

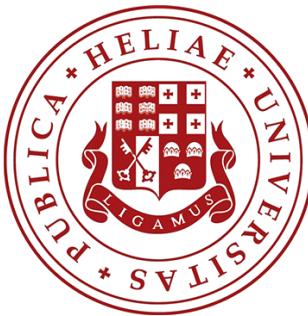
ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი

პიზნესის, ტექნოლოგიების და განათლების ფაკულტეტი

ტექნოლოგიების სკოლა

“ჭკვიანი თავშესაფარი”

წინადადება



გუნდის წევრები

თამარ ჯაში, გრიშა ტონერიანი, მარი დავლაძე

კომპიუტერული ინჟინერიის საბაკალავრო პროგრამა

სენიორ დიზაინის პროექტი A

პროექტის ხელმძღვანელები: პროფ. დავით ჩხაიძე,
პროფ. გიორგი მოდებაძე

2026

თბილისი, საქართველო

სარჩევი

აბსტრაქტი.....	2
შესავალი.....	3
ნახაზები.....	4
მორგებული თავები.....	5
1. არქიტექტურა და კონსტრუქცია.....	5
2. ელექტრონული სისტემა და კვება.....	6
3. სენსორული სისტემა და მონაცემთა დამუშავება.....	8
4. ვიდეო მონიტორინგი და ქსელური ინფრასტრუქტურა.....	9
ინდუსტრიული სტანდარტები.....	11
განტის დიაგრამა.....	13
ბიუჯეტი.....	14
ლიტერატურა.....	15

აპსტრაქტი

მოცუმული პროექტი ზამთრის პირობებში, უპატრონო ცხოველთა გადარჩენის აშკარა საჭიროებას IoT-ინტეგრირებული „ჭკვიანი თავშესაფრის“ დაპროექტების გზით გადაჭრის. საინჟინრო თვალსაზრისით, გამოწვევა მდგომარეობს სტატიკური გათბობის სისტემების დაბალ ეფექტურობაში, რაც იწვევს ენერგიის არამიზნობრივ ხარჯვას თავშესაფრის ცარიელ მდგომარეობაში ყოფნისას. პროექტის ფარგლებში შეიქმნება პიბრიდული (Hardware & Software) სისტემა, რომლის ძირითადი იდეაა სენსორებზე დაფუძნებული ავტომატური გარემოს მართვა და რეალურ დროში ვიდეომონიტორინგის ინტეგრაცია. ტექნიკური გადაწყვეტა ინოვაციურია Time-of-Flight (ToF) ლაზერული სენსორის გამოყენებით სივრცის მუდმივი სკანირებისთვის, რაც უზრუნველყოფს ობიექტის არსებობის ზუსტ დეტექციას და გამორიცხავს გათბობის სისტემის ფუჭ მუშაობას. მეთოდოლოგია დაეფუძნება STM32L4 მიკროკონტროლერს, SIM800C GSM მოდულსა და სპეციალიზებულ ღრუბლოვან სერვერს მონაცემთა ნაკადების დასამუშავებლად. პროექტის საბოლოო შედეგი იქნება სრულად ფუნქციონალური პროტოტიპი და დისტანციური მონიტორინგის ვებ-პლატფორმა, რომელიც მომხმარებელს რეალურ დროში ვიდეოტრანსლაციის ნახვის, ტელემეტრიული მონაცემების გაცნობისა და ინტეგრირებული დონაციის სისტემით სარგებლობის შესაძლებლობას მისცემს. პროექტის პრაქტიკული და სოციალური მნიშვნელობა კი ცხოველებზე ზრუნვის მდგრადი მოდელის შექმნაში მდგომარეობს, რაც საზოგადოებას ზრუნვის პროცესში გამჭვირვალე ჩართულობის მექანიზმს შესთავაზებს.

შესავალი

ურბანულ გარემოში უპატრონო ცხოველების გადარჩენა, განსაკუთრებით ზამთრის პერიოდში, სერიოზულ სოციალურ და საინჟინრო გამოწვევას ნარმოადგენს. ამ პრობლემის გადასაჭრელად დღეს არსებული მიდგომები მნიშვნელოვან შეზღუდვებს შეიცავს. კერძოდ, პასიური თავშესაფრები ვერ უზრუნველყოფენ ცხოველისთვის საჭირო სითბურ რეჟიმს, ხოლო სტანდარტული აქტიური გათბობის სისტემები მოკლებულია ავტომატიზაციას, რაც ენერგიის არაეფექტურ და არაეკონომიურ ხარჯვას იწვევს. ამასთანავე, არსებული გადაწყვეტილებების ერთ-ერთი უმთავრესი ნაკლოვანება საზოგადოების ჩართულობის მექანიზმების არარსებობაა. ტრადიციული მეთოდები ვერ უზრუნველყოფენ რეალურ დროში მონიტორინგისა და დონაციის გამჭვირვალე სისტემებს. ეს ქმნის ბარიერს მოხალისეებსა და თავშესაფარს შორის, რადგან

საზოგადოებას არ აქვს შესაძლებლობა, დისტანციურად დაინახოს თავისი წვლილის შედეგი.

წინამდებარე პროექტი ამ პრობლემას ჭკვიანი IoT ეკოსისტემის დაპროექტებით მოაგვარებს. სისტემა გამოიყენებს STM32 მიკროკონტროლერს, რომელიც სენსორული მონაცემების (ტემპერატურა და მანძილი) ანალიზით მართავს გათბობას მხოლოდ საჭიროების შემთხვევაში. პარალელურად, ვიზუალური მონიტორინგისთვის დაინტეგრირდება მაღალი გარჩევადობის IP კამერა RTSP მხარდაჭერით, რომელიც WiFi ქსელის მეშვეობით გადასცემს ვიდეო ნაკადს, ხოლო WebRTC ტექნოლოგიის გამოყენებით დაინერგება დაბალი დაყოვნების დისტანციური მონიტორინგი. ეს მიდგომა შეესაბამება თანამედროვე Smart City კონცეფციას და IoT ტექნოლოგიების განვითარების გლობალურ ტრენდს, სადაც ურბანული ინფრასტრუქტურა სულ უფრო მეტად ეფუძნება ავტომატიზებულ, მონაცემებზე დაფუძნებულ გადაწყვეტებს. ეს ინოვაციური მიდგომა საინჟინრო გადაწყვეტას (ენერგოეფექტურობა, რეალურ დროში მონაცემთა დამუშავება) გააერთიანებს სოციალურ მიზნებთან, რაც საშუალებას მისცემს ნებისმიერ ადამიანს, ვებსაიტის მეშვეობით გახდეს ზრუნვის პროცესის აქტიური მონაწილე.

პროექტის მიზნები:

- კლიმატ-კონტროლირებადი, ავტომატიზებული თავშესაფრის პროტოტიპის შექმნა.
- რეალურ დროში დისტანციური ვიდეო-მონიტორინგისა და დონაციის ფუნქციონალის დანერგვა.
- ენერგოეფექტური და ავტონომიური მუშაობის უზრუნველყოფა სენსორული ლოგიკის მეშვეობით.

