

SESTAVA ŽIVINSKIH GNOJIL V SLOVENIJI

Drago BABNIK¹⁾, Vida ŽNIDARŠIČ-PONGRAC²⁾, Veronika KMECL³⁾, Janez SUŠIN⁴⁾, Jože VERBIČ¹⁾, Blaž ŠEGULA⁵⁾, Tomaž ŽNIDARŠIČ⁶⁾ Janez JERETINA⁷⁾

IZVLEČEK

Spomladi in jeseni leta 2005 smo v času razvoza živinskih gnojil po Sloveniji zbrali 74 vzorcev goveje gnojevke, 30 vzorcev govejega gnoja, 19 vzorcev goveje gnojnice in 13 vzorcev prašičje gnojevke. Kemična sestava zbranih živinskih gnojil je bila zelo raznolika. Goveja gnojevka je vsebovala 8,4 % sušine (3,0-13,2 %) in 6,7 % organske snovi (1,7-11,5 %) ter 0,9 kg MgO (0,3-3,1 kg), 1,6 kg P₂O₅ (0,5-2,7 kg), 4,0 kg K₂O (1,5-8,9 kg), 3,6 kg N (1,0-5,6 kg), 1,6 kg NH₄-N (0,4-3,2 kg), 3,8 g Cu (0,8-14,3 g) in 17,7 g Zn (3,9-53,8 g) na kubični meter. Goveji hlevski gnoj je vseboval 18,6 % sušine (11,7-27,5 %), 14,6 % organske snovi (9,8-22,4 %), 1,8 kg MgO (0,7-3,7 kg), 3,0 kg P₂O₅ (1,3-6,1 kg), 5,1 kg K₂O (1,7-11,8 kg), 4,7 kg N (2,7-8,5 kg), 0,8 kg NH₄-N (0,1-2,0 kg), 4,7 g Cu (2,1-8,8 g) in 24,4 g Zn (8,7-64,3 g) na tono. Goveja gnojnica je vsebovala 2,0 % sušine (0,2-6,3 %), 1,1 % organske snovi (0,1-4,3 %), 0,4 kg MgO (0,01-2,0 kg), 0,3 kg P₂O₅ (0,02-2,0 kg), 3,9 kg K₂O (0,6-9,3 kg), 1,5 kg N (0,2-3,6 kg), 1,2 kg NH₄-N (0,1-3,3 kg), 0,6 g Cu (0,03-2,6 g) in 2,1 g Zn (0,1-10,9 g) na kubični meter. Prašičja gnojevka pa je vsebovala 4,8 % sušine (1,2-16,4 %), 3,5 % organske snovi (0,7-11,9 %), 0,9 kg MgO (0,1-2,9 kg), 3,0 kg P₂O₅ (0,6-10,6 kg), 2,9 kg K₂O (1,7-6,6 kg), 5,0 kg N (2,6-13,1 kg), 3,2 kg NH₄-N (1,3-5,5 kg), 10,5 g Cu (1,0-27,7 g) in 39,0 g Zn (6,9-89,0 g) na kubični meter. Vsebnost P, Zn in Cu v sušini goveje gnojevke je bila v pozitivni korelaciji s količino porabljenih mineralnih gnojil na kmetiji ter s količino krmnih in mineralno vitaminskih mešanic v obroku.

THE COMPOSITION OF LIVESTOCK MANURE IN SLOVENIA

ABSTRACT

In the spring and the autumn 2005 during the application of livestock manure in Slovenia 74 samples of cattle slurry, 30 samples of cattle solid manure, 19 samples of cattle liquid manure and 13 samples of pig slurry were collected. The chemical composition of gathered livestock manure samples was very variable. Cattle slurry contained 8.4 % dry matter (3.0-13.2 %), 6.7 % organic matter (1.7-11.5 %), 0.9 kg MgO (0.3-3.1 kg), 1.6 kg P₂O₅ (0.5-2.7 kg), 4.0 kg K₂O (1.5-8.9 kg), 3.6 kg N (1.0-5.6 kg), 1.6 kg NH₄-N (0.4-3.2 kg), 3.8 g Cu (0.8-14.3 g) and 17.7 g Zn (3.9-53.8 g) in a cubic meter. Cattle solid manure contained 18.6 % dry matter (11.7-27.5 %), 14.6 % organic matter (9.8-22.4 %), 1.8 kg MgO (0.7-3.7 kg), 3.0 kg P₂O₅ (1.3-6.1 kg), 5.1 kg K₂O (1.7-11.8 kg), 4.7 kg N (2.7-8.5 kg), 0.8 kg NH₄-N (0.1-2.0 kg), 4.7 g Cu (2.1-8.8 g) and 24.4 g Zn (8.7-64.3 g) in a ton. Cattle liquid manure contained 2.0 % dry matter (0.2-6.3 %), 1.1 % organic matter (0.1-4.3%), 0.4 kg MgO (0.01-2.0 kg), 0.3 kg P₂O₅ (0.02-2.0 kg), 3.9 kg K₂O (0.6-9.3 kg), 1.5 kg N (0.2-3.6 kg), 1.2 kg NH₄-N (0.1-3.3 kg), 0.6 g Cu (0.03-2.6 g) and 2.1 g Zn (0.1-10.9 g) in a cubic meter. Pig slurry contained 4.8 % dry matter (1.2-16.4 %), 3.5 % organic matter (0.7-11.9 %), 0.9 kg MgO (0.1-2.9 kg), 3.0 kg P₂O₅ (0.6-10.6 kg), 2.9 kg K₂O (1.7-6.6 kg), 5.0 kg N (2.6-13.1 kg), 3.2 kg NH₄-N (1.3-5.5 kg),

¹⁾ Dr., univ. dipl. inž. živ., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana

²⁾ Mag., univ. dipl. inž. kem., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana

³⁾ Mag., univ. dipl. inž. kem. inž., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana

⁴⁾ Univ. dipl. inž. agr., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana

⁵⁾ Mag., dr. vet. med., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana

⁶⁾ Univ. dipl. inž. živ., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana

⁷⁾ Mag., univ. dipl. inž. živ., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, SI-1000 Ljubljana

10.5 g Cu (1.0-27.7 g) and 39.0 g Zn (6.9-89.0 g) in a cubic meter. The content of P, Zn and Cu in the dry matter of cattle slurry was in positive correlation with the application quantity of mineral fertilisers and the quantity of concentrates and mineral-vitamin supplements in the diet.

