

## СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ ПО НЯКОИ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧНИ И ЕКОЛОГИЧНИ ПОКАЗАТЕЛИ НА ОТКРИТИ СТОМАНОБЕТОННИ ЛАГУНИ ЗА ТЕЧЕН ГОВЕЖДИ ТОР

Ваня Димова\*, Кънчо Пейчев, Димитър Георгиев  
Тракийски университет, Аграрен факултет – Стара Загора  
\*E-mail: vpdimova@abv.bg

### РЕЗЮМЕ

Целта на настоящото изследване бе чрез сравнителен анализ по някои технико-технологични и екологични показатели да се предложи вариант на торище, тип „лагуна“, за депониране на течен тор от краевферма с капацитет до 150 млечни крави.

Разработени бяха три варианта на открита вкопана стоманобетонна лагуна с едни и същи обем (1303,6 m<sup>3</sup>) и дълбочина (4,00 m): лагуна с правоъгълно очертание и отвесни стени; лагуна с правоъгълно очертание и наклонени стени; лагуна с кръгло очертание.

Установено бе, че с най-голяма контактна площ – „тор-въздух“, и предполагаемо най-високо ниво на отделяне на вредни емисии е правоъгълната лагуна с наклонени стени (387,6 m<sup>2</sup>). Площта е с около 19% по-голяма от тази на кръглата лагуна (325,9 m<sup>2</sup>) и на правоъгълната лагуна с отвесни стени (326,4 m<sup>2</sup>). Всички разработени варианти са приложими за съхранение на течния тор от фермата, с малки разлики при относителните разходи на армировъчна стомана (5,5 – 6,8%), профилна стомана (1,2 – 4,9%) и бетон (3,4%). Най-икономични по отношение разходите на строителни материали са кръглата лагуна и правоъгълната лагуна с наклонени стени. При евентуално компрометиране на изолационната мембрана най-малък риск от замърсяване на почвата съществува при правоъгълната лагуна с наклонени стени, с пълна повърхнина 603,1 m<sup>2</sup>. Рискът се увеличава с 3,7% при кръглата лагуна (625,6 m<sup>2</sup>) и с 14,8% – при правоъгълната лагуна с отвесни стени (692,5 m<sup>2</sup>).

С оглед малките разлики в разходите на материали за изграждане на вкопани стоманобетонни лагуни с различно очертание и тежестта на екологичното им въздействие (отделяне на емисии чрез контактна площ – „тор-въздух“) е препоръчително, при съхранение на течен тор във ферми за свободно-боксово отглеждане на основно стадо до 150 млечни крави, да се използва кръгла лагуна.

**Ключови думи:** обор за свободно-боксово отглеждане на крави, технико-технологични и екологични показатели, течен тор, стоманобетонни торища тип “лагуна”

## COMPARATIVE ANALYSIS OF CERTAIN TECHNICAL, TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL PARAMETERS OF EXPOSED REINFORCED CONCRETE LAGOONS FOR LIQUID CATTLE MANURE

V. Dimova\*, K. Peichev, D. Georgiev  
Thracian University, Faculty of Agriculture – Stara Zagora  
\*E-mail: vpdimova@abv.bg

### ABSTRACT

The aim of the present study was to provide a comparative analysis on some technical and environmental indicators for a variant of a “lagoon” fertilizer storage facility for liquid manure from a cow farm with a capacity of up to 150 dairy cows.

Three variants of an open-pit reinforced concrete lagoon with the same volume (1303.6 m<sup>3</sup>) and depth (4.00 m) were developed: a rectangular lagoon and vertical walls; a rectangular lagoon and sloping walls and a lagoon with a round outline.

It was found that the largest manure contact area and supposedly the highest level of emissions was the rectangular lagoon with sloping walls (387.6 m<sup>2</sup>). The area is about 19% larger than the round lagoon (325.9 m<sup>2</sup>) and the rectangular lagoon with vertical walls (326.4 m<sup>2</sup>). All the developed options are applicable for storage of liquid manure from the farm with small differences in the relative costs of reinforcing steel (5.5 – 6.8%), profile steel (1.2 – 4.9%) and concrete (3.4%). The most economical in terms of cost of building materials are the round lagoon and the rectangular lagoon with sloping walls. In event of compromising the insulation membrane, the smallest risk of soil contamination exists in the rectangular lagoon with sloping walls, with a total area of 603.1 m<sup>2</sup>. The risk increases by 3.7% in the round lagoon (625.6 m<sup>2</sup>) and by 14.8% in the rectangular lagoon with vertical walls (692.5 m<sup>2</sup>).

In view of the small differences in the cost of materials for the construction of dug-out reinforced concrete lagoons with different outlines and the severity of their ecological impact (release of emissions through the contact area “manure-air”), it is advisable to store liquid manure in free-box farming farms of a basic herd of up to 150 dairy cows to use a round lagoon.

**Key words:** dairy free-stall, technical, technological and environmental parameters, liquid manure, lagoon-type manure storages from reinforced concrete

## УВОД

През последните години екологичната политика се превърна във важен приоритет на политическото, икономическото и социално развитие в България. Насърчава се въвеждането на така наречените “чисти технологии” и постепенно се преустановява използването на технологии, причиняващи вредни въздействия върху околната среда (Директива 96/61/ЕС).

