
POSSIBILITIES OF BIODIVERSITY ASSESSMENT ON A FARM

Marada P.

Department of Agrosystems and Bioclimatology, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: xmarada@mendelu.cz

ABSTRACT

The paper provides an overview of the basic indicators used for assessment the biodiversity (field crops growing diversity, diversity of plots size, the length of field borders, the proportion of land area without the protection of plants, intensity of fertilization, frequency of mowing and tillage, the number of crossing the land). Knowledge and practical experience in using indicators to assess biodiversity at farm level in the country are presented.

Key words: biodiversity, sustainability, indicator,

Acknowledgement: The study was supported by project of Internal Grant Agency, FA MENDELU, No. IP 7/2011 „The significance of the heterogeneity of crop production systems and the possibilities of evaluation“ and project No. QH92242, financed by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic.

ÚVOD

Obecně je přijato, že heterogenita systému zvyšuje jeho stabilitu, což lze vztahovat i na agrosystémy. Praktické uplatnění tohoto poznatku při řízení zemědělské činnosti realizují státní orgány převážně dotačními tituly zaměřenými na podporu biodiverzity (biopásy, zatravnění, tvorba biokoridorů, atd.). Převažující motivací zemědělců v praxi pro jejich realizaci je získání finanční podpory, aniž jsou mnohdy přesvědčeni o jejich přínosu pro setrvalé hospodaření. Jedním z důvodů tohoto stavu je nedostatečná rozpracovanost významu heterogenity při hospodaření na půdě, tj. hlubšího poznání vazeb mezi agronomickou činností a diverzitou jednotlivých úrovní agrosystému. V agrárně vyspělých zemích je tato problematika řešena jako součást komplexních analýz zaměřených na posuzování trvalé udržitelnosti hospodaření zemědělských podniků (CHRISTEN 2002). Například v Německu jsou to hodnotící metodiky a modely REPRO (HÜLSBERGEN 2003, DLG 2009) nebo RISE (FRITZ et al. 2008), ve Francii INDIGO (BOCKSTALLER 2006), ve Švýcarsku KSLN a další (BREITSCHUH et al. 2008, ZAPFL 2009). Součástí těchto metodik je soubor indikátorů pro hodnocení heterogenity agrosystémů včetně biodiverzity. Návrh projektu je zaměřen na rozpracování této problematiky pro podmínky českého zemědělství. Potřebu řešení lze zdůvodnit:

- od výše uvedených zemí rozdílnou agrární strukturou (velikostí zemědělských podniků) a rozdílnou intenzitou pěstitelských vstupů,
- potřebou vhodných adaptačních opatření na zvýšený výskyt extrémních povětrnostních událostí,
- změnou přidělování dotací po roce 2013 směrem ke zvýšení významu dopadů hospodaření na životní prostředí.

Cíle řešení

Navrhnout a ověřit indikátory pro hodnocení heterogenity systému rostlinné produkce na úrovni zemědělského podniku, využitelné pro posuzování trvalé udržitelnosti hospodaření na půdě.

MATERIÁL A METODIKA

Z celé řady možností byly pro hodnocení biodiverzity vybrány podstatné faktory, které mají vliv na životní prostředí, a byly rozděleny do tří oblastí působení: struktura, vstupy a opatření. Jednotlivé dílčí indikátory uvnitř oblastí působení byly využity k analýze a hodnocení biodiverzity na úrovni zemědělského podniku.

Provozní údaje zemědělských podniků byly převedeny na bezrozměrné hodnoty a pomocí vyhodnocovacích funkcí byla hodnocena příslušná úroveň trvalé udržitelnosti (DLG 2009, KŘEN et al. 2010). Údaje byly převedeny na stupnici 0 až 1, přičemž 0 představuje nežádoucí hodnotu a 1 hodnotu žádoucí. To umožňuje sčítat různé jednotlivé dílčí indikátory a provádět celkové hodnocení pomocí souboru indikátorů (HÜLSBERGEN 2003, DLG 2009). Za hraniční hodnocení pro udržitelnost se považuje hodnota 0,75.

