

სსიპ შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის კვლევითი საგრანტო პროექტის პროგრამული ანგარიში  
1 - თავფურცელი / ზოგადი ინფორმაცია

1	საგრანტო ხელშეკრულება №	AR/222/3-171/14
2	საანგარიშო პერიოდი №	
3	ანგარიშის ტიპი • საბოლოო: • პირველადი/დაზუსტებული:	საბოლოო
4	ანგარიშის პერიოდულობა (ექვსთვიანი / წლიური / სხვ.)	ორწლიანი
5	საგრანტო პროექტის სახელწოდება:	თბურამძრავიანი დიაფრაგმული ტუმბო წყლის გაცხელების ავტონომიური ჰელიოსისტემისათვის: წინასწარმო მოდელის დამუშავება
6	კონკურსი, რომლის ფარგლებშიც დაფინანსდა პროექტი: (კონკურსის სახელწოდება, წელი)	გამოყენებითი კვლევებისათვის სახელმწიფო სამეცნიერო გრანტების კონკურსი; 2014 წელი
7	სამეცნიერო მიმართულება: ქვე-მიმართულება: (მიუთითეთ სიტყვიერად და კოდი კლასიფიკატორიდან):	3. საინჟინრო მეცნიერებები, მაღალტექნოლოგიური მასალები: 3-171. არატრადიციული და განახლებადი ენერგეტიკა; 3-170. ენერგეტიკა.
8	გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაცია • ორგანიზაციის დასახელება: • სტატუსი (სსიპ, აიპ, სხვ.): • საიდენტიფიკაციო კოდი:	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი სსიპ 211349192
9	გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაციის ხელმძღვანელი/პასუხისმგებელი პირი: (სახელი, გვარი, თანამდებობა ტელ. ელ. ფოსტა)	არჩილ ფრანგიშვილი; რექტორი; (+995 32) 2 36 51 55; <a href="mailto:a_prangi@gtu.ge">a_prangi@gtu.ge</a>
10	საგრანტო პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი: (სახელი, გვარი, ტელ. ელ. ფოსტა)	ევტიხი მაჭავარიანი; 599 20 51 49; <a href="mailto:xutagtu@rambler.ru">xutagtu@rambler.ru</a>
11	საგრანტო პროექტის ბუღალტერი: (სახელი, გვარი, ტელ. ელ. ფოსტა)	ლიკა კურახიშვილი; 599005878; <a href="mailto:lika_gtu@yahoo.com">lika_gtu@yahoo.com</a>
12	თანამონაწილე ორგანიზაცია • ორგანიზაციის სახელი: • პასუხისმგებელი პირი: (სახელი, გვარი, პოზიცია, ტელ. ელ. ფოსტა)	-
13	თანადამფინანსებელი ორგანიზაცია • ორგანიზაციის სახელი: • პასუხისმგებელი პირი: (სახელი, გვარი, პოზიცია, ტელ. ელ. ფოსტა)	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ზურაბ გასიტაშვილი; რექტორის მოადგილე მეცნიერების დარგში; 591 19 17 32; <a href="mailto:zur_gas@gtu.ge">zur_gas@gtu.ge</a>
10	პროექტის ხანგრძლივობა (თვეების რაოდენობა): • პროექტის დაწყება (რიცხვი/თვე/წელი): • პროექტის დასრულება (რიცხვი/თვე/წელი):	24 28.04.2015 27.04.2017
11	პროექტის მთლიანი ბიუჯეტი:	240 000
12	ფონდიდან მიღებული გრანტის მთლიანი ოდენობა: (საგრანტო ხელშეკრულებით განსაზღვრული)	240 000
13	საანგარიშო პერიოდისთვის ფონდიდან მიღებული გრანტიდან გაწეული ხარჯი:	217 305,47
14	ბიუჯეტის ნაშთი • ნაშთი გადარიცხული თანხიდან • ნაშთი დამტკიცებული ბიუჯეტიდან	22 694,53 0

სტუ-ს რექტორის მოადგილე  
მეცნიერების დარგში, პროფესორი

ზ. გასიტაშვილი

პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი,  
სტუ-ს პროფესორი

ე. მაჭავარიანი

ანგარიშის ჩაბარების თარიღი:

## 1. კვლევის შემაჯამებელი მოკლე ანგარიში

სამეცნიერო პროექტის მიზნები, ამოცანები და მიღწეული შედეგები (მოცემულ გრაფაში მიუთითეთ განხორციელებული სამეცნიერო პროექტის მიზნები, ამოცანები და პროექტის განხორციელების შედეგები. მოკლე ანგარიშის მოცულობა: რეკომენდირებული-400 სიტყვა, არაუმეტეს 800 სიტყვისა)

პროექტის საბოლოო მიზანის შეადგენდა თბურამძრავიანი დიაფრაგმული ტუმბოს (თადტ) წინასაწარმოო მოდელის დამუშავება, რომელიც მიაწოდებს წყალს გრუნტის წყლის ჭიდან ბტყელ კელიოკოლექტორში და შემდგომ მაღალ ნიშნულზე განლაგებულ ცხელი წყლის რეზერვუარში და თავისი პარამეტრებით უზრუნველყოფს მთლიანად წყლის გაცხელების ჰელიოსისტემის კონკურენტუნარიანობას საერთაშორისო ბაზარზე. პროექტის აქტუალურობა განპირობებულია იმით, რომ ტუმბოს წინასაწარმოო მოდელის დამუშავებით შეიქმნა შესაძლებლობა ისეთი ტუმბოს საწარმოო მოდელის შექმნისა, რომელსაც შეუძლია მზის სითბოზე მუშაობა, და ამით ხდება კონკურენტუნარიანი ბრტყელი ჰელიოკოლექტორის (წყალგამათბობელის) ცხელი წყლის სიტემაში წყლის ცირკულაციის ამოცანის შემრულებელ ელექტრულ ტუმბოებთან მიმართებაში. ტუმბო, რომელიც იმუშავებს უშუალოდ მხოლოდ სითბური ენერჯის გამოყენებით და ამ გამოყენებულ სითბოს აბრუნებს ისევ ცხელი წყლის სისტემაში, მკვეთრად ამარტივებს მოწყობილობას და უზრუნველყოფს მთლიანად სისტემის ეკონომიკურ ეფექტურობას. ასეთი ტუმბო ფუნქციონირებს ავტონომიურად და შეუძლია წყლის ცირკულირება ენერგეტიკული სისტემიდან დაშორებულ რეგიონებში, რითაც საბოლოო ჯამში აუმჯობესებს ქვეყნის ეკოლოგიურ მახასიათებლებს.