Замърсяването на въздуха от животновъдните ферми се дължи главно на производството на азот и на някои парникови газове, отговорни за глобалното затопляне. Основните емисии на амоняк в света идват от оборския тор. Важно изискване на Европейския съюз и съответните български разпоредби (Директива 91/676/ЕИО; Директива 96/61/ЕС; Закон за водите, 2000; Закон за опазване на околната среда, 2002; Наредба №3 за ветеринарно-санитарните изисквания в млекодобивните стопанства, 2003; Наредба за реда за определяне и налагане на санкции при увреждане или замърсяване на околната среда над допустимите норми, 2003; Наредба №2 за опазване на водите от замърсяване

с нитрати от земеделски източници, 2008) към торищата като обекти на екологичното аграрно строителство е да не замърсяват почвата и подпочвените води. Затова дъната и стените им трябва да се изпълняват хидронепроницаеми (да не се просмуква торова течност в почвата, както и да не попадат подпочвени води в тора). Неправилното съхранение на торовата маса може да доведе до замърсяване на района около сградите и въздуха, до загуба на ценни хранителни вещества в тора и други негативни последици (Динев и кол., 2009; 2017; Димова, Динев, 2014).

В България все още има животновъдни ферми, в които торищата не отговарят на съвременните хигиенни и ветеринарномедицински изисквания, и на разпоредбите на Европейския съюз, а в някои ферми въобще липсват такива съоръжения. Недостатък е и практическият опит при проектиране и експлоатация на различните системи за полутечен и течен тор.

Целта на настоящото изследване бе чрез сравнителен анализ по някои технико-технологични и екологични показатели да се предложи вариант на торище тип „лагуна“ за

депониране на течен тор от кравеферма с капацитет до 150 млечни крави.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

За постигане на целта бяха разработени и проучени 3 варианта лагуни за течна торова маса (без сламена постеля) във ферма за свободно-боксово отглеждане с основно стадо до 150 крави за мляко. Прието бе, че във фермата се отглеждат само лактиращите и сухостойните крави, бременните юници – един месец преди отелване, отелените юници до прехвърляне в основното стадо и телетата през млечния им период. Останалите категории животни се намират в друг имот на фермера. Кравите и юниците се отглеждат целогодишно оборно, свободно в индивидуални боксове. Новородените телета остават в родилните боксове максимум 48 часа, след което се прехвърлят в индивидуални клетки, където женските телета се отглеждат 90 дни, а мъжките – 45 дни.

Въз основа на направения разчет на отделената торова маса, изчислителните параметри и оразмеряването, бяха разработени вариантни решения на открита, вкопана стоманобетонна лагуна за течен тор с едни и същи дълбочина и вместимост. Възприети бяха следните означения:

- *Вариант А* – лагуна с правоъгълно очертание и отвесни стени;

- *Вариант В* – лагуна с правоъгълно очертание и наклонени стени;

- *Вариант С* – лагуна с кръгло очертание.

При всички варианти торовата лагуна бе изпълнена от сулфатоустойчив (водоплътен) стоманобетон и изолирана откъм почвата чрез геомембрана. По целия ѝ периметър бе прокаран технологичен път с трайна настилка и широчина 4,00 m, предвиден за свободно движение и маневриране на колесен трактор с прикачена към него торова цистерна за изпомпване на тора – след задължително хомогенизиране (миксиране).

Цялостната проектна концепция бе разработена и съобразена с посочените в лите-

ратурния преглед нормативни документи за екологичните и ветеринарно-санитарните изисквания към млечните говедовъдни ферми – Наредба №44/20.04.2006; изискванията за хуманно отношение към животните (Георгиев, 2017; Директива 98/58/ЕО; Наредба № 16, 2006) и добрите български и световни практики в екологосъобразното проектиране на системи за управление на оборски тор (Динев, 2007; Динев и кол., 2009; 2017; Пейчев, 2007; Bickert et al., 2000; Dairymaster, 2016; Dougherty et al., 1997; Graves et al., 1998); Loudon et al., 1993 и др.).

Проведено бе сравнително изследване на разработените варианти по следните технико-технологични показатели: контактна площ – „тор-въздух“ (т.е. покритата с тор площ на повърхността на лагуната, без площта на стените), пълна повърхнина (сумата на площите на дъното и стените) и необходими количествени разходи на основните строителни материали (бетон, армировъчна и профилна стомана).

Относителните разходи (за 1 m<sup>2</sup>) на армировъчна стомана и бетон бяха определени на база разгънатата площ на съоръженията, а относителните разходи на профилна стомана – на база обиколката им при короната. При определяне разходите на бетон бе приета дебелина на стените на лагуната – 0,25 m и дебелина на плочата на дъното – 0,30 m. Армировъчната стомана бе приета, съгласно конструктивните изисквания (двойна мрежа от пръти с дебелина минимум N10, през 0,15 m в двете посоки). Профилната стомана бе предвидена за монтиране на тръбна ограда (от тръби  $\Phi = 2\ 1/2''$ ) върху короната на лагуната, за да не се допускат инциденти с хора и животни при експлоатацията на фермата.

Площните показатели бяха проучени и от екологична гледна точка като потенциални фактори за замърсяване на въздуха и почвата от допирните повърхности на лагуната.

При изследването бяха използвани специализирани програмни продукти за строително-конструктивно проектиране и сравнително-аналитичният метод. Получените резултати са представени в табличен и графичен вид.

Оразмеряването на необходимата торова лагуна бе извършено както следва:

- Определяне на торовата маса (фекалии и урина) от животните –  $M_t$ :

$$M_t = T_t \sum_{i=1}^n N_i m_i, \text{ kg} \quad (1)$$

където:

$T_t$  е периодът за съхранение на течна торова маса (съгласно нормативните изисквания – 120 дни);

$N_i$  – броят на животните от съответната категория, бр.;

$m_i$  – количеството тор, отделено от едно животно от съответната категория за денонощие, kg/денонощие;

$n$  – броят на категориите животни.