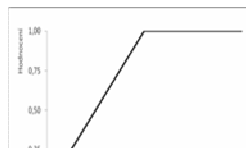
Celkem bylo analyzováno 21 zemědělských podniků. Většina z nich poskytla data pod příslibem anonymity. Proto jsou v této práci podniky označovány pouze dle pořadí. Dále se nepodařilo získat ze všech podniků všechna požadovaná data pro komplexní zhodnocení biodiverzity. Každý podnik poskytl jen určitou část požadovaných podkladů. To ovlivnilo zaměření práce především na hodnocení vhodnosti a použitelnosti jednotlivých ověřovaných indikátorů:

- diverzita využívání a pěstování polních plodin,

VÝSLEDKY A DISKUZE

Diverzita využívání a pěstování polních plodin

Výpočet diverzity byl proveden pomocí Shannonova indexu (SHANNON 1948). Nejdříve byly stanoveny podíly jednotlivých způsobů využívání půdy (orná půda, louky a pastviny, zahradnictví, půda ležící ladem). Pomocí těchto vstupních veličin se vypočítá diverzita využívání. Při detailním popisu struktury se uplatňují další dílčí indikátory (skupiny plodin, druhy plodin a diverzita odrůd). Tím se například určitý způsob využívání půdy (orná půda) dělí dále podle skupin plodin (např. obilniny, okopaniny atd.) a pro každou skupinu plodin je určen její podíl na orné půdě. Analogicky se jednotlivé skupiny plodin rozčleňují na druhy a odrůdy. K tomu je třeba vést detailní dokumentaci o hospodaření až na úroveň odrůd. Pokud tomu tak není, bere se za základ pro příslušný druh plodiny pouze jedna odrůda a diverzita odrůd je ohodnocena 0. Každému dílčímu indikátoru je přiřazena váha určující jeho význam na celkovém výsledku. Celkový výsledek je pomocí hodnotící funkce (obr. 1.) převeden na bodové hodnocení.



Obr. 1. Hodnotící funkce diverzity využívání a pěstování polních plodin

Šetření probíhala v pěti podnicích. Údaje byly získány dotazováním u vedoucích pracovníků v podniku. Získaná data podniku P_{a-e} jsou zpracována do tabulek tab. 1; 3; 5; 7; 9. Za hraniční pro udržitelnost je stanovena hodnota Shannonova indexu 1,13 (DLG 2009, viz obr. 1). Výpočet Shannonova indexu je uveden v tab. 2; 4; 6; 8; 10. Výpočet se skládá z části výpočtu Shannonova indexu za jednotlivé kategorie (využívání půdy, skupiny plodin, druhy plodin, odrůdy plodin). Tyto dílčí výsledky jsou modelově upraveny vahou, která zohledňuje jejich význam pro celkové hodnocení. To je uvedeno jako průměr jednotlivých kategorií využívání půdy. Hodnocení probíhalo v pěti podnicích označeny P_{a-e} .

P_a - 410 ha, ŘVO, Pěstované plodiny- řepka ozimá, ječmen jarní, mák, pšenice ozimá, ječmen ozimý

Tab.1: Vstupní data podniku P_a

Druhy plodin	Výměra (ha)	Počet odrůd	Skupiny plodin	Výměra (ha)	Využití půdy	Výměra (ha)
řepka ozimá	140	3	olejniny	170	orná	410
Ječmen jarní	50	2	obiloviny	240		
Mák	30	2				
pšenice ozimá	150	3				
Ječmen ozimá	40	2				

Tab. 2: Hodnocení podniku P_a

Kategorie	Schannonův index (H)	Váha	Dílčí hodnocení
využívání půdy	0	4	0
Skupiny plodin	0,68	3	2,0
druhy plodin	1,41	2	2,8
odrůdy plodin	1,59	1	1,6
Celkové hodnocení			1,6

P_b - 756 ha, KVO, Pěstované plodiny – řepka ozimá, ječmen jarní, slunečnice, pšenice ozimá, kukuřice, broskve.

Tab. 3: Vstupní data podniku P_b

Druhy plodin	Výměra (ha)	Počet odrůd	Skupiny plodin	Výměra (ha)	Využití půdy	Výměra (ha)
řepka ozimá	210	3	olejniny	308	orná	750
Ječmen jarní	40	1	obiloviny	442	sady	6
slunečnice	98	1	sady	6		
Pšenice ozimá	340	3				
kukuřice	98	2				
Broskve	6	4				

Tab. 4: Hodnocení podniku P_b

Kategorie	Schannonův index (H)	Váha	Dílčí hodnocení
využívání půdy	0,05	4	0,8
Skupiny plodin	0,72	3	2,2
druhy plodin	1,45	2	2,9
odrůdy plodin	1,67	1	1,7
Celkové hodnocení			1,7

P_c - 15 ha, KVO, pěstované plodiny – slunečnice. Zemědělec pěstuje v každém roce pouze jednu plodinu. Pěstované plodiny pšenice ozimá, kukuřice, slunečnice.