პროექტის საბოლოო მიზნის მისაღწევად დასახული იყო შემდეგი ამოცანები: თადტ-ს ექსპერიმენტული ნიმუშის კონსტრუირება და გამოსაცდელი სტენდის განახლება; თადტ-ს ექსპერიმენტული ნიმუშის დამზადება და გამოსაცდელი სტენდის გამართვა; თადტ-ს ექსპერიმენტული ნიმუშის მუშა პარამეტრების ექსპერიმენტული კვლევა; თადტ-ში მიმდინარე თერმული და ჰიდროდინამიკური პროცესების ექსპერიმენტული კვლევა; თადტ-ში მიმდინარე თერმული და ჰიდროდინამიკური პროცესების მათემატიკური და კომპიუტერული მოდელირება; ჩატარებული კვლევებისა და მოდელირების შედეგების ანალიზი და თადტ-ს წინასაწარმოო მოდელის კონსტრუირება; თადტ-ს წინასაწარმოო მოდელის დამზადება და გამოცდა; გამოცდის შედეგების ანალიზი, თადტ-ს წინასაწარმოო მოდელის მუშა დოკუმენტაციის კორექტირება. პროექტის დასკვნითი ანგარიშის გამოშვება.

პროექტის განხორციელების შედეგად დამუშავდა თბურ ამძრავიანი დიაფრაგმული ტუმბოს ახალი მოდიფიკაცია მუშა აგენტის კონდენსაციის ორსიჩქარიანი რეჟიმით, შექმნილია თადტ-ს ტესტირების სასტენდო აპარატურა, დამზადდა და გამოცდა ტუმბოს სამი ნიმუში, დამტკიცდა ახალი მოდიფიკაციის ტუმბოს ქმედითუნარიანობა და წინა მოდიფიკაციებთან შედარებით მნიშვნელოვნად უფრო მაღალი ეფექტურობა, გამოცდილი ნიმუშის პარამეტრებისა და მონაცემების ბაზაზე დამუშავდა თადტ-ს წინასაწარმოო მოდელის ტექნიკური დოკუმენტაცია. დამუშავებული წინასაწარმოო მოდელი და მისი ტექნიკური დოკუმენტაცია სრულფასოვან ბაზას წარმოადგენს სტანდარტულ ბრტყელ ჰელიოკოლექტორთან შეთავსებადი თადტ-ს საწარმოო მოდელის შექმნისათვის.

თადტ-ს ნიმუშების სასტენდო გამოცდების პროცესში მიღებულია აგრეთვე ახალი სამეცნიერო ინფორმაცია ფაზათა გარდაქმნის პროცესების თბოფიზიკის სფეროში, კერძოდ დარტყმითი დუღილის სპეციფიკური პროცესის შესახებ, რომელიც პირველად ამ ტიპის ტუმბოში არის რეალიზებული. ექსპერიმენტულ კვლევასთან ერთად დამუშავებულია დარტყმითი დუღილის მათემატიკური და კომპიუტერული მოდელები.

პროექტის შემსრულებელთა ჯგუფმა სრულად გადაწყვიტა პროექტით გათვალისწინებული ყველა ამოცანა. მიღებული შედეგები თანმიმდევრულად აისახა პერიოდულ საეტაპო ანგარიშებში მოყვანილ სამუშაოთა აღწერაში და შესრულების თვლად ინდიკატორებში. საანგარიშო პერიოდებში შესრულებული სამუშაოები სრულად იყო აგრეთვე დემონსტრირებული გათვალისწინებულ ვადებში ჩატარებულ პრეზენტაციებზე.

## 2. სამეცნიერო პროდუქტიულობა (კვლევითი პროექტის განხორციელების შედეგად მიღებული სამეცნიერო პროდუქტები)

2.1. საგრანტო პროექტის მსვლელობისა და განხორციელების შედეგად მომზადებული და გამოქვეყნებული პუბლიკაცია

მიუთითეთ პროექტის განხორციელების შედეგად მიღებული პროდუქტები ქვემოთ მოყვანილი ჩამონათვალიდან:

- საერთაშორისო და ადგილობრივ რეფერირებად სამეცნიერო ჟურნალებში/გამოცემებში გამოქვეყნებული სტატია
- 

№	ავტორ(ებ)ი	სტატიის სათაური	ჟურნალის სათაური	ტომი/გამოცემა	გამოცემის თარიღი	გამომცემლობა	ადგილობრივი/საერთაშორისო (მიუთითეთ ერთ-ერთი)	სტატიის სტატუსი: გამოცემული, მიღებული, ელოდება გამოცემას, განხილვის პროცესში მყოფი, წარდგენილი, სხვ. (მიუთითეთ ერთ-ერთი)	ინტერნეტ-ბმული
1	I.G. Shekrladze, E.S. Machavariani, G.I. Gigineishvili, D.G. Rusishvili, D.I. Shekrladze	Steam engine-pump for solar collector-based hot water supply	Proceedings of the SHC 2015, International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry	Energy Procedia 00(2015) 000-000	2015	Elsevier Ltd.	საერთაშორისო	გამოცემული	<a href="http://www.elsevier.com/locate/procedia">www.elsevier.com/locate/procedia</a>
2	I.G. Shekrladze, E.S. Machavariani, G.I. Gigineishvili, D.I. Shekrladze	Steam Engine-Pump with Percussive Boiling	Proceedings of the 2nd Thermal and Fluid Engineering Conference, TFEC2017 4th International Workshop on Heat Transfer, IWHT2017	TFEC-IWHT 2017-18815	2017	ASTFE	საერთაშორისო	გამოცემული	<a href="http://www.astfe.org/tfesc">www.astfe.org/tfesc</a>

- წიგნები, მონოგრაფიები ან სხვა არაპერიოდული, ერთჯერადი გამოცემები

წიგნები, მონოგრაფიები, დისერტაცია/ნაშრომები, თეზისები, ან მსგავსი გამოცემები, რომლებიც გამოქვეყნებული იყო პროექტის შედეგად ცალკე გამოცემის სახით.