ნახაზები

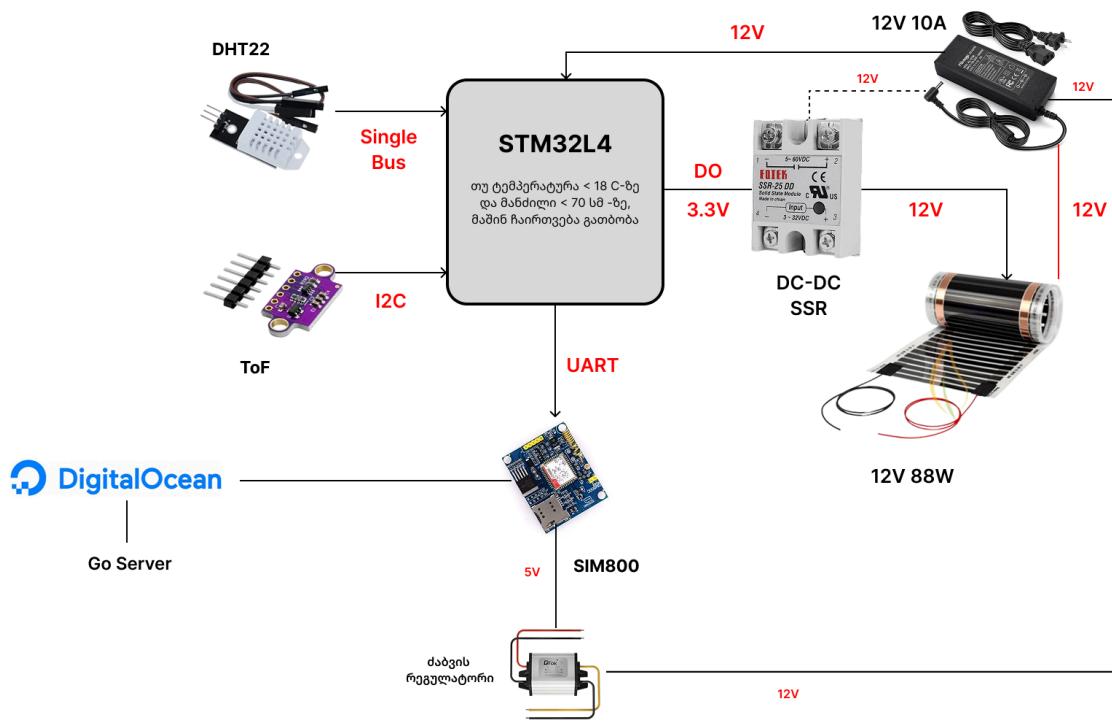
მოცემული ნახაზები არ არის საბოლოო სახის და წარმოადგენს პროექტის განვითარების მიმდინარე ეტაპს

1. მოწყობილობის 3D დიზაინი

წარმოდგენილი 3D მოდელი ასახავს პროექტის ფიზიკური თავშესაფრის ძირითად კონსტრუქციას - ზომებს, მასალებს, შესასვლელს და სენსორების განლაგების ადგილებს.

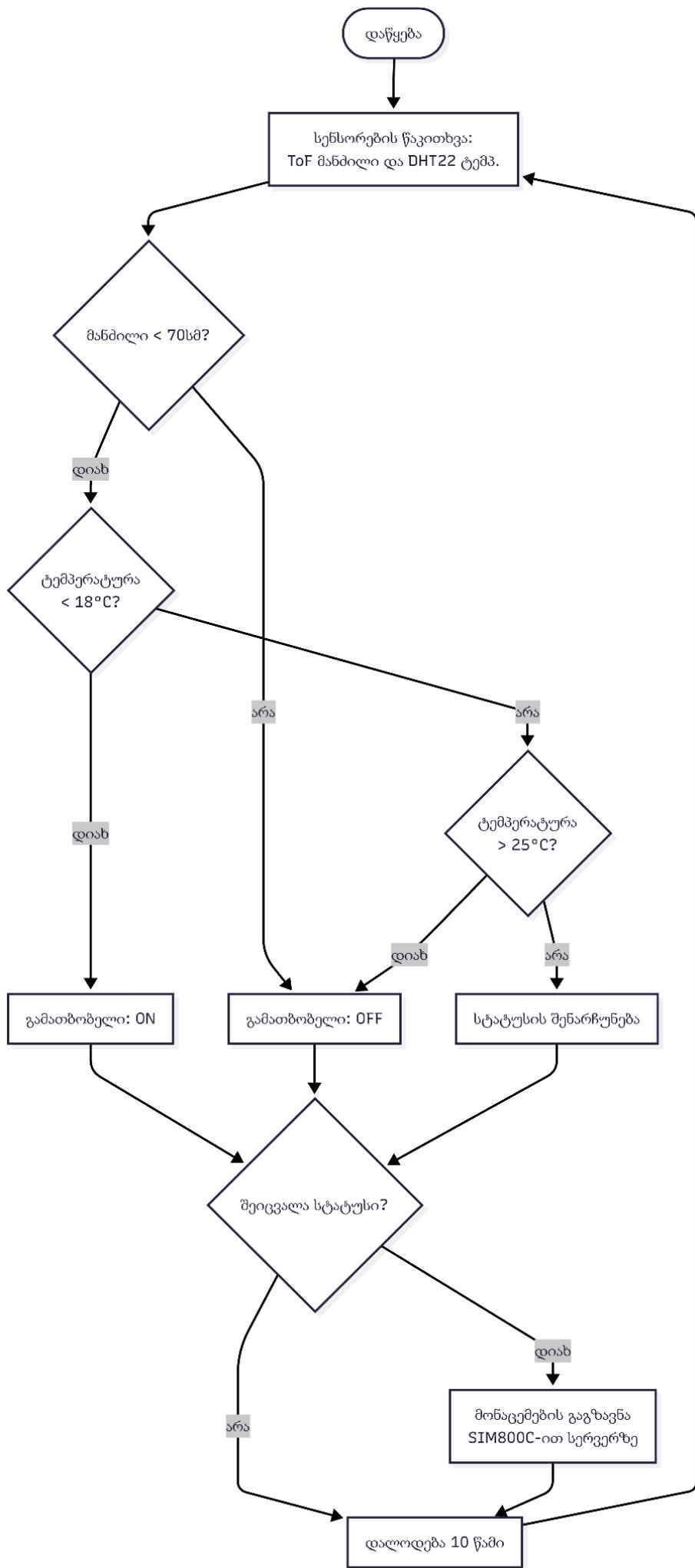
2. კლიმატ-კონტროლისა და სენსორული მართვის ბლოკ - სქემა

ეს ბლოკ-სქემა წარმოადგენს პროექტის სრული ელექტრონული სისტემის არქიტექტურულ ვიზუალიზაციას და განსაზღვრავს, როგორ ხდება ყველა კომპონენტის ურთიერთდაკავშირება და კომუნიკაცია. დიაგრამა ასახავს როგორც hardware-ს, ისე software-ს ინტეგრაციას ერთიან ავტომატიზებულ სისტემაში.



