

## Lietaus vandens naudojimo galimybės ūkyje

**Gitana Vyčienė, dr. Vilda Grybauskienė, Jurgita Babilienė, dr. Ernesta Liniauskienė\***

*Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija, Aplinkos inžinerijos fakultetas, Hidrotechninės statybos katedra Liepų g. 1, Girionys, Kauno r., tel. (8 37) 383082, el. paštas: g.vyciene@kmaik.lt, grybauskiene.vilda@gmail.com, j.babiliene@kmaik.lt, e.liniauskiene@kmaik.lt*

(Gauta 2023 m. vasario mėn.; atiduota spaudai 2023 m. kovo mėn.; prieiga internete nuo 2023 m. gegužės 10 d.)

### Anotacija

Lietaus vanduo gali būti surenkamas nuo bet kurio pastato stogo ir vėliau panaudojamas ūkio reikmėms. Tyrimas buvo atliktas ūkyje, esančiame Mitkūnų kaime, siekiant nustatyti lietaus vandens, bėgančio nuo ūkinio pastato stogo, kiekius ir parinkti talpos turį skirtingo drėgnumo metais. Nustatyta, kad nuo 100 m<sup>2</sup> baseino ploto susidaro 23,6 m<sup>3</sup> vandens, kurio pakaktų patenkinti 22 % ūkio vandens poreikio. Jeigu vanduo būtų renkamas nuo 200 m<sup>2</sup> baseino ploto, tai sausais metais būtų galima tenkinti 43 %, o drėgnais metais 65 % ūkio vandens poreikio. Skirtingo drėgnumo metais optimalus talpos tūris galėtų būti nuo 14 m<sup>3</sup> iki 53 m<sup>3</sup>.

**Reikšminiai žodžiai:** *Lietaus vandens surinkimas, stogo plotas, vandens talpa.*

### Abstract

The rooftop rainwater harvesting means the collection of water through the rooftop of the house or any other structure. The study was conducted at the farm in Mitkunai village, to determine the potential of rainwater from the roof of the farm and the optimal volume of the tank in years of different humidity. When the catchment area is 100 m<sup>2</sup> rainwater harvesting potential is 23.6 m<sup>3</sup>, which can meet around 22% of the farm water demands. While the catchment area is 200 m<sup>2</sup> in dry years, 43% of the accumulated water could be met, and in wet years, 65% of water demand. The volume of the storage tank varies from 14 m<sup>3</sup> to 53 m<sup>3</sup>.

**Key words:** *Rainwater harvesting, Rooftop, Water storage tank*

### Įvadas

Žemės ūkis yra pagrindinis maisto tiekėjas, tačiau taip pat ir vienas didžiausių vandens išteklių naudotojų (Forouzani ir Karami, 2011; Damkjaer ir Taylor, 2017). Priklausomai nuo regiono klimato ir ekonominio šalies išsivystymo lygio, žemės ūkis naudoja apie 60–90 proc. turimų vandens atsargų (The World Bank, 2022). Pasaulyje vandens ištekliai smarkiai mažėja dėl daugelio veiksnių, tokių kaip pasaulinė klimato kaita, spartus gyventojų skaičiaus augimas, žemės ūkio ir miestų plėtra, taip pat dėl didėjančios gėlo vandens paklausos skirtinguose gamybos sektoriuose ir kt.

Qadir ir kt. autorių (2007) teigimu, lietaus vandens surinkimas apibrėžiamas kaip lietaus vandens valdymas ir panaudojimas iš karto, kasdieniniams poreikiams tenkinti arba kuris saugomas ir naudojamas vėliau. Lietaus vandens surinkimas apima visus metodus, kuriais lietaus vanduo ir nuotėkis yra efektyviai valdomas ir naudojamas įvairiems tikslams. Lietaus vandens surinkimo praktika yra žinoma nuo priešistorinių laikų ir vis dar yra daugelio namų ir žemės ūkio sistemų dalis visame pasaulyje, ypač sausringuose ir pusiau sausringuose regionuose.

