

## MODEL OF NUTRIENT BALANCE IN GROWING PIGS IN RELATION TO „CARBON FOOTPRINT“

**Krobot R., Zeman L.**

Department of Animal Nutrition and Forage Production, Faculty of Agronomy, Mendel university in Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: ric.krobot@centrum.cz

---

### ABSTRACT

In this thesis, the goal was to create a model of pig farm and its load of carbon dioxide in carbon dioxide equivalent, and propose measures to reduce emissions. A model example of farm BOTPAL Inc.. We calculated so-called carbon footprint through carbon dioxide equivalent. The calculations we used values obtained from both the EU material, and specific data from the farm and attempts to institute balance 222 - Grassland. We found that the farm produce for the year 2083 including pigs and ancillary facilities will produce 3562.7 tons of carbon dioxide equivalents. CO<sub>2eq</sub> production of feed was 3460 t of nitrogen emissions caused by undigested feed - faeces urine was 3227.9 tons CO<sub>2eq</sub> and methane was 52 t CO<sub>2eq</sub>. The extra traffic - piglet heating, hot water, fuel, light, eliminates the manure was 102.47 tons CO<sub>2ekv</sub>. From this it is clear that the reduction CO<sub>2eq</sub> is the only way to reduce emissions from feces and urine. To practice means to feed this perception that we should pay more attention to the digestibility of the diet to reduce emissions from manure. Increasing the digestibility of 10% would reduce emissions by 553.4 tons of emissions CO<sub>2eq</sub> feces and urine. Ancillary activities such sites does not share in the production of carbon footprint and a reduction of 10% or 20 will bring the overall perspective of any substantial change. Production of a pig weighing 105 kg and 173 days of fattening period led to the formation of 66 kg of CO<sub>2</sub> equivalent.

The most effective way to reduce the carbon footprint for a specific breeding and production is to use higher quality, more digestible feed.

**Key words:** pigs, slurry, carbon footprint, carbon dioxide equivalent, greenhouse gas, emissions of gas

## ÚVOD

Česká republika je členem Evropské unie a jako taková se podílí na produkci vepřového masa. Nejvýznamnějšími producenty EU jsou v dnešní době Dánsko, Německo, Španělsko a Polsko. Česká republika v žebříčku produkce zaujímá 12. místo. Ve spotřebě vepřového masa je Česká republika na 10. místě, s průměrnou spotřebou 41,7 kg na osobu za rok.

Globální oteplování je nevyvratitelný fakt. Je to velmi závažný problém klimatických změn. Tento problém vznikl asi před 200 lety, kdy začala průmyslová revoluce. Od té doby se podle shromážděných naměřených teplot po celém světě se potvrdilo globální oteplení asi 0,6°C. Vyšší teploty s sebou v budoucnosti jistě přinesou mnoho obtíží, nebezpečí klimatických změn však leží jinde. Zvýšení teplot totiž ovlivňuje celou řadu dalších jevů a vyvolává spoustu jiných velkých problémů. Na prvním místě stojí jednoznačně přírodní katastrofy, které budou s největší pravděpodobností doprovázet oteplení ve všech částech světa.

Emise amoniaku (sloučenin N) a methanu úzce souvisí s produkcí skleníkových plynů. Tato problematika souvisí, ať přímo nebo nepřímo, se zemědělskou činností. Většina vyspělých států Evropské unie se této problematice (P, N) věnuje více jak 20 let a pokud se týká C tak této problematice se věnoval výzkum v České republice již před 50 léty. Do módy však tato problematika přišla pod názvem „Uhlíková stopa“ (Carbon footprint) až po roce 2000 a v současné době je jí v zemích našich západních sousedů věnována pozornost celých výzkumných pracovišť speciálně zřízených k tomuto účelu. Také příslušné výbory a podvýbory Evropské unie (EFSA, SCAN, aj.) se této problematice věnují. Dá se očekávat, že v nejbližších 3-4 letech se bude intenzivně pracovat na legislativě a asi od roku 2014 bude každý zemědělec, každá farma muset prokazovat jak jejich hospodářství účelně pracuje s pojmy emise a uhlíková stopa (ZEMAN, 2009).

## MATERIÁL A METODIKA

Výpočet uhlíkové stopy jsme prováděli podle postupů popsanych v práci FLACHOWSKY (2009) a data uváděná v jejich práci nám současně sloužila jako kontrola.

