou program poskytuje, pro modelování účinků navržených opatření na výsledky podniků v oblasti jednotlivých indikátorů. Byla tím ověřována také jeho využitelnost v podmínkách České republiky (zejména dostupnost a kompatibilita potřebných dat).

Hodnoty indikátorů obsahu živin a pH půdy byly zjištěny ze záznamů o AZP.

Pokryvnost půdy na podzim a během vegetace a příspěvek na úhradu tržních plodin byly vypočítány na základě algoritmů.

Principem bilancí živin v modelu Repro je bilance na úrovni podniku jako hospodářské jednotky, přičemž je uplatňován princip „black box“ s definovanými vstupy a výstupy. Hranice této „černé skříňky“ jsou přitom do jisté míry volitelné. Na straně vstupů je brán v úvahu přísun živin v osivu, minerálních a organických hnojivech. Na straně výstupů stojí odběr živin sklizenými produkty.

Bilance organické hmoty je založena na tzv. humusových jednotkách (HE – Humus Einheiten) (Leithold et al., 1997). Jedna humusová jednotka je definována jako 1 tuna

organické hmoty s obsahem 50 kg celkového N a 580 kg celkového C. Každé plodině i organickým hnojivům jsou přiřazeny koeficienty, vyjadřující jakým způsobem je jimi bilance organické hmoty ovlivňována.

V energetické bilanci je využívána spotřeba fosilní energie (přímá i nepřímá) vypočítaná na základě produkčních procesů na úrovni pozemku. V úvahu se bere energie nutná na vyprodukování osiva (jeho ošetření, skladování a transport), energie strojů a paliva (včetně transportu), energie v aplikovaných hnojivech a ochranných prostředcích. Spotřeba energie při sušení, skladování a dalším transportu produktů a práce už zahrnuty nejsou. Ukazatel účinnost energie představuje poměr energetických výstupů k energetickým vstupům (spotřebované fosilní energii).

Uváděné moduly softwaru Repro byly již v ČR úspěšně zkoušeny a ověřovány pro naše podmínky (Dubec, 2005).

Ekologická infrastruktura představuje procento plochy zemědělského podniku, která není produkčně využívána a je nějakým způsobem ozeleněna (meze, větrolamy, travní pásy...).

Pokryvnost půdy na podzim je procento orné půdy podniku, která má na konci října vegetační pokryv.

Pokryvnost půdy během vegetace je index (bezrozměrné číslo), který vyjadřuje stupeň pokrytí orné půdy farmy plodinami nebo posklizňovými zbytky plodin během roku. Hodnotou charakterizující farmu je vážený průměr všech pozemků. Pro výpočet je třeba znát datum setí resp. sázení, datum vzcházení a datum sklizně plodiny.

$$IPP = \frac{\sum (pp_i \times s_i)}{365 \times \sum s_i}$$

kde: IPP - index pokryvnosti půdy
pp_i - pokryvnost půdy danou plodinou
s_i - výměra plodiny

Výrobnost systému je vyjádřena v obilních jednotkách (OJ) na hektar, přičemž výnos každé plodiny je možné pomocí koeficientů na tyto jednotky přepočítat.

Příspěvek na úhradu je rozdílem mezi tržbami za produkci a přímými náklady na danou plodinu (osiva, hnojiva, ochranné prostředky, mechanizované práce, další materiály, pojištění a nájem).

Následně jsou stanoveny slabé články, tj. které z indikátorů naznačují problémové oblasti v rámci trvalé udržitelnosti hospodaření. Je stanoveno do jaké míry dosažené výsledky odpovídají požadovaným hodnotám indikátorů. Přitom je brána v úvahu vzájemná provázanost jednotlivých složek agroekosystému.

Při zjištění rozdílu mezi dosaženými a požadovanými hodnotami jednotlivých indikátorů je proveden návrh na vylepšení hodnot úpravou používaných metod podle následujícího postupu:

- zjištění, kterými metodami lze dané indikátory ovlivňovat (multifunkční osevní postup, hnojení zahrnující meziplodiny a recyklaci organické hmoty, ochrana rostlin, zpracování

půdy, zabezpečení ekologické stability, smíšené kultury, biologická fixace N, optimalizace struktury plodin). Uvedené metody není možné využívat samostatně, nezávisle na sobě, protože každá z nich by měla za podpory ostatních řešit více cílů kvantifikovaných více indikátory.