Daugelyje šalių šio klausimo aktualumą rodo augantis skelbiamų mokslininkų straipsnių skaičius pasaulyje. Paskelbtų straipsnių skaičius išaugo nuo dviejų vnt. – 1999 m. iki 57 vnt. – 2018 m. Pastebėtina, kad beveik 50 proc. šių straipsnių buvo publikuoti 2014–2018 m. (Velasco-Munoz ir kt., 2019).

Yra įvairių būdų, kaip galima surinkti lietaus vandenį, vienas iš tokių – lietaus vandens surinkimas nuo stogų. Šis metodas susideda iš trijų pagrindinių komponentų: pirmiausia – tai paviršius, nuo kurio surenkami krituliai (dažniausiai tai būna pastato stogas), lietaus surinkimo sistema ir vandens talpa. Kritulių vandens surinkimo nuo stogo metodas turi pranašumą lyginant su kitais būdais, kuriais vanduo yra surenkamas nuo paviršinių baseinų tuo, kad vanduo nuo stogų yra mažai užterštas ir yra tinkamas naudoti žemės ūkyje. Surinktas nuo stogo kritulių vanduo gali būti panaudojamas dviem būdais: gruntiniam vandeniui papildyti arba kaupti talpoje ir naudoti, pvz. drėkinimui.



Kaip teigia Lupia ir kt. (2017), surinkus lietaus vandenį nuo pastato stogo, galima patenkinti trečdalį namų ūkio vandens poreikio, kai taikomas efektyvus drėkinimo būdas.

Literatūroje minimi trys pagrindiniai metodai vandens talpos dydžiui parinkti (Ghisi, 2007; Santos ir Taveira-Pinto, 2013): a) naudojant iškrentantį kasdienį kritulių bei suvartojamo vandens kiekį sudaroma vandens balanso lygtis; b) įvertinant, kiek dienų bus naudojamas vanduo iš talpos ir koks vidutinis vandens poreikis per dieną; c) naudojant metinį surenkamų kritulių kiekį arba vandens poreikį vertinamas nuotėkio koeficientas, baseino plotas.

Ilgus dešimtmečius Lietuvoje buvo svarbu pašalinti drėgmės perteklių iš dirvožemio, tačiau paskutinį dešimtmetį, ilgėjant sausiesiems laikotarpiams, daugėjant dienų, kada vyrauja aukštos paros temperatūros, keičiantis kritulių dinamikai, vis aktualiau tampa kuo efektyviau panaudoti visą kritulių vandenį, infiltruojantį į dirvožemį ir surenkamą per lietaus sistemas.

**Tyrimo tikslas** – nustatyti teorinį lietaus vandens surinkimo potencialą nuo ūkinio pastato stogo ir parinkti optimalų talpos tūrį skirtingo vandeningumo metais.

### Metodika

Tyrimams pasirinktas privatus ūkis, įsikūręs Mitkūnų kaime, Kauno rajone. Kritulių analizei naudoti 2012–2022 m. duomenys iš artimiausios Kauno meteorologinės stoties. Atstumas nuo ūkio iki meteorologinės stoties yra ne didesnis nei 4,4 km.

Ūkyje krituliai renkami tik nuo dalies ūkinio pastato stogo. Pastato stogas dengtas pluoštinio cemento banguotais lakštais, yra sumontuota lietaus nuvedimo sistema, kuri surinktą lietaus vandenį nuveda į antžeminę 3 m<sup>3</sup> tūrio vandens surinkimo talpą (1 pav.).



1 pav. Lietaus surinkimo nuo stogo sistema analizuojamame ūkyje.  
*Fig. 1. Rainwater harvesting system from the roof in the analyzed farm*

Nuo stogo susidarantis kritulių (nuotekio) kiekis apskaičiuotas:

$$W_f = 10 \cdot H_f \cdot p_s \cdot A, \text{ m}^3/\text{mėn.} \quad (1)$$

čia:  $H_f$  - kritulių kiekis/mėn., mm;  $p_s$  - nuotėkio koeficientas, šiuo atveju parenkamas -0,85 (pagal stogo dangą (STR 2.07.01:2003);  $A$  – nuotėkio baseino plotas, m<sup>2</sup>.