Технологичната отпадъчна вода от измиване на доилната и млекоохладителната техники бе включена към количествата фекалии и урина на лактиращите крави.

- Определяне обема на торовата маса от животните:

$$V_t = \frac{M_t}{\rho_t}, \text{ m}^3 \quad (2)$$

където:

$\rho_t$  е обемната маса (плътността) на пресен тор от говеда, 1100 kg/m<sup>3</sup>.

- Определяне на необходимата площ на торовата лагуна –  $S_n$ :

$$S_n = \frac{V_t}{H_o}, \text{ m}^2 \quad (3)$$

където:

$H_o$  е приета условна дълбочина на торовата лагуна, m.

- Определяне на необходимия обем за депониране на атмосферни води –  $V_a$ :

$$V_a = S_n \times \alpha \times \frac{T_1}{30}, \text{ m}^3 \quad (4)$$

където:

$\alpha$  е регресионният коефициент между площ и попаднали върху нея атмосферни води (валежи) средно за един месец –  $\alpha = 0,08 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .

Прието бе условно количество атмосферни води средно за един месец – 80 l/m<sup>2</sup>.

- Определяне на полезния обем на торовата лагуна –  $V_b$ :

$$V_b = V_t + V_a, \text{ m}^3 \quad (5)$$

- Определяне на коригираната дълбочина на торовата лагуна –  $H_b$ :

$$H_b = \frac{V_b}{S_n}, \text{ m} \quad (6)$$

- Осигурен буферен обем (над полезния) за акумулиране на непредвидени атмосферни води (т. н. “сух запас” – около 20% от полезния обем) –  $V_s$ :

$$V_s = 0,2 V_b, \text{ m}^3 \quad (7)$$

- Определяне на реалния светъл (без конструктивните елементи) строителен обем на торовата лагуна:

$$V_p = V_t + V_a + V_s, \text{ m}^3 \quad (8)$$

- Определяне на реалната светла строителна дълбочина на торовата лагуна –  $H_p$ :

$$H_p = \frac{V_p}{S_n}, \quad (9)$$

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В табл. 1 са посочени количествата на тора и урината, отделени от различните категории животни, отглеждани в проектната ферма, за едно денонощие и за целия период на престояване в лагуната.

Вижда се, че торовата маса (фекалии и урина) от животните, отглеждани във фермата, е общо 1075,2 t. Основните характеристики на необходимото торище за съхранението ѝ са отразени в табл. 2.

Посочените в таблицата данни показват, че при изчислен обем на депонираната торова маса 977,5 m<sup>3</sup> и приета условна дълбочина на торовата лагуна 3,00 m необходимата ѝ площ се получава 325,9 m<sup>2</sup>. Към обема на торовата маса се включват и попадналите върху нея атмосферни води, чийто обем за период от 4 месеца е 104,3 m<sup>3</sup>. Така общият полезен обем на лагуната нараства до 1081,8 m<sup>3</sup>, а дълбочината ѝ се коригира на 3,32 m.

**Таблица 1.** Торова маса (фекалии и урина) от животните**Table 1.** Livestock manure (feces and urine)

№	Категории говеда Cattle's categories	Брой скотоместа No. of stock places	Торова маса Livestock manure	
			За 1 ден, kg/ден For 1 day, kg per 1 day	За 4 месеца, t For 4 months, t
1	Лактиращи крави Dairy cows	122	60*	878,4*
2	Сухостойни крави Dry-of cows	20	55	132,0
3	Бременни юници Pregnant heifers	5	30	18,0
4	Телета до тримесечна възраст / Calves up to three months of age	39	10	46,8

Общо / Total: 1075,2 t

\*Количеството включва отпадъчните води от доилната зала.

\*The amount includes waste water from the milking room.

**Таблица 2.** Обем и строителни габарити на необходимата торова лагуна**Table 2.** Volume and construction gauges of the required manure lagoon

№	Строително-технически параметри Construction and technical parameters	Дименсия Dimensions	Стойност Value
1	Приета условна дълбочина на торовата лагуна Accepted conditional depth of the manure lagoon	m	3,00
2	Необходима площ на торовата лагуна Required area of the manure lagoon	m <sup>2</sup>	325,9
3	Вътрешен диаметър* на торовата лагуна Internal diameter of the manure lagoon	m	20,40
4	Обем на депонираната торова маса Deposited livestock manure volume	m <sup>3</sup>	977,5
5	Обем на депонирани атмосферни води Deposited atmospheric water volume	m <sup>3</sup>	104,3
6	Общ полезен обем на лагуната (т. 4 + т. 5) Total useful lagoon volume (p. 4 + p. 5)	m <sup>3</sup>	1081,8
7	Коригирана дълбочина на торовата лагуна Corrected depth of the manure lagoon	m	3,32
8	Реална строителна дълбочина на лагуната Actual building depth of the lagoon	m	4,00
9	Осигурен буферен обем (сух запас) Provided buffered volume (dry stock)	m <sup>3</sup>	216,4
10	Строителни габарити на торището* Construction gauges of the manure storage*		
10.1	Вътрешен диаметър / Inner diameter	m	20,40
10.2	Външен диаметър / Outer diameter	m	20,90
10.3	Дълбочина / Depth	m	4,00

\*Посочените габарити се отнасят за лагуната с кръгло очертание (Вариант С).

