

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ცოგნე მარგველაშვილი

უპილოტო ხომალდების მართვის პროგრამული უზრუნველყოფისა და ქსელური კავშირის შექმნა საქართველოს საჰაერო სივრცეში

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა: ინფორმატიკა

შიფრი 0613

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, 0160, საქართველო

2021 წელი

საავტორო უფლება © 2021 წელი, ცოგნე მარგველაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელის მომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით ცოტნე მარგველაშვილის შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს შემდეგი დასახელებით: „უპილოტო საჰაერო სისტემების საქართველოს საჰაერო სივრცეში ინტეგრირების პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავება“ და ვიძლევიტ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის „ინფორმატიკის, მართვის და ხელსაწყოთმშენებლობის“ საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

-----, ----- 20-- წელი

ხელმძღვანელი:

პროფ. გურამ ჩაჩანიძე

რეცენზენტი:

რეცენზენტი:

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2021

ავტორი: ცოგნე მარგველაშვილი

დასახელება: „უპილოტო საჰაერო სისტემების საქართველოს საჰაერო სივრცეში ინტეგრირების პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავება“

სადოქტორო პროგრამა: ინფორმატიკა

ხარისხი: ინჟინერიის დოქტორის აკადემიური ხარისხი ინფორმატიკაში

სხდომა ჩატარდა:

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ გემოთმოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცული მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა იმ მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

მაღლიერება

მინდა დიდი მაღლიერება გამოეთქვა ჩემი ხელმძღვანელის, პროფესორ გურამ ჩაჩანიძისადმი. იგი სადისერტაციო თემაზე მუშაობის პერიოდში აქტიურად მედგა მხარში, მეხმარებოდა, როგორც საჭირო სამეცნიერო ლიტერატურის მოძიებაში, ასევე ჩემს კვლევებში მიღებული შედეგების გამოქვეყნებაში, როგორც საქართველოს, ასევე საზღვარგარეთის ქვეყნებში. მის მირ გაწეული სამეცნიერო კონსულტაციების და რეკომენდაციების საფუძველზე შევძელი სასწავლო პროგრამით დადგენილ დროში დამემთავრებია სადისერტაციო კვლევები სრული მოცულობით და წარმედგინა იგი სადისერტაციო საბჭოზე დაცვისათვის.

მაღლობას ვუხდი ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის დეკანის მოადგილეს, პროფესორ თინათინ კაიშაურს; და ამავე ფაკულტეტის უკლებლივ მთლიან გუნდს, რომელთა კვალიფიციური სამეცნიერო რჩევები და პრაქტიკული მითითებები ხელს მიწყობდა სადისერტაციო თემის დამუშევებაში, რამაც ხელი შემიწყო წარმატებით მიმეღწია დასახული მიზნისათვის.

რეზიუმე

სადისერგაციო კვლევით ნაწილში სამომხმარებლო დონეზე გაგვიანალიზეთ და მოვახდინეთ უპილოტო საჰაერო ხომალდების ტიპების გამოყოფა. შედარება მოვახდინეთ პილოტირებად ხომალდებსა და დრონებს შორის, სადაც გამოვყავით საერთო/განსხვავებული დამატებითი აღჭურვილობები რითაც ხდება მათი მართვა. დეტალურად განვიხილეთ რეგულაციის თანახმად საქართველოს საჰაერო სივრცის შინაარსობრივი სექტორები, სადაც ექსპლუატანტებს სხვადასხვა მოთხოვნები აქვთ წაყენებული. რეგულაციის თანახმად გემსუბუქი უპილოტო ხომალდების ექსპლუატაციისთვის საჰაერო სივრცე იყოფა ღია, სპეციფიკურ და სერტიფიცირებულ კატეგორიად. თავის მხრივ ღია კატეგორიაში გამოყოფილი არის ქვეკატეგორიები, რომელშიც ოპერირებადი დრონები იყოფა სხვადასხვა კლასებად.

მოცემულმა დაკვირვებამ ცხადყო მიმდინარე და სამომავლო პრობლემები, რომლებიცაა: სახმელეთო და საჰაერო რისკები, კერძო საკუთრების ხელყოფის, ადამინის სიცოცხლის ხელყოფის და ა.შ. ჩვენი ხედვით მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ პირველ რიგში გამოგვეყო ის სექტორი ვინც მოცემულ პროცესში უშუალოდ ჩართულია, ესენია: ექსპლუატანტები, ოპერატორები და დრონის მესაკუთრეები. შესაბამისად ჩვენ პირველ ეტაპზე ძირითადი ფოკუსირებაც მოცემულ სექტორზე გავაკეთეთ და შევეცადეთ მათთვის მიგვეწოდებინა ის რეგულაციები რაც 2021 წლის 1 იანვრიდან ამოქმედდა. მოცემული რეგულაციების თანახმად არა რეგისტრირებული დრონით ოპერირება დაუშვებელია, ამავდროულად საჭიროების შემთხვევაში ექსპლუატანტს უნდა ქონდეს შესაბამის სივრცეში ფრენის კომპეტენციის დამადასტურებელი დოკუმენტი. რა თქმა უნდა მოცემული რეგულაცია ექსპლუატანტებისთვის ზედმეტი ბარიერი არის, მაგრამ უსაფრთხოებისთვის არის შემამსუბუქებელი სერვისი. მაგრამ ჩვენი მოდელის საწყისი ფაზა ზუსტად მოცემულ სიტუაციას პასუხობს. ჩვენ დაგვირგეთ ონლაინ სერვისები სადაც მომხმარებლები საკუთარი ანგარიშის შექმნის შემდეგ შეძლებენ დრონების ონლაინ რეგისტრაციას, ონლაინ გამოცდის ჩაბარებას და შესაბამისი კომპეტენციის დამადასტურებელი დოკუმენტის აღებას. მოცემული სერვისი

ექსპლუატაციისათვის გაამარტივებს არსებულ რეგულაციებს და უსაფრთხოების პოლიტიკას კიდევ უფრო კონკრეტული სახეს მიიღებს.

მსოფლიოს, თითქმის ყველა ქვეყანაში უპილოტო საჰაერო ხომალდების ოპერირების მრავალ გენდენცია ფიქსირდება. მათ სიჭარბეს, კი, შეიძლება მოყვეს არაერთი პრობლემა, როგორც ურბანულ ნაწილში, ასევე რეკრეაციულ ზონებში, როგორც სახელმწიფო, ასევე კერძო ინტერესების გადაკვეთისას. ერთი მხრივ, სახელმწიფო ქმნის დრონების ოპერირების რეგულაციებს საჰაერო სივრცეში, მეორეს მხრივ, კი, დგას საზოგადოება, რომელიც ამ პროცესში აქტიურად თუ პასიურად არის ჩართული.

ჩვენ მოდელის შემდგომ ფაზაში დავიწყეთ დამატებითი სისტემის შემუშავება, სადაც გაგვერთიანეთ სრულ სპექტრს, რომელიც მოგვცემდა მთლიანი სურათის დანახვის საშუალებას და ყველა შესაძლო პრობლემას შემოსამღვრავდა. ამ მიზნიდან გამომდინარე ჩვენი გადაწყვეტის ძირითადი კონცეფცია არის უშუალოდ ექსპლუატაციის პროცესში გაგვერთიანეთ ჩვენს ხელთ არსებული ყველა ინფორმაცია და მაქსიმალური უსაფრთხო სახმელეთო და საჰაერო სივრცე შექმნათ. ჩვენს მიერ შექმნილი მოდელი ითვალისწინებს სისტემაში მობილური აპლიკაციის არსებობას რაც რეალურ დროში ოპერირებისას ექსპლუატაციას და ყველა ჩართულ პირს მიაწვდის ინფორმაციას. ჩვენი ყურადღება მოცემულ შემთხვევაში მაქსიმალურად არის მიპყრობილი დრონების ოპერატორებზე და ექსპლუატაციებზე. ჩვენი ხედვით პირველ რიგში უნდა მოხდეს კეთილ სინდისიერი უპილოტო ხომალდების მომხმარებლების ერთიან სივრცეში შემოყვანა რომელთათვისაც ჩვენ უზრუნველყოფთ მათი უსაფრთხო ფრენისთვის ყველა ინფორმაციის შეგროვებას და მართვას. რა თქმა უნდა მოცემულ სტეპში ჩართულობა ექსპლუატაციის ინტერესებშიც შედის რათა მათი ოპერირება ცაში იყოს მაქსიმალურად უსაფრთხო.

ჩვენს მიერ შექმნილი მოდელი ერთადერთია რომელიც არეგულირებს საქართველოს საჰაერო სივრცეში ოპერირებულ დრონებს და სრულად აკმაყოფილებს საქართველოს საჰაერო სივრცეში არსებულ რეგულაციებს. მეტიც ასევე ჩვენს მიერ მოხდა ევროპის საავიაციო უსაფრთხოების სააგენტოს დასკვნების განხილვა და ჩვენი მოდელი მასთან სრულ შესაბამისობაში არის მოყვანილი. დრონების ექსპლუატაციისთვის ჰარმონიული გარემოს

შესაქმნელად, ჩვენს მიერ შექმნილ მოდელში არსებობს ინტერაქტიული ციფრული რუკა, რომელიც აერთიანებს სხვადასხვა კერძო და საჯარო სტრუქტურას. მოცემულ რუკაზე რიალურ დროში ხდება განახლებების გამოგანა, რაც ექსპლუატანტებს მაქსიმალური წესის დაცვით აძლევს საშუალებას მოახდინონ დრონების ოპერირება.