Tab. 5: Vstupní data podniku P_c

Druhy plodin	Výměra (ha)	Počet odrůd	Skupiny plodin	Výměra (ha)	Využití půdy	Výměra (ha)
slunečnice	15	1	olejniny	15	orná	15

Tab. 6: Hodnocení podniku P_c

Kategorie	Schannonův index (H)	Váha	Dílčí hodnocení
využívání půdy	0	4	0
Skupiny plodin	0	3	0
druhy plodin	0	2	0
odrůdy plodin	0	1	0
Celkové hodnocení			0

P_d - 700 ha, teoretický podnik, pěstované plodiny – řepka ozimá, pšenice ozimá.

Tab. 7: Vstupní data podniku P_d

Druhy plodin	Výměra (ha)	Počet odrůd	Skupiny plodin	Výměra (ha)	Využití půdy	Výměra (ha)
řepka ozimá	350	4	olejniny	350	orná	700
pšenice ozimá	350	4	obiloviny	350		

Tab. 8: Hodnocení podniku P_d

Kategorie	Schannonův index (H)	Váha	Dílčí hodnocení
využívání půdy	0	4	0
Skupiny plodin	0,69	3	2,1
druhy plodin	1,69	2	1,4
odrůdy plodin	1,69	1	0,7
Celkové hodnocení			1,0

P_e - 1246 ha, ŘVO. pěstované plodiny- řepka ozimá, ječmen ozimý, vojtěška, pšenice jarní, pšenice ozimá, žito+triticale, kukuřice na siláž, kukuřice na zrno, zelí, TTP.

Tab. 9: Vstupní data podniku P_e

Druhy plodin	Výměra (ha)	Počet odrůd	Skupiny plodin	Výměra (ha)	Využití půdy	Výměra (ha)
řepka ozimá	130,5	3	olejninny	130,5	orná	1070,5
Ječmen jarní	75	2	obiloviny	491	TTP	175,5
Vojtěška	163,5	1	TTP	175,5		
Pšenice jarní	136	2	zelenina	29,5		
žito+triticale	94	1	pícniny	419,5		
Kukuřice silážní	162	3				
Pšenice ozimá	160	5				
Kukuřice zrnová	120	3				
Zelí	29,5	4				
TTP	175,5	1				

Tab. 10: Hodnocení podniku P_e

Kategorie	Schannonův index (H)	Váha	Dílčí hodnocení
využívání půdy	0,41	4	1,6
Skupiny plodin	1,33	3	4,0
druhy plodin	2,23	2	4,4
odrůdy plodin	2,17	1	2,2
Celkové hodnocení			3,0

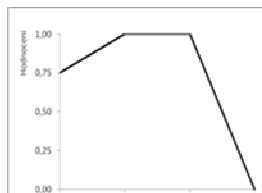
Většina podniků splnila modelově stanovenou požadovanou hodnotu Schannonova indexu 1,13. Nejvyšší výsledky Schannonova indexu byly dosahovány na úrovni odrůd. Z hlediska zvyšování heterogenity agrosystému však má větší význam diverzita na úrovních využívání půdy a skupin plodin. To bylo zohledněno váhou při stanovení průměru dílčích hodnocení. Z výběrového souboru podniků lze usuzovat na nepříznivou nízkou diverzitu agrosystému ve způsobu využívání půdy a úzkou strukturální skladbu pěstovaných plodin.

Velikost pozemků

Z údajů v odborné literatuře lze udělat závěr, že velikost honu > 25 ha má pouze omezené pracovní-hospodářské výhody. Menší velikost honů je pozitivně hodnocena z ekologického hlediska.

Z toho důvodu je stanovena optimální oblast mezi 5 až 20 ha (obr. 2). Velikosti > 50 ha se oproti tomu označují 0.

Výsledná průměrná hodnota výměry obhospodařovaných pozemků zemědělského podniku se převede pomocí hodnotící funkce (Obr. 2.) na bodové hodnocení.