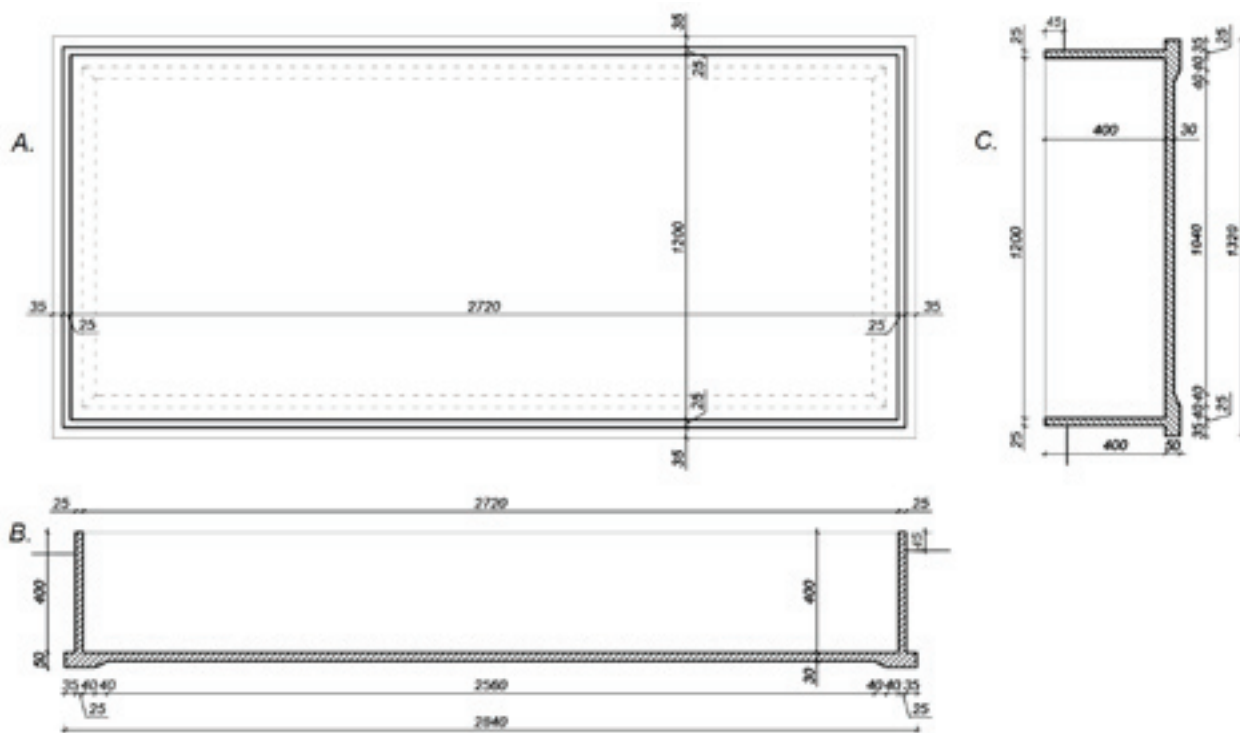
\*The indicated gauges refers for the round lagoon (Variant C).

Изграждането на открито торище пред-полага акумулиране на непредвидени атмосферни води, чийто обем за период от 4 месеца е около 216,4 m<sup>3</sup> (т. нар. “буферен обем” или “сух запас”). Определената допълнителна дълбочина за осигуряване на сухия запас е 0,68 m (при препоръчителна в литературните източници – 0,60 – 0,70 m). След като той се добави към полезния обем на лагуната, се получава, че необходимият ѝ обем е 1298,2 m<sup>3</sup>. Въз основа на последния, за оразмеряване на вариантите решения на торовата лагуна са приети дълбочина 4,00 m и вместимост:

$$V = 325,90 \times 4,00 = 1303,6 \text{ m}^3.$$

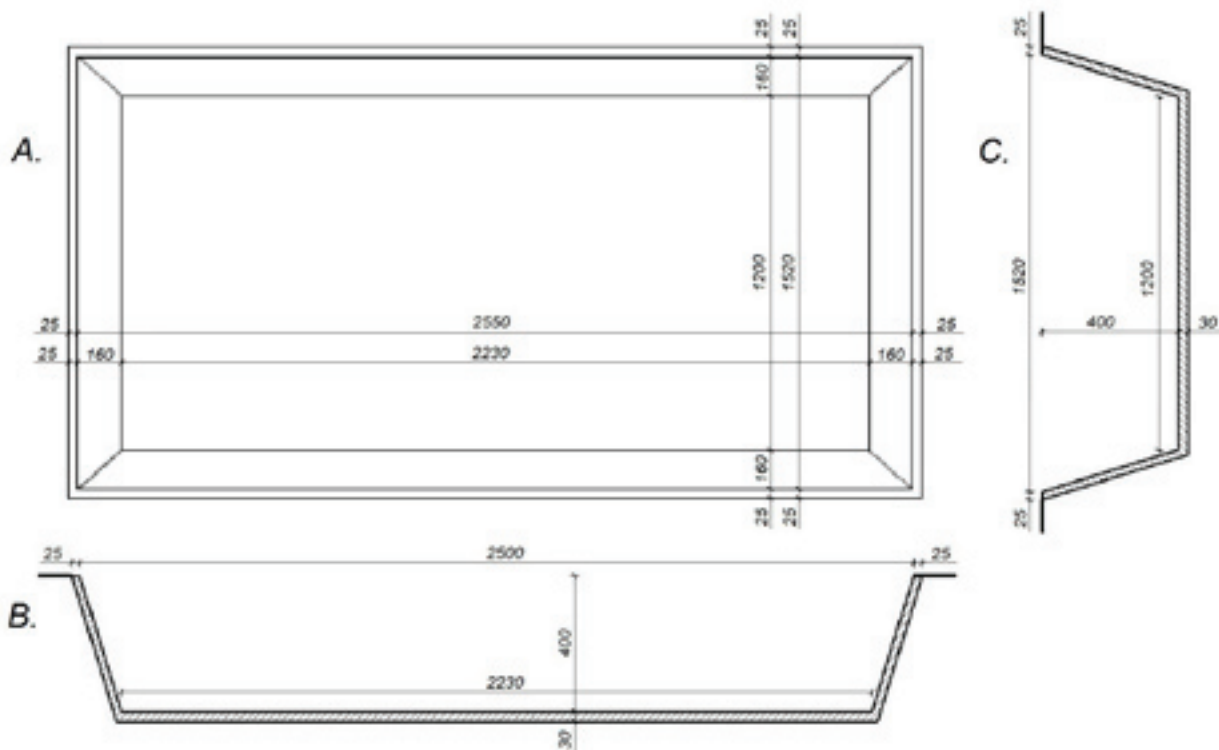
Схеми на разработените варианти на технико-технологични решения на лагуната са посочени на фиг. 1, 2 и 3. На тях са показани съоръженията без тръбната ограда върху короните им.