1. UVOD

Pri načrtovanju okolju prijaznega gnojenja moramo v skladu s kodeksom dobre kmetijske prakse (Verbič in sod., 2006) moramo upoštevati tudi hranila, ki jih v tla vnesemo z živinskimi gnojili. V Sloveniji je sestava živinskih gnojil slabo poznana. V literaturi (Čop in Leskošek, 1983; Kokalj in sod., 1983) lahko zasledimo starejše podatke o vsebnosti hranil v goveji gnojevki v Sloveniji. Ker je prišlo v zadnjih 20 letih do velikih sprememb v intenzivnosti reje živali in vnašanju hranil z močno krmo in mineralno-vitaminskimi mešanici je razumljivo, da se spreminja tudi sestava živinskih gnojil.

V Sloveniji imamo v intenzivni živinoreji pogosto probleme tako z veliko obremenitvijo kmetijske zemlje z živino kot razmeroma veliko vsebnostjo nekaterih elementov v živinskih gnojilih. Med makro-elementi so v živinskih gnojilih pogosto problematični N, P, K, ki jih v krogotok hranil na kmetiji vnašamo pretežno prek gnojenja z mineralnimi gnojili ter z dokupom močne krme. Fosfor vnašamo tudi z mineralno-vitaminskimi mešanici. Poleg vsebnosti posameznega hranila je z vidika varovanja okolja pomembna tudi njegova topnost. Za P je na primer značilno, da se pretežen del, ki je dodan v obrok v presežku, izloči z blatom in se pojavlja v gnojevki kot mobilni oziroma vodotopni P (Dou in sod., 2001; Satter, 2003).

Med težkimi kovinami so najpogostejši onesnaževalci kmetijskih tal As, Hg, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb in Zn (Roth in sod., 2002; Schultheiß in sod., 2002), med katerimi sta najbolj problematična Zn in Cu (Mantovi in sod., 2003; Nicholson in sod., 1999). Na kmetijo ju pogosto vnašamo z mineralno-vitaminskimi mešanici. Ostale težke kovine kot na primer Cd lahko vnašamo posredno prek onesnaženih mineralnih gnojil, Cr pa tudi z neustreznimi surovinami za sestavo mineralno-vitaminskih mešanic in močno krmo (Roth in sod., 2002; Schultheiß in sod., 2002). Običajno vnesemo več kot 50 % težkih kovin v obrok z voluminozno krmo (Schultheiß in sod., 2002). Izjemi sta Cu in Zn, ki ju je največ v dokupljenih mineralno vitaminskih mešanicah. Dokupljena energijska in beljakovinska močna krma je drugi najpomembnejši vir Pb, Cd, Cr, Ni ter Zn. Pomemben vir Cu so lahko tudi dezinfekcijska sredstva za parklje, vir Zn pa pocinkana hlevska oprema, ki je podvržena prekomerni koroziji. Ker se z blatom živali izloča od 72 do 80 % zaužitega Cu in od 92 do 96 % Zn (Mantovi in sod., 2003) je razumljivo, da zauživanje povečanih količin teh elementov ter dolgoletna uporaba živinskih gnojil povzročata neželjeno kopičenje Cu in Zn v tleh (Bocchi, 1998; Del Castilho in sod., 1993; Mantovi in sod., 2003; Qian in sod., 2003). Analiza sestave mineralnih krmnih mešanic na slovenskem trgu je pokazala, da so glede na priporočila proizvajalcev potrebne količine Zn v obrokih za molznice lahko presežene 1,5 do 2 krat (izjemoma do 6 krat), Cu za 1,9 do 2,9 krat (izjemoma za 3,8 krat), P pa za 15 do 20 % (Babnik, 2003), kar precej povečuje vsebnost teh elementov v živinskih gnojilih.

V letu 2005 smo predstavili preliminarne oziroma delne rezultate o sestavi živinskih gnojil v spomladanskem času v Sloveniji (Babnik in sod., 2005). Zbirko vzorcev smo dopolnili z jesenskimi vzorci živinskih gnojil, zato v tem prispevku predstavljamo nekoliko zanesljivejše rezultate o sestavi živinskih gnojil v Sloveniji. Poleg vsebnosti makro-elementov, topnosti P in K, podajamo tudi vsebnosti nekaterih težkih kovin kot so Cu, Zn, Cd in Cr v živinskih gnojilih pri nas.

2. MATERIAL IN METODE DELA

Vzorke živinskih gnojil smo zbirali v sodelovanju z območnimi zavodi Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije v spomladanskem obdobju od februarja do aprila in jesenskem obdobju od septembra do novembra 2005. Vzorke goveje gnojevke (n=74), gnoja (n=30) in gnojnice (n=19) smo zbirali glede na intenzivnost prireje mleka v kontroliranih čredah. Podatke o mlečnosti krav smo dobili v Centralni podatkovni zbirki GOVEDO. Del vzorcev smo zbrali tudi v rejah krav dojilj in govejih pitališčih. Vzorke prašičje gnojevke smo zbirali na prašičerejskih kmetijah, predvsem v vzrejnih središčih. Večino vzorcev smo zbirali v času razvoja živinskih gnojil oziroma praznjenja gnojničnih jam in gnojišč. Ob vzorčenju smo opravili krajšo anketo o gnojilnih navadah na kmetiji ter o sestavljanju krmnih obrokov in dodajanju mineralnih dodatkov.