Obr. 2. Hodnotící funkce diverzity ploch

Z 18 hodnocených podniků vyhovělo požadavkům na velikost honu (5-20 ha) 9 podniků (tab. 11.). Požadovanou hodnotu indikátoru je problematické dodržet hlavně v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti, kde charakter krajiny umožnil dřívější scelování pozemků do velkých bloků. V případě požadavků vyšší biodiverzity je v těchto podmínkách nutné využívat při hospodaření na půdě dělených honů. Ve výběrovém souboru byl mezi velikostí podniku a průměrnou velikostí honu zjištěn průkazný rozdíl, korelační koeficient ($r = 0,53$).

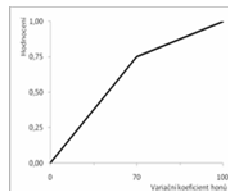
Tab. 11. Velikost pozemků

Označení podniku	K ₁	k ₂	K ₃	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆
Celková výměra podniku (ha)	611,3	648,2	765,9	487,0	569,9	471,5	432,6	394,8	661,0
Průměrná velikost honů (ha)	32,2	17,1	20,7	30,4	16,8	33,7	7,5	30,4	21,3
Označení podniku	r ₇	b ₁	B ₂	b ₃	b ₄	b ₅	h ₁	h ₂	h ₃
Celková výměra podniku (ha)	311,5	244,2	722,4	264,7	158,5	77,9	129,6	514,4	69,4
Průměrná velikost honů (ha)	28,3	9,0	24,9	15,6	14,4	7,1	2,9	39,6	11,6

Označení podniků: k_x - kukuřičná výrobní oblast, r_x -řepařská výrobní oblast, b_x – bramborářská výrobní oblast, h_x – horská výrobní oblast.

Variační koeficient velikosti honů

Tento indikátor má za cíl hodnotit velikostní rozmanitost obhospodařovaných pozemků. K hodnocení se využívá hodnotící funkce uvedená na obr. 3. Obhospodařování pozemků s různou výměrou je v této hodnotící funkci bráno jako pozitivní, protože je tím dán základ vyšší diverzity. Stejná velikost pozemků je z hlediska biodiverzity hodnocena spíše negativně. Za vhodné se považuje dosažení hodnoty variačního koeficientu minimálně 75 %.



Obr. 3. Hodnotící funkce variační koeficient velikosti honů

Tab. 12. Variační koeficient velikosti honů

Označení podniku	k ₁	k ₂	k ₃	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆
Celková výměra podniku (ha)	611,3	648,2	765,9	487,0	569,9	471,5	432,6	394,8	661,0
Vk velikosti honů (%)	127	105	104	59	75	94	60	99	65
Označení podniku	r ₇	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	h ₁	h ₂	h ₃
Celková výměra podniku (ha)	311,5	244,2	722,4	264,7	158,5	77,9	129,6	514,4	69,4
Vk velikosti honů (%)	145	96	64	70	72	43	73	73	30

Označení podniků: k_x - kukuřičná výrobní oblast, r_x -řepařská výrobní oblast, b_x – bramborářská výrobní oblast, h_x – horská výrobní oblast.

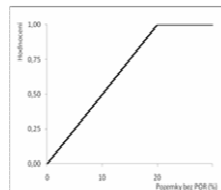
Požadavek indikátor variační koeficient velikosti honů byl ve většině podniků splněn (tab. 12.) V kukuřičné a řepařské výrobní oblasti charakteristické vyšším zorněním byla požadovaná hodnota indikátoru dosažena u všech sledovaných podniků. Vyskytovaly se zde, jak hony s velmi malou výměrou v řádu jednotek hektarů, tak i velké hony o velikostech i nad 100 ha. V bramborářské

výrobní oblasti byl splněn požadavek indikátoru pouze u jednoho podniku. Členitější charakter krajiny v těchto podmínkách vede paradoxně k nižší hodnotě tohoto indikátoru.

Ve výběrovém souboru nebyl mezi velikostí podniku a variačním koeficientem velikosti honu zjištěn průkazný rozdíl, korelační koeficient ($r = 0,34$).