Podle práce FLACHOWSKÉHO (2009), BAT (2008) a IPPC (2006) jsme sestavili model farmy o počtu 100ks prasnic, které produkovaly v roce 2,2 vrhu s počtem 10,5 ks odstavených selat na jednu prasnici ve 28 dnech. Po propočítání nám vyšel počet selat produkovaných za rok na 2310 ks selat. U těchto selat jsme stanovili 7 % úhyn a tedy do výkrmu pokračovalo 2148 ks prasat, úhyn pro výkrm jsme stanovili na 3% a po konečném propočítání jsme došli k výsledku 2084 ks prasat v jatečné váze za jeden rok. Do modelu byl zahrnut 1 kanec.

Tab. 1: Obrat stáda prasat v modelovém chovu

Kategorie	Obrat stáda pro 100 prasnic				
	Počet (ks)	Počet vrhů selat za rok	Počet odstavených selat/prasnice (ks)	Hmotnost vrhu při odstavu (kg)	Úmrtnost (%)
Prasnice	100	2,2	10,5	6,5	5
Kanec	1				
Celkem	2310	ks/rok			7
Uhyn selat	161,7	ks/rok			
Výkrm	2148,3	ks/rok			3
úhyn výkrm	64	ks/rok			
Jatky	2084	ks/rok			

Tab. 2: Výpočet délky výkrmu od narození po porážkovou hmotnost

	Délka výkrmu (dny)	Průměrný denní přírůstek (kg)	Hmotnost na konci odchovu (kg)	Věk selat při odstavu (dny)	Věk prasat na konci výkrmu (dny)
Výkrmovaný kus	145	0,74	107	28	173

Pro výkrm jsme stanovili průměrný denní přírůstek na 0,74 kg a porážkovou hmotnost na 107 kg. Díky těmto údajům jsme došli k délce výkrmu a to 145 dnů. Pro vypočítání celkové délky od narození až po porážkovou hmotnost jsme k délce výkrmu připočetli dobu po odstav a došli k výsledku 173 dní celkové doby výkrmu. V době od narození po odstav jsme použili hodnoty množství krmiv 0,644 kg (ZEMAN, 2006) a v době výkrmu jsme stanovili denní příjem krmiva na 2,3 kg krmné směsi a den.

Pro prasnice jsme stanovili délku mezidobí pro 2,2 vrhu na 166 dní. Během této doby jim byla podávána kompletní krmná směs pro prasnice březí v délce 131 dní a dávce 3,2 kg na den. Zbýlých 35 dní byla podávána kompletní krmná směs pro prasnice kojící v dávce 4,2 kg.

Pro kance jsme stanovili pevnou dávku 2,5 kg krmné směsi po celý rok tedy 365 dní.

Tab. 3: Výpočet množství krmiv za rok

	Krmivo	Dávka na den (kg)	Počet dní	Celkem (kg)
Prasnice	KPK	4,2	35	147,0
	KPB	3,2	131	418,9
Celkem cyklus			166	565,9
Celkem za rok				1245,0
Selata				
Selata		0,023	28	0,644
Výkrm		2,3	145	332,6
Celkem za výkrm				333,2
Kanec		2,5	365	912,5

Z údajů o délce odchovu a dalších pomocných čísel jsme zjistili průměrné hodnoty spotřeby krmiv u kategorií prasat. A mohli jsme tak zjistit spotřebu krmiv v podniku za celý rok a to na 819,8 t krmiva což odpovídá 2,2 t krmiva na den.

Tab. 4: Produkce z celkové spotřeby krmiv

Produkce z 1 kg směsi (kg/CO <sub>2</sub> )	Spotřeba krmení za rok (t)	Spotřeba krmení za den (t)
0,22	819,8	2,2
celkem produkce	180,35	0,49

Množství spotřebovaného krmiva nám umožnilo stanovit první emisi oxidu uhličitého a to považujeme-li že 1 kg jádrného krmiva představuje emisi 0,22 kg CO<sub>2</sub>, tak na celý objem krmiv spotřebovaného v podniku vychází produkce 180 t CO<sub>2</sub> z příjmu krmiv.