Vzorke živinskih gnojil smo od zbiranja do analize zamrznili. V odmrznjenih vzorcih smo s Kjeldahlovo metodo analizirali vsebnost amonijakovega dušika ($\text{NH}_4\text{-N}$). Z isto metodo smo po sušenju vzorcev določili še preostali dušik (Methodenbuch, 1995; Österreichisches Methodenbuch, 1987). Pri tekočih gnojilih smo merili pH vrednost ter s tehtanjem znanega volumna gnojevke ali gnojnice pri 20 °C določali specifično maso. Po upepelitvi vzorca in razkroju pepela s klorovodikovo kislino smo določili vsebnost skupnega P, K in Mg. V izvlečkih smo P določili spektrofotometrično po vanadatni metodi, K in Mg pa z atomsko absorpcijsko spektrometrijo. Vodotopni P in K smo iz suhega in zmletega vzorca gnojevke, gnojnice ali gnoja ekstrahirali 1 uro z destilirano vodo v razmerju 1:100. Ekstrakt smo centrifugirali in v njem določili vsebnost vodotopnega K z atomsko absorpcijsko spektrometrijo, vsebnost vodotopnega P pa z UV/VIS spektrometrijo po vanadatno molibdatni metodi. Vsebnosti Zn, Cu, Cd in Cr v vzorcih smo analizirali po razkroju vzorca v zlatotopki z atomsko absorpcijsko spektrometrijo (Methodenbuch, 1995; Österreichisches Methodenbuch, 1987). Vrednosti za K, P in Mg podajamo kot K_2O , P_2O_5 in MgO.

Različne vplive na kemično sestavo živinskih gnojil smo iskali z regresijskimi analizami. Ker smo pri obdelavi podatkov o sestavi spomladanskih in jesenskih vzorcev živinskih gnojil ugotovili, da med njimi ni razlik, rezultate prikazujemo skupaj. Vse vzorce živinskih gnojil, za katere smo iz ankete ugotovili, da ne pripadajo samo eni vrsti domačih živali smo izločili iz obdelave in jih v preglednicah ne prikazujemo.

3. REZULTATI IN DISKUSIJA

Povprečna sestava živinskih gnojil je podana v preglednicah 1 in 2. Za vsa gnojila je značilna zelo velika raznolikost v sestavi. Vsebnost sušine v tekočih gnojilih se od kmetije do kmetije lahko razlikuje tudi za več kot 10 krat. Podobno je tudi z vsebnostjo nekaterih makro in mikro elementov v sušini. V nadaljevanju prikazujemo rezultate s komentarjem za posamezne vrste živinskih gnojil glede na intenzivnost reje.

V preglednici 2 sta podani tudi topnost K_2O , in P_2O_5 v vodi. Povprečna topnost K v vodi je bila pri tekočih gnojilih pričakovano velika (92 do 95 %) pri hlevskem gnoju pa le nekoliko manjša (88 %). Topnost P v vodi se je v povprečju gibala od 30 % pri gnoju do 36 % pri prašičji gnojevki. Ugotavljamo razmeroma velike razlike v topnosti P med kmetijami, pri goveji gnojevki na primer od 2 % do 71 %, pri hlevskem gnoju od 1 do 51 %. Pozitivne korelacije med količino P v obroku oziroma v živinskih gnojilih ter topnostjo P v vodi pa z našo raziskavo nismo uspeli potrditi.

Preglednica 1: Sestava živinskih gnojil v Sloveniji

Table 1: The composition of livestock manure in Slovenia

	Enote Units	Goveja gnojevka Cattle slurry (n=74)			Prašičja gnojevka Pig slurry (n=13)			Goveja gnojnica Cattle liquid manure (n=19)			Goveji gnoj Cattle solid manure (n=30)		
		\bar{x}	Min	Max	\bar{x}	Min	Max	\bar{x}	Min	Max	\bar{x}	Min	Max
SS	%	8,4	3,0	13,2	4,8	1,2	16,4	2,0	0,2	6,3	18,6	11,7	27,5
OS	%	6,7	1,7	11,5	3,5	0,7	11,9	1,1	0,1	4,3	14,6	9,8	22,4
MgO	kg/m ³ , t	0,9	0,3	3,1	0,9	0,1	2,9	0,4	0,01	2,0	1,8	0,7	3,7
P ₂ O ₅	kg/m ³ , t	1,6	0,5	2,7	3,0	0,6	10,6	0,3	0,02	2,0	3,0	1,3	6,1
K ₂ O	kg/m ³ , t	4,0	1,5	8,9	2,9	1,7	6,6	3,9	0,6	9,3	5,1	1,7	11,8
N	kg/m ³ , t	3,6	1,0	5,6	5,0	2,6	13,1	1,5	0,2	3,6	4,7	2,7	8,5
NH ₄ -N	kg/m ³ , t	1,6	0,4	3,2	3,2	1,3	5,5	1,2	0,1	3,3	0,8	0,1	2,0
Cu	g/m ³ , t	3,8	0,8	14,3	10,5	1,0	27,7	0,6	0,03	2,6	4,7	2,1	8,8
Zn	g/m ³ , t	17,7	3,9	53,8	39,0	6,9	89,0	2,1	0,1	10,9	24,4	8,7	64,3

SS – sušina / dry matter; OS – organska snov / organic matter; N – skupni dušik / total nitrogen; \bar{x} – povprečje / average; Min – najmanj / minimum; Max – največ / maximum; MgO – magnezijev oksid / magnesium oxide; P₂O₅ – fosforjev pentoksid / phosphoric oxide; K₂O – kalijev oksid / potassium oxide; NH₄-N – amonijakov dušik / ammonia nitrogen; Cu – baker / copper; Zn – cink / zinc ; n – število vzorcev / number of samples