Podíl orné půdy bez chemické ochrany rostlin

Pro určení podílu zemědělsky využívané plochy bez používání prostředků ochrany rostlin se sečtou hony podniku, na kterých je prováděna chemická ochrana rostlin. A stanoví se poměr této plochy k celkové ploše obhospodařované půdy. Nevyšší hodnocení odpovídá minimálně 20 % zemědělsky užívané půdy bez chemické ochrany rostlin (obr. 4.).

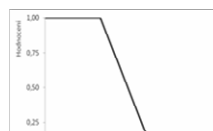


Obr. 4. Hodnotící funkce podílu orné půdy bez chemické ochrany

Z 18 hodnocených podniků splnily požadovanou hodnotu indikátoru (minimálně 15 % půdy bez chemické ochrany) pouze ekologicky hospodařící podniky, které se nacházely v horské výrobní oblasti a částečně v bramborařské. Ostatní podniky prováděly na převážné ploše obhospodařované půdy chemickou ochranu.

Intenzita hnojení N

Vychází se z předpokladu, že při aplikaci 50 kg N/ha v minerálních hnojivech nevznikají žádné negativní dopady na prostředí. Se zvyšováním dávek minerálních hnojiv vzrůstá riziko ztrát a negativních dopadů. Jako udržitelná je stanovena dávka 95 kg N/ha (obr. 6.). Při dávkách minerálního dusíku přes 175 kg/ha je překročena netolerovatelná hranice. Intenzita hnojení je charakterizována množstvím aplikovaného minerálního dusíku. Hodnoceno je pouze přímé působení přívodu živin na dané stanoviště, nejsou zahrnuty další dodatečné vstupy, jako je vliv předplodiny nebo imise.



Obr. 6. Hodnotící funkce intenzity hnojení

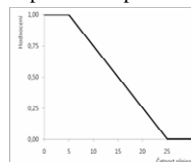
Pro stanovení tohoto indikátoru byly využity údaje z „Evidence o použití hnojiv, statkových hnojiv, pomocných látek a upravených kalů“. Nahlédnutí do evidence umožnily pouze tři podniky, ve kterých byly zjištěny následující hodnoty: 82, 120, 50 kg N/ha. Od dalších pěti zemědělských podniků byla získána ústní informace že dávky dusíku se pohybují na úrovni od 90 do 150 kg N/ha. Hodnocené ekologické podniky potvrdily, že neprovádí aplikaci dusíku v minerálních hnojivech. I když při šetření nebyly od většiny zemědělských podniků získány konkrétní údaje, lze vzhledem k celkově nízkým dávkám živin v minerálních používaných současně době v ČR konstatovat, že v zemědělské praxi jsou požadované hodnoty indikátoru převážně plněny.

Požadavek indikátoru je ve většině podniků splnitelný.

Četnost sečení, přejezdů po pozemku a sklizně

Pro stanovení četnosti přejezdů a sklizně se sčítají všechny mechanizované pracovní operace na pozemcích. Hodnoty z jednotlivých pozemků se průměrují za celkovou zemědělsky využívanou výměru podniku. Hodnotící funkce vyjadřuje stoupající vliv utužení půdy s přibývajícím četností přejezdů po pozemku.

Průběh hodnotící funkce (obr. 7.) sleduje stoupající vliv utužení půdy a narušování prostředí pro faunu s přibývajícím četností přejezdů po pozemku. Se zvyšujícím se počtem přejezdů se hodnota funkce snižuje. Jako vhodný stav je považováno do 11 přejezdů po pozemku za kalendářní rok.



Obr. 7. Hodnotící funkce četnosti přejezdů

Tab. 13. Variační koeficient velikosti honů

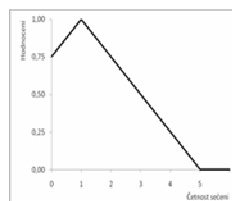
Označení podniku	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Počet přejezdů	8	10	18	6	10	16	8

Hodnoceno bylo 7 podniků, z toho požadovanou hodnotu indikátoru splnily 4 podniky (tab. 13.). V podniku P6 byla pěstována na některých pozemcích zelenina a to způsobilo vyšší průměrný počet přejezdů. U dalších podniků se jednalo i intenzivní zemědělskou výrobu s větším počtem vstupů na pozemek. V hodnotách indikátoru mezi sledovanými podniky lze vysvětlit rozdílným výrobním zaměřením.