Tab. 5a: Výpočet množství CO<sub>2ekv</sub> z obsahu N-látek

Přijem za rok (t)	KS (%)	Stravitelnost (%)	KS	Produkce sušiny výkalů za rok (t)	Sušina (%)	výkalů (%)	Produkce mokřých výkalů za rok (t)	Produkce moči za den (kg)	Produkce moči a voda za rok (t)
819,8		0,82		147,6		0,25	590,2	7	5582,3

Tab. 5b: Výpočet množství  $CO_{2ekv}$  z obsahu N-látek

Kejda (t)	Obsah NL v moči za rok (t)	Obsah NL ve výkalech za rok (t)	Emise N do ovzduší za rok (t)	Přepočet na $CO_{2ekv}$ (t)
6172,5	23,1	30,7	10,8	3227,9

Pro výpočet emisí dusíku (N) jsme vycházeli z obsahu 15% NL ve směsi krmiva, což udávalo z celkového množství přijatých krmiv 123 t N-látek. Z tohoto objemu N-látek je stráveno 75% a zbylých 25% vyloučeno exkrementy. Došli jsme tedy k výsledku 92,2 t stravitelných N-látek a 30,7 t vyloučených exkrementy. Vyloučení N-látek močí. Ze strávených N-látek je vylučováno celých 25% N-látek, což nás vede k výsledku 23,1 t N-látek za rok z produkce moči. Z celkového množství N-látek je do ovzduší emitováno 20% emisí, zbylých 80 % se emituje do půdy. Do ovzduší z kejdy uniká 10,8 t dusíkatých plynů. Tuto hodnotu můžeme přepočítat na ekvivalentní oxid uhličitý pomocí koeficientu 300 (FLACHOWSKI, 2009) a vyjde nám hodnota 3227,9 tun ekvivalentního oxidu uhličitého na rok v našem modelovém chovu.

Tab. 6: Výpočet množství  $CO_{2ekv}$  z obsahu metanu

Příjem KS za rok (t)	Sušina krmiva	Přijatá sušina krmiva (t)	Produkcce metanu v g/kg sušiny přijatého krmiva	Produkcce metanu (t)	Přepočet na $CO_{2ekv}$ (t)
819,8	0,92	754,2	3	2,26	52,0

Výpočet emisí metanu je počítán podle průměrné produkce 3 g z kg sušiny přijatého krmiva (STEINFELD et al., 2006). Sušina krmiva byla stanovena na 92% z tohoto údaje jsme vypočetli příjem sušiny krmiva na 754,2 t z původní hmoty krmiva. Z příjmu sušiny krmiva lze vypočítat produkci metanu z krmiva a to na 2,26 t  $CH_4$  za rok přepočteného na 52 t  $CO_2$  ekvivalentního.

V rámci podniku jsme si určili i ostatní zdroje které mohou emitovat skleníkové plyny do ovzduší a to spotřebu elektřiny, pohonných hmot, energii na vytápění porodny a ohřev vody.

Tab. 7: Produkce CO<sub>2</sub> z odkladu hnoje

Odklid hnoje	Četnost	v čase	Spotřeba	energie	Spotřeba	energie	Produkce	CO <sub>2</sub> Jednotka	Emise	měsíc
Odvoz kontajnerů	9	krát do měsíce	1	l nafty	9	l nafta	2,7	kg/l	24,3	CO <sub>2</sub>
Bobek	1	krát do měsíce	20	l nafty	20	l nafta	2,7	kg/l	54	CO <sub>2</sub>
Oběžné shrnovače	60	hodin/měs	80	kWh	4800	kWh	0,528	kg/kWh	2534,4	CO <sub>2</sub>
Vynašecí dopravník	60	hodin/měs	30	kWh	1800	kWh	0,528	kg/kWh	950,4	CO <sub>2</sub>
Čerpadlo močůvky	10	hodin/měs	80	kWh	800	kWh	0,528	kg/kWh	422,4	CO <sub>2</sub>
<b>Celkem</b>									<b>3985,5</b>	<b>CO<sub>2</sub>/měs</b>

V tabulce je zobrazena náročnost energií na odklid exkrementů z modelové farmy. Kejdové hospodářství modelové farmy je nejvíc zatíženo na elektrickou energii oběžných shrnovačů a to 2,5 t CO<sub>2</sub>. Je to dáno hlavně výkonem elektromotorů potřebných pro správný chod shrnovače a také časovým nasazením shrnovače v práci.