№	ავტორ(-ები)	პუბლიკაციის სათაური	ტომი/გამოცემა	გამოცემის თარიღი	გამომცემლობა	ადგილობრივი/საერთაშორისო (მიუთითეთ ერთ-ერთი)	გამოცემის სტატუსი (გამოცემული/მიღებული)	გვერდების რაოდენობა	ინტერნეტ-ბმული
1									
2									
3									

• საკონფერენციო თეზისები და სხვ. გამოცემები (რომლებიც არ არის ზემოთ მითითებული) ჩამოთვალეთ საკონფერენციო თეზისები, ან სხვა გამოცემები, რომლებიც არ არის ზედა ორ პუნქტში მითითებული

№	ავტორ(-ები)	ნაშრომის სათაური	ღონისძიების დასახელება	გამოცემის თარიღი	გამომცემლობა	ადგილობრივი/საერთაშორისო (მიუთითეთ ერთ-ერთი)	გამოცემის სტატუსი (გამოცემული/მიღებული)	ინტერნეტ-ბმული
1								
2								
3								

2.2. საგრანტო პროექტის მსვლელობისა და განხორციელებისას მიღებული შედეგების გავრცელება საერთაშორისო სამუშაო შეხვედრებზე (workshop), სემინარებზე, კონფერენციებზე, კონგრესებზე და სხვა ღონისძიებაზე

№	ღონისძიების ჩატარების ადგილი	ღონისძიების ჩატარების თარიღი	ღონისძიების ტიპი	ღონისძიების სტატუსი	თემის სახელწოდება	წარდგენილი მასალა (თეზისი, მოხსენება/პრეზენტაცია, პუბლიკაცია)	მონაწილის სტატუსი
1	ქ. სტამბოლი (თურქეთი)	2015 წლის 2-4 დეკემბერი	კონფერენცია	საერთაშორისო	Steam engine-pump for solar collector-based hot water supply	პრეზენტაცია	მომხსენებელი
2	ქ. ქუთაისი (საქართველო)	2016 წლის 29 ოქტომბერი	კონფერენცია	საერთაშორისო	ტენიანი ნაჯერი ორთქლით მომუშავე ორთქლის მანქანის ეფექტურობის ანალიზი	პუბლიკაცია	მომხსენებელი
3	ქ. ქუთაისი (საქართველო)	2016 წლის 29 ოქტომბერი	კონფერენცია	საერთაშორისო	ტენიანი ნაჯერი ორთქლით მომუშავე ორთქლის მანქანა	პუბლიკაცია	მომხსენებელი
4	ქ. ლას-ვეგასი (აშშ)	2017 წლის 2-5 აპრილი	კონფერენცია, სემინარი	საერთაშორისო	Steam Engine-Pump with Percussive Boiling	პუბლიკაცია პრეზენტაცია	მომხსენებელი

### 2.3. ვებ-გვერდი, ან სხვა ინტერნეტ გვერდი

*მიუთითეთ URL მისამართი, რომლის მეშვეობითაც ხდება კვლევის შედეგების დისემინაცია. თან დაურთეთ თითოეული საიტის მოკლე აღწერა და შესაბამისი პუბლიკაციების სათაურები ბმულებით.*

### 2.4. ტექნოლოგიები, ტექნიკა/მეთოლოგია/პროცედურა/დანადგარი

*აღწერეთ ტექნოლოგიები, ტექნიკა/მეთოლოგია/პროცედურა/დანადგარი, რაც მიიღეთ კვლევის შედეგად. აღწერეთ მათი გაზიარების, გავრცელების სტრატეგია*

შემუშავებულია, დაპროექტებულია და დამზადებულია თბურამპრავიანი დიაფრაგმული ტუმბოს წინასაწარმოო მოდელი და შექმნილია შესაბამისი ტექნიკური დოკუმენტაცია. დამუშავებულია ტუმბოს გამართვის მეთოდიკა. მომზადებულია ნიადაგი საწარმოო მოდელის დასამუშავებლად შემდგომი სერიული წარმოებისათვის.

### 2.5. გამოგონებები, საპატენტო განაცხადები, და/ან ლიცენზია (სხვა საავტორო უფლებები)

*ჩამოთვალეთ კვლევის შედეგად მიღებული საავტორო უფლებები, მიუთითეთ საავტორო უფლების მიმნიჭებელი ორგანიზაცია, სტატუსი, თარიღი, ვადა, გამოყენების სფერო*

- პატენტი

ექვს არ იწვევს საწარმოო მოდელის პატენტუნარიანობა.

- საავტორო უფლება (DOI-ს მითითებით) (copyright)
- ინდუსტრიული დიზაინის უფლება
- სავაჭრო ნიშნები (trade marks)
- საქონლის გაფორმება (trade dress)

### 2.6. სხვა პროდუქტები

*ჩამოთვალეთ კვლევითი პროექტის განხორციელების შედეგად მიღებული სხვა პროდუქტები, როგორცაა:*

- მონაცემთა ბაზები

დაგრივილია ექსპერიმენტული და თეორიული მოდელირებით გამოთვლილი მონაცემების ბაზა.

- ფიზიკური კოლექციები
- აუდიო, ან ვიდეო პროდუქტები

შექმნილია ტუმბოს მუშაობის სადემონსტრაციო ვიდეომასალა.

- მასალები / კვლევის მასალები

მიღებულია ტუმბოს ძირითადი მახასიათებლების თბურ სიმძლავრეზე და შეწოვის სიმაღლეზე დამოკიდებულებების ამსახველი გრაფიკები.