დისერტაციის ბოლოს დეტალურად მაქვს აღწერილი ყველა ის ტექნიკური თუ პროგრამული ნაწილი რაც ზემოთ ხსენებულ სერვისებს აძლევს ფუნქციონალურ დატვირთვას. ფიზიკურ არქიტექტურაში გამოყენებული გვაქვს დრუბლოვანი სისტემების დეტალები, სათადარიგო არხების არსებობა და მაღალი წარმადობისთვის საჭირო ლოგიკა. პროგრამულ არქიტექტურაში კლიენტ-სერვერულ დამოკიდებულებას აკონტროლებს წინა მხარეს React-ის ბიბლიოთეკა და უკანა მხარეს NodeJS-ის პლატფორმა. ასევე მნიშვნელოვანია მონაცემთა ბაზების სტრუქტურაც სადაც ჩვენი არჩევანი გაკეთდა არარელაციური MongoDB-ზე, რაც ჩვენი გამოცდილებით საუკეთესო არჩევანია RESTful API ტექნოლოგიისთვის.

Resume

In the dissertation research section, as a consumer we analyzed and distinguished the types of unmanned aircrafts. We have compared manned aircrafts and drones, where we identified common/different additional equipment's. According to the regulation we discussed in detail the content sectors of the Georgian airspace, where the operators have different requirements. According to the regulation, the airspace for super light unmanned aircrafts is divided into: open, specific and certified

categories. There are subcategories in the open category, in which the operating drones are divided into different classes.

The given observation revealed current and future problems such as: land and air risks, encroachment on private property, encroachment on human being and so on. In our view we consider at first to identify the sectors that are directly involved in the process, namely: exploits, operators and drone owners. So, at first we focused on the given sector and tried to provide them with the regulations that came into force on January 1, 2021. According to the given regulations, operating with an unregistered drone is not allowed, at the same time, the operator must have the competence certifying document to fly in the relevant airspace. Of course the given regulation is an extra barrier for the users, but it is a palliative service for safety. But the initial phase of our model exactly responds to the given situation. We have introduced online services, where after creating their own account, users will be able to register their drones, to pass exam and to get the relevant certificate of competence. This service will simplify the existing regulations for the users and safety policy will be even more controlled.

There is a growing trend of operating unmanned aircrafts in almost every country in the world. Their surplus can even lead to a number of problems, as in urban areas as in recreation areas, it can intersect as public as private interests. On the one hand, the state creates regulations for the operation of drones in the airspace, on the other hand there is a society that is actively or passively involved in this process.

We started to develop an additional system in the next phase of the model, where we would combine the full range, which would allow us to see the whole picture and circumscribes all possible problems. According to this aim, the basic concept of our solution is to integrate all the information in the process of operation and to create the secure ground and air space. Our model considers the existence of a mobile application in the system, which will provide information to the operators and all involved persons during operating in a real time. In this case our attention is maximally focused on drone operators. To our mind, at first honest unmanned aircraft users should be bring into one space for whom we will collect and manage all information for their safe flight. Of course, involvement in this scheme is also in the interest of the operators, so that their operation is the sky is as safe as possible.

The model created by us is the only one that regulates drones operated in the airspace of Georgia and fully complies with the regulations in the airspace of Georgia. Moreover, we have also reviewed the findings of the European Aviation Safety Agency and our model is in full compliance with it. To create comfortable environment for drone operators, the model we have created has an interactive digital map that combines different private and public structures. On the given map, updates are displayed in a real time, which allows operators to operate drones maximally according to the rules.

At the end of the dissertation I have described in detail all the technical or software parts that give a functional load to the above services. In physical architecture we used the details of cloud systems, the existence of alternate channels and the logic required for high productivity. In software architecture, client-server dependency is controlled by the React library on the front side and the NodeJS platform on the back side. Also important is the structure of the databases where our choice was made on the non-relational MongoDB, which according to our experience is the best choice for RESTful API technology.

შინაარსი

შესავალი.....	14
---------------	----

I. სამეცნიერო ლიგერატურის მიმოხილვა: უპილოტო საჰაერო სისტემების როლი სამოქალაქო სივრცეში

1.1. უპილოტო საჰაერო ხომალდების საწყისი ისტორია.....	21
1.2. უპილოტო საჰაერო ხომალდების დანიშნულება.....	24
1.3. უპილოტო საჰაერო სისტემების აღწერა.....	34

II. ძირითადი ნაწილი: საქართველოს საჰაერო სივრცის აღწერა და არსებული რეგულაციები

2.1. უპილოტო საჰაერო სისტემების ექსპლუატაცია.....	43
2.2. უპილოტო საჰაერო სისტემების კლასიფიკაცია.....	56
2.3. სახმელეთო და საჰაერო რისკების შეფასების მეთოდოლოგია.....	62
2.4. სააერონავიგაციო ინფორმაციის ავტომატიზირებული სისტემა.....	76

III. ექსპერიმენტული ნაწილი: დრონების საქართველოს საჰაერო სივრცეში ინტეგრირების პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავება

3.1. პროგრამული უზრუნველყოფის მოგადი აღწერა.....	84
3.2. პროგრამული უზრუნველყოფის არქიტექტურა.....	89
3.3. პროგრამული უზრუნველყოფის ფუნქციონალური მახასიათებლები.....	94
3.4. პროგრამული კოდის განხილვა.....	101
დასკვნა	120
გამოყენებული ლიტერატურა.....	123

სქემების ნუსხა

სქემა.1.	კომერციული მიზნით გამოყენებადი ღრონების კლასიფიკაცია..	26
სქემა.2.	SORA-ს პროცესი.....	74
სქემა.3.	უპილოტო საჰაერო ხომალდის ოპერირების თანმიმდევრობა	83
სქემა.4.	მობილური აპლიკაციისთვის დამხმარე მიკროსერვისის ფუნქციონალური დანაყოფები	98

დიაგრამების ნუსხა

დიაგ.1.	ღრონებით ოპერირებისა და უსაფრთხოების პროცენტული მაჩვენებელი (ფოუსირება 2017 წელზე).....	86
დიაგ.2.	ღრონებით ოპერირებისა და უსაფრთხოების პროცენტული მაჩვენებელი (ფოუსირება 2018-2019 წლებზე)	87
დიაგ.3.	ღრონებით ოპერირებისა და უსაფრთხოების პროცენტული მაჩვენებელი (ფოუსირება 2020-2021 წლებზე)	88

სურათების ნუსხა

სურ.1.	ხელი სახანძრო დრონიდან ხანძრის შედეგად დაზარალებულთა ან გადარჩენილთა დასახმარებლად.....	27
სურ.2.	სასწრაფო დახმარების დრონი.....	28
სურ.3.	დრონი ახორციელებს საღაბლვეო სარჩელის მონიტორინგს.....	29
სურ.4.	საჰაერო ფოტოგრაფირებისათვის მედიაში.....	31
სურ.5.	მარცვლეულის მონიტორინგისთვის არსებული უპილოტო საჰაერო ხომალდი.....	32
სურ.6.	მიმოსვლის მონიტორინგისთვის არსებული უპილოტო საჰაერო ხომალდი	33
სურ.7ა	უპილოტო საფრენი აპარატების გამოვლენის სპეციალური სისტემები: SharpEye X-band radar	37
სურ.7ბ	უპილოტო საფრენი აპარატების გამოვლენის სპეციალური სისტემები: Aaronia Drone Detection System	37
სურ.8.	საჰაერო სივრცეში ღია კატეგორიისთვის გამოყოფილი სივრცე..	43
სურ.9.	საჰაერო სივრცეში სპეციფიკურ კატეგორიისთვის გამოყოფილი სივრცე	54
სურ.10.	საჰაერო სივრცეში სერტიფიცირებულ კატეგორიისთვის გამოყოფილი სივრცე.....	55
სურ. 11.	უპილოტო საჰაერო ხომალდების საექსპლუატაციო ქვეკატეგორიები	57
სურ. 12.	SORA-ს სემანტიკური მოდელის გრაფიკული ილუსტრაცია.....	67
სურ. 13.	ფრენის გეგმის ფორმა	82
სურ. 14.	მოდელში გამოყენებული ფიზიკური არქიტექტურა.....	91
სურ. 15.	NODEJS-ის საშუალო არქიტექტურა	92
სურ.16.	ვებ სერვისის მოთხოვნა-მიწოდების მილი.....	93
სურ. 17.	საინფორმაციო რუკაზე NOTAM ინფორმაციის მაგალითი	96
სურ. 18.	მობილურ აპლიკაციაში მომხმარებლის მიერ გასაღებული ეკაპები	100
სურ. 19.	წინასაფრენოსნო ფილტრაციის ველები	101
სურ. 20.	პროგრამული არქიტექტურა	102
სურ. 21.	Express-ის საშუალებით ლოკალური სერვისების გამოყოფის კოდი.....	103
სურ. 22.	სარეგისტრაციო ბიზნეს ლოგიკის კოდი.....	104
სურ. 23.	RESTfull API ლოგიკით დეკლარირებული კლასის კოდი.....	106
სურ. 24.	მომხმარებლის ავთენტიკაციის და ავტორიზაციის სქემა.....	107
სურ. 25.	მომხმარებლის მხრიდან წარმოდგენილი პასპორტის უცუარობის დადგენა.....	108
სურ. 26.	მობილური აპლიკაციის საწყისი ავტორიზაციის გვერდი.....	109
სურ. 27.	კოდი, რომელიც ახდენს ჩანაწერების ვალიდაციას.....	110
სურ. 28.	კოდი განსაზღვრავს მომხმარებლის კოორდინატებს.....	111
სურ. 29.	კოდი სერვერზე ახდენს ასინქრონულად მოთხოვნის გაგზავნას.	112
სურ. 30.	კოდი რომელიც სამომხმარებლო გარემოში გააქვს დამუშავებული ინფორმაცია.....	113
სურ. 31.	მობილურ აპლიკაციაში შემოსული NOTAM.....	114
სურ. 32.	მობილურ აპლიკაციაში NOTAM-ის დეტალური ინფორმაცია.....	115