- doporučení výběru a modifikace metod tak, aby byla splněna kritéria.

Účinek navržených změn byl modelován pomocí softwaru Repro.

Výzkum byl prováděn na 2 ekofarmách, které zároveň reprezentující různé výrobní zaměření, aby bylo možné porovnat různé systémy. Tyto ekofarmy byly charakterizovány základními výrobními podmínkami a cíli produkce. Různé stanovištní podmínky si vyžadují různé strategie při snaze o zabezpečení trvalé udržitelnosti zemědělského hospodaření. Proto je pro každý typ podniku optimální jiné výrobní zaměření. Kromě ekonomického hodnocení, musí být brány v potaz také mimoprodukční přínosy hospodaření v ekologickém zemědělském systému.

Ekofarma 1 se nachází v okrese Vyškov, ve výrobní oblasti řepařské, nadmořská výška 250-400 m, srážky 530 mm, průměrná roční teplota 8,5 °C. Plocha podniku je 195 ha (z toho 156 ha OP). Farma reprezentuje podnik zaměřený na rostlinnou produkci. Je součástí většího konvenčního podniku, který má jak rostlinnou, tak živočišnou produkci. Ekologický způsob hospodaření byl zaveden na těch pozemcích, které spadají do ochranného pásma vodní nádrže Opatovice. Volba plodin probíhá s ohledem na zamezení souběhu s konvenční částí. Pěstovány jsou jak tržní plodiny v kvalitě bio, tak krmné plodiny pro konvenční živočišnou produkci. Statkových hnojiv z konvenční části však využíváno není (nebyla udělena výjimka).

Ekofarma 2 se nachází v okrese Zlín, v pícninářské výrobní oblasti, nadmořská výška 305-605 m, 760 mm srážek, průměrná roční teplota 7,6 °C. Jde o podnik se smíšenou rostlinnou i živočišnou produkcí (dojnice i krávy BTM). V systému EZ je celý podnik o výměře 1817 ha (z toho 432 ha OP). Větší část výměry tvoří trvalé travní porosty, pastviny a louky pro produkci krmiv. V polní produkci jsou produkována jak krmiva, tak tržní plodiny v kvalitě bio, včetně kořeninových rostlin (kmín, koriandr) a osiv (jetel). Statková hnojiva, steliva i krmiva jsou plně využívána uvnitř podniku.

Tab. 1 Charakteristika podniků

	podnik 1	podnik 2
Výrobní oblast	řepařská	pícninářská
Okres	Vyškov	Zlín
Nadmořská výška	250-400	305-605
Průměrná teplota	8,5 °C	7,6 °C
Srážky	530 mm	760 mm
Půda	střední	střední až těžká
Celková výměra	195 ha	1817 ha
Výměra OP	156 ha	432 ha
Výměra TTP	34 ha	1385 ha
Skot - sTPM	-	200
- BTM	-	350

VÝSLEDKY A DISKUSE

Jak potvrzuje přehled výsledků v tabulce 2, problematickou se jeví zejména bilance fosforu a draslíku v podniku bez aplikace statkových hnojiv (podnik 1). Zelené hnojení a sláma zajišťují dostatečný přísun organické hmoty, zařazení bobovitých plodin zajišťuje přísun dusíku jeho vázáním ze vzduchu, ale neexistují externí zdroje P a K jako náhrada za živiny odčerpané sklizní.

Při dalším rozboru bilance organické hmoty se projevuje přezásobenost v podniku 2, což může být také potenciálním problémem.

Tab. 2 Přehled výsledků

Indikátor	jednotky	Podnik 1	Podnik 2
Roční bilance N	kg.ha ⁻¹	4,0	33,3
Roční bilance P	kg.ha ⁻¹	-8,4	9,1
Roční bilance K	kg.ha ⁻¹	-37,7	11,7
Obsah P v půdě	g.kg ⁻¹	74	63
Obsah K v půdě	g.kg ⁻¹	166	334
Roční bilance organické hmoty	HE.ha ⁻¹	0,15	0,8
pH půdy	bezrozměrné číslo	5,6	6,4
Účinnost energie	bezrozměrné číslo	12,5	8,2
Ekologická infrastruktura	% plochy	9,4	0,9
Pokryvnost půdy na podzim	% plochy	100	100
Pokryvnost půdy během vegetace	index	0,86	0,91
Výrobnost systému	OJ.ha ⁻¹	22,2	24,6
Příspěvek na úhradu	Kč.ha ⁻¹	8997	6927