Preglednica 2: Sestava sušine živinskih gnojil v Sloveniji

Table 2: Dry matter composition of livestock manure in Slovenia

	Enote Units	Goveja gnojevka Cattle slurry (n=74)			Prašičja gnojevka Pig slurry (n=13)			Goveja gnojnica Cattle liquid manure (n=19)			Goveji gnoj Cattle solid manure (n=30)		
		\bar{x}	Min	Max	\bar{x}	Min	Max	\bar{x}	Min	Max	\bar{x}	Min	Max
SP	g/kg SS	207	75	444	299	96	450	535	114	718	209	89	407
OS	g/kg SS	793	556	925	701	550	904	465	282	886	791	593	911
MgO	g/kg SS	11,6	3,9	38,8	18,4	6,2	30,5	22,6	2,0	39,8	9,7	5,2	19,2
K ₂ O	g/kg SS	50,3	18,4	91,9	83,0	37,3	182,9	251,5	59,9	340,2	27,6	7,4	55,7
K ₂ O-VT	%	93	71	100	92	54	100	95	33	100	88	62	100
P ₂ O ₅	g/kg SS	19,5	11,3	34,7	60,8	34,8	126,7	15,2	4,1	39,2	16,0	6,4	28,7
P ₂ O ₅ -VT	%	35	2	71	36	2	78	35	3	92	30	1	51
NO ₃ -N	mg/kg SS	25	0	74	30	0	79	69	0	1087	104	6	691
NH ₄ -N	g/kg SS	21,1	3,8	74,0	108,7	25,2	255,1	76,5	1,7	191,3	4,3	0,2	9,5
N	g/kg SS	44,6	27,5	104,1	144,7	53,0	297,9	94,4	19,3	219,2	25,5	15,1	40,1
Cu	mg/kg SS	47	10	159	262	36	946	27	4	77	26	13	48
Zn	mg/kg SS	219	65	599	867	388	1395	99	17	245	130	52	330
Cd*	mg/kg SS	0,33	0,15	0,60	0,54	0,25	0,84	0,19	0,08	0,27	0,68	0,29	1,35
Cr*	mg/kg SS	8,0	4,0	13,5	18,0	10,0	30,2	3,3	1,9	6,0	19,9	9,3	43,6

SP – pepel / ash; K₂O-VT – delež vodotopnega K₂O od skupnega / proportion of water soluble K₂O from total; P₂O₅-VT – delež vodotopnega P₂O₅ od skupnega / proportion of water soluble P₂O₅ from total; NO₃-N – nitratni dušik / nitrate nitrogen; Cd – kadmij / cadmium; Cr – krom / chromium;

* število vzorcev goveje gnojevke (n=13), prašičje gnojevke (n=6), goveje gnojnice (n=4), govejega hlevskega gnoja (n=7) / number of samples of cattle slurry (n=13), pig slurry (n=6), cattle liquid manure (n=4) and cattle solid manure (n=7)

Ostale okrajšave so razložene v preglednici 1 / Other abbreviations are defined in Table 1

Sestava goveje gnojevke

Preglednica 3: Sestava goveje gnojevke v odvisnosti od intenzivnosti reje

Table 3: The composition of cattle slurry in dependence on farming intensity

	Enote Units	Zelo intenzivna reja ¹⁾ (n=26)			Zmerno intenzivna reja ²⁾ (n=26)			Ekstenzivna reja ³⁾ (n=22)		
		\bar{x}	Min	Max	\bar{x}	Min	Max	\bar{x}	Min	Max
SS	%	8,5	3,0	12,7	8,3	4,4	12,9	8,0	3,0	11,6
OS	%	6,9	2,6	9,4	6,6	3,1	11,5	6,2	1,7	9,6
MgO	kg/m ³	1,0	0,5	1,6	0,9	0,3	3,1	0,9	0,3	1,7
P ₂ O ₅	kg/m ³	1,8	0,9	2,7	1,5	0,9	2,4	1,4	0,5	2,4
K ₂ O	kg/m ³	3,9	2,3	8,9	4,1	2,4	6,5	4,0	1,5	7,9
NH ₄ - N	kg/m ³	1,9	1,2	3,2	1,6	0,5	2,7	1,4	0,4	3,1
N	kg/m ³	3,9	2,5	5,2	3,5	2,3	5,6	3,2	1,0	5,0
Cu	g/m ³	5,3	2,4	14,3	3,2	0,8	8,1	2,7	1,0	11,8
Zn	g/m ³	24,6	10,6	53,8	16,3	6,7	41,8	11,2	3,9	18,7
SM	kg/l	0,97	0,91	1,01	0,97	0,88	1,02	0,98	0,92	1,03

¹⁾ **Zelo intenzivna reja** - mlečnost krav v standardni laktaciji nad 7000 kg, intenzivno gnojenje z mineralnimi gnojili, ob največji mlečnosti krmijo povprečno 7,5 kg močne krme ter 15 dag mineralno-vitaminskih dodatkov dnevno

¹⁾ **Very intensive farming** – milk production of dairy cows in standard lactation above 7000 kg, intensive application of mineral fertilisers, at maximal milk production 7.5 kg concentrate mixture and 15 dag mineral-vitamin mixture on the average is supplemented daily

²⁾ **Zmerno intenzivna reja** – mlečnost krav v standardni laktaciji med 4500 in 7000 kg, gnojenje z mineralnimi gnojili, ob največji mlečnosti krmijo povprečno 5 kg močne krme ter 9 dag mineralno-vitaminskih dodatkov na dan, intenzivne reje govejih pitancev

²⁾ **Moderately intensive farming** – milk production of dairy cows in standard lactation between 4500 and 7000 kg, application of mineral fertilisers, at maximal milk production 5 kg concentrate mixture and 9 dag mineral-vitamin mixture on the average is supplemented daily, intensive farms of fattening bulls

³⁾ **Ekstenzivna reja** - mlečnost krav v standardni laktaciji pod 4500 kg, gnojenje z mineralnimi gnojili le v majhnih količinah, ob največji mlečnosti krmijo povprečno 3 kg močne krme ter 4,5 dag mineralno-vitaminskih dodatkov dnevno, reja krav dojilj, ekološka reja

³⁾ **Extensive farming** – milk production of dairy cows in standard lactation below 4500 kg, application of mineral fertilisers only in small quantities, at maximal milk production 3 kg of concentrate mixture and 4.5 dag mineral-vitamin mixture on the average is supplemented daily, farms with suckling cows, ecological farms

SM – specifična masa / specific mass;

Ostale okrajšave so razložene v preglednici 1 / Other abbreviations are defined in Table 1