სურ. 33.	კოდი, რომელიც მომხმარებლის ლოკაციის მიხედვით აგენერირებს რუკა.....	116
სურ. 34.	მიმდინარე ლოკაციის მიხედვით არსებული NOTAM-ების ჩამონათვალი.....	117
სურ. 35.	მომხმარებლის პირადი კაბინეტი.....	118
სურ. 36.	კომპეტენციის დამადასტურებელი დოკუმენტი.....	119

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1.	ჩვეულებრივი საჰაერო ხომალდისა და უპილოტო ხომალდების სანავიგაციო ინფრასტრუქტურის ჩამონათვალი	38
ცხრილი 2.	SORA-ს სემანტიკური მოდელი	66
ცხრილი 3.	მდგრადობის დონის განსაზღვრა	68
	გვირთის ინსპექტირებისათვის საჭირო ორგანიზაციები	

შესავალი

თანამედროვე სამოგადოებრივი ცხოვრების მდგრადი განვითარების საჭიროება მუდმივ მოთხოვნილებას ქმნის ტექნიკურ და ტექნოლოგიურ პროგრესზე. ახალი გამოწვევები, მათი მზარდი განუსაზღვრელობის ხარისხი გვიბიძგებს შევქმნათ და განვახორციელოთ მართვის სისტემები, რომლებიც რეალობაზე მორგებულ პრევენციულ გარემოს ჩამოაყალიბებენ, შეარბილებენ რისკების გავლენას და ჩვენს ხელთ არსებული რესურსების ეფექტიანი გამოყენების საშუალებას მოგვცემენ. ამ პროცესების მნიშვნელოვანი ნაწილი გახდა უპილოტო საჰაერო ხომალდების ინტეგრირება, ადამიანის სამოგადოებრივი აქტივობის, ლამის, ყველა ეტაპზე. მათ ექსპლუატაციასთან დაკავშირებული პრობლემები სხვადასხვა ინსტიტუციების ინტერესთა კვეთის წერტილი გახდა.

მსოფლიოს, თითქმის, ყველა ქვეყანაში ღრონების რაოდენობის ზრდის ტენდენცია ფიქსირდება. მათ სიჭარბეს, კი, შეიძლება მოყვეს არაერთი პრობლემა, როგორც ურბანულ ნაწილში, ასევე რეკრეაციულ ზონებში, როგორც სახელმწიფო, ასევე კერძო ინტერესების გადაკვეთისას. ერთის მხრივ, სახელმწიფო ქმნის ღრონების ოპერირების რეგულაციებს საჰაერო სივრცეში, მეორეს მხრივ, კი, დგას სამოგადოება, რომელიც ამ პროცესში აქტიურად თუ პასიურად არის ჩართული.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვექმნა სისტემა, სადაც გაგავრთინებდით სრულ სპექტრს, რომელიც მოგვცემდა მთლიანი სურათის დანახვის საშუალებას და ყველა შესაძლო პრობლემას შემოსაზღვრავდა. ამ მიზნიდან გამომდინარე შევქმენით მოდელი და პრაქტიკულად ავაბუშავეთ იგი საქართველოს საჰაერო სივრცეში,

აღნიშნული მოდელის ხერხემალი არის რეგულაციები, რომელიც უნდა შესრულდეს ჩვენს საჰაერო სივრცეში, და საერთაშორისო სტანდარტები. ჩვენ როგორც ევროკონგრესის წევრი ქვეყანა რეკომენდაციებს ვიღებთ ევროპის მთლიანი საჰაერო სივრცის მაკონტროლებელი ორგანოდან. ჩვენს მიერ შემუშავებული სისტემა სრულად აკმაყოფილებს საქართველოს საჰაერო სივრცეში არსებულ რეგულაციებს, რომლებიც 2021 წლის 1 იანვრიდან შევიდა ძალაში. ამ

რეგულაციების აღსრულება და კონტროლის პასუხისმგებლობა, სწორედ, ჩვენს სისტემას დაეკისრა.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მოდელი არის დამხმარე საშუალება ექსპლუატანტებისთვის, რათა შეძლონ უსაფრთხო ფრენა ჩვენს საჰაერო სივრცეში. სამომავლოდ უპილოტო ხომალდების ავტომატიზირებული სისტემებისთვის მოცემული მოდელი მოქნილი იქნება რადგან, მოცემული მოდელში გათვლილი არის დინამიური ხასიათი. მინდა გითხრათ რომ ავტომატიზირებული სისტემის დროს უფრო მეტად იქნება დაცული მოცემული მოდელის სტანდარტები ვიდრე მანუალური მართვისას. რა თქმა უნდა ავტომატიზირებული მართვა აჩენს დამატებით უსაფრთხოების საკითხებს რომელთა შეფასებისთვის გვაქვს წინასაფრენოსნო პროცედურა რომელიც მინიმუმდე დაიყვანს არსებულ რისკებს. წინასაფრენოსნო პროცედურების გაელისას ხდება რისკების ანგარიშის წარმოდგენა, რომელთა შემდგომი შეფასება ხდება. რისკების შეფასების მოდელი უკვე არსებობს რომელიც ჩემს პირველ სემინარში მქონდა განხილული (SORA).

მთავარი გათვლა ჩვენ მოდელში არის მთლიანი კომპლექსური სურათის შექმნა, რომელიც თავის თავში აერთიანებს სხვადასხვა სახელმწიფო უწყებების ინტერესებს, ასევე კერძო კომპანიების ინტერესებს, ურბანული განვითარების საკითხებს და მოქალაქეების ინტერესებს.

აუცილებელი არის შეიქმნას ყველა გემოთხსენებული რგოლების ჩართვით „საინფორმაციო რუკა“ ელექტრონული ხასიათით, რომელთა სამომავლო ანალიზით გამოიკვეთება ის არეალები რომელზეც სხვადასხვა ფორმის პოლიტიკას გავატარებთ. აქვე გაჩვენებთ იმ მინი მოდელს თუ როგორ უნდა მოხდეს ამ სამოგადოების ჩართულობა და მათი მოწოდებული ინფორმაცია რა სახით და რა ცვლადებით შეინახება ჩვენს ბაზაში. დიდი მნიშვნელობა აქვს ფორმას ანუ „Schema“-ს თუ რა სახით შევინახავთ მონაცემებს ინტერაქციული რუკისთვის, რომელიც წინასწარ განსაზღვრული არის ჩვენი მთავარი ალგორითმის პრაგმატული მუშაობისთვის.

ჩვენს მოდელში ჩართული არიან სხვადასხვა მხარეები და საერთო სურათის დასანახად მინდა მათგან გამოვყო რამოდენიმე:

- ექსპლუატანტი, რომელიც უშუალოდ შეასრულებს უპილოტო ხომალდის ოპერირებას. სადაც უპილოტო ხომალდი შეიძლება იყოს მისი კუთვნილი ან

სხვისი, რომელმედაც ნდობა ექნება მინიჭებული და რა თქმა უნდა იქნება რეგისტრირებული uas.gov.ge პორტალზე. ამ გიპის მომხმარებელს „საქართველოს სამოქალაქო საავიაციო სააგენტო“ ავალდებულებს 2021 წლის 1 იანვრიდან შესული კანონით. ექსპლუატაცია ეკრძალება „ღია კატეგორიაში“ ფრენა, თუ კი მას არ ააქვს A2 ან A1/A3 ონლაინ ტესტი ჩაბარებული და მისი ასაკი არ აღემატება 15 წელს. შესაბამისად ის ვალდებულია შექმნას აღნიშნულ გვერდზე თავისი ანგარიში და გაიაროს ონლაინ ტესტი. ასევე შეუძლია მისთვის სასურველ მთლიან ღირებულების გაეცნოს და მიიღოს ყოველდღიური სიახლეები სახელმწიფოს მხრიდან არსებულ რეგულაციებზე.