- პროგრამა

შექმნილია ტუმბოში მიმდინარე პროცესების მათემატიკურ მოდელზე დაყრდნობით დამუშავებულია პროგრამა Excel-ის გარემოში.

- მოდელი

შექმნილია ტუმბოს ექსპერიმენტული, წინასწარმოო და სადემონსტრაციო მოდელები.

- საგანმანათლებლო დამხმარე მასალები
- ინსტრუმენტები, ან დანადგარები
- კვლევის შედეგად ინიცირებული სხვა პროდუქტები (მაგ ბიზნესის დაწყება/კავშირი საწარმოსთან და სხვ.)

### 3. პროექტის ძირითადი მიღწევები (ფონდის შიდა მოხმარებისათვის)

1	პროექტის ფარგლებში მიღებული მნიშვნელოვანი დასკვნა	შექმნილია თბურ ენერგიაზე მომუშავე ახალი და ძალიან მარტივი კონსტრუქციის თბური მანქანა, რომელსაც შეუძლია დაბალპოტენციური (ცელსიუსის 100 გრადუსამდე) სითბური ენერგიის გამოყენებით 2÷3 მ სიღრმიდან 10÷15 მ სიმაღლემდე წუთში 0,3÷1,3 ლიტრი ცივი წყლის დაჭირხვნა.
2	პროექტის მნიშვნელობა სამეცნიერო საზოგადოებისათვის	სხვადასხვა პირობებში განხორციელებული დარტყმითი დუღილის თანმხლები თბოფიზიკური მოვლენების კვლევა მეცნიერ-თბოფიზიკოსთა მნიშვნელოვან ინტერესს იმსახურებს.
3	პროექტის ფარგლებში ადგილობრივი ან/და საერთაშორისო თანამშრომლობის ხარისხი (ახალი კვლევითი ჯგუფების ჩამოყალიბება, არსებული ჯგუფების კონსოლიდაცია)	დამუშავების პერიოდში ძირითად შემსრულებელთა და დამხმარე პერსონალის სახით ჩამოყალიბდა ახალი კვლევითი ჯგუფი, რომელსაც გააჩნია სერიოზული გამოცდილება ფიზიკური მოვლენების კვლევის პროცესში თბოფიზიკური პარამეტრების თანამედროვე გამოზომი, სარეგისტრაციო და კომპიუტერული ტექნიკის გამოყენების მიმართულებით.
4	გრანტის მიმღები წამყვანი ორგანიზაციის მხარდაჭერის ხარისხის შეფასება პროექტის განხორციელებისას (მაგ. შესყიდვების დროულად განხორციელება)	გრანტის მიმღები ორგანიზაციიდან მუდმივად იგრძნობოდა ჯეროვანი მხარდაჭერა, რაც გამოიხატა, როგორც პროექტის შესასრულებელი ფართობის დროულ გარემონტებაში, ასევე შესყიდვების ორგანიზებაში და სამეცნიერო მივლინებების დროულ გაფორმებაში.

5	რეკომენდაციები ფონდისათვის კონკურსის ადმინისტრირებისა და მონიტორინგის კუთხით	კონკურსის ადმინისტრირების და მონიტორინგის პროცესი სანიმუშოა.
6	პროექტის ფარგლებში მიღებული აკადემიური შედეგი (ასეთის არსებობის შემთხვევაში), მაგ. პროექტის ფარგლებში მაგისტრის ან დოქტორის აკადემიური ხარისხის დაცვა	საკვლევი ლაბორატორიის კეთილმოწყობისა და სამეცნიერო გამზომი, მარეგისტრირებელი და სადემონსტრაციო აპარატურის ათვისების და სამუშაო ჯგუფის მიერ მიღებული გამოცდილების საფუძველზე შეიქმნა მაგისტრანტებისა და დოქტორანტების წარმატებული მუშაობის შესაძლებლობა. პროექტის შესრულებაში მონაწილეობდა ერთი დოქტორანტი, რომელმაც წარმატებით დაიცვა დისერტაცია პროექტით დამუშავებული ტუმბოს მონათესავე უმემბრანო თბურ ამძრავიანი ტუმბოს კვლევის საკითხებზე.
7	რამდენმა ადამიანმა დაიწყო დოქტორანტურაში სწავლა პროექტის ფარგლებში?	-
8	პროექტის განხორციელებისას გამოყენებული ახალი და არასტანდარტული მეთოდოლოგია	პირველად დამუშავდა ეგრეთწოდებული დარტყმითი დუდილის მათემატიკური და კომპიუტერული მეთოდები.
9	ინტერ და კროსდისციპლინარული განვითარება	-
10	ცოდნისა და ტექნოლოგიის ტრანსფერი (მიუთითეთ შედეგების ტრანსფერი სამთავრობო ინსტიტუტებთან, საწარმოებთან მიმართებაში, ახლი პრაქტიკა/პრცედურები, სადაც კვლევამ ინიცირება მოახდინა ე.წ. Start-up-ების გაშვებაზე)	შექმნილი წინასაწარმოო მოდელის საფუძველზე საწარმოო მოდელის დამუშავება იქნება კარგი საფუძველი სეროიზული Start-up-ების გაშვებაზე.
11	სამეცნიერო გარემოს მყისიერი გაძლიერება	პროექტის განხორციელების შედეგად გაძლიერდა სტუ-ს ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის თბოენერგეტიკისა და ენერგოეფექტურობის დეპარტამენტის სამეცნიერო გარემო.

#### 4. პროექტის ზეგავლენა/მნიშვნელობა (impact)

აღწერეთ მნიშვნელოვანი წვლილი, ძირითადი მიღწევები, ინოვაცია, წარმატება, ან ნებისმიერი ცვლილება პრაქტიკასა და თეორიაში, რაც მიიღეთ პროექტის განხორციელების შედეგად და ეხება პროექტის ზეგავლენას:

- პროექტის ძირითადი დისციპლინის(ების) განვითარებასთან მიმართებაში;

პროექტის შედეგები ასახვას ჰპოვებს ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტზე „თბური მანქანების“ დისციპლინაში.