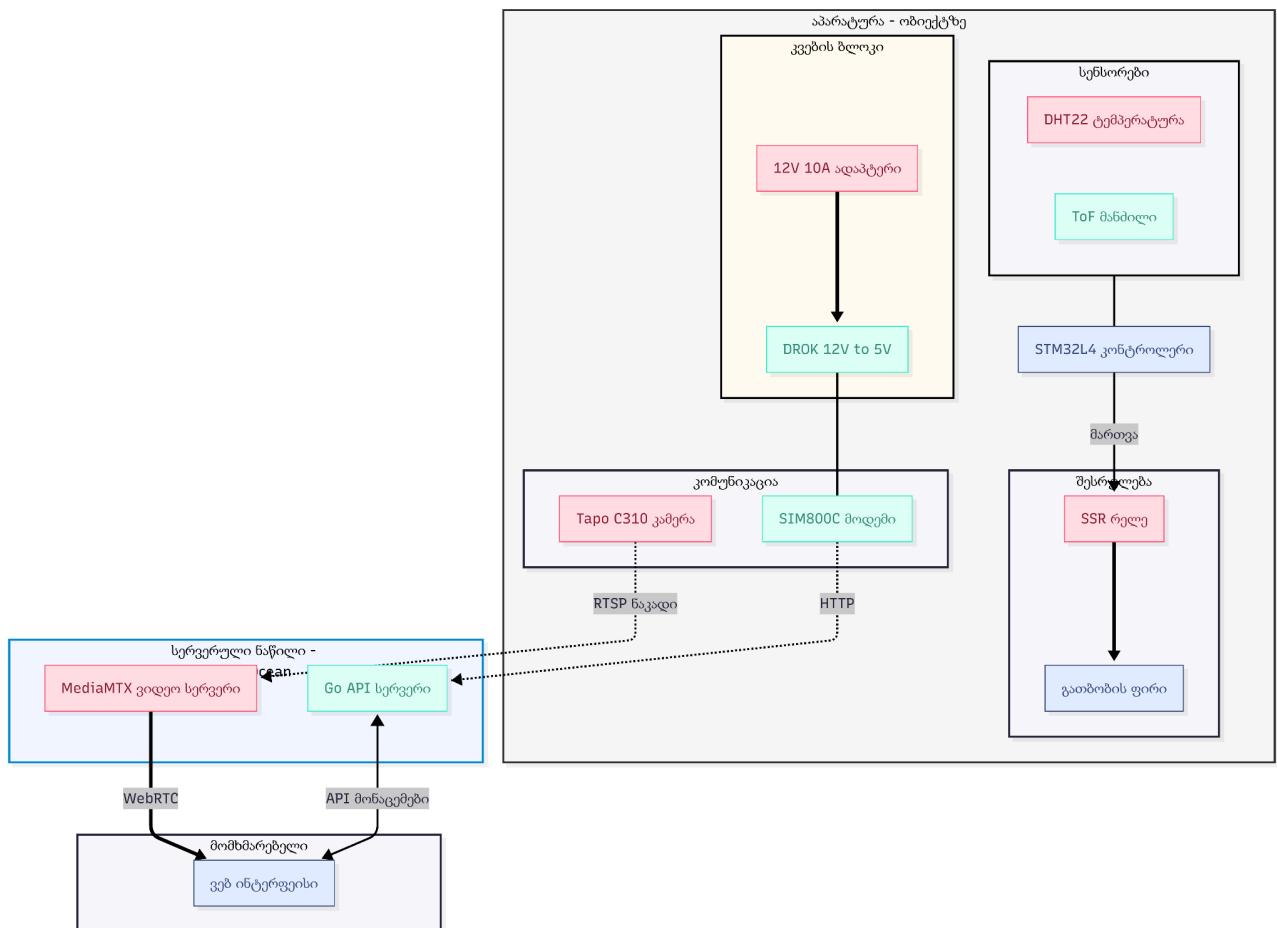
3. სისტემის მართვისა და მონაცემთა გადაცემის ალგორითმი

ეს დიაგრამა წარმოადგენს პროექტის ცენტრალური მართვის ლოგიკის ვიზუალიზაციას და განსაზღვრავს, როგორ იღებს STM32 მიკროკონტროლერი გადაწყვეტილებებს სენსორული მონაცემების საფუძველზე.



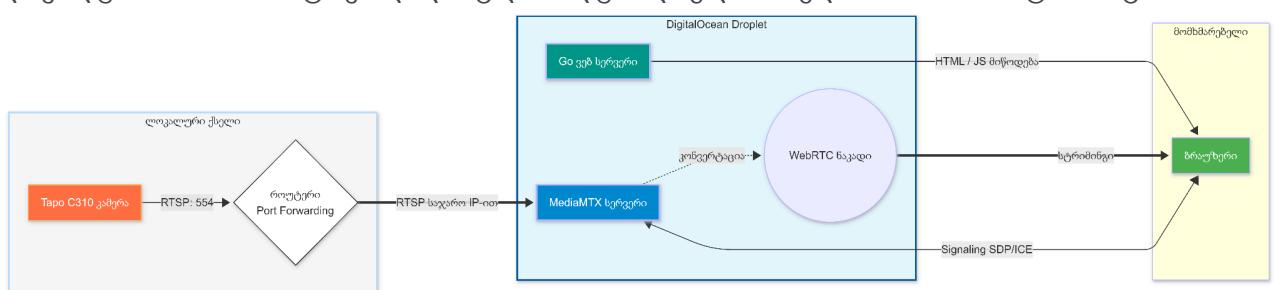
4. სისტემის ფუნქციური დიაგრამა

ეს დიაგრამა განსაზღვრავს, როგორ ურთიერთქმედებენ ფიზიკური, ციფრული და ლრუბლოვანი კომპონენტები ერთიან ეკოსისტემაში