- მეორე ეს არის ღრონის მესაკუთრე, რომლის სახელზეც არის ღრეგისტრირებული მოცმული უპილოტო ხომალდი(ები). საღაც შეიღლება იყოს როგორც ფიზიკური პირი ასევე იურიდიული პირი. „საქართველოს სამოქალაქო საავიაციო სააგენტო“ ავალდებულებს 2021 წლის 1 იანვრიდან შესული კანონით ექსპლუატაცია მოხდეს მხოლოდ რეგისტრირებული უპილოტო საჰაერო ხომალდებით და უპილოტო ხომალდის რეგისტრაციას შეძლებს პირი, რომელსაც ექნება მესამე პირის ღაზღვევა. ამისათვის ყველა ღრონის მესაკუთრეს შეუძლია uas.gov.ge პორტალზე შექმნას საკუთარი ანგარიში და ონლაინ ფორმატით შეძლონ ღრონის რეგისტრაცია. სააგენტო ასევე ავალდებულებს ღრონის მფლობელს ანგარიშის შექმნისას მინიჭებული უნიკალური მომხმარებლის სერიული ნომერი ღაიგანოს რეგისტრირებულ ხომალდებზე გაღოსაჩენ აღგიღზე, რომლის ინსტრუქცია მითითებულია ოფიციალურ გვერდზე.
- მესამე მხარედ გეყავს მთავარი რეგულაციის შემქნელი სააგენტო რომელიც თავის მხრივ, როგორც ევროკონტროლის წევრი ქვეყანა რეგულაციების გაგარებას უზრუნველყოფს მათი რეკომენდაციებით. „საქართველოს სამოქალაქო საავიაციო სააგენტო“ ანუ GCAA. მათმა უკვე გააგარეს მთელი რიგი პოლიტიკა და ჩვენი სისტემის ღახმარებით შექმნეს რეგულაციის შესაბამისი საინფორმაციო სერვისების განვითარების ციფრული პორტალი, როგორიც არის uas.gov.ge და airspace.gov.ge. აღნიშნული ციფრული პორტალი უზრუნველყოფს:

- მათ მხრიდან შემუშავებული რეგულაციების ერთ ცენტრალურ სერვისად მიწოდებას მომხმარებლებისათვის, რომლის განახლება ხდება რიალურ რეჟიმში.
- უპილოტო ხომალდების ექსპლუატაციისათვის ონლაინ ტესტის პლათფორმის შეთავაზებას და მათ კონტროლს. ასევე თეორიული მასალების მიწოდებას.
- სერვისს, რომელიც გაუმარტივებს პიროვნებას საკუთარი უპილოტო ხომალდის რეგისტრაციას. სადაც მარტივად შეძლებს როგორც წარმოების გიპის ასევე ხელნაკეთი გიპის დრონის რეგისტრაციას. წარმატებული რეგისტრაციისათვის პარალელურ რეჟიმში ავტომატურად მოხდება რეგულაციის მიხედვით სავალდებულო მესამე პირის დაზღვევის არსებობის გადამოწმება.
- ასევე გვთავაზობს ინტერაქტიული რუკის სერვის სადაც გაერთიანებული არის საგრანსპორტო ლოკაციები (სახმელეთო, სარკინიზო, საზღვაო), მაღალი ძაბვის ლოკაციები, დაბრკოლებები (ქარის სადგურების, სატელევიზიო ანძები, კავშირგაბმულობის ანძები და მაღალი ნაგებობები), რადიო სიხშირის სხვადასხვა სპექტრის დაფარვის არეალები, შეზღუდული არეალები, აკრძალული არეალები, სამხედრო არეალები, აეროდრომები, აეროპორტები, რეკრეაციული ზონები, სამეურნეო საქმიანობისთვის განსაზღვრული არეალები, კომერციული ზონები და საჯარო/სახელმწიფო საკუთრებები. ეს მცირე ჩამონათვალი იმ ინფორმაციის რა პოლიგონებიც იქნება დატანილი რუკაზე.
- სააგენტოს სერვისებში ასევე შედის რიალურ დროში მოახდინოს სხვადასხვა უწყების მიერ დაანონსებული ღონისძიების შედეგად გარკვეული დროით შეზღუდვის შემოგანა. მოცემული დროებით შეზღუდვას სააგენტო ე.წ NOTAM შეგცობინებით ავრცელებს რომელიც მის ყველა ციფრულ სერვისში გაზიარდება, რაც ბევრად ამარტივებს მომხმარებლების ინფორმირებას.

მეცნიერული სიახლე.

საქართველოს საპაერო სივრცეში მსგავსი ინფორმაციის კრებული არ არის, რომელიც აერთიანებს სახმელეთო და საპაერო სივრცეებს და ამ სივრცის ექსპლუატანტებს უქმნის მაქსიმალურ კომფორტს, უქმნის ინფორმირებას ყველა სივრცის ცვლილების შესახებ და დამატებით სერვისებს (ფრენის დაგეგმვა, ფრენის დროს შესაძლო რისკების გამოთვლა და ამ რისკების მინიმუმადე დაყვანის შესაძლებლობა). თანამედროვე ტექნოლოგიების უახლესი სტანდარტებით ხდება ყველა ექსპლუატანტის გაერთიანება. ამ სისტემაში გამოყენებულია უნიკალური ალგორითმი რომელიც მაქსიმალურად მორგებულია ჩვენ საპაერო სივრცეზე არსებულ რეგულაციებს. ალგორითმი არის დინამიური ხასიათის.

ჩვენის აზრით, საჭიროა, მეცნიერულად დამუშავდეს და შემდგომ პრაქტიკულად გატარდეს საქართველოს საპაერო სივრცეში უპილოტო საპაერო ხომალდების სისტემების ინტეგრირება.

კვლევის აქტუალობა.

იმის გათვალისწინებით, რომ არა მარტო საქართველოს საპაერო სივრცეში არამედ თანამედროვე გამოწვევა არის უპილოტო საპაერო ხომალდების მატება საპაერო სივრცეში და მარტივი ხელმისაწვდომობა, რაც ბრდის საფრთხეს და ამავდროულად უფრო ეფექტურს ხდის სხვადასხვა სერვისებს და დღით-დღე იმატებს ინტერესი უპილოტო საპაერო სისტემებზე. უპილოტო საპაერო სისტემების ინტეგრაცია ჯერ კიდევ ახალი არის და არ არის დამუშავებული მისი თანაარსებობა სამოქალაქო სივრცეში, ამიტომ ესეც მოითხოვს მეცნიერულ ანალიზს. ეს სიტემა ნებისმიერ ექსპლუატანტს ან ოპერატორს ან კიდევ ნებისმიერ დაინტერესებულ პირს აძლევს საშუალებას, მარტივი პროცედურების გავლით შეძლოს და დაგეგმოს ფრენა ან მიიღოს წინა საფრენოსნო ინფორმაცია. ამ პროცედურის გავლით მისი ფრენის გეგმა იქნება ოპტიმალური და უსაფრთხო. ყოველივე ეს წარმოადგენს აქტუალურ საკითხს საპაერო სივრცის დაკავებისას და ფრენის პროცესში.

კვლევის მიზანი.

სადისერგაციო ნაშრომში მიზნდ დავისახეთ, მაქსიმალურად უსაფრთხო და ოპტიმალური გავხადოთ უპილოტო საპაერო ხომალდის სისტემების გამოყენება საქართველოს საპაერო სივრცეში, რომელიც დააკმაყოფილებს საქართველოს საპაერო სივრცის კანონმდებელ ორგანოს მოთხოვნებს და შესაბამისად ევროპის

ორგანიზაციის საჰაერო ნავიგაციის უსაფრთხოების დარგში (Eurocontrol), ასევე შესაბამისობაში მოვა ევროპის საავიაციო უსაფრთხოების სააგენტოს რეგულაციებთან.

კვლევის პრაქტიკული მნიშვნელობა.

სისტემამ უნდა უზრუნველყოს ექსპლუატანტებისათვის ან ოპერატორებისათვის:

- ინფორმაცია ზონების შესახებ სადაც ფრენა ნებადართულია, აკრძალულია ან დაუშვებელია.
- ინფორმაცია ზონების შესახებ თუ რა სიმაღლეზე არის შეზღუდვა ან რა ტიპის უპილოტო საჰაერო ხომალდის გამოყენებაა შესაძლებელი.
- ინფორმაცია იმის შესახებ თუ მოცემულ ზონაზე არსებული აკრძალვა მუდმივია თუ დროებით, შესაბამისად მისი ხანდამშულობა.
- სრულყოფილი წინასაფრენოსნო ინფორმაციის მიღება.
- სისტემის გამოყენების შესაძლებლობას უშუალოდ ოპერირების დროს.
- ფრენის პროცედურების გამარტივება, სისტემის მოხმარების მაქსიმალური კომფორტული გარემო.
- მისცეს ოპერატორს თუ ექსპლუატანტს მისთვის სასურველ გარემოში სისტემის გამოყენების შესაძლებლობა და სხვ.

აქ ჩამოთვლილი ამოცანების გადაწყვეტა, რეალიზებული იქნება ჩემს მიერ შექმნილი პროგრამული უზრუნველყოფით, როგორც ვებ-პლათფორმაზე დაფუძნებული ასევე მობილური ვერსია. სისტემა უზრუნველყოს უპილოტო საჰაერო ხომალდის სისტემის გამოყენებისას საფრთხეებისა და რისკების ოპტიმიზაციას.

ჩვენი მოდელის შექმნისას სისტემატურად ვეძებდით ურბანული UAV ოპერაციების გამოწვევებსა და გადაწყვეტილებებს. ჩვენ წარმოვიდგენთ გამოწვევებს, რომელთა გადაჭრაც აუცილებელია, რათა ურბანული უპილოტო საფრენი აპარატების უსაფრთხო და ეფექტური განხორციელება შესაძლებელი გახდეს. გამოწვევები გამოვლენილია ლიგერატურიდან, ინციდენტების მოხსენებებიდან და ექსპერტთა ინტერვიუებიდან. ასევე წარმოდგენილია გადაწყვეტილებები.