Sestava goveje gnojevke v odvisnosti od intenzivnosti reje je podana v preglednici 3, sestava sušine goveje gnojevke pa v preglednici 4. Povprečne vsebnosti N, P₂O₅ in K₂O v analiziranih govejih gnojevkah so manjše od tabelarnih vrednosti, ki jih navajajo Leskošek (1993) oziroma Leskošek in Mihelič (1998), in rezultatov Kokalja in sod. (1983). Zaradi velike raznolikosti med vzorci v vsebnosti sušine, ki je predvsem rezultat redčenja gnojevke z vodo oziroma porabe vode na kmetiji, je smiselno primerjati predvsem razlike med gnojevkami po sestavi sušine. Za gnojevke, ki izvirajo iz zelo intenzivnih rej krav molznic, je v primerjavi z gnojevkami, ki izvirajo iz zmerno intenzivnih rej, značilna večja vsebnost P₂O₅ (22,7 vs. 18,6 g/kg sušine), N (49,0 vs 44,6 g/kg sušine), NH₄-N (25,0 vs. 21,1 g/kg sušine) ter Cu (65 vs 41 mg/kg sušine) in Zn (301 vs. 208 mg/kg sušine). Gnojevke iz ekstenzivnih

rej vsebujejo najmanj P₂O₅, N, Cu in Zn. Vsebnost K₂O je v gnojevkah iz intenzivnih rej malenkost nižja kot v gnojevkah iz ekstenzivnih rej. Rezultati so pričakovani, saj dokrmeljevanje koncentriranih krmnih mešanic zmanjšuje vsebnost K v obroku. V žitih je običajno 3 do 5 krat manj K kot v voluminozni krmi z izjemo koruzne silaže (DLG, 1973). Sestava govejih gnojevk iz ekstenzivnih rej je podobna gnojevkam iz ekoloških rej v Nemčiji (Stein-Bachinger in Dewes, 2004).

Preglednica 4: Sestava sušine goveje gnojevke v odvisnosti od intenzivnosti reje

Table 4: Dry matter composition of cattle slurry in dependence on farming intensity

	Enote Units	Zelo intenzivna reja ¹⁾ (n=26)			Zmerno intenzivna reja ²⁾ (n=26)			Ekstenzivna reja ³⁾ (n=22)		
		\bar{x}	Min	Max	\bar{x}	Min	Max	\bar{x}	Min	Max
SP	g/kg SS	190	75	299	209	85	305	231	113	444
OS	g/kg SS	810	701	925	791	695	915	769	556	887
MgO	g/kg SS	12,5	7,6	16,6	11,5	3,9	38,8	11,1	5,7	21,8
K ₂ O	g/kg SS	48,7	32,3	90,2	52,4	18,4	91,9	51,9	25,7	84,1
P ₂ O ₅	g/kg SS	22,7	18,2	34,7	18,6	11,3	26,5	17,3	11,3	24,5
NH ₄ -N	g/kg SS	25,0	12,6	74,0	21,1	3,8	56,5	17,7	6,7	36,5
N	g/kg SS	49,0	36,9	104,1	44,6	27,5	88,5	39,9	28,9	57,6
Cu	mg/kg SS	65	26	159	41	10	91	35	15	120
Zn	mg/kg SS	301	107	594	208	79	599	142	65	239
Cd*	mg/kg SS	0,33	0,15	0,57	0,37	0,25	0,49	0,35	0,21	0,60
Cr*	mg/kg SS	6,9	4,5	11,6	8,0	4,0	12,0	9,6	6,5	13,5

¹⁾²⁾³⁾ Enako kot v preglednici 3/ Same as in Table 3

* število vzorcev ¹⁾n=6, ²⁾n=3, ³⁾n=4 / number of samples ¹⁾n=6, ²⁾n=3, ³⁾n=4

Ostale okrajšave so razložene v preglednicah 1 in 2 / Other abbreviations are defined in Tables 1 and 2

Vsebnosti Zn, Cu, Cd in Cr v govejih gnojevkah so zelo različne in v povprečju (preglednica 2) podobne evropskemu povprečju (Römkens in sod., 2005). Gnojevke iz intenzivnih rej vsebujejo skoraj 50 % več Zn in Cu kot je evropsko povprečje (Römkens in sod., 2005) in skoraj 2 krat več kot je Zn in Cu v gnojevkah iz ekstenzivne reje. Gnojevke iz ekstenzivnih rej vsebujejo celo nekoliko manjše količine Zn in Cu kot navajajo Döhler in sod. (2002) za gnojevke iz ekoloških rej. Velika variabilnost v vsebnostih Cu in Zn v gnojevkah je predvsem posledica velike variabilnosti vnosa elementov v obrok z močno krmo in mineralno-vitaminskimi mešanicami. Vsebnost Zn in Cu pa tudi P v sušini goveje gnojevke je v pozitivni korelaciji s količino porabljenih mineralnih gnojil ($p < 0,05$) na kmetiji ter s količino krmnih in mineralno vitaminskih mešanic v obroku ($p < 0,05$). Vsebnost Zn in Cu v goveji gnojevki pa je tudi v pozitivni korelaciji z mlečnostjo krav v standardni laktaciji ($p < 0,05$). Vsebnost Cd v govejih gnojevkah razdeljenih po intenzivnosti reje ni različna, vsebnost Cr pa je v gnojevkah iz ekstenzivne reje večja kot v gnojevkah iz zelo intenzivne reje (9,6 vs. 6,9 mg/kg sušine). Da je vsebnost nekaterih težkih kovin (Cd in Pb) večja v gnojevkah iz ekoloških kmetij kot v gnojevkah iz konvencionalnih kmetij, navajajo tudi Döhler in sod. (2002). Značilen vpliv na vsebnost Cr v goveji gnojevki ima poraba mineralnih gnojil na kmetiji. Ugotavljamo, da je poraba mineralnih gnojil na kmetiji (kg NPK/ha/leto) v negativni korelaciji z vsebnostjo Cr v sušini (mg Cr/kg SS) goveje gnojevke ($r = -0,86$; $p < 0,01$).