- სხვა დისციპლინებთან მიმართებაში;
- ადამიანური რესურსების განვითარებასთან მიმართებაში;

ჩამოყალიბებულია თბოფიზიკური მოვლენების ექსპერიმენტული კვლევის პროცესში თანამედროვე მარეგისტრირებელი და საზომი ტექნიკის გამოყენების უნარის მქონე კვლევითი ჯგუფი.

- ახალგაზრდა მეცნიერთა სწავლებისა და განვითარების პროცესთან მიმართებაში;

პროექტი მნიშვნელოვან წვლილს შეიტანს არატრადიციული ენერგეტიკისა და ენერგოეფექტურობის მიმართულებით ახალგაზრდა სპეციალისტების სწავლების სფეროში.

- ფიზიკურ (დანადგარები, ლაბორატორია, ინსტრუმენტები და სხვ), ინსტიტუციურ და ინფორმაციულ რესურსებთან მიმართებაში, რაც კავშირშია ინფრასტრუქტურის განვითარებასთან;

პროექტის ფარგლებში შექმნილი ექსპერიმენტული სტენდის გამოყენება შესაძლებელი იქნება სასწავლო ლაბორატორიული სამუშაოების ჩასატარებლად.

- საზოგადოებრივ კეთილდღეობასთან/განვითარებასთან მიმართებაში (society beyond science and technology) - მაგ. საზოგადოების ცნობიერების/ცოდნის, უნარების, შესაძლებლობების გაუმჯობესება; სოციალური, ეკონომიკური, სამოქალაქო, ან გარემო პირობების გაუმჯობესება; სოციალური აქტივობის, პოლიტიკის, პრაქტიკის ცვლილების ინიცირება;

თადტ-ის სერიული წარმოების შემთხვევაში ხელი შეეწყობა ენერგომომარაგების სისტემებიდან დაშორებულ რეგიონებში სოციალური და ეკონომიკური პირობების გაუმჯობესებას.

- პროექტის ბიუჯეტის რა %-ული წილი დაიხარჯა საქართველოს გარეთ?

### 5. სირთულები, პროექტის განხორციელების პროცესში (ფონდის შიდა მოხმარებისათვის)

№	სირთულები	სირთულების გამომწვევი მიზეზები	გადაწყვეტის/ მოგვარების გზები (რა ზომები იქნა მიღებული არსებული სირთულების გადასაღებად)
1			
2			
3			



## 6. პროექტის შედეგების მოკლე რეზუმე და ანგარიში (გამოსაქვეყნებელი ვერსია)

### 6.1. მოკლე რეზუმე (აბსტრაქტი)

(წარმოდგენილი უნდა იყოს ორ ენაზე (ქართულად და ინგლისურად) და გასაგები უნდა იყოს ფართო საზოგადოებისათვის. რეკომენდირებულ სიტყვათა რაოდენობა - 250. რეზუმე უნდა მოიცავდეს პროექტის შედეგების მოკლე აღწერას. აგრეთვე, პროექტის განხორციელებისას გამოკვეთილ პერსპექტივებს და პროექტში მიღებული გამოცდილების გამოყენების შესაძლებლობას ინტერდისციპლინარული, ინტერინსტიტუციონალური და/ან საერთაშორისო თანამშრომლობის გაფართოების თვალსაზრისით.

დამუშავებულია თბურამძრავიანი დიაფრაგმული ტუმბოს (O<sub>2</sub>LT) წინასაწარმოო მოდელი სტანდარტული პარამეტრების ბრტყელი ჰელიოკოლექტორის ბაზაზე მოქმედი წყლის გაცხელების ინდივიდუალური ავტონომიური სისტემისათვის. ჰელიოკოლექტორის მიერ აბსორბირებული სითბოს ნაწილი, რომელიც ტუმბოს მუშაობაზე იხარჯება, თითქმის მთლიანად ბრუნდება წყლის გაცხელების სისტემაში. O<sub>2</sub>LT ავტომატურად უზრუნველყოფს ჭიდან ჰელიოკოლექტორში წყლის მიწოდებას და გაცხელების შემდეგ მაღალ ნიშნულზე განლაგებულ ცხელი წყლის დასაგროვებელ რეზერვუარში ატუმბვას, გარე ენერგომომარაგებისა და მართვის გარეშე.

წინასაწარმოო მოდელის საფუძველი შეადგინა O<sub>2</sub>LT-ის ახალმა, მოდიფიკაციამ მუშა აგენტის კონდენსაციის ორსიჩქარიანი რეჟიმით. შეიქმნა O<sub>2</sub>LT-ის ტესტირების სასტენდო აპარატურა. დამზადდა და გამოიცადა O<sub>2</sub>LT-ის ნიმუშები. გამოცდებით დადასტურდა ახალი მოდიფიკაციის ქმედითუნიარიანობა და ადრინდელ მოდიფიკაციებთან შედარებით მნიშვნელოვნად უფრო მაღალი ეფექტურობა.

განისაზღვრა O<sub>2</sub>LT-ის ნიმუში, რომელიც თავისი პარამეტრებით შეესაბამება პროექტში დასმულ ამოცანას - სტანდარტული პარამეტრების ბრტყელი ჰელიოკოლექტორის ბაზაზე ცხელწყალმომარაგების ინდივიდუალური ავტონომიური სისტემის შექმნას.

გამოცდილი ნიმუშის პარამეტრების ბაზაზე დამუშავებულია O<sub>2</sub>LT-ის წინასაწარმოო მოდელის ტექნიკური დოკუმენტაცია.

O<sub>2</sub>LT-ის ნიმუშების სასტენდო გამოცდების პროცესში მიღებულია აგრეთვე ახალი სამეცნიერო ინფორმაცია ფაზათა გარდაქმნის პროცესების თბოფიზიკის სფეროში, კერძოდ ე.წ. დარტყმითი დუღილის სპეციფიური პროცესის შესახებ, რომელიც პირველად ამ ტიპის ტუმბოში არის რეალიზებული. ექსპერიმენტულ კვლევასთან ერთად დამუშავებულია დარტყმითი დუღილის რიცხვითი მოდელი. პროექტის ტექნიკური და სამეცნიერო შედეგები მოხსენებულ იქნა საერთაშორისო კონფერენციებზე თურქეთში და ა'შ'შ-ში.