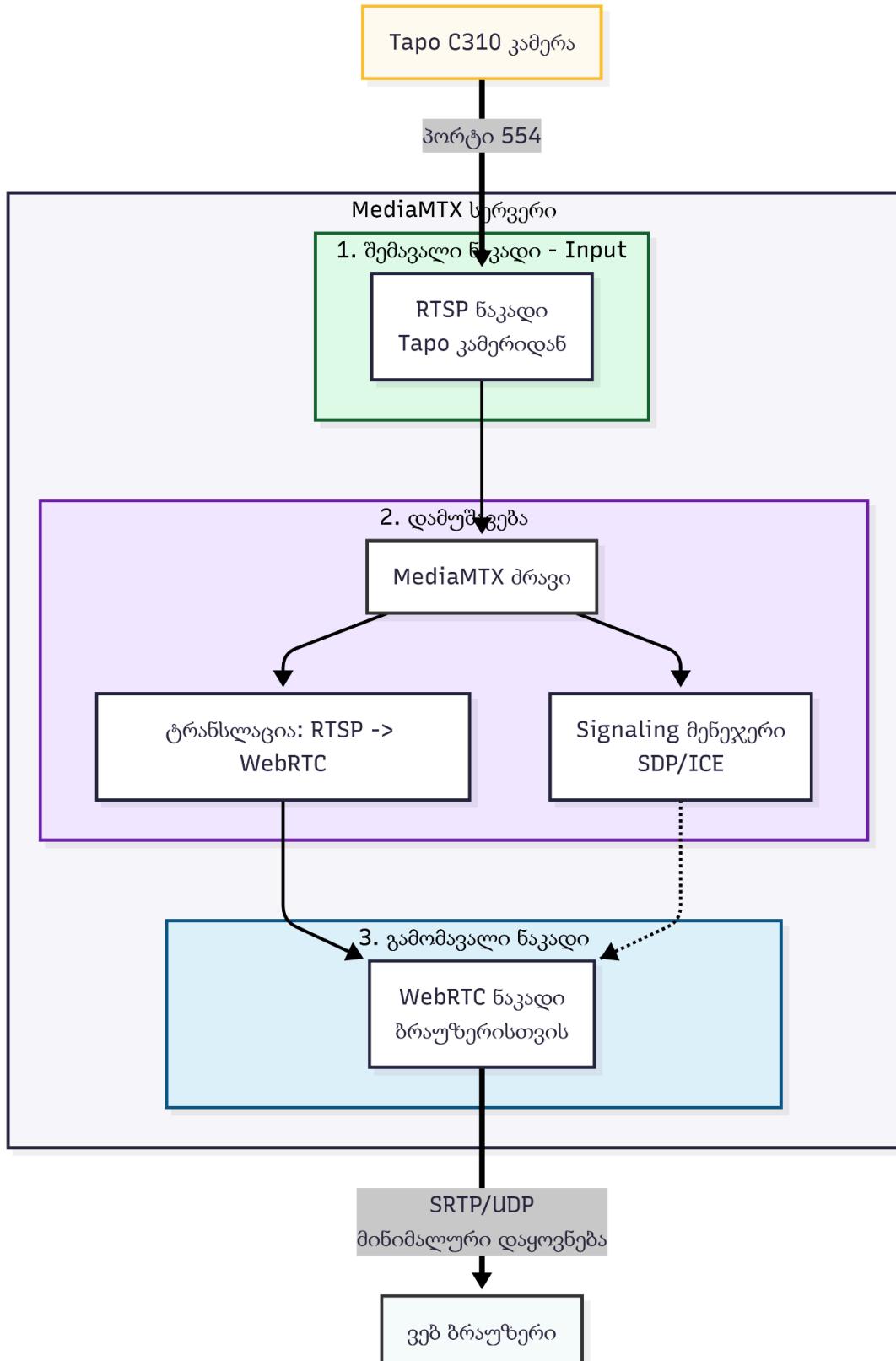
5. RTSP ნაკადის გადაცემა

ეს დიაგრამა დეტალურად ასახავს ვიდეო მონიტორინგის სისტემის ტექნიკურ არქიტექტურას და განსაზღვრავს, როგორ ხდება კამერის ნაკადის ტრანსფორმაცია ლოკალური RTSP პროტოკოლიდან გლობალურად ხელმისაწვდომ WebRTC სტრიმინგში.



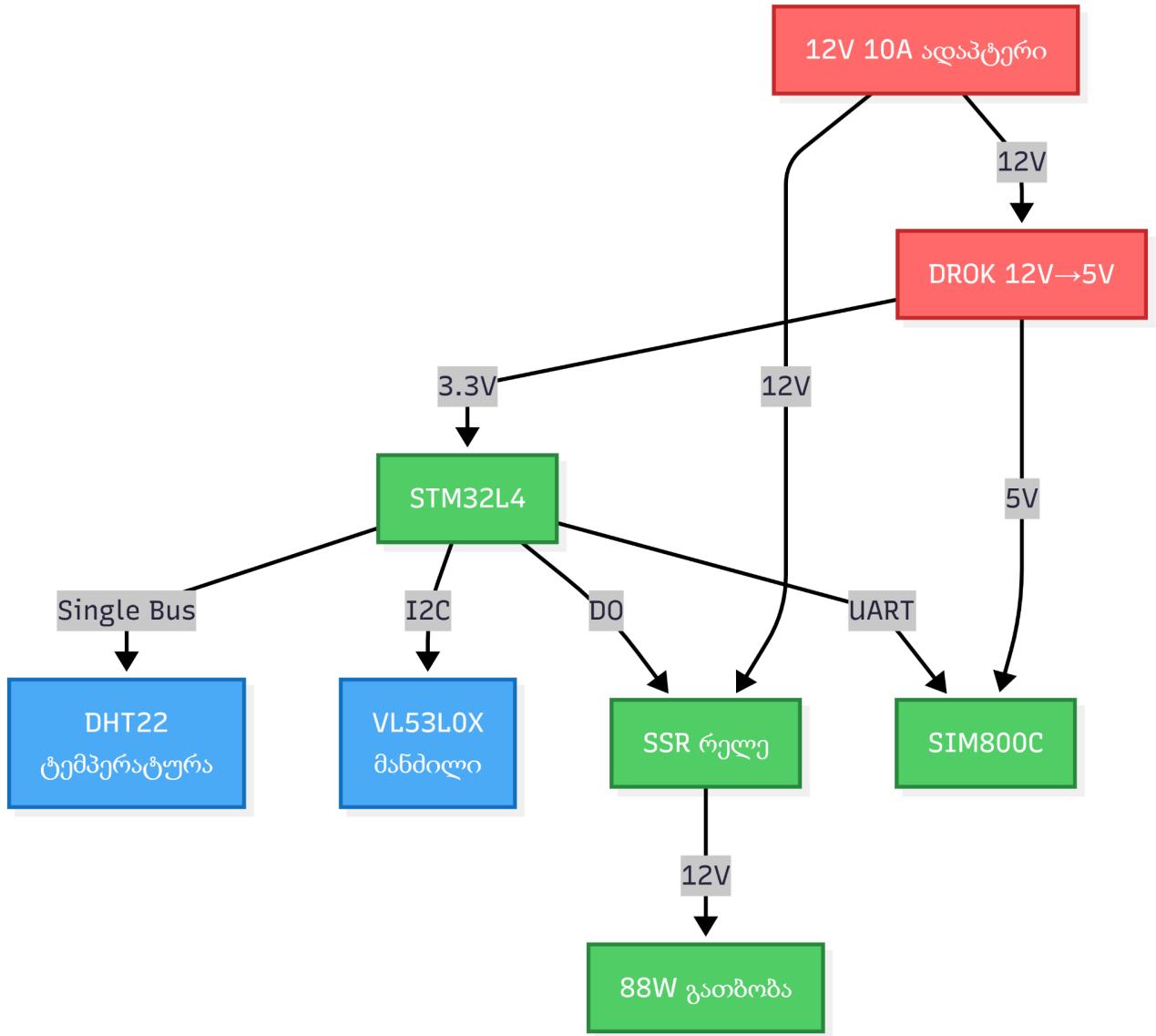
6. MediaMTX ფუნქციური სქემა

ეს დიაგრამა დეტალურად ახსნის MediaMTX სერვერის შიდა მუშაობის პრინციპს.



7. ელექტრული სქემა (გათბობის წრედი)

ეს დიაგრამა დეტალურად ახსნის MediaMTX სერვერის შიდა მუშაობის პრინციპს.



კოდის ნაწყვეტები

წარმოდგენილია სისტემის ფუნქციონირებისთვის კრიტიკული კოდის ნაწყვეტები

1. დაშტორდის მართვისა და მონაცემთა ინტეგრაციის ლოგიკა

ეს არის Go-ს კოდი, რომელიც ჰოსტავს ვებსაიტს (Dashboard), იღებს მონაცემებს და აჩვენებს კამერის ნაკადს

2. მონაცემების გადაცემა

კოდის მიზანია SIM800C GSM მოდულის მეშვეობით სერვისული მონაცემების (ტემპერატურა და მანძილი) გაგზავნა დისტანციურ სერვერზე HTTP POST მოთხოვნის გამოყენებით.

3. სერვერის მიმღები

ეს არის Go (Golang) ენაზე დაწერილი ფუნქცია, რომელიც წინა კოდის (SIM800C-ის) მიერ გაგზავნილი მონაცემების მიმღები მზარეა. ის სერვერზე მუშაობს და ელოდება ინფორმაციას ინტერნეტიდან.