В табл. 3 са посочени резултатите от прочуваните показатели при проведеното сравнително изследване на разработените варианти. В колона № 3 на таблицата за всеки вариант е дадена площта на повърхността на лагуната, покрита с тор, а в колона № 4 – общата площ на стените и дъното. Данните показват, че формата на пресечена пирамида определя по-голямата площ (387,6 m<sup>2</sup>) на повърхността на правоъгълната лагуна с наклонени стени (вариант В) – с 18,8% повече от тази на правоъгълната лагуна с отвесни стени (вариант А – 326,4 m<sup>2</sup>) и с 18,9% – от площта на кръглата лагуна (вариант С – 325,9 m<sup>2</sup>). Разликата между варианти А и С се дължи на закръгленията в приетите габарити – по принцип площите им следва да бъдат еднакви. От друга страна, стените на лагуна вариант В са изпълнени по откоса на терена в качеството на стоманобетон-



Фиг. 1. Вариант А – лагуна с правоъгълно очертание и отвесни стени: А – план; В – надлъжен разрез; С – напречен разрез

Fig. 1. Variant A – a rectangular lagoon with vertical walls: А – plan; В – longitudinal section; С – cross section



**Фиг. 2.** Вариант В – лагуна с правоъгълно очертание и наклонени стени:

А – план; В – надлъжен разрез; С – напречен разрез

**Fig. 2.** Variant A – a rectangular lagoon with sloping walls:

А – plan; В – longitudinal section; С – cross section

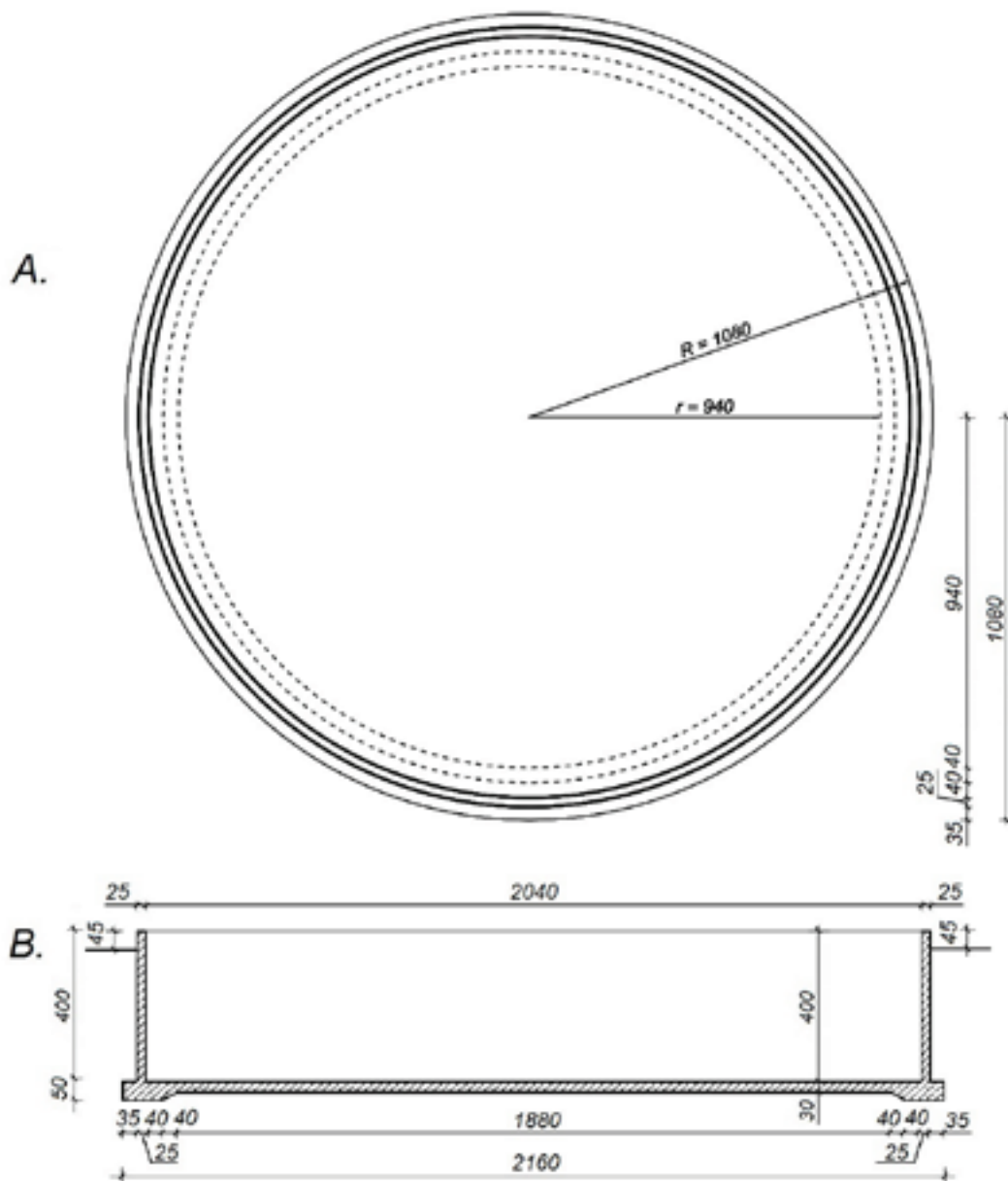
на облицовка, при което отпада необходимостта дъното ѝ да се оформя във вид на фундаментна плоча. Това е причината тя да има най-малката пълна повърхнина (603,1 m<sup>2</sup>), съответно с 14,8% по-малка от вариант А (692,5 m<sup>2</sup>) и с 3,7% – от вариант С (625,6 m<sup>2</sup>).