Bilance živin v podniku 1 je výrazně ovlivněna absencí aplikace statkových hnojiv. Z pohledu celého podniku je kladná pouze bilance dusíku, a to díky zařazení plodin z čeledi bobovitých (asimilaci vzdušného dusíku). Fosfor a draslík není do půdy dodáván a jejich odběr sklizní hlavních produktů plodin není tedy nahrazován. Jediným externím vstupem jsou živiny obsaženy v osivu, ale ty jsou přímo spotřebovány rostlinou a nepřispívají k vlastní bilanci živin v půdě. I v této situaci je obsah P i K v půdě zatím na stupni vyhovující (AZP). Z dlouhodobého hlediska se ale bezpochyby tento nedostatek musí projevit. V podniku 2 jsou bilance všech živin kladné. Stanovíme-li optimální hodnotu bilance N v rozmezí $\pm 25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, pak je bilance N v podniku 2 dokonce příliš vysoká. Tento ukazatel souvisí s indikátorem bilance organické hmoty, která je jedním ze zdrojů N, a jehož hodnota je v tomto podniku rovněž vysoká. Srovnání bilance živin obou farem viz. tabulka 3.

Tab. 3 Bilance živin – srovnání mezi podniky

		DUSÍK		FOSFOR		DRASLÍK	
Podnik		1	2	1	2	1	2
Odběr	kg.ha ⁻¹	69,8	87,7	11,6	13,0	64,8	79,1
-odběr hlavního produktu	kg.ha ⁻¹	63,5	81,3	9,9	11,6	45,0	62,1
-odběr vedlejšího produktu	kg.ha ⁻¹	6,3	6,5	1,8	1,3	19,7	17,0
Přísun	kg.ha ⁻¹	81,8	163,3	3,2	22,3	27,0	91,8
-imise	kg.ha ⁻¹	10,0	10,0	-	-	-	-
-osivo	kg.ha ⁻¹	2,3	2,6	0,4	0,5	0,5	0,7
-symbiotická fixace N	kg.ha ⁻¹	58,7	76,0	-	-	-	-
-organická hnojiva	kg.ha ⁻¹	9,7	72,7	2,8	21,8	26,5	91,1
-sláma	kg.ha ⁻¹	6,3	0,0	1,8	0,0	19,7	0,0
-zelené hnojení	kg.ha ⁻¹	3,5	7,1	1,0	1,0	6,8	7,4
-chlévkový hnůj	kg.ha ⁻¹	0,0	56,7	0,0	15,3	0,0	77,8
-ostatní o.h.	kg.ha ⁻¹	0,0	8,8	0,0	5,4	0,0	5,9
-změna půdní zásoby	kg.ha ⁻¹	8,1	42,3	-	-	-	-
Saldo	kg.ha ⁻¹	4,0	33,3	-8,4	9,3	-37,7	12,8
Obsah živin v půdě (AZP)	mg.kg ⁻¹	-	-	74,2	63,0	165,8	334,0

Bilance organické hmoty je u obou podniků kladná. V podniku 1 je zaorávána všechna sláma (průměrně $2,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) a v menší míře se uplatňují meziplodiny (svazenka). V podniku 2 je naopak veškerá sláma sklizena, ale je využíváno statkových hnojiv (chlévkový hnůj $24 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, kompost $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) a meziplodin (hořčice, jílek). I v případě této bilance dosahuje vyššího výsledku podnik 2. V tomto případě to ale hodnotíme negativně, protože výsledek $0,77 \text{ HE} \cdot \text{ha}^{-1}$ představuje plnění potřeb plodin na 260 %. Do půdy je tedy dodáváno 2,6krát více organické hmoty, než rostliny během své vegetace využijí a je otázkou, do jaké míry je tato hmota stabilizována v procesu humifikace, a do jaké míry se v půdě rozkládá a uvolněné živiny (zejména N) mohou být vyplavovány. I v podniku 1 bilance $0,15 \text{ HE} \cdot \text{ha}^{-1}$ znamená naplnění potřeb rostlin na 132 %. Metodika bilance humusu podle Leitholda (1997), kterou

používá model Repro, stanovuje jako optimální hodnotu zásobení humusem 90 – 110 %. Z toho plyne, že i v podniku 1 je dodáváno dostatek organické hmoty, ale z bilancí živin je patrné, že tato organická hmota nezajišťuje požadavky na ostatní živiny. Srovnání bilance organické hmoty obou farem viz. tabulka 4.