შემდგომ სტადიებზე, წინასაწარმოო მოდელისა და მისი ტექნიკური დოკუმენტაციის ბაზაზე მიზანშეწონილიადამუშავდეს, შეიქმნას და გამოიცადოს სტანდარტული პარამეტრების ბრტყელ ჰელიოკოლექტორთან შეთავსებადი O<sub>2</sub>LT-ის საწარმოო მოდელი, შესაბამისი პარალელური საერთაშორისო მარკეტინგით, მის წარმოებაში შესაბამის უცხოურ ფირმებთან კოოპერაციის უზრუნველყოფის მიზნით.

პერსპექტივაში მიზანშეწონილია მნიშვნელოვნად უფრო მაღალი წარმადობის O<sub>2</sub>LT-ის დამუშავება სტაციონარული დიზელის ტიპის ელექტროგენერატორების გაცივების სისტემებისათვის, რომელშიც O<sub>2</sub>LT გამონაბოლქვი აირების სითბოს ხარჯზე იმუშავებს და გენერატორის სასარგებლო სიმძლავრეს გაზრდის, ასევე, შესაბამის უცხოურ ფირმებთან კოოპერაციის გზით.

## Abstract

Pre-production model of thermal powered membrane pump (TPMP) is developed for individual autonomous hot water supply system based on flat solar collector of standard parameters. A part of heat absorbed by the solar collector used by the TPMP further almost fully is returned to the hot water supply system. TPMP automatically provides a supply of water from a well to the solar collector and pumping of heated water to a reservoir installed at high mark, without external energy supply and control.

Pre-production model was based on a new modification of TPMP with two-speed condensation mode. The installation for testing the TPMP was created. The samples of TPMP were manufactured and tested. The tests verified workability of the new modification and its significantly higher efficiency in comparison with pervious modifications.

It was defined a sample of the TPMP corresponding by its parameters to the goal stated in the project: creation of individual autonomous hot water supply system on the base of flat solar collector of standard parameters.

The technical documentation of pre-production model of the TPMP is developed based at parameters of the tested sample.

While testing the samples of the TPMP, new scientific information was also received in the field of thermal physics of the phase conversion processes, in particular, about so-called percussive boiling, been firstly realised in the pump of this type. Along with experimental study, numerical model of the percussive boiling was developed. Technical and scientific results of the project were presented at international conferences in Turkey and USA.

At the further stages, it is expedient to develop, manufacture and test a production model of the TPMP compatible with flat solar collector of standard parameters, with parallel international marketing by the goal to ensure cooperation with relevant foreign firms.

In perspective, it is expedient development of the TPMP with much higher capacity for a cooling system of diesel-type electrical generator, which should operate using heat of exhaust gases and increase the useful capacity of the generator, also through cooperation with the relevant foreign firms.

## 6.2. ვრცელი სამეცნიერო ანგარიში

სამეცნიერო ანგარიში უნდა მოიცავდეს:

- შესავალი;

წყლის სატუმბ სისტემებში განახლებად ენერჯიათა ეფექტური გამოყენება ერთ-ერთ ძირითად ამოცანას წარმოადგენს ადამიანის საქმიანობის რიგ სფეროებში, დაწყებული სოფლის მეურნეობიდან და საყოფაცხოვრებო არეალიდან და დამთავრებული სამრეწველო ტექნოლოგიებით.

ზოგადად, განახლებულ ენერჯიებზე დაფუძნებული სატუმბი სისტემების კონკურენცია ფოტოელექტრული სისტემების შედარებით სწრაფი პროგრესით ხასიათდება ამასთან, თერმული სისტემები მაღალკონკურენტული რჩებიან სპეციფიურ შემთხვევაში, როცა ისინი მომსახურებადი სისტემის სითბოს არსებულ შიგა ნაკადებს იყენებენ, მათი ეფექტურობის დადაბლების გარეშე. ასეთ ნიშაში, სითბოს წყაროზე ნულოვანი ინვესტიციის წყალობით, კაპიტალური დაბანდება წყლის თბურ ამძრავიან დიაფრაგმულ ტუმბოზე (თადტ) მნიშვნელოვნად უფრო მცირე შეიძლება აღმოჩნდეს ვიდრე ფოტოელექტრულ გარდამქმნელსა და ელექტროტუმბოზე ერთად, მით უმეტეს, თუ წყლის თადტ კონსტრუქციულად მარტივია.

ეს დასკვნა განსაკუთრებით აქტუალურია წყლის მეტად დაბალი ხარჯების დროს, როდესაც მცირე მასშტაბის კომპონენტების ფასწარმოქმნა საკმარისად თავისებურ კანონზომიერებებს ამჟღავნებს. წინამდებარე პროექტის ფარგლებში დასამუშავებელი თადტ სწორედ ხსენებული ნიშის ეფექტურ დაკავებაზე არის გამიზნული.

თადტ-ს მუშაობის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: უძრავ მდგომარეობაში დიაფრაგმა ატმანის მუშა აგენტს კაპილარულ ზედაპირს. როცა გათბობა ჩაერთვება, მუშა აგენტის ორთქლის ფაზის ნუკლეაცია მხოლოდ გაჯერების ტემპერატურის მიმართ კაპილარული სტრუქტურის გარკვეული გადახურების შემდეგ იწყება. საბოლოოდ მუშა აგენტი სწრაფად ორთქლდება, გადაადგილებს დიაფრაგმას და დაჭირხნის წყალს დაჭირხნს სარქველში. დიაფრაგმის გადაადგილება შეჩერდება, როცა მუშა აგენტი მთლიანად ორთქლდება და კაპილარული სტრუქტურა გაშრება. შესაბამისად, ხელახლა დაიწყება აორთქლების ზედაპირის გადახურების პროცესი. ერთდროულად გაგრძელდება მუშა აგენტის კონდენსაცია დიაფრაგმის შიგა ზედაპირზე. ორთქლის წნევა დაეცემა და დიაფრაგმა უკუმოდრაობას დაიწყებს აორთქლების ზედაპირისაკენ. შესაბამისად ხდება წყლის შეწოვა შემწოვი სარქველის გავლით.