Nuotėkio baseino plotas apskaičiuotas pagal formulę (STR 2.04.01:2018):

$$A = A_s + 1/2 * (A_s * \tan\alpha), \text{ m}^2 \quad (2)$$

čia:  $A_s$  – stogo plotas (92 ir 184 m<sup>2</sup>);  $\alpha$  – stogo nuolydis (vid. -10°).

Tolimesniuose skaičiavimuose naudotas nuotėkio baseino plotas – 100 m<sup>2</sup>, kai vanduo renkamas tik nuo vienos pusės stogo, ir 200 m<sup>2</sup>, kai nuo viso stogo ploto.

Skaičiuojant paviršinį nuotėkį nuo stogo iš susidariusio nuotėkio buvo atimta 10 %, siekiant at-sižvelgti į galimus nuostolius (persiliejimą dėl intensyvių kritulių ir vėjo, išgaravimą nuo stogo dangos). Tyrime daroma prielaida, kad lietaus vandens talpa nepraleidžia saulės šviesos, todėl vandens nuostoliai dėl garavimo iš talpos nebuvo vertinti.



Galimi kritulių kaupimo, saugojimo pajėgumai vertinti vadovaujantis mokslininkų literatūroje taikytomis prielaidomis (Liaw ir Tsai, 2004; Lupia ir kt., 2017): jei sukauptas kritulių kiekis buvo didesnis nei esamas talpos tūris, vandens perteklius (perpildymas) buvo atimamas iš sukaupto nuotė-kio; vandens poreikis atimamas iš sukaupto / saugomo kritulių kiekio, jei talpoje yra pakankamas vandens kiekis; esant situacijai, kai talpoje nėra pakankamai vandens, daroma prielaida, kad trūksta-mas vandens poreikis patenkinamas iš kito vandens tiekimo šaltinio.

Matematiškai visa tai užrašyta žemiau pateiktose formulėse (Singh ir kt., 2019):

$$St = Wf + St - 1 - D, \quad (3)$$

$$St = 0, \text{ for } St < 0, \quad (4)$$

$$St = C, \text{ for } St > C, \quad (5)$$

čia:  $St$  - sukauptas vandens kiekis talpoje/mėn.;  $Wf$  - kritulių kiekis ( $m^3/mėn.$ );  $St-1$  - vandens kiekis talpoje ( $m^3/mėn.$ ) laikotarpio pradžioje;  $D$  - vandens poreikis ( $m^3/mėn.$ );  $C$  - talpos dydis ( $m^3$ ).

### Tyrimo rezultatai

Buvo atlikta 10 metų kritulių analizė, siekiant įvertinti galimą surinkti vandens kiekį nuo ūkinio pastato stogo. Analizuojamų dešimties metų vidutinis metinis kritulių kiekis – 651,39 mm, lyginant su SKN (1991–2020 m.) 695 mm, analizuojamu laikotarpiu iškrito 6,27 proc. mažiau kritulių. 2022 m. iškritusių kritulių kiekis – 604,2 mm buvo artimas daugiamečiam vidurkiui. Išanalizavus kritulių duomenis buvo išrinkti trys aktualūs laikotarpiai: sausi, vidutiniai ir drėgni metai. Pasirinkti metai ir atitinkamos metinės kritulių vertės pateiktos 1 lentelėje.

**1 lentelė.** Daugiamečių kritulių charakteristikos tyrimo vietoje.  
*Table 1. Characteristics of multi-year precipitation in the study area*

Statistinė charakteristika			Krituliai (mm)	Metai
Vidurkis (mm)	651,39	Sausi metai (10 proc.)	552,1	2015
Mediana (mm)	641,45	Vidutiniai metai (50 proc.)	658,6	2013
Standartinis nuokrypis (mm)	101,47	Drėgni metai (90 proc.)	758,9	2012
Max (mm)	843,7			
Min (mm)	492			