Sestava govejega hlevskega gnoja

Sestava govejega hlevskega gnoja je podana v preglednicah 5 in 6. V hlevskem gnoju iz intenzivnih rej so vsebnosti N in K₂O podobne, vsebnosti P₂O₅, Cu in Zn pa večje, kot jih za dober goveji hlevski gnoj navaja v preglednicah Leskošek (1993). Povečane vsebnosti P₂O₅, Cu in Zn so nedvomno posledica povečanih količin močne krme in mineralno vitaminskih mešanic v obrokih za krave. Razlike v sestavi hlevskega gnoja so namreč glede na intenzivnost reje precej velike. Predvsem vsebnost P₂O₅, Cu in Zn so v govejem gnoju iz intenzivne reje za 50 do 60 % večje kot v gnoju iz ekstenzivne reje. Sestava hlevskega gnoja iz ekstenzivne reje je glede vsebnosti P₂O₅ in N podobna kot navaja Leskošek (1993) za slab do srednje dober hlevski gnoj in celo nekoliko skromnejša kot navajajo Stein-Bachinger in Dewes (2004) za goveji hlevski gnoj iz ekoloških kmetij. Vsebnosti Zn in Cu v govejem gnoju iz intenzivnih rej so podobne kot jih ugotavljajo v Nemčiji (Roth in sod., 2002), vsebnosti v gnoju iz ekstenzivnih rej pa precej manjše. Vsebnost Cd in Cr je podobno kot pri gnojevki povezana z intenzivnostjo reje. Hlevski gnoj iz ekstenzivnih rej vsebuje skoraj 2 krat več Cd in Cr kot gnoj iz intenzivnih rej. Na sestavo govejega hlevskega gnoja poleg intenzivnosti reje vplivajo tudi številni drugi dejavniki kot so vrsta in količina nastilja ter dolžina zorenja gnoja. Vsebnost K₂O in N v gnoju je lahko v precejšnji meri odvisna tudi od izgub, ki nastajajo zaradi neustreznega ravnanja z gnojem.

Preglednica 5: Sestava govejega hlevskega gnoja v odvisnosti od intenzivnosti reje
Table 5: The composition of cattle solid manure in dependence on farming intensity

	Enote Units	Intenzivna reja ^{a)} (n=13)			Ekstenzivna reja ^{b)} (n=17)		
		\bar{x}	Min	Max	\bar{x}	Min	Max
SS	%	18,0	13,4	21,3	19,1	11,7	27,5
OS	%	14,2	10,7	17,7	14,9	9,8	22,4
MgO	kg/t	1,9	1,1	3,7	1,7	0,7	2,9
P ₂ O ₅	kg/t	3,6	2,1	6,1	2,5	1,3	5,5
K ₂ O	kg/t	6,1	3,7	11,8	4,4	1,7	9,2
N	kg/t	5,1	3,9	8,5	4,5	2,7	6,9
NH ₄ – N	kg/t	1,0	0,3	2,0	0,6	0,1	1,1
Cu	g/t	6,0	3,7	8,8	3,8	2,1	7,5
Zn	g/t	29,8	17,1	64,3	20,3	8,7	51,3

^{a)} **Intenzivna reja:** mlečnost krav večja od 4500 kg v standardni laktaciji, intenzivno pitanje z več kot 2 kg močne krme v obroku, kmetije z intenzivnim gnojenjem in veliko obremenitvijo kmetijske zemlje z GVŽ

^{a)} **Intensive farming:** milk production of cows in standard lactation above 4500 kg, intensive feeding with more than 2 kg of concentrate mixture in diet, farms with intensive fertilization and high stocking density on agricultural land

^{b)} **Ekstenzivna reja:** mlečnost krav manjša od 4500 kg v standardni laktaciji, ekstenzivno pitanje, krave dojilje, ekološke kmetije z omejenim gnojenjem

^{b)} **Extensive farming:** milk production of cows below 4500 kg in standard lactation, extensive feeding, suckling cows, ecological farms with restricted fertilization

Okrajšave so razložene v preglednici 1 / Abbreviations are defined in Table 1

Preglednica 6: Sestava sušine govejega hlevskega gnoja v odvisnosti od intenzivnosti reje
Table 6: Dry matter composition of cattle solid manure in dependence on farming intensity

		Intenzivna reja ^{a)} (n=13)			Ekstenzivna reja ^{b)} (n=17)		
	Enote Units	\bar{x}	Min	Max	\bar{x}	Min	Max
SP	g/kg SS	207	89	387	211	122	407
OS	g/kg SS	793	613	911	789	593	878
MgO	g/kg SS	10,5	6,3	19,2	9,1	5,1	14,7
K ₂ O	g/kg SS	33,5	23,0	55,7	23,0	7,4	39,6
P ₂ O ₅	g/kg SS	20,0	11,5	28,7	12,9	6,4	25,2
NH ₄ -N	g/kg SS	5,7	1,6	9,5	3,2	0,2	7,0
N	g/kg SS	28,0	21,7	40,1	23,5	15,1	31,2
NO ₃ -N	mg/kg SS	50	11	364	144	6	691
Cu	mg/kg SS	34	18	48	20	13	34
Zn	mg/kg SS	164	106	330	104	52	235
Cd ^{&}	mg/kg SS	0,40	0,29	0,51	0,79	0,33	1,35
Cr ^{&}	mg/kg SS	12,0	10,7	13,2	23,1	9,3	43,6

a), b) Enako kot v preglednici 5 / Same as in Table 5;

& število vzorcev ^{a)}n=3, ^{b)}n=4 / number of samples ^{a)}n=3, ^{b)}n=4

Okrajšave so razložene v preglednicah 1 in 2 / Abbreviations are defined in Tables 1 and 2

Sestava goveje gnojnice

Sestava goveje gnojnice je podana v preglednicah 7 in 8.

Preglednica 7: Sestava goveje gnojnice v odvisnosti od intenzivnosti reje
Table 7: The composition of cattle liquid manure in dependence on farming intensity

		Intenzivna reja ^{a)} (n=11)			Ekstenzivna reja ^{b)} (n=8)		
	Enote Units	\bar{x}	Min	Max	\bar{x}	Min	Max
SS	%	1,52	0,40	3,97	1,52	0,20	2,71
OS	%	0,84	0,10	3,51	0,60	0,10	0,91
MgO	kg/m ³	0,30	0,01	0,83	0,33	0,10	0,58
P ₂ O ₅	kg/m ³	0,22	0,05	0,74	0,13	0,02	0,25
K ₂ O	kg/m ³	3,25	1,06	7,99	4,62	0,60	9,34
N	kg/m ³	1,72	0,25	3,61	1,11	0,16	2,08
NH ₄ -N	kg/m ³	1,46	0,06	3,32	0,92	0,10	1,86
Cu	g/m ³	0,36	0,05	1,20	0,53	0,03	2,10
Zn	g/m ³	1,48	0,21	4,73	1,37	0,06	3,28
SM	kg/l	1,00	0,90	1,10	1,01	0,99	1,04

a), b) Enako kot v preglednici 5 / Same as in Table 5;