Tab. 4 Bilance organické hmoty – srovnání mezi podniky

Podnik		1	2
Potřeba humusu	HE.ha ⁻¹	-0,46	-0,48
Produkce a dodání organické hmoty	HE.ha ⁻¹	0,61	1,25
-organická hnojiva	HE.ha ⁻¹	0,00	0,76
-zelené hnojení	HE.ha ⁻¹	0,00	0,00
-chlévkový hnůj	HE.ha ⁻¹	0,00	0,64
-ostatní o.h.	HE.ha ⁻¹	0,00	0,12
-sláma	HE.ha ⁻¹	0,20	0,00
-humus zlepšující plodiny	HE.ha ⁻¹	0,39	0,45
Saldo	HE.ha ⁻¹	0,15	0,77
Stupeň zásobení humusem	%	132	260

Hodnoty pH v obou podnicích spadají do kategorie půda středně kyselá, což je mírně pod optimem. V obou podnicích bylo pro korekci pH prováděno vápnění.

Indikátor účinnost energie znázorňuje, kolik jednotek energie je systémem vyprodukováno ve formě sklizených výnosů při vložení jedné jednotky fosilní energie (tj. nejen paliv, ale i energie na výrobu hnojiv, prostředků na ochranu rostlin, strojů, osiv). V tomto ohledu se jako efektivnější jeví podnik 1. Je to možno odůvodnit vynecháním aplikace statkových hnojiv, čímž se sníží vstup energie jednak ve formě mechanizovaných operací a jednak samotných organických hnojiv, kterým jsou v modelu Repro přiřazovány energetické ekvivalenty (fosilní energie) podle obsahu a účinnosti obsažených živin ve srovnání s minerálními hnojivy (metodika Heyland a Solansky, 1979). Ponecháním části produkce (slámy) na poli se naopak o energii připravujeme. Nicméně úspory jsou větší než ztráty. Srovnání bilance energie obou farem viz. tabulka 5.

Tab. 5 Bilance energie – srovnání mezi podniky

Podnik		1	2
Výrobnost systému	OJ.ha ⁻¹	22,2	24,6
Organická hnojiva	GJ.ha ⁻¹	0,0	2,2
Osivo	GJ.ha ⁻¹	0,6	0,9
Nafta	GJ.ha ⁻¹	2,3	3,6
Stroje	GJ.ha ⁻¹	0,9	2,1
Spotřeba fosilní energie - Input	GJ.ha ⁻¹	3,8	8,8
Energie-Output	GJ.ha ⁻¹	47,1	72,7
Output/Input		12,5	8,3

Indikátor ekologické infrastruktury v pojmání zastoupení neproduktivní ozeleněné plochy na výměře podniku je možno určit jen kvalifikovaným odhadem. Přesné číslo je možné zjistit u ploch, které byly cíleně v podniku vyčleněny pro vybudování protierozních opatření, případně za dalšími účely, a jsou nějakým způsobem udržovány. Tato čísla však nezohledňují kvalitu neproduktivních ploch pro volně žijící organizmy. Velký rozdíl mezi oběma podniky je dán jejich velikostí a zastoupením trvalých travních porostů. Podnik 2 navzdory malé hodnotě indikátoru aktivně zakládá a pečuje o travnaté pásy na erozně ohrožených pozemcích včetně výsadby ovocných stromů na těchto místech. V podniku 1 jsou do ekologické infrastruktury započítány travní pásy lemující pozemky na straně přivrácené k vodní nádrži.