4. STM - ს კონფიგურაცია

ამ კოდში განსაზღვრულია მიკროკონტროლერის ფიზიკური კავშირი გარე მოწყობილობებთან. კოდი ახდენს პინების ფუნქციურ დეკლარირებას, რაც უზრუნველყოფს სისტემის მოქნილობას და მართვადობას

5. ჭკვიანი თავშესაფრის ცენტრალური მართვის ალგორითმი

პროპოზალში ეს ნაწილი წარმოადგენს სისტემის ინტელექტუალურ ბირთვს, რომელიც მუშაობს STM32L476RG მიკროკონტროლერზე. მისი მუშაობა დაყოფილია სამ ფაზად: 1. ინიციალიზაცია და კავშირის დამყარება, 2. გადაწყვეტილების მიღების ლოგიკა, 3. გლობალური ტელემეტრია.

6. TapoC310 ვიდეო ნაკადი (RTSP)

ეს კოდი წარმოადგენს სერვერულ მოდულს, რომელიც უზრუნველყოფს მოწყობილობიდან გამოგზავნილი ტელემეტრიული მონაცემების მიღებას, დამუშავებასა და სისტემატიზაციას.

7. მართვის ალგორითმი

ეს კოდი წარმოადგენს გადაწყვეტილების მიღების ალგორითმს, რომელიც რეალურ დროში მართავს სისტემის ფიზიკურ რეაგირებას სენსორებიდან მიღებული მონაცემების საფუძველზე

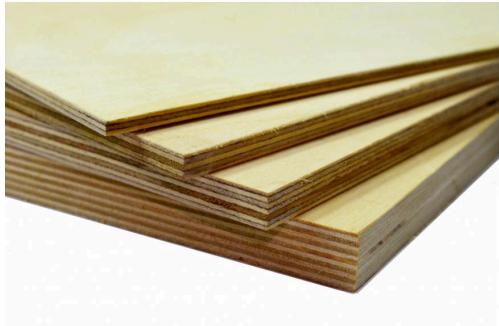
GitHub - ის რეპოზიტორიის ლინკი, სადაც განთავსებულია კოდის ნაწყვეტები ნახაზები, ვებსაიტის ლინკი, პრეზენტაცია, ბიუჯეტი, განტის დიაგრამა, მოხმარების სახელმძღვანელო და პროექტში გამოყენებული ლიტერატურა - [Smart Shelter Project](#)

მორგებული თავები

1. არქიტექტურა და კონსტრუქცია

პროექტის ფიზიკური სტრუქტურა ეფუძნება "High-Efficiency Sandwich Panel" კონცეფციას, სადაც თითოეული ელემენტი გათვლილია მაქსიმალურ თბოიზოლაციაზე, გამძლეობასა და ცხოველის კომფორტზე.

1.1 კედლებისა და იატაკის სტრუქტურა



სახლის ყველა კედლელი, იატაკი და ჭერი წარმოადგენს სამშრიან სისტემას:

გარე ფენა: 12 მმ-იანი FSF ფანერა. შერჩეულია მისი მაღალი ნესტგამძლეობისა და გარემო პირობებისადმი (წვიმა, თოვლი) გამძლეობის გამო.

საიზოლაციო ბირთვი: 50 მმ-იანი XPS

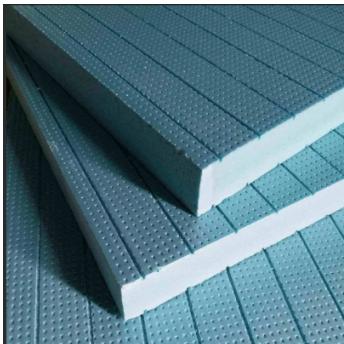
(ექსტრუდირებული პოლისტიროლი). ეს მასალა

გამოირჩევა დაბალი თბოგამტარობით და არ იწოვს ტენს, რაც უზრუნველყოფს სახლში სითბოს შენარჩუნებას ზამთრის პერიოდში.

შიდა ფენა: 8-10 მმ-იანი FK ფანერა. ის არის ეკოლოგიურად სუფთა მასალა, რომელიც ქმნის მყუდრო და უსაფრთხო გარემოს შინაური ცხოველისთვის.

1.2 ელექტრონიკის დაცული განყოფილება

იმისათვის, რომ სისტემა იყოს დაცული და სადენები არ იყოს ხელმისაწვდომი ცხოველისთვის:



- უკანა კედლის შიდა ნაწილში, საიზოლაციო (XPS) შრეში, ამოჭრილია სპეციალური ლრუ (150x100 მმ). აქ თავსდება წყალგაუმტარი ყუთი, რომელშიც მოთავსებულია მთელი ელექტრონიკა.
- გარე კედელზე განთავსებულია 24 მმ-იანი ხვრელი, საიდანაც 12V 8A ადაპტერი უერთდება სისტემას. ეს უზრუნველყოფს კვების ბლოკის გარეთ დარჩენას (უკეთესი გაგრილებისთვის) და სახლში მხოლოდ უსაფრთხო ძაბვის შეყვანას.

1.3 კონსტრუქციული ზომები და პარამეტრები

პროექტის დაგეგმვისას ჩვენი მთავარი მიზანი იყო შეგვეემნა უნივერსალური პლატფორმა, რომელშიც კომფორტულად მოთავსდება ნებისმიერი შერჩეული ზომის შინაური ცხოველი — იქნება ეს კატა თუ სხვადასხვა ჯიშის ძალლი. სწორედ ამიტომ, კონსტრუქცია საშუალო და დიდი ზომის ძალლების პარამეტრებზე გავთვალეთ, რათა სივრცე ყოფილიყო მაქსიმალურად ტევადი და ადაპტირებადი.

ძირითადი პარამეტრები (სანტიმეტრებში):

კედლის ტიპი	ზომა (სიგანე x სიმაღლე)	რაოდენობა
დიდი კედლები	100 სმ x 80 სმ	2
პატარა კედლები	80 სმ x 80 სმ	2
იატაკი	100 სმ x 80 სმ	1
ჭერი	100 სმ x 80 სმ	1

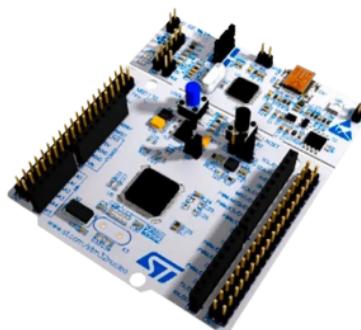
[მოწყობილობის 3D დიზაინი](#)

2. ელექტრონული სისტემა და კვება

ჩვენი მიზანი იყო შეგვეძმნა საიმედო, უსაფრთხო და მაღალი წარმადობის მართვის ცენტრი.