I. სამეცნიერო ლიგერატურის მიმოხილვა

უპილოტო საჰაერო სისტემების როლი სამოქალაქო სივრცეში

1.1. უპილოტო საჰაერო ხომალდების საწყისი ისტორია

იფრინონ და ისინი შექმნიან ახალ ბაზარს მსოფლიოს მასშტაბით და ეს იქნება მესიჯი ყველა უპილოტო საჰაერო ხომალდის მფლობელისა და ამ პოლიტიკის შემქმნელებისათვის. უპილოტო საჰაერო ხომალდი, როგორც ოფიციალური ტერმინი, შემოღებულია ფედერალური ავიაციის ადმინისტრაციის კონკრეტული რეგულაციების მიერ, იმ სხვადასხვა დასახელებების და აკრონიმების გთვალისწინებით, როგორებიცაა, უპილოტო ხომალდები, რობოტი თვითმფრინავი, დისტანციური მართვის ხომალდები, ხოლო თავად ტერმინი „დრონი“ სათავეს სამხედრო ძალებიდან იღებს. ფედერალური ავიაციის ადმინისტრაციის 2012 წლის მოდერნიზაციითა და რეფორმების აქტით უპილოტო ხომალდი განიმარტება, როგორც „ხომალდი, რომელიც ოპერირებულია, იმ შესაძლებლობის გარეშე, რომელიც ადამიანს აძლევს საშუალებას, უშუალოდ იმოქმედოს ხომალდს შიგნით ან თვითონ ხომალდზე“. თავდაცვის სამინისტროს ოფისი, თავის 2003 წლის მარტში გამოცემულ, უსახელო საჰაერო ხომალდისთვის მოცემულ საგზაო რუკებში იყენებს შემდეგ განმარტებას: „საჰაერო ხომალდი, რომელიც არ საჭიროებს ოპერატორს, იყენებს აეროდინამიკულ ძალებს საჰაერო ხომალდის ჰაერში ოპერირებისათვის, მას შეუძლია იფრინოს დამოუკიდებლად ან იყოს დისტანციურად პილოტირებული, ასევე იყოს მარტივად ცვეთადი და პირიქით, რეგენერაციის შესაძლებლობის მქონე და ჰქონდეს როგორც ლეგალური, ასევე არალეგალური დატვირთვა“. ბალისტიკური, ან ნახევრად ბალისტიკური ხომალდები, საკრუიზო რაკეტები და საარტილერიო ჭურვები უპილოტო საჰაერო ხომალდებად არ ითვლება. ბოლოდროინდელი ბრიტანული სახელმძღვანელო კი უპილოტო საჰაერო ხომალდს განმარტავს, როგორც „ხომალდი, რომელიც შექმნილია ან მოდიფიცირებულია ისე, რომ არ სჭირდებოდეს პილოტი, ოპერირდება დისტანციური მართვის მეთოდით ან შეზღუდული აქვს ოპერირების ავტონომიური რეჟიმი. ICAO და ევროპული კომისია უპილოტო საჰაერო ხომალდს აღწერს, როგორც ფართო ტექნოლოგიაში არსებულ უპილოტო ხომალდების ნაწილს, რომელიც დაპროგრამებულია ავტონომიური ფრენის რეჟიმით.

ჩვეულებრივ, დრონებს ჩამონტაჟებული აქვთ შორი მანძილისა და ძლიერი ხედვის კამერა, მკვეთრი გადაღების ვიდეო, ინფრაწითელი კამერები, რომლებიც შემდეგ უგზავნიან მოცემული თარიღით გადაღებულ მასალას მიწაზე არსებულ ხელსაწყოს. ჩვეულებრივ ისინი აღჭურვილი არიან IMU/GPS სისტემით, ან თანაარსებობენ/წვდომა აქვთ ისეთ პროგრამებთან, როგორებიცაა Google Earth-ის მონაცემთა ბაზა, თერმულ/ძალის/მანძილის/ფოტომეტრიულ მაღალი მგრძნობელობის სენსორები, მიკროსქემური დაფები IP Software-ით, ხოლო მათი საშუალებით ხდება მასალის უსაფრთხოდ ჩაწერა და შენახვა. ტექსტიმეტრის, ალტიმეტრის, მობილური ჰოტსპოტების, RFID ტეგების და სხვა უახლესი ტექნოლოგიების ფართო სპექტრი გამოიყენება, როგორც საჰაერო ინდუსტრიაში, ასევე უპილოტო საჰაერო სისტემაში. ზოგადად, ისინი ასრულებენ ფართო სპექტრის დავალებებს, თუმცა მათი გამოყენების მიზნიდან გამომდინარე, ისინი განსხვავდებიან ფორმით, ღირებულებითა და შესაძლებლობებით. დრონს აქვს მცირე ზომის საფრენი ობიექტის ფორმა, რომელიც გვხვდება სხვადასხვანაირი აგებულებითა და ზომებით, რომელიც ფრენს ვერტიკალურად, ზოგიერთი ფიქსირებული ფრთებით, ერთი ან რამდენიმე პროპელერით და ინარჩუნებს ბალანსს ფრენის დროს ბატარეების ხარჯზე, რომლებიც მუშაობს brushless ელექტროძრავით. მათი უმრავლესობა დისტანციურად კონტროლირებადი, ავტონომიური ან ნახევრად ავტონომიურია, არ აქვს მნიშვნელობა, როცა იგი მოძრაობს თუ ჰაერშია გაჩერებული, მაშინაც კი მინიმუმამდე დაყვანილი ადამიანის ჩარევის საჭიროება. ადამიანი დრონის ოპერირებას უზრუნველყოფს მიწის ზედაპირიდან კომუნიკაციის სპეციალური ხელსაწყოებით, როგორებიცაა პლანშეტი, ბორგ-კომპიუტერი, WiFi კავშირის მქონე სმარტფონი. ზოგიერთი მათგანს შეუძლია ავტონომიურად შეასრულონ მისიები, დისტანციურად მიიღონ ფრენის გეგმა და შეასრულონ, ლითიუმის პოლიმერის ბატარეის დონის განსაზღვრა შეძლონ დამოუკიდებლად, ფრენა შეასრულონ ეროვნული რეგულაციების დაცვით, მიიღონ და დაამუშაონ სერვერიდან მოწოდებული მონაცემები, ითანამშრომლონ ხელოვნური ინტელექტის სისტემასთან რიალურ დროში.

ტექნიკური შემოწმების მიზნით, ხშირად მოწმდება მიწიდან წამოსული რადიო სიგნალები, იმ შემთხვევაში, თუ სიგნალი დაიკარგა, დრონი ჰაერში

გაჩერებულ მდგომარეობაშია, რამდენიმე წამის შემდეგ, ღრონი სახლში დაბრუნების რეჟიმს რთავს და ავტომატურად ეშვება იმ ადგილას, საიდანაც აფრინდა. ოპერატორმა შეიძლება გამოყენოს „სახლში დაბრუნების“ ლილაკიც და ამ შემთხვევაშიც, ღრონი იმავე კოორდინატების მიმართულებით ფრენს თავის სიმაღლეზე, ხოლო შემდეგ დაბლა ეშვება ზუსტად იმ ადგილას, საიდანაც აფრინდა.

ძალიან მნიშვნელოვანია, სწორად განისაზღვროს ღრონის პოტენციური კომერციული გამოყენებისთვისაც. ავტორები მთელი ისტორიის მანძილზე დიდ ძალისხმევას დებდნენ, რათა მნიშვნელოვანი ნაბიჯები ყოფილიყო გადადგმული ღრონების კატეგორიებად დაყოფასთან დაკავშირებით. ხელმისაწვდომი უპილოტო საჰაერო ხომალდების კლასიფიკაცია ყოველთვის იყო საყურადღებო და მუდმივ საჭიროებას წარმოადგენდა ღრონების საზოგადოების მიღმაც. Everaerts გვთავაზობს ღრონების ყოვლისმომცველ სიას: საჰაერო ხომალდებს და სატელიტური პლატფორმებს, მაღალი და დაბალი სიმაღლის მქონე უპილოტო საჰაერო სისტემებს. კვლევის შედეგად ვაჩანალიშებთ, რომ კატეგორიები მოიცავს ფართო სპექტრს, რომლებიც განსხვავდება ერთმანეთისაგან სპექტრული რეზოლუციით, მოქნილობით, დისტანციური მგრძნობელობის მისიებით, ეკონომიკური ღირებულებით, ხარისხით, სივრცული სიზუსტით, მიზნის სხვადასხვაობით, სიჩქარის განახლებითა და გაშუქების ხარისხით. გეოლოგიურ ჭრილში Eisenbeiss გვთავაზობს კვლევის შედეგებს და წარმოადგენს კლასიფიკაციას შემდეგი მახასიათებლების მიხედვით: მანევრირება, გამძლეობა, ამინდი და ქარი. აგრეთვე არსებობს ვან ბლაინბურგის ფრიალ საყურადღებო მოსაზრებები, იმის შესახებ, რომ ღრონები კლასიფიცირდება ზომის, წონის, ოპერირების მასშტაბის და სერთიფიცირების მიხედვით და ამასთან განსაზღვრავს ორ ერთმანეთისგან განსხვავებულ ეკოსისტემას: ნანო-მიკრო-მინი და ახლო-მოკლე-საშუალო მანძილის უპილოტო საჰაერო სისტემას. შემდეგი კლასიფიკაცია ეხება ოპერატორს: სამოქალაქო ან სამხედრო. გარდა ამისა, არსებობს კიდევ ორი კატეგორია ფრენის ტიპის მიხედვით, როგორებიცაა პროპელერირანი ხომალდი და ხომალდი ფიქსირებული ფრთებით. საბოლოოდ ისინი კლასიფიცირდება ზომით, რომელიც განისაზღვრება მისი სიგრძით, წონით, რომელიც განისაზღვრება დაგვირთული მასით, რაც გულისხმობს მასზე დამაგრებულ სენსორებს, სპექტრულ ანალიზატორებსა და ვიდეო კამერებს.