Резултатите за относителните количествени разходи на армировъчна стомана показват, че те са най-ниски при вариант С (17,33 kg/m<sup>2</sup>), като разликата с вариант А (18,51 kg/m<sup>2</sup>) е 6,8%, а тази с вариант В (18,29 kg/m<sup>2</sup>) – 5,5%. Количествата профилна стомана, необходими за направа на ограда по короната на лагуната, зависят от обиколката ѝ. Затова, въпреки че общите количества при вариант В са най-големи, относителните разходи показват, че това е най-икономичното решение (разход 14,81 kg/m) с незначителна

разлика от 1,2%, сравнено с вариант А (14,98 kg/m) и 4,9% – с вариант С (15,53 kg/m). По относителен разход на бетон варианти А и С са равностойни (0,304 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>), с разлика от 3,4%, сравнено с вариант В (0,294 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>).

В резултат може да се заключи, че всички проучвани варианти стоманобетонни лагуни са приложими за съхранение на течния тор от фермата. Разликите в количествените показатели на вложените основни строителни материали са малки или незначителни. Най-много замърсява околната среда с повърхностната площ на тора правоъгълната лагуна с наклонени стени, но същата е с най-малка пълна повърхнина (разгънатата площ в допир с почвата).

Получените резултати за проучваните показатели (табл. 3) са представени в графичен вид на фиг. 4, 5, 6 и 7.



Фиг. 3. Вариант С – лагуна с кръгло очертание: А – план; В – напречен разрез  
 Fig. 3. Variant A – a round lagoon: A – plan; B – cross section

### ИЗВОДИ

С най-голяма контактна площ – „тор-въздух“, и предполагаемо най-високо ниво на отделяне на вредни емисии е правоъгълната лагуна с наклонени стени (387,6 m<sup>2</sup>). Площта е с около 19% по-голяма от тази на кръглата лагуна (325,9 m<sup>2</sup>) и на правоъгълната лагуна с отвесни стени (326,4 m<sup>2</sup>).

Всички разработени варианти на открити, вкопани, стоманобетонни лагуни са приложими за съхранение на течния тор от краевфермата, с малки разлики в количествените показатели на основните строителни материали:

- по относителен разход на армировъчна стомана – 5,5–6,8%;
- по относителен разход на профилна стомана – 1,2–4,9%;



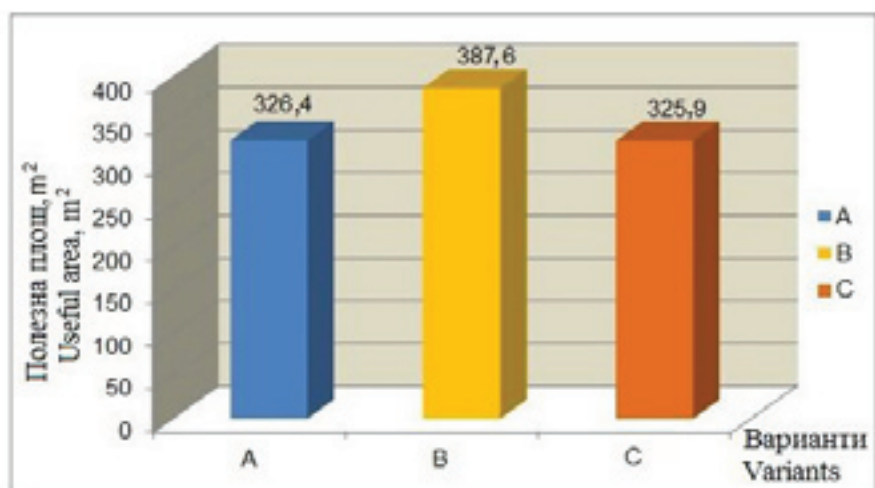
**Таблица 3.** Технико-технологични показатели за варианти лагуни за течен оборски тор  
**Table 3.** Technical and technological parameters for variants of liquid manure lagoons

Вариант Variant	Технико-технологично решение Technical and technological decision	Контактна площ „тор- въздух“ Contact area “manure-air” m <sup>2</sup>	Пълна повърхнина** Full surface** m <sup>2</sup>	Обиколка при короната Perimeter at the crown m	Разходи на основни строителни материали Consumptions of basic building materials					
					Армировъчна стомана Reinforced steel Общ Total, kg	Относителен Relative, kg/m <sup>2</sup>	Профилна стомана Profile steel Общ, kg	Относителен Relative, kg/m	Бетон/Concrete Общ Total, m <sup>3</sup>	Относителен Relative, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7 = 6:4***	8	9 = 8:5***	10	11 = 10:4***
A	Правоъгълна лагуна с отвесни стени A rectangular lagoon with vertical walls	326,4	692,5	79,4	12819	18,51	1189	14,98	210,5	0,304
B	Правоъгълна лагуна с наклонени стени A rectangular lagoon with sloping walls	387,6	603,1	82,4	11030	18,29	1220	14,81	177,3	0,294
C	Кръгла лагуна Round lagoon	325,9	625,6	64,8	10842	17,33	1006	15,53	190,1	0,304