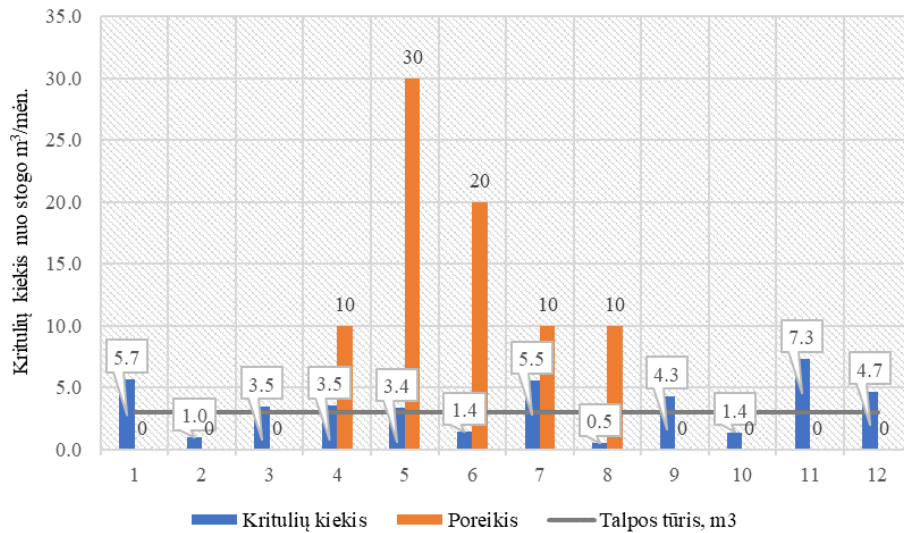
Analizuojamu atveju ūkyje lietaus surinkimo sistemoje sumontuota antžeminė talpa, todėl šaltuoju laikotarpiu talpa ištuštinama ir krituliai nekaupiami. Lietaus vanduo pradėdamas kaupti tik kai vyraujanti vidutinė paros oro temperatūra yra teigiama, remiantis SKN (1991–2020 m.) kovo mėn. temperatūra būna 0,9 °C ir vyrauja iki lapkričio mėn. (2,6 °C) (meteo.lt). Todėl skaičiavimuose buvo naudoti kovo – spalio mėn. daugiamečiai kritulių duomenys.

Sausais metais ūkyje per 8 mėn. buvo galima sukaupti kritulių vandens 23,6  $m^3$ , t. y. vid. 2,9  $m^3/mėn.$  (2 pav.). Per visą kaupimo laikotarpį, penkis mėnesius, susidarantis kaupiamas kritulių kiekis yra didesnis nei turimos talpos tūris, neįvertinus ūkio vandens naudojimo poreikio.

Kadangi ūkis kaupiamą vandenį naudoja žemės ūkio kultūrų drėkinimui ir purškimams, priimta, kad ūkio vandens poreikis - 10  $l/m^2$ , t. y. vid. 16  $m^3/mėn.$  neatsižvelgiant į iškrentantį kritulių kiekį. Poreikis buvo priimtas pagal ūkininko nurodytas normas.

Kadangi kaupiamą kritulių vandens kiekį riboja talpos tūris, tai sausais metais ūkio vandens poreikiai bus tenkinami tik ne didele dalimi (22 proc.), o poreikio deficitas turės būti dengiamas vandeniu iš kitų šaltinių. Netgi padidinus talpos tūrį dvigubai, kaupiamo vandens kiekio nepakaks patenkinti ūkio poreikiams. Būtina atkreipti dėmesį, kad limituojančiu veiksniu yra iškrintantis kritulių kiekis ir stogo plotas.