დრონების რაღაც გარკვეულ ხარისხამდე სტანდარტიზაციის ნაკლებობამ ბოლო წლებში ჰარმონიზირებული მარეგულირებელი პანორამის მკვეთრი წინსვლა განაპირობა. უპილოტო საჰაერო ხომალდების კლასიფიკაციასა და კატეგორიზაციაზე სრულყოფილი მიმოხილვა ISO/AWI 21895 - ის მიერ შემუშავდა, თუმცა ჯერ კიდევ კონსტრუქციის პერიოდშია. მას შემდეგ მიმდინარე მოვლენები და მიღებული გადაწყვეტილებები დამამტკიცებელი საბუთია იმისა, რომ აისოს მიერ აქტიური საბუთაოები გარდება მოცემულ საკითხებთან დაკავშირებით.

1.2. უპილოტო საჰაერო ხომალდების დანიშნულება

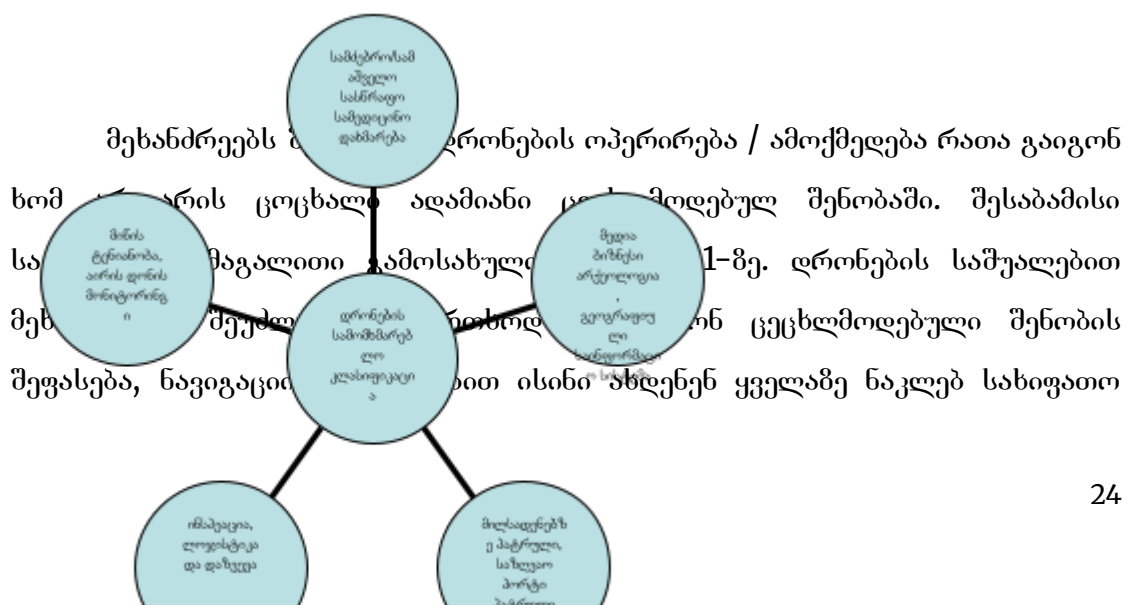
ბოლო 50 წლის მანძილზე კვლევებმა, საინჟინრო ტექნოლოგიებმა რამოდენიმე კვანტური ნახტომი შეასრულა და უპილოტო საჰაერო სისტემა ერთერთი კვანტური ნახტომი იქნება ტექნოლოგიის ისტორიაში. უპილოტო საჰაერო სისტემამ ისეთი შესაძლებლობების დემონსტრაცია მოახდინა, როგორიცაა სიბნელეში, ნისლსა და ცუდი ხედვის არეალში ოპერირება. უფრო მეტიც, ეს პლატფორმა გარკვეული საჰაერო სივრცისათვის ყველაზე შესაფერისად ითვლება, ამაჩქარებლებისა და გიროსკოპების გამოყენებით იგი ოპერირებს ისეთ სივრცეში, სადაც ვერ იფრენს პილოტიანი საჰაერო ხომალდი. უახლესი ხელსაწყოების დიდი არჩევანის გათვალისწინებით, ზოგიერთ მათგანს აქვს წვდომა ავტომატურად კონტროლირებად სანავიგაციო სისტემებზე.

დრონს ასევე შეუძლია დახმარება გაუწიოს ოპერატორს სტიქიური ან სხვა რაიმე კატასტროფის შემცველი მოვლენის აღმოჩენაში, გრანსპორტის, აგრიკულტურული ავიაციისა და ტყეში ხანძრების გაჩენის რისკების ანალიზში. ის განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს იმ არეალში, სადაც სამძებრო-სამაშველო საბუთაოები ხორციელდება. დრონები ასევე უზრუნველყოფენ იმ დამხმარე ქმედებებსაც, რაც ითვალისწინებს ველურ პირობებში მონიტორინგს და სასწრაფო სამედიცინო დახმარების აღგებში მიგანას.

დრონებს ასევე ხშირად იყენებენ როგორც საჰაერო სივრციდან, შედარებით ახლო მანძილზე ფოტოგრაფიისათვის, ასევე სათვალთვალო ფუნქციითაც. შესაძლოა, უმეტესად დრონები აღიარებულ იქნას, როგორც მიგანის სერვისთან დაკავშირებული პრობლემების გადაჭრის შესაძლებლობად და როგორც სხვა დანარჩენი ავტომატიზირებული მოწყობილობები, განვითარდეს ისე,

რომ კაშხლების ინჟინერიასთან დაკავშირებული სვადასხვა ოპერაციებიც შეითვისოს. ამ კომპაქტურ, დისგანციურად მართვად მოწყობილობებს შეუძლია შემოგეთავაზონ ინტერვენციისა და ზედამხედველობის სერვისი, რათა დაიცვან კერძო საკუთრება მოულოდნელი სახიფათო სიტუაციებისგან, განსაკუთრებით კი რაიმე სახის კრიმინალისგან. ბევრი მკვლევარისა და მწარმოებლის დიდი სურვილია, შექმნან დრონები, რომლებიც მონაწილეობას მიიღებენ ადამიანების ყოველდღიურ ცხოვრებაში, თუმცა სისტემური კატეგორიზაციის ნაკლებობის გამო, ოპერატორები ვერ ახორციელებენ თავიანთ სურვილებს, რადგან არ შეუძლიათ აირჩიონ დრონის რომელიმე კატეგორია, რომელიც მოცემულ დავალებას შეესაბამება. დრონების სექტორს აქვს არაჩვეულებრივი პოტენციალი, მაგრამ ყურადსაღები კითხვა არის ის, თუ რა შეუძლია მას თავის კლასთან მიმართებაში და რა არა. სტაგებში ავგორები ხშირად გამოყოფენ დრონის ხუთ ძირითად პოტენციურ სექტორს: გადაუდებელი სამუშაოების, დედამიწაზე დაკვირვების, ინფრასტრუქტურის მონიტორინგისა და შემოწმების, გარემოს, თავდაცვა და უსაფრთხოების სექტორებს. თითოეულ მოწყობილობას უნდა ჰქონდეს აღჭურვილობის სპეციფიკური კომპლექტი, ფუნდამენტალური მსგავსებები ან განსხვავებები, რათა რომელიმე ზემოთ მოცემულ ჯგუფში გაერთიანდეს. პირველ რიგში, თითოეული სექტორის ძირითადმა მახასიათებლებმა და მთავარმა ტექნოლოგიებმა დეტალურად უნდა გაითვალისწინონ საზოგადოების მოტივები და დამოკიდებულებები. მეორეც, ამ მიდგომით, ზოგიერთი პროდუქტი წარმოდგენილია ილუსტრაციისა და იდენტიფიცირების ფუნდამენტალური განსხვავებების აღმოჩენის მიზნით, რაც საჭიროა არსებობდეს კატეგორიებში. კომერციული მიზნით გამოყენებადი დრონების კლასიფიკაცია მოცემულია სქემა 1.

სქემა 1. კომერციული მიზნით გამოყენებადი დრონების კლასიფიკაცია



ბილიკის შერჩევას ცეცხლის ალში. უფრო მეტიც, უპილოტო საჰაერო მოწყობილობების საშუალებით ხდება ტყეების ხანძრების მონიტორინგი და ავტომატიზირებული მარშრუტების შემუშავება.

სურათი 1. ხელი სახანძრო დრონიდან ხანძრის შედეგად დაზარალებულთა ან გადარჩენილთა დასახმარებლად



(წყარო: <http://www.fireengineering.com>)

სამძებრო-სამაშველო და კატასტროფის მართვის მისიებს მრავალი საერთო მიზანი აერთიანებს. დრონები, რომლებიც საზედამხებელო მისიას ასრულებენ კონკრეტული ლოკაციის, ადგილმდებარეობის და გარკვეული გეოგრაფიული არეალის მიხედვით. დაკვირვებას ახდენენ ქარიშხლის, ვულკანური ამოფრქვევის, მიწისძვრის ან წყალდიდობის დროს. ჰუმანიტარული დახმარების კონცეფცია ბუნებრივი საფრთხეების კვლევისას და მონიტორინგისას გულისხმობს წყალდიდობისას დაზიანებული ტერიტორიის რუკის შექმნას, ჰიპერსპექტრული გამოსახულების ვიზუალიზაციას, მღვებსა და ოკეანეებში ყინულის და ატმოსფეროში გამონახობის გადაადგილების დაკვირვებას. უფრო მეტიც, უპილოტო საჰაერო მოწყობილობები უპრობლემოდ ახორციელებენ საგზაო ამინდის შემგროვებელ სისტემებთან წვდომას, რომლებიც აგროვებენ ინფორმაციას ამინდის, წყალდიდობის და ხანძრის შესახებ, ხოლო ამასობაში მათი პროგრამული უზრუნველყოფის ინტერფეისი გზაგამნის მონაცემებს სახმელეთო სადგურებში.