თადტ წარმოადგენს თბურ მანქანა-ტუმბოს, რომელიც უზრუნველყოფს წყლის მიწოდებას ელასტიური დიაფრაგმით გაყოფილ საკანში დუღილის დაბალი ტემპერატურის შუალედი მუშა აგენტის აორთქლებისა და კონდენსაციის შენაცვლებით. უკუმოდრაობის ბოლოს დიაფრაგმა მუშა აგენტის დოზას ხელახლა მიიტანს უკვე გადახურებულ კაპილარულ სტრუქტურამდე და დაიწყება ახალი მუშა ციკლი.

დიაფრაგმის მიერ წყლის დაჭირხნისა და შეწოვის, კონდენსაციის ზედაპირისა და დაკონდენსირებული მუშა აგენტის კაპილარულ ზედაპირზე დაბრუნების ინსტრუმენტის ფუნქციების ერთდროულად შესრულება ორთქლის მანქანის სრული თერმოდინამიკური ციკლის ერთ მუშა საკანში განხორციელებას უზრუნველყოფს. ეს საშუალებას იძლევა შეიქმნას უაღრესად მარტივი (შესაძლოა, მსგავს მანქანებს შორის ყველაზე მარტივი) თბური ძრავა - ტუმბო, მკვეთრად შემცირებული დამზადების დანახარჯებით.

ვინაიდან თადტ მუშაობს მხოლოდ სითბური ენერჯის ხარჯზე, ადვილი შესაძლებელია მისი ინტეგრირება მზის ბრტყელ წყალგამათბობელ კოლექტორთან. კოლექტორში გამთბარი წყლის თადტ-ში გატარება გამოიწვევს თადტ-ს ამუშავებას, რაც შესაძლებელს გახდის გარკვეული სიღრმიდან ამოქაჩული წყლის იძულებითი ცირკულაციის შესრულებას სხვადასხვა დანიშნულებისათვის.

- კვლევის მეთოდები;

პროექტით დასახული ამოცანების გადაჭრისათვის აუცილებელი სამუშაოების შესრულების პროცესში გამოყენებული იყო როგორც ემპირიული. ისე თეორიული კვლევის მეთოდი. კერძოდ, პირველადი მონაცემების შეგროვების პროცესში გამოიყენებოდა კვლევის ემპირიული მეთოდი, ხოლო შემდეგ ეტაპებზე კი სხვადასხვა თეორიული მეთოდი. კვლევის საწყის ეტაპზე გამოყენებული ემპირიული მეთოდი გამოიხატებოდა ერთის მხრივ ტუმბოში მიმდინარე პროცესებზე უშუალო დაკვირვებაში და მეორეს მხრივ, ამ დაკვირვების პარალელურად (ერთდროულად) ტუმბოს სხვადასხვა მახასიათებლების რაოდენობრივი სიდიდეების და ამ სიდიდეების დროში ცვლილების დაფიქსირებაში. ამ პროცესში გამოყენებული იყო სხვადასხვა გამზომი და თვითმწერი აპარატურა ვიდეო გადაღებების ჩათვლით. კვლევის შემდგომ ეტაპზე გამოყენებული იყო კვლევის თეორიული მეთოდი, რომელიც გამოიხატებოდა თადტში მიმდინარე თბური და ჰიდროდინამიკური პროცესების მათემატიკური და კომპიუტერული მოდელების დამუშავებაში. კვლევის დასკვნით ეტაპზე გამოყენებული იყო ანალიზისა და სინთეზის მეთოდი, რომელიც გამოიხატებოდა დაგროვებული სტატისტიკური ინფორმაციის ანალიზში და ამ ანალიზით მიღებული შედეგების განზოგადობაში. ამ ეტაპზე მოხდა თადტ-ს წინასწარმოო მოდელის კონსტრუირება, დამზადება და შემდგომი გამოცდა. ამ უკანასკნელის მეშვეობით მიღებული შედეგები სავსებით ადასტურებენ პროექტით დასახული ძირითადი მიზნის მიღწევის ფაქტს.

- კვლევის შედეგების განხილვა;

თადტ არის თვითმართვადი ერთეული, ის თვითონ იწყებს მუშაობას როგორც კი გათბება. მზის ბრტყელი წყალგამათბობელი კოლექტორის ერთი მილიდან თადტ-სთვის გამთბარი წყლის მიწოდებით ტუმბო ამუშავდება და თვითონვე ჩერდება ამავე წყლის ტემპერატურის დაცემის შემდეგ.

2 მ<sup>2</sup> ფართის მქონე ტიპური ბრტყელი კოლექტორისათვის საჭირო წყლის მიწოდება დაახლოებით 15 ლ/სთ-ია, ჭიდან რეზერვუარამდე ატანისათვის საჭირო დაწნევა დაახლოებით 15 მ. ამ ფუნქციის შესასრულებლად, 2.5 % მქკ-ის შემთხვევაში, თადტ მოხსნის წყალგამათბობელი კოლექტორიდან მისი სიმძლავრის 5-6 %-ს, უკან დაბრუნებული სითბო კი ამ 5 – 6 %-ის 97 % იქნება. ამრიგად, კოლექტორის თბური სიმძლავრის დანაკარგი თადტ-ს ინტეგრაციის გამო 0.5 %-ზე ნაკლები იქნება (სხვათაშორის, ის სითბოც კი, რომელიც მაღლა აქაჩული წყლის პოტენციალურ ენერჯიაში გარდაიქმნება, შემდგომში მაინც სითბოში გადადის ჰიდრავლიური წინააღმდეგობების გადალახვისას). ამგვარად კონდენსაციის დროს მოხსნილი სითბო თითქმის მთლიანად ბრუნდება სისტემაში.

თადტ უზრუნველყოფს წყალგამათბობელი ჰელიოსისტენის ავტონომიურ ფუნქციონირებას ნებისმიერ შესაფერის კლიმატურ ზონაში, ელექტრული ქსელებიდან მოშორებული არეების ჩათვლით.