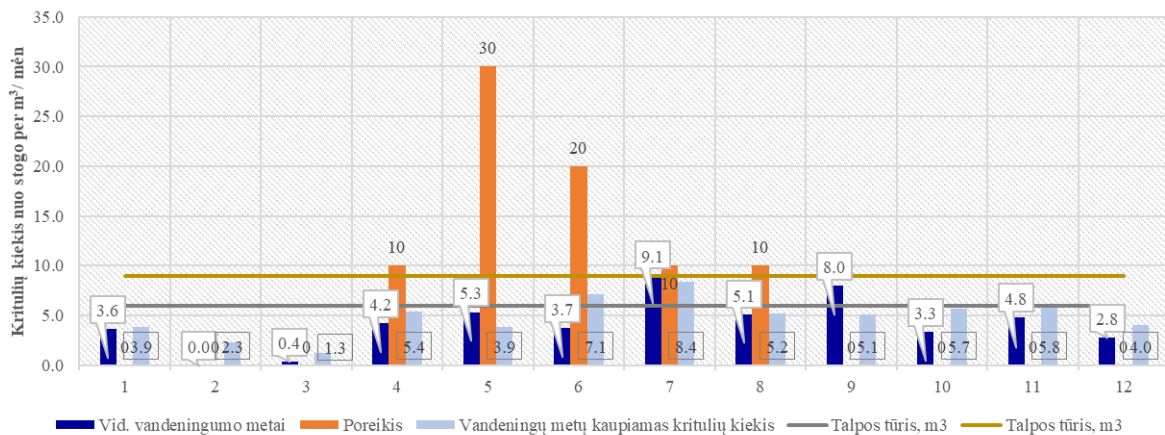




**2 pav.** Surenkamas kritulių vandens kiekis nuo ūkinio pastato stogo ir poreikis ūkyje sausais metais.

**Fig. 2.** The amount of rainwater collected from the roof of the farm building and the demand on the farm in dry years

Analizuojant vidutinio drėgnumo ir drėgnus metus buvo vertinti du galimi scenarijai: kai talpos tūris yra  $6 \text{ m}^3$  ir kai talpos tūris  $9 \text{ m}^3$ , išliekant tokiam pačiam ūkio vandens poreikiui. Vidutinio drėgnumo metais per 8 mėn. galimas sukaupti kritulių vandens kiekis būtų  $35,80 \text{ m}^3$ , t. y. vid.  $4,47 \text{ m}^3/\text{mėn.}$ , o drėgnais metais  $42,12 \text{ m}^3$  (3 pav.). Kaip matyti iš surenkamų kritulių kiekio net ir drėgniausią mėnesį, t. y. liepos mėnesį netenkinamas ūkio vandens poreikis. Net ir drėgnais metais ūkio vandens poreikis išlieka dvigubai didesnis nei galimas sukaupti kritulių vandens kiekis.



**3 pav.** Surenkamas kritulių vandens kiekis nuo ūkinio pastato stogo ir poreikis ūkyje vidutinio drėgnumo ir vandeningsiais metais.

**Fig. 3.** The amount of rainwater collected from the roof of the farm building and the demand on the farm in medium-humidity and watery years

Padidinus talpos tūrį iki  $6$  ir  $9 \text{ m}^3$ , vidutinio drėgnumo ir drėgnais metais, vidutinis 3 mėn. atitekęs vandens kiekis galėtų būti kaupiamas talpoje, taigi talpos tūrio didinimas iki  $9 \text{ m}^3$  ūkiui būtų finansiškai nenaudingas. Talpos tūrio padidinimas nėra naudingas, kadangi ūkio vandens poreikiai viršija prietaką į talpą, tai kiekvieno mėnesio pabaigoje visas vanduo būtų iš talpos išnaudotas, t. y.  $St < 0$ . Norint patenkinti ūkio vandens poreikį, reikėtų vandenį pradėti kaupti keletą mėnesių anksčiau, bet kaip jau buvo minėta anksčiau, tai riboja Lietuvos klimatinės sąlygos.

Skaičiavimai taip pat buvo atlikti vertinant galimybę, kad ateityje ūkis kritulių vandenį galėtų kaupti nuo viso ūkinio pastato stogo ploto, tokiu atveju paviršinio baseino nuotėkio plotas būtų  $200$



m<sup>2</sup>, skirtingo drėgnumo metais, taikant tą patį ūkio vandens poreikį ir siekiant parinkti optimalų talpos tūrį (2 lentelėje).

**2 lentelė.** Rekomenduojamas talpos dydis pagal nuotėkio baseino plotą  
*Table 2. Recommended tank size according to catchment area*

	Sausais metais kaupiamas vandens kiekis	Vid. drėgnumo metais kaupiamas vandens kiekis	Drėgnais metais kaupiamas vandens kiekis
Nuotėkio baseino plotas, 200 m <sup>2</sup>	47,12 m <sup>3</sup>	78,31 m <sup>3</sup>	84,24 m <sup>3</sup>
Talpos tūris, m <sup>3</sup>	14 m <sup>3</sup>	41 m <sup>3</sup>	53 m <sup>3</sup>