Tab. 8: Produkce CO<sub>2</sub> z ostatních zdrojů emisí

Ostatní zařízení	Četnost	v čase	Spotřeba energie	Spotřeba energie	Produkce CO <sub>2</sub>	Emise	měsíc			
AVIA	560	km/měs	17	l/100km	95,2	1 nafta	2,7	kg/l	257,0	CO <sub>2</sub>
PICK-UP	600	km/měs	8	l/100km	48	1 benzin	2,3	kg/l	110,4	CO <sub>2</sub>
Míchačí vůz – služby	12	hod/měs	20	l/hodina	240	1 nafty	2,7	kg/l	648	CO <sub>2</sub>
Elektřina										CO <sub>2</sub>
- svítidla	450	hod/měs	5,88	kWh	2646	kWh	0,528	kg/kWh	1397,1	CO <sub>2</sub>
- boiler	120	hod/měs	2	kWh	240	kWh	0,528	kg/kWh	126,7	CO <sub>2</sub>
- lednice	720	hod/měs	0,09	kWh	64,8	kWh	0,528	kg/kWh	34,2	CO <sub>2</sub>
Topení	720	hod/měs	22	kg/uhlí	660	kg/uhlí	3	kg/kg uhlí	1980	CO <sub>2</sub>
celkem									4553,4	kg/měsíc

V tabulce je zobrazena náročnost ostatních energií, které se mohou vyskytovat na farmě. Mezi hlavních znečišťovatele oxidem uhličitým patří emise ze spalování černého uhlí a dále emise ze spotřeby elektrické energie na osvětlení prostor. Ty jsou dány hlavně vysokým počtem světelných zařízení ve všech prostorách. Pro model bylo počítáno s počtem 60 ks zářivek o příkonu 58 W (ANONYM, 2010) a 30 ks žárovek o příkonu 80 W (ANONYM, 2010) z vlastních zásob.

## VÝSLEDKY A DISKUZE

Výsledky emisí ekvivalentního oxidu uhličitého jsme využili k výpočtu celkového zatížení farmy za jeden rok, emisí na 1 ks prasete za rok a zatížení na 1 ks prasete a den.

Tab. 9: Produkce CO<sub>2ekv</sub> z živočišné výroby

Druh emise	Koeficient přepočtu na CO <sub>2ekv</sub>	Produkce emise v t/rok	Přepočtené emise za jeden rok CO <sub>2ekv</sub> (t)	Emise na celý chov a jeden den (t)	přepočet na 1 průměrný ks za rok (t)	množství CO <sub>2ekv</sub> na ks/den (kg)
CO <sub>2</sub>	1	180,35	180,4	0,49	0,08	0,23
N	300	10,8	3227,9	8,84	1,48	4,05
CH <sub>4</sub>	23	2,26	52,0	0,14	0,02	0,07
Celkem v chovu	CO <sub>2ekv</sub>		3460,3	9,48	1,58	4,34

**MENDELNET 2010**

V tabulce je zobrazena celková produkce emisí ekvivalentního oxidu uhličitého z živočišné výroby. Po přepočtení produkce koeficienty pro stanovení ekvivalentního oxidu uhličitého vycházely jako nejvyšší hodnoty amoniaku a to 3227,9 t CO<sub>2ekv</sub>. Tato emise představuje 93% ekvivalentního oxidu uhličitého z celkových emisí.

Tab. 10: Produkce CO<sub>2ekv</sub> z ostatních zdrojů emisí

	Emise za den (kg)	Emise za měsíc (kg)	Emise za 1 rok (t)	Přepočet na CO <sub>2ekv</sub> (t)
Odklid hnoje	132,9	3985,5	47,8	
Ostatní zařízení	151,8	4553,5	54,6	
Celkem	284,6	8539,0	102,4	102,47

V tabulce je zobrazena celková produkce emisí ekvivalentního oxidu uhličitého ze spotřeby energie. Tyto emise jsou oproti emisím z živočišné produkce takřka zanedbatelné. Výsledek produkce emisí ze spotřeby paliv vyšly na 102,47 t CO<sub>2ekv</sub>.