Žádoucím jevem je co možná nejdelší pokrytí půdy vegetací, která má na ni ochranné působení vůči povětrnostním vlivům. V této oblasti byly hodnoceny dva indikátory, pokryvnost půdy na podzim, tedy v období vyšší ohroženosti, a celková pokryvnost půdy vegetací během celého roku. V obou podnicích je pokrytí půdy na podzim prakticky 100-procentní. V plodinové skladbě mají vysoké zastoupení ozimé obilniny a tam kde je to možné, jsou osévány meziplodiny. Co se týče celoročního pokrytí půdy vegetací, indexy v obou podnicích nabývají vysokých hodnot přes 0,8.

Výrobnost systému u obou podniků odpovídá charakteru a intenzitě produkce.

Příspěvek na úhradu tržních plodin je na dobré úrovni. Cena bio-produktů je vyšší než konvenčních a ušetří se i na hnojivech a prostředcích na ochranu rostlin. Na druhou stranu jsou o něco zvýšené náklady na mechanizaci, ne však natolik, aby se toto zvýšení vyrovnalo úspoře za ochranné prostředky.

Jak vyplývá z předložených výsledků, podnik 1, hospodařící bez návaznosti na živočišnou produkci, dosahuje dobrého příspěvku na úhradu i výrazných úspor ve vkladech energie do systému. Naproti tomu se u něho projevují nevyrovnané bilance živin, fosforu a draslíku. Jejich zásoba v půdě není nijak obnovována a takovýto způsob hospodaření nelze hodnotit jako dlouhodobě udržitelný. Je nutné najít zdroj těchto živin, ať už ve formě statkových hnojiv ekologického původu, nebo minerálních hnojiv povolených v ekologickém systému hospodaření.

V podniku 2 je potřeba živin uhrazována aplikací statkových hnojiv. V součinnosti s častým využíváním také zeleného hnojení ale dochází k vysokým dodávkám organické hmoty do půdy, což může být také problémem. Vhodné by bylo zvážit aplikaci technologií zpracování půdy, které podporují humifikační proces (minimalizačních technologií).

Návrh opatření pro podnik 1 zahrnuje 4 varianty vyhodnocené pomocí modelu Repro při využití jeho funkce duplikace podniku.

Varianta A navrhuje použití kompostu pro jarní přihnojení ozimých obilnin (49 % plochy) v dávce $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (37 kg N, 23 kg P, 25 kg K $\cdot \text{ha}^{-1}$). Tímto opatřením dosáhneme

kladné bilance P, ale bilance K, i když se zlepší, zůstává záporná. Jako další důsledek se zvýší bilance N a organické hmoty. Bilance N ale zůstává stále na přijatelné úrovni.

Varianta B navrhuje aplikaci chlévského hnoje na podzim před obilninami v dávce 10 t.ha⁻¹ (69 kg N, 19 kg P, 87 kg K .ha⁻¹). Chlévský hnůj má vyšší obsah K a tím se lépe hodí k vyrovnání kritického nedostatku zvláště tohoto prvku v půdách v podniku 1. Bilance obou živin se upraví do optimálních mírně kladných hodnot a v poměru k sobě navzájem jsou vyrovnanější. Proti aplikaci kompostu dochází k většímu zvýšení bilance N, ale stále v limitu přijatelných hodnot. V tomto případě by však mohlo hrozit poléhání obilnin vlivem zvýšeného příjmu N.

Varianta C je kombinací předchozích maximálně zjednodušených možností. Je navržena aplikace kompostu jako jarního přihnojení k ozimým obilninám v dávce 5 t.ha⁻¹ a aplikace chlévského hnoje na pozemek s vysetou směskou hrachu a jetele na krmení (10,5 % plochy) v dávce 15 t.ha⁻¹ (103 kg N, 28 kg P, 131 kg K .ha⁻¹). V tomto případě se bilance P dostává do kladných hodnot, ale bilance K je stále záporná, i když lepší, než ve variantě A. Zvýšení bilance N je mezi hodnotami variant A a B.

Varianta D navrhuje aplikaci minerálních hnojiv povolených pro ekologické zemědělství. Thomasovy moučky (P) a síranu draselného (K) v dávkách podle potřeby jednotlivých plodin. Tato varianta ponechává beze změny bilance organické hmoty i dusíku.

Varianty jsou porovnávány i co se týče změny v bilanci energie. Nejlépe v tomto ohledu vychází varianta D (aplikace minerálních hnojiv). Vyplývá to z metodiky výpočtu této bilance, kdy i statková hnojiva jsou přepočítávána na fosilní energii.