**Забележка:** \*Под контактна площ – „тор-въздух“ следва да се разбира площта, покрита с тор, на повърхността на лагуна  
 Under contact area – “manure-air” should be understood the area, covered with manure, on the surface of the lagoon

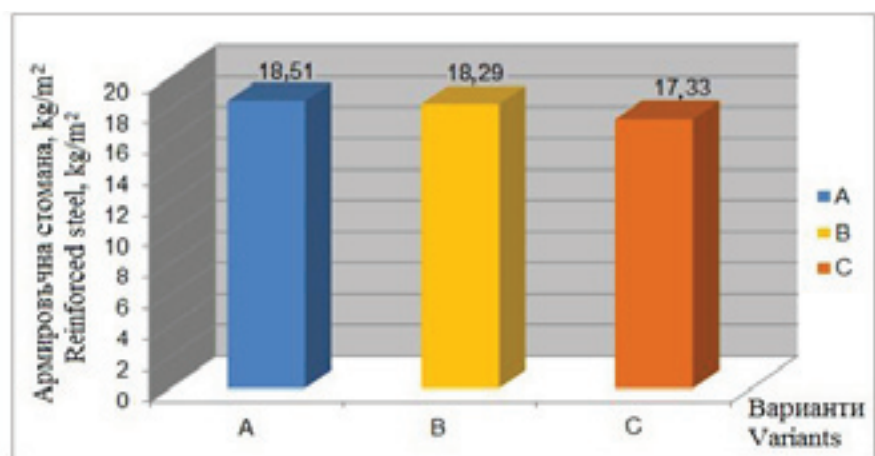
\*\*Под „пълна повърхнина“ следва да се разбира разгънатата застроена площ (сумата на площите на дъното и стените)  
 Under “full surface” should be understood the total built-up area (the sum of the areas of the bottom and walls)

\*\*\*Посочен е начинът за изчисление на стойностите в съответната номерирана колона в таблицата  
 The way to calculate the values in the corresponding numbered column in the table is specified



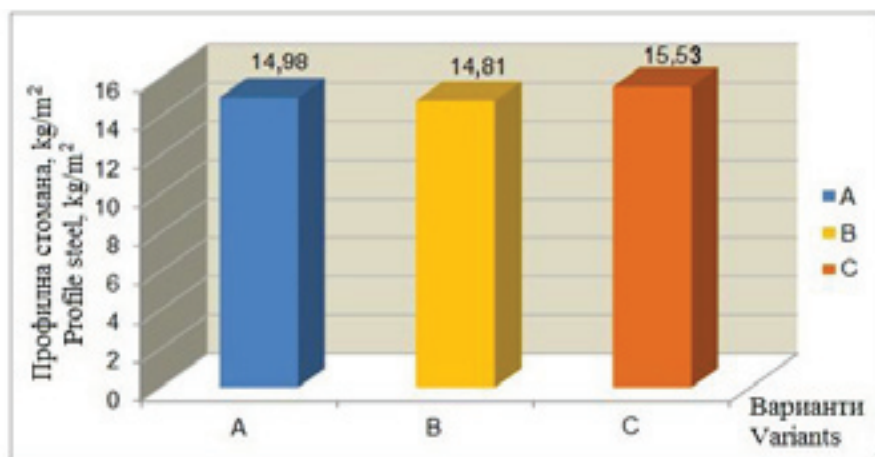
Фиг. 4. Контактна площ – „тор-въздух“, на открити стоманобетонни лагуни за течен говежди тор

Fig. 4. Contact area – “manure-air”, of exposed reinforced concrete lagoons for liquid cattle manure



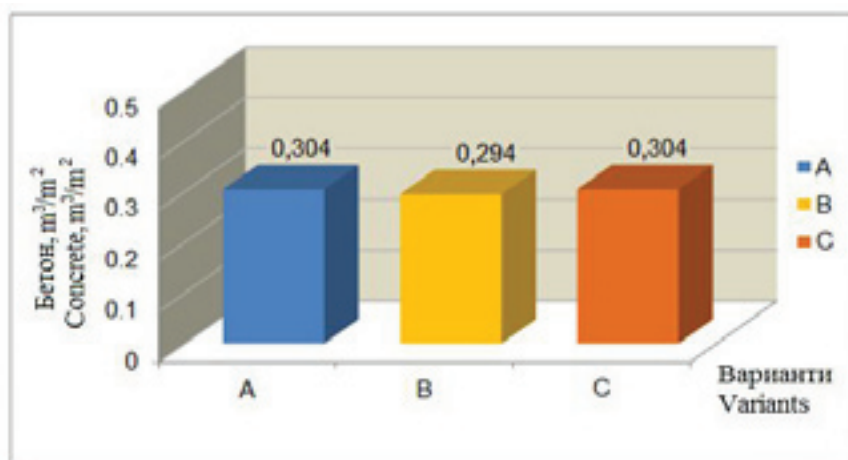
Фиг. 5. Относителни разходи на армировъчна стомана за изграждане на открити стоманобетонни лагуни за течен говежди тор

Fig. 5. Relative consumption of reinforced steel for constructing of exposed reinforced concrete lagoons for liquid cattle manure



Фиг. 6. Относителни разходи на профилна стомана за ограждане на открити стоманобетонни лагуни за течен говежди тор

Fig. 6. Relative consumption of profile steel for fencing of exposed reinforced concrete lagoons for liquid cattle manure



**Фиг. 7.** Относителни разходи на бетон за изграждане на открити стоманобетонни лагуни за течен говежди тор

**Fig. 7.** Relative concrete consumption for constructing of exposed reinforced concrete lagoons for liquid cattle manure

- по относителен разход на бетон – 3,4%.