Sausais metais per 8 mėn. laikotarpį būtų galima sukaupti 47,12 m<sup>3</sup> vandens, bet įvertinus ūkio vandens poreikius tik vieną mėnesį jie būtų pilnai tenkinami. Per visą vegetacijos laikotarpį iš sukaupto vandens pavyktų patenkinti 43 proc. ūkio vandens poreikio. O drėgnais metais būtų galima tenkinti 65 proc. viso nurodyto ūkio poreikio. Vertinant galimą sukaupti kritulių vandens kiekį, skirtingo drėgnumo metais buvo nustatytas optimalus talpų tūris, kuris yra 14 m<sup>3</sup> sausais metais, iki 53 m<sup>3</sup> drėgnais metais. Kaip matyti iš atliktos analizės, esant mažam stogo plotui lietaus vandens pritekėjimas nedidelis, taigi ir tūrinis talpos patikimumas yra žemas, o didėjant stogo plotui, didėja atitekančio į talpą vandens kiekis, dėl to talpa tampa patikimesnė tūrio atžvilgiu.

Atlikti skaičiavimai parodo tik teorinį lietaus vandens surinkimo potencialą ūkyje, norint tiksliau įvertinti lietaus vandens panaudojimo galimybes žemės ūkio reikmėms, reikėtų tiksliau įvertinti lietaus vandens nuleidimo sistemą t. y.: lietaus vandens skersmenis, filtrų pralaidumą, jei jie įdiegti, taip pat vyraujančias vėjo kryptis vietovėje. Parenkant optimalų talpos tūrį reikėtų atsižvelgti į rinkoje esančius talpų pasirinkimus pagal tūrį ir ūkio galimybes įsirengti tokias talpas.

### Išvados

Talpa yra pats brangiausias ir kritiškiausias kritulių vandens kaupimo sistemos komponentas, talpos tūris lemia sistemos veikimo patikimumą ir ūkio vandens poreikių patenkinimą. Kadangi kritulių kiekis skiriasi skirtingo drėgnumo metais, sunku nustatyti optimalų talpos tūrį ir įvertinti sistemos veikimo patikimumą. Bet kaip matyti iš tyrimo, daugiausia talpos tūris priklauso nuo iškrantančių kritulių kiekio, stogo ploto ir ūkio vandens poreikio.

Sausais metais, kai vanduo kaupiamas nuo 100 m<sup>2</sup> paviršinio baseino ploto, ūkio vandens poreikiai bus tenkinami tik nedidele dalimi (22 proc.), o poreikio deficitas turės būti dengiamas vandeniu iš kitų šaltinių. Netgi padidinus talpos tūrį dvigubai, kaupiamo vandens kiekio nepakaks patenkinti ūkio poreikiams.

Vidutinio drėgnumo ir drėgnais metais talpos tūrio didinimas iki 6 ir 9 m<sup>3</sup> ūkiui finansiškai nenaudingas, kadangi ūkio vandens poreikiai viršija prietaką į talpą ir kiekvieno mėnesio pabaigoje visas vanduo bus iš talpos išnaudotas.

Padidinus paviršinio baseino plotą iki 200 m<sup>2</sup> sausais metais, per visą vegetacijos laikotarpį iš sukaupto vandens pavyktų patenkinti 43 proc., o drėgnais metais 65 proc. viso nurodyto ūkio vandens poreikio. Optimalus talpų tūris skirtingo drėgnumo metais nustatytas nuo 14 m<sup>3</sup> sausais, iki 53 m<sup>3</sup> drėgnais metais.

### Literatūra

1. Damkjaer, S., Taylor, R. (2017). The measurement of water scarcity: Defining a meaningful indicator. *Ambio* 2017, 46, 513–531.
2. Forouzani, M., Karami, E. (2011). Agricultural water poverty index and sustainability. *Agron. Sustain. Dev.* 2011, 31, 415–432.
3. Ghisi, E., Bressan, D. L., and Martini, M. (2007). Rainwater tank capacity and potential for potable water saving by using rainwater in the residential sector of south eastern Brazil, *Build. Environ.*, vol. 42, pp. 1654-1666.
4. Liaw, C.H. and Tsai, Y.L. (2004). Optimum storage volume of rooftop rain water harvesting systems for domestic use, *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, vol. 40, no. 3, pp. 901-912.
5. Lietuvos Hidrometeorologijos tarnyba. Prieiga per: <http://www.meteo.lt/lt/oro-temperatura>