ბაზრის მონაცემების თანახმად, ამდაგვარი სისტემებისათვის დამახასიათებელი 250 მლ/წთ წყლის მიწოდების მქონე ელექტრული მიკროტუმბოების ფასი 40 – 100 აშშ დოლარის ფარგლებში იცვლება, დაწყებული ჩინური წარმოებით და გათავებული ევროპული მიკროტუმბოებით. ინდუსტრიის იმავე დონეზე, ალბათ, თადტ-ს (ძალიან მარტივი და მეტად დაბალი მასალატევადობის ერთეულის, დაახლოებით 30 მმ დიამეტრის დიაფრაგმით და 300 სმ<sup>3</sup>-ზე ნაკლები მოცულობით) დამზადების ფასი 10 აშშ დოლარსაც ვერ მიაღწევს. რაც შეეხება ჩვენ პირობებში წვრილ სერიულ წარმოებას, ჩვენი წინასწარი შეფასების თანახმად, თადტ-ს დამზადების ღირებულება 15 აშშ დოლარს არ გადააჭარბებს.

ამგვარად, თადტ-ს ფოტოელექტრული გარდამქმნელის ფასის გათვალისწინების გარეშეც კი შეუძლია კონკურენცია გაუწიოს ალტერნატიულ გადასატუმბ სისტემებს.

- დასკვნები;

პროექტის დამუშავების პროცესში მიღებულია შემდეგი ძირითადი ტექნიკური და სამეცნიერო შედეგები:

1. დამუშავებულია თბურამძრავიანი დიაფრაგმული ტუმბოს (OAT) ახალი მოდიფიკაცია მუშა აგენტის კონდენსაციის ორსიჩქარიანი რეჟიმით. შექმნილია OAT-ის ტესტირების სასტენდო აპარატურა. დამზადებულია და გამოცდილია OAT-ის სამი ნიმუში. ნაჩვენებია ახალი მოდიფიკაციის ქმედითუნარიანობა და წინა მოდიფიკაციებთან შედარებით მნიშვნელოვნად უფრო მაღალი ეფექტურობა. 2. სხვადასხვა გეომეტრიული პარამეტრების მქონე ნიმუშები გამოცდილია 50 – 100 ვტ გახურების სიმძლავრის, 0.5 - 2.0 მ შეწოვის სიღრმის და OAT-ის მიერ უზრუნველყოფილი 0.3 – 1.3 ლიტრი/წუთში წყლის გადატუმბვის დიაპაზონებში. განსაზღვრულია ნიმუში, რომელიც თავისი პარამეტრებით შეესაბამება პროექტში დასმულ ამოცანას - სტანდარტული პარამეტრების ბრტყელი ჰელიოკოლექტორის ბაზაზე ცხელწყალმომარაგების ინდივიდუალური ავტონომიური სისტემის შექმნას. 3. გამოცდილი ნიმუშის პარამეტრებისა და მონაცემების ბაზაზე დამუშავებულია OAT-ის წინასწარმო მოდელის ტექნიკური დოკუმენტაცია. დამუშავებულია წინასწარმო მოდელი და დოკუმენტაცია სრულფასოვან ბაზას წარმოადგენს სტანდარტულ ბრტყელ ჰელიოკოლექტორთან შეთავსებადი OAT-ის საწარმოო მოდელის შექმნისათვის.

OAT-ის ნიმუშების სასტენდო გამოცდების პროცესში მიღებულია აგრეთვე ახალი სამეცნიერო ინფორმაცია ფაზათა გარდაქმნის პროცესების თბოფიზიკის სფეროში, კერძოდ ე.წ. დარტყმითი დუღილის სპეციფიური პროცესის შესახებ, რომელიც პირველად ამ ტიპის ტუმბოში არის რეალიზებული. ესპერიმენტულ კვლევასთან ერთად დამუშავებულია დარტყმითი დუღილის რიცხვითი მოდელი.

- სამომავლო რეკომენდაციები;

მიზანშეწონილია წინასწარმოო მოდელისა და მისი ტექნიკური დოკუმენტაციის ბაზაზე დამუშავდეს, შეიქმნას და გამოიცადოს სტანდარტული პარამეტრების ბრტყელ ჰელიოკოლექტორთან შეთავსებადი OAT-ის საწარმოო მოდელი, შესაბამისი პარალელური საერთაშორისო მარკეტინგით, შესაბამის უცხოურ ფირმებთან კოოპერაციის უზრუნველყოფის მიზნით.

მიზანშეწონილია აგრეთვე მნიშვნელოვნად უფრო მაღალი წარმადობის OAT-ის დამუშავება სტაციონარული დიზელის ელექტროგენერატორების გაცივების სისტემებში გამოყენებისათვის, რომელშიც OAT გამონაბოლქვი აირების სითბოს ხარჯზე იმუშავებს და გენერატორის სასარგებლო სიმძლავრეს გაზრდის, ასევე, შესაბამის უცხოურ ფირმებთან კოოპერაციის გზით.

- დანართები (ასეთის არსებობის შემთხვევაში);

## 7. დამატებითი ინფორმაცია, რომლის გაზიარებაც გსურთ ფონდისათვის

სასურველია პროექტის განხორციელებისათვის საჭირო სპეციფიური მასალებისა და მოწყობილობების შეძენა შესაძლებელი იყოს ოპერატიულად, პირდაპირი წესით, ტენდერის გარეშე.

## 8. დანართები

საბოლოო ანგარიშში ასახული მასალები წარმოდგენილია ნაბეჭდი და ელექტრონული სახით პროექტის შუალედურ ანგარიშებში.

*შენიშვნა: საბოლოო ანგარიშში ასახული მასალები დანართის სახით წარმოდგენილი უნდა იყოს ელექტრონული ან/და ნაბეჭდი სახით.*

პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელის ხელმოწერა

\_\_\_\_\_

წამყვანი ორგანიზაციის ხელმძღვანელის ხელმოწერა და ბეჭედი

\_\_\_\_\_

ბ.ა.

თარიღი: \_\_\_\_\_