2.1 ცენტრალური მართვის ბლოკი (STM32)

სისტემის "ინტელექტუალურ ცენტრის" წარმოადგენს STM32L476RG მიკროკონტროლერი, რომელიც დაფუძნებულია მძლავრ ARM Cortex-M4F ბირთვზე [1, სექ. 3.1]. პროექტისთვის ამ კონკრეტული მოდელის შერჩევა რამდენიმე კრიტიკულმა ფაქტორმა განაპირობა:



- **Ultra-Low-Power (ULP) არქიტექტურა:**

მიკროკონტროლერი გამოირჩევა ენერგიის მოხმარების მინიმალური მაჩვენებლებით, რაც FlexPowerControl ტექნოლოგიის დამსახურებაა [1, p. 1]. ის საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ ენერგიის დაზოგვის სპეციალური რეჟიმები, როგორიცაა **Stop 2** (მოხმარება $1.1 \mu\text{A}$) და **Standby** (მოხმარება 120nA) [1, ცხრილი 4]. ეს კრიტიკულია იმისათვის, რომ პასიურ მდგომარეობაში სისტემამ პრაქტიკულად არ მოიხმაროს ელექტროენერგია, რაც პროექტს მაღალ ენერგოეფექტურობას საძლის.

- **FPU (Floating Point Unit)** მხარდაჭერა: მიკროკონტროლერი აღჭურვილია

მცოცავმდიმიანი გამოთვლების ერთეულით, რომელიც სრულად უჭერს მხარს IEEE 754 სტანდარტს [1, სექ. 3.1]. FPU-ს არსებობა საშუალებას გვაძლევს განვახორციელოთ რთული მათემატიკური ოპერაციები აპარატურულ დონეზე,

რაც ამცირებს პროცესორის დატვირთვას და ზრდის სისტემის რეაგირების სისწრაფეს [1, გვ. 1]

- ეფექტური პერიფერიული მართვა: STM32L476RG სტაბილურად მართავს ყველა გარე მოწყობილობას (როგორც სენსორებს, ისე რელეს) 3.3V ძაბვით.
- ავტონომიური კონტროლი: სისტემა მუშაობს სრულად ავტონომიურ რეჟიმში. ის დამოუკიდებლად აანალიზებს გარემო პირობებს და იღებს გადაწყვეტილებებს, რაც უზრუნველყოფს მთლიანი კომპლექსის მაქსიმალურ საიმედოობასა და ენერგოეფექტურობას.

პერიფერიული მოწყობილობების პინების კონფიგურაცია

ჭკვიანი თავშესაფრის ცენტრალური მართვის ალგორითმი

2.2 კვების სისტემა და ენერგიის მართვა

სისტემის კვების ბლოკი დაფუძნებულია ცენტრალური 12V 10A (120W) AC/DC ადაპტერზე. აღნიშნული სიმძლავრე შერჩეულია იმ გათვლით, რომ სისტემამ შეძლოს პიკურ დატვირთვაზე მუშაობა (გათბობის ელემენტის აქტივაციის მომენტში) ძაბვის ვარდნის გარეშე. 12V ძაბვა წარმოადგენს ოპტიმალურ ბალანსს უსაფრთხოებასა და სიმძლავრეს შორის: ის პირდაპირ კვებავს გათბობის სისტემას, რაც გამორიცხავს დამატებითი მძლავრი ინვერტორების საჭიროებას და ამცირებს სისტემის თვითღირებულებას.

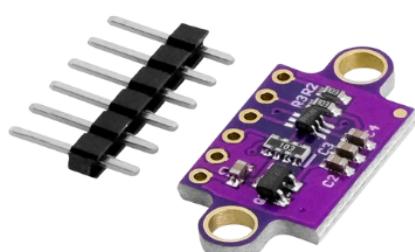
3. სენსორული სისტემა და მონაცემთა დამუშავება/გადაცემა

მოცემულ თავში დეტალურად არის განხილული ის ინტეგრირებული ტექნოლოგიური კომპონენტები და სენსორული მოდულები, რომლებიც სისტემის ავტონომიურ ფუნქციონირებასა და გარემო პირობებზე გონივრულ რეაგირებას უზრუნველყოფენ

3.1 VL53L0X - Time-of-Flight (ToF) მანძილის სენსორი

მანძილის ეს სენსორი პასუხისმგებელია ობიექტის აღმოჩენაზე.

- ტექნოლოგია: ტრადიციული ულტრაბერითი სენსორებისგან განსხვავებით, ToF იყენებს



უხილავ ლაზერულ იმპულსს. იგი ზომავს დროს, რომელიც სჭირდება სინათლეს ობიექტამდე მისასვლელად და უკან დასაბრუნებლად.

- **სიზუსტე:** სენსორი მუშაობს მილიმეტრული სიზუსტით. მისი მთავარი უპირატესობაა შედეგის დამოუკიდებლობა ობიექტის არეალის უნარზე (Target reflectance), რაც კრიტიკულია სხვადასხვა ფერის ბეწვის მქონე ცხოველების დასაფიქსირებლად [2, გვ. 1].
- **პროგრამული ლოგიკა:** STM32L476RG მიკროკონტროლერი სენსორთან კომუნიკაციას ახორციელებს I2C პროტოკოლით [2, გვ. 1]. ალგორითმი ითვალისწინებს 70 სმ-იან ზღურბლს: თუ დაფიქსირებული მანძილი ამ მაჩვენებელზე ნაკლებია, სისტემა ადასტურებს ცხოველის ყოფნას თავშესაფარში.

3.2 DHT22 – ტემპერატურის კონტროლი

ტემპერატურის კონტროლისთვის გამოყენებულია მაღალი სიზუსტის DHT22 სენსორი.

- **ფუნქცია:** AM2302(ბაზარზე ცნობილი, როგორც DHT22) სენსორის მთავარი ფუნქციაა გარემო პირობების მუდმივი კონტროლი და გათბობის სისტემის მართვისთვის საჭირო ზუსტი მონაცემების მიწოდება. მისი მუშაობა შემდეგ კონკრეტულ ეტაპებად იყოფა:
 - **მონაცემთა შეგროვება:** სენსორი ზომავს ტემპერატურასა და ტენიანობას მაღალი სიზუსტით ($\pm 0.5\text{C}^\circ$), რაც აუცილებელია ცხოველისთვის კომფორტული $18^\circ\text{C}-25^\circ\text{C}$ დიაპაზონის შესანარჩუნებლად [5, გვ. 2].
 - **ავტომატური გადამოწმება:** ყოველი გაზომვისას სენსორი იყენებს „საკონტროლო ჯამს“ (Checksum), რათა დარწმუნდეს, რომ ინფორმაცია სწორია. ეს ფუნქცია გამორიცხავს სისტემის შეცდომით ჩართვას ელექტრული ხარვეზების დროს [5, გვ. 4].
- **აქტივაცია:** თუ ToF სენსორი ადასტურებს ცხოველის ყოფნას და შიდა ტემპერატურა ჩამოცდება 18°C -ს, STM32 გასცემს ბრძანებას რელეს ჩართვაზე და იწყება გათბობის პროცესი.
- **დეაქტივაცია:** ენერგოეფექტურობისა და ცხოველის კომფორტისთვის, როგორც კი ტემპერატურა მიაღწევს 25°C -ს, სისტემა ავტომატურად თიშავს გათბობას.



გვ. 4.

3.3 SIM800C GSM მოდული

პროექტის ავტონომიურობისთვის ვიყენებთ SIM800C GSM მოდულს, რომელიც საშუალებას გვაძლევს, სენსორების მონაცემები ინტერნეტით ნებისმიერი ადგილიდან გადავცეთ Go სერვერს. მოდული STM32-თან დაკავშირებულია UART ინტერფეისით.

- **ინტერფეისი:** მოდული STM32L4 მიკროკონტროლერთან დაკავშირებულია UART პროტოკოლით, რაც მონაცემთა საიმედო ცვლას განაპირობებს.