6. Lupia, F., Baiocchi, V., Lelo, K. and Pulighe, G. (2017). Exploring rooftop rainwater harvesting potential for food production in urbana reas, *Agriculture 7*: 46; doi:10.3390/ agriculture7060046
7. Qadir, M., Sharma, B.R., Bruggeman, A., Choukr-Allah, R., Karajeh, F. (2007). Non-conventional water resources and opportunities for water augmentation to achieve food security in water scarce countries. *Agric. Water Manag.* 2007, 87, 2–22.
8. Santos, C. and Taveira-Pinto, F. (2013). Analysis of different criteria to size rainwater storage tanks using detailed methods. *Resources, Conservation and Recycling*, 71, 1-6. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.11.004.
9. Singh, G. K., Sharda, R., Singh, A. (2019). Harvesting rainwater from greenhouse rooftop for crop production *Agricultural Research Journal* 56(3):493 DOI:10.5958/2395-146X.2019.00077.2
10. Statybos techninis reglamentas STR 2.07.01:2003 „Vandentiekis ir nuotekų šalintuvas. Pastato inžinerinės sistemos. Lauko inžineriniai tinklai“, 2003 m. liepos 21 d. Nr. 390, Vilnius. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.EFD8078E42A8>
11. Statybos techninis reglamentas STR 2.04.01:2018 „Pastatų atitvaros. Sienos, stogai, langai ir išorinės įėjimo durys“, 2019 m. kovo 29 d. Nr. D1-186, Vilnius. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/1aa5acc055ce11e9975f9c35aedfe438/asr>
12. The World Bank. Water in agriculture. Prieiga per: <https://www.worldbank.org/en/topic/water-in-agriculture#1>
13. Velasco-Muñoz, J. F., Aznar-Sánchez, J. A., Batlles-delaFuente, A. and Dolores Fidelibus, M. (2019). Rainwater Harvesting for Agricultural Irrigation: An Analysis of Global Research *Water* 2019, 11(7), 1320; Prieiga per: <https://doi.org/10.3390/w11071320>

## Possibilities of Using Alternative Water Source in Lithuanian Farm

(Received in February, 2023; Accepted in March, 2023; Available Online from 10<sup>th</sup> of May, 2023)

### Summary

The rooftop rainwater harvesting means the collection of water through the rooftop of the house or any other structure. This system consists of three basic components such as catchment area, conveyance system and storage facilities. The tank is the most expensive and critical component of a rainwater harvesting system. The volume of the tank determines the reliability of the system operation and the satisfaction of the water needs of the farm.

The study was conducted at the individual farm in Mitkunai village, to find the optimum size of the storage tank for harvested runoff from the rooftop of the farm building, in years of different humidity. The precipitation data of Kaunas district for 10 years was analyzed for the water harvesting potential. In the calculations, the water demand for the vegetation period is taken according to the quantities specified by the farmer, regardless of the amount of precipitation.

After the calculations, it is determined that rainwater harvesting potential is 23.6 m<sup>3</sup> in dry years, which can meet around 22 % of the farm water requirements, when catchment area is 100 m<sup>2</sup>. In humid and wet years, increasing the volume of the tank to 6 and 9 m<sup>3</sup> is not useful, since the water needs of the farm exceed the inflow into the tank and at the end of each month all the water from the tank will be used up. While the catchment area is 200 m<sup>2</sup> in dry years, during the vegetation period, 43 % of the accumulated water could be met, and in wet years, 65 % of the total specified water demand of the farm. If the size of the catchment area is 200 m<sup>2</sup>, the size of storage tank capacity varies from 14 m<sup>3</sup> dry years to 53 m<sup>3</sup> wet years, respectively.

Since precipitation varies in years of different humidity, it is difficult to determine the optimal volume of the tank and evaluate the reliability of the system. But as can be seen from the study, the volume of the tank mainly depends on the amount of precipitation, the roof area and the farm's water demand.