საგვითო დრონებს შეუძლიათ უმნიშვნელოვანესი როლი შეასრულონ საკურიერო მომსახურებაში, საცალო ოპერაციებსა და სპეციალურად მოწყობილ მიწოდების ცენტრებში, რომლებიც ამრუნველყოფენ გარკვეული ნივთების მიწოდების სერვისს. მაგალითისათვის სურათი 2-ზე გამოსახული, ალექს მომონტის მიერ შექმნილი დრონი მზად არის გადაუღებელი რეაგირება მოახდინოს საჭიროების შემთხვევაში. ის ფოკუსირებულია ყველაზე აქტუალური გამოყენების

შემთხვევაზე: ავტომატიზირებული გარეგანი გამოყენების ლეფიბრილატორის მიწოდებაზე – რომელ შემთხვევაშიც რეაგირების დროის ერთ წუთამდე შემცირება, გადარჩენის მაჩვენებლის 10%-იან ზრდას იწვევს.

სურათი 2. სასწრაფო დახმარების დრონი



(წყარო: <http://www.top10drone.com>)

სამშენებლო ინდუსტრიის განსაკუთრებული ინტერესიდან გამომდინარე დრონებს შეუძლიათ ფართო ხედვის სურათის ან ვიდეოს შექმნა, რათა მოხდეს შენობის მშენებლობის პროცესის დაარქივება ან მიმდინარე პროექტის განვითარების საფეხურების აღწერა. დრონები ხელს უწყობენ უსაფრთხოების ნებისმიერი ხარვეზის, რეგულირებისა და უსაფრთხოების შესაბამისობასთან დაკავშირებული საკითხების გამიჯვნას. ნებისმიერი ინდუსტრია, რომელიც საჭიროებს მაღალი სიზუსტის კვლევებს, ისეთს როგორიცაა მაგალითად გარემოსთან დაკავშირებული მონაცემები ან კიდეც ქიმიური და ნავთობის დაღვრის მონიტორინგი, დიდ შესაძლებლობებს მისცემს უპილოტო საჰაერო სისტემების გამოყენება. დრონების გამოყენების შემთხვევაში ინდუსტრია გაცილებით იოლად შეძლებს დააკვირდეს სამუშაოს შესრულების პროგრესს, გამოავლინოს დარჩენილი მასალები ან თუნდაც მცირე ცვლილებები, უმოკლეს დროში შექმნას 3D მოდელირებული სურათი და თვალყური ადევნოს დიდ ფართობზე განფენილ ობიექტს. ზედაპირის გეოგრაფიული კვლევის ან მოცულობის განმსაზღვრელი კარგი მაგალითი შეიძლება იყოს პირობითი სადგური (conventional station), რომელიც 2 დღის მანძილზე 24 საათის განმავლობაში მუშაობს 16.000 ტონა მოცულობის მიწაზე, იმავე სამუშაოს კი დრონი 2 საათიანი მუშაობის შედეგად შეასრულებს.

უძრავი ქონების აგენტებმა შესაძლებელია გამოიყენონ დრონი გარკვეული მიწისზედა მონაცემების შესაგროვებლად, მიდამოს ან ტერიტორიის

მონიტორინგისთვის და ლანდშაფტის დისტანციური დათვალიერებისთვის, რომელიც გამოგანილია გასაყიდად ან გასაქირავებლად. დრონის საშუალებით იოლად არის შესაძლებელი ინფორმაციის თარგმნაც კი გამოუცდელი მომხმარებლისთვის. სადამღვეო აგენტებს შეუძლიათ დაამატონ 3D ნახაზები და ლანდშაფტის სწრაფი რუკები (ისე როგორც სურათი 3.-ზეა გამოსახული) საკუთარი სადამღვეო კომპანიების გეგმებსა და მოცულობით კალკულაციებში. სადამღვეო კომპანიის ინსპექტორებსა და მომრიგებლებს შეუძლიათ დრონების სადამკვირვებლო საქმიანობისთვის გამოყენება (მგ. სახურავების დათვალიერება).

სურათი 3. დრონი ახორციელებს სადამღვეო სარჩელის მონიტორინგს



(წყარო: <http://www.top10drone.com>)

დრონები ასევე ახორციელებენ ლოჯისტიკის რეალურ დროში დაკვირვებას. უფრო იაფი, მსუბუქი, თერმული კამერების ტექნოლოგიურმა განვითარებამ კიდევ უფრო გააფართოვა დრონების ჩართულობის არეალი, თუმცა ფრენისხანგრძლივობა და უმსუბუქესი ბატარეა კვლავ წარმოშობს გარკვეულ შეზღუდვებს.

დრონებმა შესაძლებელია არნახულად დიდი დროის დამოგვა შეძლონ, როდესაც საქმე ეხება ფართო მასშტაბის მიწის დისტანციურ სკანირებას/დათვალიერებას.

დრონები დიდ ღახმარებას წვეს ელექტროგადამცემი ხაზების შემოწმებისას, ისინი გაცილებით მუსტი, ეკონომიური, მარგივი და სწრაფი საშუალებებია შემოწმების არსებული მეთოდებისგან განსხვავებით. მათ შეუძლიათ მოცულობითი სკანირების, საბოლოო მონაცემების AutoCAD-ში გადაცემა, თერმული გამოსახულების და 3D ლაზერული სკანირების მოწყობილობის შეთავაზება. მათ შეუძლიათ სასიცოცხლოდ აუცილებელი და მნიშვნელოვანი დროის დამოგვა და

ელექტრიკოსებისთვის შესაძლებლობის მიცემა, რომ ფოკუსირდნენ სარემონტო სამუშაოებზე და უსაფრთხოების გაუმჯობესებაზე. ღრონებს შეუძლიათ დიდი დახმარება გაუწიონ ელექტრო, მექანიკოს და სანგეჟნიკის ინჟინრებს ელექტრო სადგურებზე საჭირო ნაწილების შეცვლა-განახლებაში.

მკვლევარები და გეოგრაფიული ინფორმაციის სპეციალისტები შესაძლოა დაეყრდნონ ღრონების საშუალებით შექმნილ რუკებს რათა დაზოგონ დრო და ხარჯები კვლევებსა და რუკების შედგენაზე. ამ შემთხვევაში ზუსტი მონაცემების შეგროვებისათვის საჭირო დრო მნიშვნელოვნად არის შემცირებული. ღრუბლების ქვედა ღონის შესახებ ზუსტი და დეტალური მონაცემების წარმოებით - გეოგრაფიული ცნობების ციფრული ფორმით - მკვლევარებს შეუძლიათ შეაგროვონ განმეორებადი ხასიათის მქონე 3D ღრუბლების ფორმაციის მონაცემები და გამოიყენონ მცირე ფრენებისთვის რამოდენიმე კვადრატული კილომეტრის ზედაპირზე. საგრძნობლად მცირე დროის მიწის ზედაპირზე გატარება გულისხმობს, რომ ჩართული პერსონალის უსაფრთხოება უზრუნველყოფილია საშიშროებების წინასწარი შეფასებით, საშიშროებების, რომლებიც შესაძლოა წარმოიშვას სამშენებლო ადგილების ამომვის ან სახელების, ფერდობების რეალური ფორმების ან კიდევ გადაგვირთული საგზაო ბილიკების კვლევისას. მნიშვნელოვანმა ძვრებმა პროგრამულ უზრუნველყოფაში დიდი როლი შეასრულა ორთოფოტოგრაფიის კუთხით მნიშვნელოვანი ცვლილებების განხორციელებაში. სხვა დამატებითი აქტოვობები გულისხმობს და მოიცავს ძირითად ლითო-ლოგიკურ შემლუდვებს, ფერდობებსა და ნიადაგის მოცულობების იდენტიფიცირებას და გეო-სტრუქტურული თვისებურებების, როგორიცაა ფერდობის გეომეტრია იდენტიფიცირებას. გარდა ამისა, ღრონებს შეუძლიათ მეცნიერებს დაეხმარონ ღრუბელთა მიკროფიზიკაში, ამინდის პროგნოზირებასა და მეტეოროლოგიაში, ფიზიკურ ოკეანოგრაფიაში, მაგნიტური ველების, ვეგეტაციის, ოზონის ქიმიის, რადიაციული ღონის, გროპოსფერული დაბინძურების და ჰაერის ხარისხის შესახებ ინფორმაციის მიღებაში. მედია ბიზნესის წარმომადგენლებს, როგორიცაა კინოსა და მხატვრული ფილმების, აგრეთვე ახალი ამბების პროფესიონალები, შეუძლიათ ღრონის ოპერირება, რათა მიიღონ გაცილებით უფრო ხარისხობრივი და სანახაობრივი ლაივ კადრები. ამ მფრინავ პლათფორმას შეუძლია შექმნას მაღალი სივრცითი რეზოლუციის მქონე ფოტოები, იმ

შემთხვევებში, როდესაც არსებული ვერგმფრენების ოპერირება საჰაერო მეტრაჟისათვის შეუძლებელია ან არ არსებობს, ან ისეთი ადგილებისათვის, რომლებიც ვერგმფრენისათვის მიუღწეველია. დრონები დიდ დახმარებას წევენ საჰაერო რეკლამების ან კომერციული ფოტოგრაფირებისას და მათი ილუსტრირებული მაგალითი მოცემულია სურათი 4-ზე.