- **ენერგიის მართვა:** მონაცემთა გადაცემის პროცესში მოდული საჭიროებს 2.0A პიკურ დენს. აღნიშნული მოთხოვნა დაკმაყოფილებულია DROK Buck-კონვერტორის საშუალებით, რომელიც 12V ძაბვას გარდაქმნის სტაბილურ 5V 3A (15W) გამოსავლად
- **მონაცემების გაგზავნა:** მას შემდეგ, რაც მიკროკონტროლერი UART-ის საშუალებით JSON-პაკეტს მოდემის შიდა ბუფერში განათავსებს, ეს ბრძანება SIM800C-ს აიძულებს, გახსნას TCP/IP კავშირი მითითებულ IP მისამართთან, მოახდინოს HTTP ჰედერების ფორმირება და ბუფერში არსებული ინფორმაცია POST მეთოდით გადასცეს სერვერს.

ტელემეტრიული მონაცემების გაგზავნა HTTP POST მეთოდით (C)

სენსორული მონაცემების მიმღები ფუნქცია (Go)

4. ვიდეო მონიტორინგი და ქსელური ინფრასტრუქტურა

პროექტის ფუნდამენტურ კომპონენტს წარმოადგენს დისტანციური ვიზუალური მონიტორინგის სისტემა, რისთვისაც იმპლემენტირებულია სრული ტექნოლოგიური სტეკი. აღნიშნული ინფრასტრუქტურა უზრუნველყოფს ლოკალური ვიდეო ნაკადის ტრანსფორმაციასა და სტაბილურ ტრანსლაციას გლობალურ ქსელში.

4.1 აპარატურული საფუძველი და კავშირი

- **Tapo Camera:** სისტემის ვიზუალურ წყაროდ შერჩეულია Tapo-ს ჭკვიანი კამერა, რომელიც მხარს უჭერს მაღალი გარჩევადობის ვიდეოს და RTSP (Real Time Streaming Protocol) პროტოკოლს.



- **ავტონომიური კვება:** კამერის კვება ხორციელდება დამოუკიდებლად, კომპლექტაციაში არსებული ინდივიდუალური 9V ადაპტერის საშუალებით. ეს მიდგომა უზრუნველყოფს ვიდეო სისტემის სრულ ელექტრულ იზოლაციას ძირითადი 12V 10A მაგისტრალისგან
- **სისტემური საიმედოობა:** ვინაიდან კამერა არ იტვირთავს საერთო კვების ბლოკს, მთლიანი 120W სიმძლავრე სრულად ნაწილდება გათბობის სისტემასა (88W) და IoT მოდულზე, რაც ზრდის სისტემის მდგრადობას და შეესაბამება IEC 62368-1 უსაფრთხოების სტანდარტს
- **ქსელური კავშირი და დისტანციური წვდომა:** გარე სამყაროდან კამერასთან წვდომის მისაღებად, ლოკალურ როუტერზე გაიწერება პორტების გადამისამართების (Port Forwarding) წესები, რაც აუცილებელია RTSP ნაკადის სერვერამდე მისასვლელად:
 - RTSP მხარდაჭერა:** კამერა უზრუნველყოფს ვიდეო ნაკადის გადაცემას სტანდარტული RTSP პროტოკოლით, რაც აუცილებელია გარე სერვერთან ინტეგრაციისთვის [3, გვ. 6].
 - TCP/IP კომუნიკაცია:** მონაცემთა გადასაცემად გამოიყენება TCP/IP და UDP პროტოკოლები, რაც უზრუნველყოფს თავსებადობას ქსელურ ფაირვოლებთან [3, გვ. 6].

4.2 სერვერული არქიტექტურა (Digital Ocean & MTX)

ვიდეო ნაკადის დამუშავება და მომხმარებლამდე მიწოდება ხდება ღრუბლოვანი ტექნოლოგიების გამოყენებით

Digital Ocean Droplet: სისტემის Backend და მედია სერვერი განთავსებულია Digital Ocean-ის ვირტუალურ სერვერზე.

- **MediaMTX (MTX) სერვერი:** სერვერზე გაშვებულია MediaMTX მედია სერვერი [4]. იგი ასრულებს "შუამავლის" როლს: იღებს RTSP ნაკადს კამერიდან და ახდენს მის კონვერტაციას WebRTC ფორმატში, რათა ვიდეო პირდაპირ ბრაუზერში, დამატებითი პლაგინების გარეშე გაეშვას.

4.3 პროგრამული უზრუნველყოფა (Go & Frontend)

- **Go Backend:** ვებ-სერვერი დაწერილია Go (Golang) ენაზე. ეს არჩევანი განპირობებულია Go-ს მაღალი წარმადობითა და ქსელურ პროტოკოლებთან მუშაობის ეფექტურობით. ვებ-სერვერი მართავს API მოთხოვნებს, ახორციელებს კამერის სტატუსის მუდმივ მონიტორინგს და უზრუნველყოფს მონაცემთა უსაფრთხო მიმოცვლას მედია სერვერსა და კლიენტს შორის.

[Dashboard-ის მართვისა და მონაცემთა ინტეგრაციის ლოგიკა \(Go\)](#)

[Go Backend სერვერის მთავარი ლოგიკა](#)

- **Frontend ინტერფეისი:** მომხმარებლისთვის შეიქმნება თანამედროვე ვებ-გვერდი, სადაც ინტეგრირებული იქნება ვიდეო პლეერი ლაივ სტრიმინგისთვის.
 - **ინტეგრირებული საქველმოქმედო მოდული (Donation System):** პლატფორმაზე განთავსდება მხარდაჭერის ლილაკი, რომელიც მომხმარებელს საშუალებას მისცემს, მცირე ფინანსური წვლილი შეიტანოს თავშესაფრის ფუნქციონირებაში. ინტეგრირებული იქნება გადახდის უსაფრთხო სისტემები (მაგ. PayPal ან საბანკო გადახდები), რაც პროექტს აქცევს თვითკმარ, სოციალურად ორიენტირებულ ტექნოლოგიურ გადაწყვეტად.
1. **საზოგადოების ჩართულობა:** ლაივ-სტრიმინგის ყურებისას მომხმარებელს უჩნდება ემოციური კავშირი ცხოველთან, რაც ზრდის დონაციის ალბათობას.



2. **გამჭვირვალობა:** როდესაც ადამიანი ხედავს, რომ ცხოველი თბილ თავშესაფარშია (ტემპერატურის სენსორის წყალობით) და მასზე ზრუნავენ, ნდობა სისტემის მიმართ იზრდება.
3. **მდგრადობა:** დონაციები დაეხმარება პროექტს ელექტროენერგიისა და სერვერის (Digital Ocean) ხარჯების დაფარვაში.

ინდუსტრიული სტანდარტები

ამ თავში განხილულია ის საერთაშორისო ტექნიკური სტანდარტები და პროტოკოლები, რომლებსაც ეფუძნება პროექტის უსაფრთხო და ეფექტური მუშაობა.