Tab. 6 Návrh variant pro zlepšení – podnik 1

Varianta		0*	A	B	C	D
Bilance P	kg.ha ⁻¹	-8,4	2,87	0,8	5,84	1,11
Bilance K	kg.ha ⁻¹	-37,7	-25,52	5,33	-11,66	3,39
Bilance N	kg.ha ⁻¹	4,0	8,27	18,93	13,06	4,02
Bilance organické hmoty	HE.ha ⁻¹ %	0,15 132	0,41 189	0,49 187	0,52 211	0,15 132
Bilance energie						
- input fosilní energie	GJ.ha ⁻¹	3,8	4,82	5,16	5,26	4,7
- output/input		12,5	9,78	9,13	8,96	10,1

* původní stav

ZÁVĚR

Ukazuje se, že v ekologickém zemědělství by mohla být problémem vyrovnaná bilance živin. Pokud není rostlinná produkce propojena se živočišnou také co se týče využívání statkových hnojiv, a ani nevyužívá povolených minerálních hnojiv, jsou živiny rostlinami odčerpávány z půdní zásoby bez náhrady. Takováto situace nemůže být považována za trvale udržitelnou. Také při intenzivním využívání organických hnojiv může

nastat potenciálně nepříznivý stav, kdy dochází k vysoce kladným bilancím organické hmoty v půdě a potenciálně i k vysokým bilancím dusíku, pokud nejsou vytvářeny příznivé podmínky pro humifikační procesy a velká část organické hmoty se rozkládá. Tento bod by neměl být podceňen a zdá se velmi vhodným využít možnosti aplikace minerálních draselných a fosforečných hnojiv i v ekologickém zemědělství.

Výhodným nástrojem pro hledání optimálního vybalancování agrosystému je model Repro, který umožňuje navrhnout a srovnat mezi sebou různé varianty řešení. V tomto případě byl použit pro srovnání dopadu různých variant hnojení na celkovou bilanci živin a energie v podniku.

Příspěvek je součástí řešení projektu IGA MZLU v Brně č. 8/2006 „Identifikace slabých článků hospodaření ekologických farem z hlediska trvale udržitelného rozvoje“.

LITERATURA

HEYLAND, K.-U. a SOLANSKY, S. (1979): Energieeinsatz und Energieumsetzung im Bereich der Pflanzenproduktion. In HÜLSBERGEN, K. J. (2003): Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Berichte aus der Agrarwissenschaft. Aachen: Shaker Verlag, S. 96.

HÜLSBERGEN, K. J. (2003): Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Berichte aus der Agrarwissenschaft. Aachen: Shaker Verlag.

HÜLSBERGEN, K. J. a W. DIEPENBROCK (1997): Das Model REPRO zur Analyse und Bewertung von Stoff- und Energieflüssen in Landwirtschaftsbetrieben. In HÜLSBERGEN, K. J. (2003): Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Berichte aus der Agrarwissenschaft. Aachen: Shaker Verlag, S. 79-90.

KŘEN, J. (2002): Hodnocení trvalé udržitelnosti systémů rostlinné produkce. In: Sborník příspěvků z odborného semináře "Racionální rostlinná produkce a precizní zemědělství", AF MZLU Brno, 5. 9. 2002, s. 39-47.

KŘEN, J.; MÍŠA, P.; HARTMAN, I. (2000): Tvorba, testování a optimalizace prototypů trvale udržitelné rostlinné produkce. Metodika. Brno.

LEITHOLD, G. (1997): Humusbilanzierung- Methoden und Anwendung als Agrar-Umweltindikator. In HÜLSBERGEN, K. J. (2003): Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Berichte aus der Agrarwissenschaft. Aachen: Shaker Verlag, S. 79-90.

MOUDRÝ, J. (2006): Analýza struktury zemědělských podniků v marginálních oblastech České republiky a predikce očekávaného vývoje. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. Disertační práce.

VEREIJKEN, P. (1997): A methodological way of prototyping integrated and ecological arable farming systems (I/EAFS) in interaction with pilot farms. In: ITTERSUM VAN, M.K., & S.C., VAN DE GEIJN (1997). Perspectives for Agronomy, Adopting Ecological Principles and Managing Resource Use. Special issue of European Journal of Agronomy, 7: 1-286.