Tab. 11: Celková produkce CO<sub>2ekv</sub> na farmu

	Emise za 1 rok (t)	Emise na celý chov a jeden den (t)	Emise na 1 ks a rok (t)	Emise na 1 ks a den (kg)
Živočišná produkce	3460,3			
Použití paliv	102,47			
Emise celkem	3562,7	9,76	1,631	4,47

V této poslední tabulce jsou shrnuty všechny emise CO<sub>2ekv</sub> vyprodukovaných na modelové farmě. Celkově farma vyprodukovala 3562,7 t CO<sub>2ekv</sub>. Na jeden ks vyšla produkce 1 631 kg CO<sub>2ekv</sub> za rok a emise na 1 ks jsou 4,47 kg CO<sub>2ekv</sub>.

## ZÁVĚR

Na modelovém příkladě farmy jsme propočítali tzv. uhlíkovou stopu přes ekvivalentní oxid uhličitý. K výpočtům jsme použili jak hodnoty získané z materiálu EU, tak konkrétní údaje z farmy a bilančních pokusů ústavu 222 – výživy zvířat a pícninářství. Zjistili jsme že farma vyprodukuje za rok 2083 ks prasat a včetně pomocných provozů vyprodukuje 3562,7 t oxidu uhličitého ekvivalentu. Produkce CO<sub>2ekv</sub> z krmiv byla 3460 t, z emisí dusíku způsobeném nestráveným krmivem – výkaly moč byla 3227,9 t CO<sub>2ekv</sub> a z metanu byla 52 t CO<sub>2ekv</sub>. Z pomocných provozů – ohřev selat, teplé vody, PHM, osvětlení, odklid hnoje byla 102,47 t CO<sub>2ekv</sub>. Z uvedeného je zřejmé, že pro snížení CO<sub>2ekv</sub> je jedinou cestou omezení emisí z výkalů a moče. Pro krmivářskou praxi znamená tento poznatek to, že bychom měli věnovat větší pozornost stravitelnosti krmné dávky abychom snížili množství emisí z výkalů. Zvýšení stravitelnosti o 10% by vedlo ke snížení emisí o 553,4 t CO<sub>2ekv</sub> z emisí výkalů a moči. Činnost pomocných provozů nepřináší takový podíl do produkce



uhlíkové stopy a její snížení o 10 nebo 20% nepřinese v celkovém pohledu žádnou podstatnou změnu.

Produkce jednoho prasete o váze 105 kg a době výkrmu 173 dní vedla k tvorbě 66 kg ekvivalentu CO<sub>2</sub>.

Nejefektivnější cesta ke snížení uhlíkové stopy pro konkrétní chov a produkci je použití kvalitnějších, lépe stravitelných krmiv.

## LITERATURA

BLONK, Hans; PONSIOEN, Tommie. *Towards a tool for assessing carbon footprints of animal feed*. Netherlands : Blonk Milieu Advies B.V., 2009. 72 s.

FLACHOWSKY, G.: *Carbon Footprints of Animals - Present Stage of Knowledge and Open Questions to Calculate Footprints for Food of Animal Origin*. In.: Delacon Performing Nature Symposium 2009, Crete Island, Greece, November 4.-6. 2009, p-138-144

*IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : Agriculture, Forestry and Other Land Use* [online]. Geneva : C/O World Meteorological Organization, 2010 [cit. 2010-04-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>>.

*Kategorie, emisní faktory a plány zavedení zásad správné zemědělské praxe u zemědělských zdrojů*. Praha, 2006. 7 s.

KROBOT, Richard. *Bilance živin u prasat*. Brno, 2008. 57 s. Bakalářská práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita.

ZELENKA, Jiří, et al. *Výživa a krmení hospodářských zvířat I. část: (návodů do cvičení z výživy)*. Brno: Ediční středisko VŠZ, 1987. 184 s. ISBN 55-946-87

ZEMAN, Ladislav, et al. *Jak splnit požadavky systému "Cross-compilace" v oblasti výživy a krmení zvířat*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007. 75 s. ISBN 978-80-7375-124-1.

ZEMAN, Ladislav, et al. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Praha : Profi Press, 2006. 360 s. ISBN 80-86726-17-7.

ZEMAN, Ladislav; TVRZNIČEK, Pavel. *Stopové prvky ve výživě*. Praha, 2005. 52 s