Okrajšave so razložene v preglednicah 1 in 2 / Abbreviations are defined in Tables 1 and 2

Velika raznolikost v vsebnosti sušine v gnojnici kaže na velike razlike v načinih zbiranja oziroma skladiščenja gnojnice, saj je vsebnost sušine odvisna predvsem od deleža meteornih voda iz gnojišč, če je le ta speljana v gnojnično jamo ter porabe vode na kmetiji. Rezultati kažejo, da se sestava goveje gnojnice ne razlikuje veliko od tabelarnih vrednosti, ki jih navaja Leskošek (1993). Gnojnica vsebuje predvsem veliko K₂O in N. Pretežen delež N je v NH₄-N obliki, zaradi česar so lahko izgube N med gnojenjem na polju zelo velike. Podobno kot pri ostalih govejih živinskih gnojilih, je tudi v gnojnicah iz ekstenzivnih rej vsebnost P in N

manjša, vsebnost K pa večja kot v gnojnicah iz intenzivnih rej. Čeprav je analiziranih vzorcev na vsebnost Cd in Cr malo (n=4) sklepamo, da je vsebnost obeh težkih kovin v sušini goveje gnojnice manjše kot v sušini drugih živinskih gnojilih.

Preglednica 8: Sestava sušine goveje gnojnice v odvisnosti od intenzivnosti reje
Table 8: Dry matter composition of cattle liquid manure in dependence on farming intensity

Enote Units	Intenzivna reja ^{a)} (n=11)			Ekstenzivna reja ^{b)} (n=8)			
	\bar{x}	Min	Max	\bar{x}	Min	Max	
SP	g/kg SS	540	114	718	591	484	666
OS	g/kg SS	460	282	886	409	334	516
MgO	g/kg SS	20,2	2,0	30,2	26,0	10,9	39,8
K ₂ O	g/kg SS	264	190	331	281	169	340
P ₂ O ₅	g/kg SS	16,1	4,1	39,2	10,2	4,3	16,5
NH ₄ -N	g/kg SS	101	8	191	54	13	90
N	g/kg SS	119	32	219	70	33	105
Cu	mg/kg SS	26	9	61	27	4	77
Zn	mg/kg SS	103	51	245	80	17	166
Cd [#]	mg/kg	0,19	0,08	0,27	0,21	/	/
Cr [#]	mg/kg	2,4	1,9	2,8	6,0	/	/

^{a), b)} Enako kot v preglednici 5 / Same as in Table 5;

[#] število vzorcev ^{a)}n=3, ^{b)}n=1 / number of samples ^{a)}n=3, ^{b)}n=1

Okrajšave so razložene v preglednicah 1 in 2 / Abbreviations are defined in Tables 1 and 2

Sestava prašičje gnojevke

Povprečna sestava prašičje gnojevke je prikazana v preglednicah 1 in 2. Vsebnosti N, P₂O₅ in K₂O so v primerjavi s tabelarnimi vrednostmi (Leskošek in Mihelič, 1998) nekoliko manjše. Velike razlike v sestavi prašičje gnojevke med kmetijami so posledica različnih dejavnikov, ki vplivajo na vsebnost sušine v gnojevkah (vsebnost sušine je od 1,2 do 16,4 %) kot tudi dejavnikov, ki vplivajo na vsebnosti elementov v sušini. Sestava prašičje gnojevke je na primer v veliki meri odvisna od kategorije prašičev. Razlike v vsebnosti makro-hranil so lahko tudi 2-kratne (Busch in sod., 2000). V primerjavi z ameriškimi podatki (Busch in sod., 2000) ugotavljamo v naših vzorcih predvsem nekoliko manjšo vsebnost P₂O₅. Vsebnosti Zn, Cu in Cd v zbranih vzorcih prašičje gnojevke so primerljive z vsebnostmi, ki jih navajajo Roth in sod. (2002), vsebnost Cr pa je v naših gnojevkah nekoliko večja.

V primerjavi s govejo gnojevko ima prašičja gnojevka v sušini skoraj 70 % več K₂O in trikrat več P₂O₅ in N. Prav tako so vsebnosti Cu in Zn v prašičji gnojevki 3 krat večje od vsebnosti Zn in Cu v goveji gnojevki iz intenzivnih rej in 6 krat večje kot v goveji gnojevki iz ekstenzivnih rej. V praksi so razlike med govejo in prašičjo gnojevko nekoliko manjše, saj je prašičja gnojevka praviloma bolj razredčena (4,8 % sušine) kot goveja (8,4 % sušine). Nedvomno predstavlja prašičja gnojevka, ob strokovni uporabi, pomemben vir rastlinskih hranil, hkrati pa ob prekomerni uporabi tudi veliko nevarnost za onesnaževanje kmetijskih tal s K, P, N in težkimi kovinami kot sta Cu in Zn.

4. SKLEPI

Sestava živinskih gnojil je zelo raznolika in odvisna od intenzivnosti reje. Zaradi velike raznolikosti imajo preglednice o sestavi živinskih gnojil omejeno uporabno vrednost, zato je priporočljivo občasno analizirati sestavo živinskih gnojil na ravni kmetije. Vsebnosti P, Zn in

Cu v živinskih gnojilih iz govedorejskih kmetij so povezane s količinami močne krme in mineralno vitaminskih dodatkov v obrokih ter s količinami porabljenih mineralnih gnojil na kmetijah. Živinska gnojila iz zelo intenzivnih rej so po sestavi primerljiva s podatki v literaturi, goveja gnojevka in hlevski gnoj iz ekstenzivnih rej pa sta primerljiva z gnojem in gnojevko iz nemških ekoloških rej.

5. ZAHVALA

Pri vzorčenju živinskih gnojil so sodelovali svetovalci KGZS: Peter Pšaker, Egon Volk, Jože Puhan, Stane Bevc, Marija Kalan, Pavlin Franc, Igor Tumpej ter rejci, za kar se jim iskreno zahvaljujemo.

Raziskavo sta sofinancirala Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.