Най-икономични по отношение разходите на строителни материали са кръглата лагуна и правоъгълната лагуна с наклонени стени.

При евентуално компрометиране на изолационната мембрана, най-малък риск от замърсяване на почвата съществува при правоъгълната лагуна с наклонени стени, с пълна повърхнина 603,1 m<sup>2</sup>. Рискът се увеличава с 3,7% при кръглата лагуна (625,6 m<sup>2</sup>) и с 14,8% – при правоъгълната лагуна с отвесни стени (692,5 m<sup>2</sup>).

#### ПРЕПОРЪКА

С оглед малките разлики в разходите на материали за изграждане на стоманобетонни лагуни с различно очертание и тежестта на екологичното им въздействие (отделяне на емисии чрез контактна площ – „тор-въздух“) е препоръчително при съхранение на течен тор във ферми за свободно-боксово отглеждане на основно стадо до 150 млечни крави, да се използва кръгла лагуна.

#### ЛИТЕРАТУРА

**Георгиев, Д.** (2017). Сравнителен анализ на строително – техническите параметри и пропускателната способност на различни видове доилни зали за крави. Дисертация

**Димова, В., Д. Динев.** (2014). Екологично аграрно строителство. Мултимедиен учебник. с. 284. <http://beonline-bg.com/tru/uchebnici/25.AFEkologichno%20Agarno%20Stroitelstvo-VDimova/25.AF-VDimova.html/>

**Динев, Д.** (2007). Изследване върху технологичните и строителни решения на сгради за отглеждане на крави за мляко в Република България. Хабилитационен труд за присъждане на научното звание „Професор“, с. 314.

**Динев, Д., В. Димова, Н. Делчев, Ю. Митев, Р. Бърнс, Ч. Митева.** (2009). Почистване и съхранение на торовата маса в млечните говедовъдни ферми (Ръководство за добри практики), Стара Загора.

**Динев Д., Н. Делчев, В. Димова.** (2017). Аграрни сгради (учебник). Стара Загора: Академично издателство на Тракийски университет – Стара Загора. с. 231.

**Директива 96/61/ЕС.** Комплексно предотвратяване на замърсяванията. „Комплексни разрешителни“ за предприятията и опазване на околната среда. [http://www.bluelink.net/ippc/zakon\\_direct.htm](http://www.bluelink.net/ippc/zakon_direct.htm)

**Директива** на Съвета (91/676/ЕИО) от 12.12.1991 г. за опазване на водите от замърсяване с нитрати от селскостопански източници.

**Директива** 98/58/ЕО на Съвета от 20.07.1998 г. относно защитата на животни, отглеждани за селскостопански цели.

**Закон** за водите, в сила от 28.01.2000 г. (обн. ДВ, бр. 67/27.07.1999 г.), с изменения.

**Закон** за опазване на околната среда (обн. ДВ, бр. 91/25.09.2002 г.), с изменения.

**Наредба № 16** от 03.02.2006 г. за защита и хуманно отношение при отглеждане и използване на селскостопанските животни (ДВ. бр.18/28.02.2006 г.).

**Наредба № 3** на МЗГ за ветеринарно-санитарните изисквания в млекодобивните стопанства, 10.01.2003 г. (обн., ДВ, бр. 5/17.01.2003 г., кн. 2/2003 г., с. 411).

**Наредба** за реда за определяне и налагане санкции при увреждане или замърсяване на околната среда над допустимите норми (обн., ДВ, бр. 69/05.08.2003 г.). <http://ecomedia.bg/laws/baseline-laws/law/107>.

**Наредба № 44** на МЗГ за ветеринарномедицинските изисквания към животновъдните обекти, 20.04.2006 г. (обн. ДВ, бр. 41/19.05.2006 г. с изменения).

**Наредба № 2** на МОСВ, МЗ и МЗП за опазване на водите от замърсяване с нитрати от земеделски източници, от 13.09.2007 г., в сила от 11.03.2008 г. (обн., ДВ, бр.27 от 11.03.2008 г.).

**Пейчев К.** (2007). Механизация и автоматизация на животновъдството.

**Bickert, W. G., Batchelder, T. L. Chastain, . J. P. et al.** (2000). Dairy Housing and Equipment Systems: Managing and Planning for Profitability. NRAES-129, 456 p.

**Dairymaster.** (2016). <http://www.dairymaster.com/milking-parlors/milking-parlors/swiftflo-revolver-rotary/>

**Dougherty, M., Geohring, L. D. Wright, P.** (1997). Liquid Application Manure Systems Design Manual, NRAES-89. Ithaca, New York., Northeast Regional Agricultural Engineering Service.

**Graves, R. E., McFarland, D. F., Tyson. I. T.** (1997). Penn State Dairy Housing Plans. Department of Agricultural and Biological Engineering, Pennsylvania State University, NRAES – 85, 108 p.

**Loudon, T. L., Jones, D. D., B. Petersen, B. et al.** (1993). Livestock Waste Facilities Handbook. MidWest Plan Service, Yowa State University, Ames, MWPS-18, Third Edition