ელექტრო და ელექტრონიკა (Electrical Engineering)

- **IEEE 802.11 b/g/n:** ეს სტანდარტი არეგულირებს უსადენო კავშირს Tapo C310 კამერასა და ლოკალურ ქსელს შორის. მისი დაცვა გარანტიას იძლევა, რომ 2K ვიდეო ნაკადი იქნება სტაბილური და თავსებადი სტანდარტულ როუტერებთან.
- **IEC 62368-1:** ვინაიდან სისტემა იყენებს სხვადასხვა ძაბვის წყაროებს (9V კამერისთვის და 12V გამათბობელი ელემენტისთვის), ეს სტანდარტი უზრუნველყოფს კვების ბლოკების და გაყვანილობის უსაფრთხო გამიჯვნას. იგი განსაზღვრავს კრიტიკულებს ელექტრონული კომპონენტების დაცვისა და თერმული გადახურების პრევენციისთვის.
- **AWG (American Wire Gauge) Standard:** გამოიყენება სადენების კვეთის სწორად შესარჩევად 12V/8A დატვირთვის პირობებში, რათა თავიდან იქნას აცილებული გამტარების გადახურება და ძაბვის ვარდნა.

ჩაშენებული სისტემები და IoT (Embedded Systems & IoT)

- **ARM CMSIS (Cortex Microcontroller Software Interface Standard):** STM32L4 მიკროკონტროლერის პროგრამული უზრუნველყოფა შემუშავებულია ამ სტანდარტიზებული ინტერფეისით. ეს ახდენს წარმადობის ოპტიმიზაციას და უზრუნველყოფს სენსორების (AM2302, VL53L0X) დრაივერების მდგრადობას.
- **I2C Bus Standard:** კომუნიკაცია VL53L0X (Time-of-Flight) სენსორსა და მიკროკონტროლერს შორის მიჰყვება ამ ინდუსტრიულ პროტოკოლს, რაც უზრუნველყოფს მონაცემთა მაღალი სიჩქარითა და შეცდომების გარეშე გაცვლას რეალურ დროში.
- **UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) Standard:** ეს პროტოკოლი გამოიყენება STM32-სა და SIM800C მოდემს შორის მონაცემთა მიმოცვლისთვის. იგი უზრუნველყოფს საიმედო სერიულ კომუნიკაციას AT-ბრძანებების გადასაცემად, რაც აუცილებელია GPRS ქსელში მონაცემების გასაგზავნად.
- **ISO/IEC 27001:** ინფორმაციული უსაფრთხოების ამ პრინციპების დაცვით ხდება ვიდეო ნაკადისა და მართვის ბრძანებების კონფიდენციალურობის უზრუნველყოფა, 128-ბიტიანი AES დაშიფრვისა და SSL/TLS პროტოკოლების გამოყენებით.

პროგრამული ინჟინერია (Software Engineering)

- **REST არქიტექტურული პრიციპები:** Go-ზე დაფუძნებული Backend დაპროექტებულია როგორც RESTful API. ეს უზრუნველყოფს მონაცემთა დამუშავების შრის მკვეთრ გამიჯვნას ინტერფეისისგან, რაც სისტემას ხდის მასშტაბირებადს და ადვილად მოსავლელს.
- **POSIX:** სერვერული გარემო (DigitalOcean Droplet) იყენებს Linux-ის ოპერაციული სისტემის ინტერფეისებს, რომლებიც შექმაბამება POSIX სტანდარტებს. ეს უზრუნველყოფს MediaMTX სერვისისა და Go ბინარული ფაილების საიმედო მუშაობას ღრუბლოვან გარემოში.

ქსელები და კომუნიკაცია (Networking)

- **RFC 2326 (RTSP) და RFC 8829 (WebRTC):** ეს ინტერნეტ-სტანდარტები (IETF) წარმოადგენს ვიდეო დისტრიბუციის სისტემის საფუძველს. RTSP

გამოიყენება ნაკადის მისაღებად, ხოლო WebRTC უზრუნველყოფს წამზე ნაკლებ დაყოვნებას ბრაუზერში ვიდეოს ჩვენებისას.

- IEEE 1588 (Precision Time Protocol):** ეს სტანდარტი რელევანტურია AM2302 სენსორის მონაცემებისა და ვიდეო კადრების დროში სინქრონიზაციისთვის. ეს გარანტიას იძლევა, რომ მონიტორინგის პანელზე გამოსახული ტემპერატურა ზუსტად შეესაბამება ვიდეოზე ასახულ მომენტს.

განტის დიაგრამა

დავალებები	მარტი				აპრილი				მაისი				ივნისი			
	კვირა 1	კვირა 2	კვირა 3	კვირა 4	კვირა 1	კვირა 2	კვირა 3	კვირა 4	კვირა 1	კვირა 2	კვირა 3	კვირა 4	კვირა 1	კვირა 2	კვირა 3	კვირა 4
STM32L4-ის დაპროგრამირება	■	■			■	■	■	■					■	■	■	
სენსორების (ToF & DHT22) ინტეგრაცია			■	■												
სახლის ფიზიკური კონსტრუქციის აწყობა ფართს, რელას და კლუპების კების ინსტალაცია				■	■	■	■	■								
Toyo კამერის ქსელური კონფიგურაცია								■	■	■	■					
Backend სერვისის შექმნა (Go)									■	■	■	■				
ვებ-ინტერფეისის (Frontend) გამართვა													■	■	■	
სისტემური ტესტირება და დოკუმენტაციის მომზადება													■	■	■	
მნიშვნელოვანი ეტაპები (Milestones)					◆					◆			◆			◆

იხილეთ ექსელის ფაილი

მოვალეობები

მოვალეობები	სტუდენტები
STM32L4 მიკროკონტროლერის დაპროგრამება	თამარ ჯაში
ToF და DHT22 სენსორების ინტეგრაცია	თამარ ჯაში
კომუნიკაციის მოდულის (SIM800C) გამართვა	თამარ ჯაში

თავშესაფრის ფიზიკური ანუობა	მარი დავლაძე
გათბობის ფერის ინსტალაცია	მარი დავლაძე
ელექტრონიკის დაცული განყოფილების მოწყობა	მარი დავლაძე
Tapo კამერის ქსელური კონფიგურაცია	გრიშა ტონერიანი
Backend API-ს დაწერა	გრიშა ტონერიანი
Frontend ინტერფეისის ანუობა	თამარ ჯაში
Digital Ocean სერვერის მომზადება	გრიშა ტონერიანი

პიუჯეტი

იხილეთ ექსელის ფაილი

ლიტერატურა

[1] STMicroelectronics, "STM32L476xx Ultra-low-power Arm® Cortex®-M4 32-bit MCU+FPU Datasheet," Rev. 4, 2023. [Online]. Available:

[STM32L476xx Datasheet](#)

[2] STMicroelectronics, "VL53L0X Time-of-Flight ranging sensor product datasheet," 2018. [Online]. Available:

[VL53L0X Time-of-Flight Datasheet](#)

[3] TP-Link Corporation, "Tapo C310 V2 (2.20, 2.26, 2.28) Outdoor Security Wi-Fi Camera Datasheet," 2023. [Online]. Available:

[Tapo C310 V2 Wi - Fi Camera Datasheet](#)

[4] MediaMTX Project, "MediaMTX: Open-source Video Streaming Server Documentation," 2024. [Online]. Available:

[Media MTX Documentation](#)

[5] Aosong Electronics Co., Ltd, "AM2302 Product Manual - Temperature and humidity module," [Online].

[HDT22\(AM2302\) Manual](#)

[6] Espressif Systems. (2015). ESP8266EX Datasheet (Version 4.3). Retrieved from Espressif Systems IOT Team.

[ESP8266EX Datasheet](#)