6. LITERATURA

1. **Babnik, D.** Mineralne krmne mešanice v prehrani krav kot možen vir onesnaževanja kmetijske zemlje. Zbornik predavanj 12. posvetovanja o prehrani domačih živali »Zadravčevi Erjavčevi dnevi«, Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota, Murska Sobota, (2003), 110-123.
2. **Babnik, D., V. Žnidaršič-Pongrac, V. Kmecl, J. Sušin, J. Verbič, B. Šegula, T. Žnidaršič.** Sestava živinskih gnojil v spomladanskem obdobju. Zbornik predavanj 14. posvetovanja o prehrani domačih živali »Zadravčevi-Erjavčevi dnevi«, Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota, Murska Sobota, (2005), 198-208.
3. **Bocchi, S., Vescovi, F.D., Tano, F.** Influenza di letame - liquame e cruschello suini su alcuni parametri chimici del terreno. Effects of cattle manure and components of pig slurry on some soil chemical properties. Rivista di Agronomia 32(1998) 4, 259-263.
4. **Busch, D., Wagner, T., Schmitt, M.** Livestock manure sampling. University of Minesota, Extension service, FO-06423-GO, <http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/DC6423.html>, (2000), 7 s.
5. **Čop, J., Leskošek, M.** Vpliv gnojenja, krme, tal in načina reje na vsebnost hranil v goveji gnojevki. Sod. kmet., (1983) 7-8, 300-302.
6. **Del Castilho, P., Chardon, W.J., Salomons, W.** Influence of Cattle-Manure Slurry Application on the Solubility of Cadmium, Copper and Zinc in A Manured Acidic, Loamy-Sand Soil. Journal of Environmental Quality. 22 (1993) 4, 689-697.
7. **DLG – Futterwerttabellen, Mineralstoffgehalte in Futtermitteln.** 2. erweiterte und neugestaltete Auflage, Band 62, DLG-Verlag Frankfurt(Main), 1973, 199 s.
8. **Döhler, H., Schultheiß, U., Eckel, H., Roth, U.** Schwermetallgehalte von Wirtschaftsdüngern in Deutschland und der EU-Vergleich mit anderen Düngemitteln und Minderungsansätze. In: Landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm, Gülle und anderen Düngern unter Berücksichtigung des Umwelt und Verbraucherschutzes, BMU/BMVEL, Wissenschaftliche Anhörung 25.-26. Ektober 2001 in Bonn, KTBL-Schrift 404, Darmstadt, (2002), 309-315.
9. **Dou, Z., Knowlton, K., Zhang, G., Wu, Z., Kohn, R.** Lowering dietary P in dairy rations reduce the vulnerable P fraction in manure. J. Dairy Sci., 84(Suppl 1), (2001), 254.
10. **Kokalj, G., Leskošek, M., Čop, J.** Vpliv gnojenja, krme, tal in načina reje na vsebnost hranil v goveji gnojevki. Sod. kmet., (1983) 6, 250-252.

11. **Leskošek, M.** Gnojenje: za velik in kakovosten pridelek, za izboljšanje rodovitnosti tal, za varovanje narave. ČZP Kmečki glas, Ljubljana, 1993, 197 s.
12. **Leskošek, M., Mihelič, R.** Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. 1. del. Poljedelstvo in travništvo, Ljubljana, MKGP, (1998) 51 s.
13. **Mantovi, P., Bonazzi, G., Maestri, E., Marmiroli, N.** Accumulation of copper and zinc from liquid manure in agricultural soils and crop plants. *Plant and soil*, 250 (2003) 2, 249-257.
14. **Methodenbuch**, Band II, Die Untersuchung von Düngemitteln, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 1995.
15. **Nicholson, F., Boghal, A., Roth, U., Schultheiß, U.** Heavy metal inputs. In: Eckel, H. in sod. Assessment and reduction of heavy metal input into agro-ecosystems. *KTBL-Schrift* 432, Darmstadt, (2005), 43-57.
16. **Nicholson, F.A., Chambers, B.J., Williams, J.R., Unwin, R.J.** Heavy metal contents of livestock feeds and animal manures in England and Wales. *Bioresource Technology* 70 (1999), 23-31.
17. **Österreichisches Methodenbuch** für die Untersuchung von Düngemitteln, Bundesministerium für Land und Fortwirtschaft, Wien, 1987.
18. **Qian, P., Schoenau, J.J., Wu, T., Mooleki, S.P.** Copper and zinc amounts and distribution in soil as influenced by application of animal manure in east-central Saskatchewan. *Canadian journal of Soil Science*. 83 (2003) 2, 197-202.
19. **Roth, U., Schultheiß, U., Döhler, H., Eckel, H., Kühnen, V., Früchtenicht, K., Uihlein, A.** Spurenelement- bzw. Schwermetallgehalte in Futtermitteln und Wirtschaftsdüngern. In: Fütterungsstrategien zur Verminderung von Spurenelementen/Schwermetallen in Wirtschaftsdüngern, *KTBL-Schrift* 410, Darmstadt, (2002), 50-58.
20. **Römkens, P., Roth, U., Schultheiß, U.** Internal heavy metal flows. In: Assessment and reduction of heavy metal input into agro-ecosystems, *KTBL-Schrift* 432, Darmstadt, (2005), 59-61.
21. **Satter, L.D.** Phosphorus management in cattle production systems. In: Garnsworthy, P.C./Wiseman, J. *Recent Advances in Animal Nutrition*, University Press, Nottingham, (2003), 157-174.
22. **Schultheiß, U., Döhler, H., Eckel, H., Uihlein, A., Wilcke, W.** Bilanzierung von Spurenelementen bzw. Schwermetallen in der Milchviehhaltung. In: Fütterungsstrategien zur Verminderung von Spurenelementen/Schwermetallen in Wirtschaftsdüngern, *KTBL-Schrift* 410, Darmstadt, (2002), 59-65.
23. **Stein-Bachinger, K., Dewes, T.** Wirtschaftsdünger. In: Stein-Bachinger, K. in sod. Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau, *KTBL-Schrift* 423, Darmstadt, (2004), 83-123.
24. **Verbič, J. in sod.** Svetovalni kodeks dobre kmetijske prakse. Varovanje voda, tal, zraka in ohranjanje biotske raznovrstnosti (Osnutek). Kmetijski inštitut Slovenije, 2006, 200s.
http://www.kis.si/datoteke/File/kis/SLO/Publikacije/drugo/Kodeks_DKP.pdf