Četnosti sečení

Pro stanovení četnosti sečení se zahrnují všechny zemědělsky využívané plochy s opakovaným sečením plodin (louky, pastviny a píceiny na orné půdě). Pro stanovení hodnoty podniku se na všech dotyčných dílech pozemcích zjišťuje počet sklizní (sečí), a to jako průměr všech ploch. Hodnotící funkce sleduje dobu mezi jednotlivými sečeními a tím hodnotí prostor pro rozvoj flory a fauny na sledovaném pozemku.

Při intenzivnějším kosení se zkracuje doba mezi jednotlivými sečeními a tím se i zkracuje doba pro růst a rozvoj jednotlivých rostlin. Hodnotící funkce (obr. 8.) sleduje vliv stoupající hodnoty porostu od pokosení vlivem změny zastoupení jednotlivých druhů. Omezuje se rovněž rozsah habitatů.



Obr. 8. Hodnotící funkce četnosti sklizně

Hodnocení proběhlo ve třech podnicích. Dva z nich pěstovali víceleté pícniny na orné půdě a využívali 3 – 4 seče za vegetační období. Třetí podnik obhospodařující TTP prováděl v průběhu roku 2 – 3 seče.

Požadavek do dvou sečí nebyl u žádného podniku splněn, ale podnik obhospodařující TTP se požadovanému hodnocení velmi přiblížil.

ZÁVĚR

Šetření v zemědělských podnicích byla prokázána možnost získání podkladů pro hodnocení řady indikátorů biodiverzity a heterogenity v systému rostlinné výroby: diverzita využívání a pěstování polních plodin, velikost pozemku, variační koeficient velikosti honů, intenzita hnojení N, podíl orné půdy bez chemické ochrany rostlin, četnost sečení, přejezdů po pozemku a sklizně, četnost sečení.

Většina hodnocených podniků dosahovala požadovaných hodnot indikátorů. Bylo však zjištěno protichůdné působení indikátoru velikost pozemku a variační koeficient velikosti honů, které lze vysvětlit nižším zorněním a větší standardizací velikosti pozemků v členitější krajině bramborařské výrobní oblasti.

Při hodnocení biodiverzity Schannonovým indexem na jednotlivých úrovních organizace agrosystému byly nejvyšší hodnoty dosahovány na úrovni odrůd. Z hlediska zvyšování heterogenity agrosystému však má větší význam diverzita na úrovních využívání půdy a skupin plodin. To bylo zohledněno váhou při stanovení průměru dílčích hodnocení. Ve výběrovém souboru podniků převládala nepříznivá nízká diverzita agrosystému ve způsobu využívání půdy a úzká strukturální skladba pěstovaných plodin.

Byla zjištěna průkazná korelace mezi velikostí zemědělského podniku a průměrnou velikostí honů ($r = 0,53$). Hodnoty ostatních indikátorů diverzity agrosystému nebyly velikostí podniku významně ovlivněny.

LITERATURA

BOCKSTALLER, C. Et al. (2006): Betriebliches Umweltmanagement in der Landwirtschaft: Vergleich der Methoden INDIGO, KUL/USL, REPRO und SALCA. Abschlussbericht zum Projekt 04 – „COMETE“ 2003-2005.

BREITSCHUH, G., ECKERT, H., MATTHES, I., STRUMPFEL, J., (2008): Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, 139 s.

DLG (2009): Prüfbestimmungen für das DLG-Zertifikat „Nachhaltige Landwirtschaft – zukunftsfähig“, 33s.

FRITZ, J., STUDER, CH., THALMANN, CH., PORSCHE, H., STAMPFLI, A. (2008): RISE – Manahmenorientierte Nachhaltigkeitsanalyse landwirtschaftlicher Betriebe, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, 94 s.

HÜLSBERGEN, K. J. (2003): Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Berichte aus der Agrarwissenschaft. Aachen: Shaker Verlag, 292 S.

CHRISTEN, O. (2002): Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung der Landwirtschaft, Institut für Landwirtschaft und Umwelt, 102 s. ISBN 3-926898-17-8

KŘEN et al. (2010): Metodika hodnocení trvalé udržitelnosti systémů rostlinné produkce pro podmínky ČR, v tisku.

SHANNON, C.E., 1948. A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal, 27, 379-423 and 623-656.

ZAPFL, R., SCHULTHEIß, U., OPPERMANN, R., WEGHE, H., DOHLER, H., DOLUSCHITZ, R., (2009): Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, 197 s.