სურათი 4. საჰაერო ფოტოგრაფირებისათვის მედიაში



(წყარო: www.quadcopters.co.uk)

დრონი არქეოლოგიას დიდ დახმარებას გაუწევს ორთო-ფოტო სტერეო გეგმის გეოლოგიური რუკის მეშვეობით. სტუდენტებს შეუძლიათ დრონის პროგრამირება და ოპერირება უახლესი მოდელის კალიბრირებული კამერით და მიწის სკანირების განხორციელება არც თუ ისე ადვილად მისაღწევ ადგილებში. უმარმამარმა მოთხოვნამ სტიმულირება მოახდინა დრონებისათვის სამეცნიერო აპლიკაციების შექმნაზე, რომლებიც მუშაობენ აგმოსფერული მონიტორინგის და ჰიპერსპექტრული გამოსახულებების კუთხით.

დრონებს შეუძლიათ ხელი შეუწყონ მოსავლის სიჯანსაღის შეფასებაში (სურათი 5), სასოფლო-სამეურნეო კვლევებში, მავნებლების განადგურებაში. ფერმერებს უფლება აქვთ გამოიკვლიონ დრონების საშუალებით შედგენილი რუკები, რათა დროულად შეამჩნიონ მიწის ცვალებადობა და მცირე ცვლილებებიც კი ციფრული რელიეფის მოდელით. დრონები დახმარებას უწევენ ფერმერებს დაზიანების ძირითდი მიზეზის დადგენაში.

სურათი 5. მარცვლეულის მონიტორინგისთვის არსებული უპილოტო საჰაერო ხომალდი



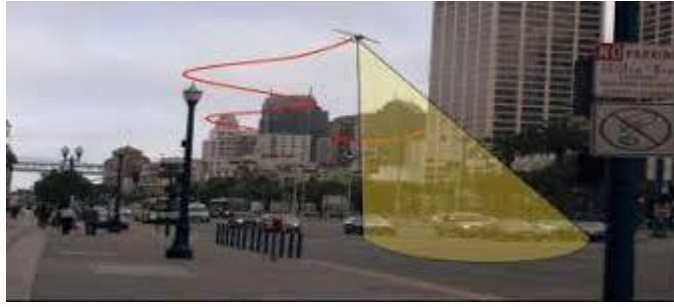
(წყარო: www.michfb.com)

დრონი აქტიურად გამოიყენება სამეცნიერო და სასწავლო დანიშნულებით, სამეცნიერო კვლევებში ფაკულტეტებისა თუ სტუდენტებისათვის. UAS გამოყენება ლაბორატორიაში, ჯგუფურ პროექტებსა თუ კლასში ჯერ კიდევ სიახლეა, თუმცა მისი პოპულარობა იზრდება რადგან ის არამხოლოდ ფილმების გადასაღებად არის ხელსაყრელი არამედ გზას უხსნის უამრავ ახალ აკადემიურ სფეროს.

ეს ძლიერ დახვეწილი მანქანები გეთავაზობს ახალ განზომილებებს გამეორებადი გამოსახულებების სიზუსტის დასაფიქსირებლად ბიოლოგიაში, ველურ ბუნებაში, ბოტანიკაში და სასოფლო სამეურნეო კვლევებში. და ბოლოს, დრონის მეშვეობით შეიძლება დავაკვირდეთ მღვაში ყინულის მოძრაობას, ასევე ნიადაგის დაგენიანებას და ღრუბელში გაზის ღონე განვსაზღვროთ.

დრონი აქტიურად გამოიყენება საგზაო მოძრაობაზე დასაკვირვებლად. ეს უპილოტო მანქანები გამოიყენება ტრანსპორტზე თვალთვალის მონაცემების შესაგროვებლად. დრონის მეშვეობით ხდება საუკეთესო მარშრუტის არჩევა პოლიციისთვის საგზაო თუ სხვა გადაუდებელი შემთხვევებისას, რადგან დრონი იკვლევს ტრანსპორტის გადაადგილებას კონკრეტულ მონაკვეთზე, ასევე გამოყენებადია პარკირების გასამარტივებლად. საგზაო მოძრაობის ეფექტიანი კონტროლის მიზნით დრონების გამოყენება ძალიან ხშირია, ისინი ხარჯის კუთხითაც ძალიან ეფექტიანია, ცუდი ამინდის თუ საევაკუაციო პირობების დროს მათი მიზანია დააკვირდნენ მოძრაობის გაანგარიშებულ სიმჭიდროვეს და ტრანსპორტის ტრაექტორიას.

სურათი 6. მიმოსვლის მონიტორინგისთვის არსებული უპილოტო საჰაერო ხომალდი



(წყარო: www.web.mae.ufl.edu)

დრონების გამოყენება ასევე ხდება არალეგალური თევზაობის გამოსაფლენად. დრონებით სარგებლობა ძალიან ეხმარება გამოძიებას და ასევე ხარჯების კუთხით ეფექტურია.

დრონები საგამოძებო უწყებებს ეხმარება ეგრეთ წოდებული სენსიტიური ადგილების დათვალიერებაში, პოტენციური დანაშაულის ადგილების მონიტორინგში, მილსადენებზე პატრულირებაში, ასევე საპორტო კონტროლში. ასევე დრონის მეშვეობით კონტროლდება ბიოლოგიური, ატომური ქიმიური საფრთხეები.

1.3. უპილოტო საჰაერო სისტემების აღწერა

სამოქალაქო ჰაობისა და კომერციული უპილოტო საფრენი აპარატების ამჟამინდელი საბაზრო წილი შედარებით მცირეა, 2016 წელს სამხედრო, 3 მილიარდიანი დოლარის ან 11% -იანი წილის ბაზარზე. ამასთან, პროგნოზები თანხმდება უპილოტო თვითმფრინავების სამოქალაქო გამოყენების სწრაფ მზდაზე და მათ ეკონომიკურ გავლენაზე მსოფლიო ბაზარზე. Goldman Sachs- ის პროგნოზით, 2020 წლისთვის, სავარაუდო \$100 მილიარდ აშშ დოლარის ნიშნულს მიაღწევს უპილოტო საფრენი აპარატების ყოფნა ბაზარზე რაც 30% იქნება სამოქალაქო სექტორში. UAV უკვე ინტენსიურად გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში, საჰაერო ფოტოგრაფიაში, გეოდეზიაში, სამართალდამცავი ორგანოებში, რეკლამირებაში, მშენებლობის უსაფრთხოებაში და პაკეტისა და საკვების მიწოდებაში. ინდუსტრიის უდიდესმა წარმომადგენლებმა, როგორიცაა Amazon, DHL და Google, უკვე გამოსცადეს და გამოიყენეს UAV სხვადასხვა სამოქალაქო მიზნებისთვის, მაგ. პაკეტის მიწოდება. ლონდონის ყოფილმა მერმა

ბორის ჯონსონმა მხარი დაუჭირა UAV- ებით შეფუთვების მიტანის გადაწყვეტილებებს, რაც ქალაქში გადატვირთულობის პრობლემის მოგვარებას დაეხმარება.

UAV- ების გაზრდილი გამოყენება ურბანულ გარემოში გაზრდის უბელური შემთხვევებისა და ინციდენტების რისკს, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ადამიანის სიცოცხლის მოსპობა ან მატერიალური ზიანი. გარდაუვალია ისიც, რომ უახლოეს მომავალში უპილოტო თვითმფრინავები და დაკომპლექტებული თვითმფრინავები გაიზიარებენ იმავე საჰაერო სივრცეს. ეს უამრავ დაბრკოლებას და გამოწვევას უქმნის უპილოტო საფრენი აპარატების ექსპლუატაციას. ჰაერში შეჯახების თავიდან აცილების პრობლემა შეიძლება გახდეს უპილოტო საავიაციო სისტემების შემდგომი განვითარების ერთ-ერთი შემზღუდველი ფაქტორი. **ჩვენი მოდელის შექმნისას ჩვენ სისტემატურად ვეძებდით ურბანული UAV ოპერაციების გამოწვევებსა და გადაწყვეტილებებს. ჩვენ წარმოგიდგენთ გამოწვევებს, რომელთა გადაჭრაც აუცილებელია, რათა ურბანული უპილოტო საფრენი აპარატების უსაფრთხო და ეფექტური განხორციელება შესაძლებელი გახდეს.** გამოწვევები გამოვლენილია ლიგერატურიდან, ინციდენტების მოხსენებებიდან და ექსპერტთა ინტერვიუებიდან. ასევე წარმოდგენილია გადაწყვეტილებები, სადაც ეს შესაძლებელია. გამოწვევები კატეგორიულად განეკუთვნება სათვალთვალო, ნავიგაციის, კომუნიკაციის, კოორდინაციის, საჰაერო პოლიციისა და სახმელეთო მომსახურებების სფეროებს.

მინდა ხაზი გაუსვა იმ მთავარ გამოწვევას რის წინაშეც ქვეყნები შეიძლება დადგეს. ზემოთ ვახსენეთ რომ სამოქალაქო სივრცეში ღრონების სიმრავლე გარდაუვალია შესაბამისად მათი მონიტორინგი და მართვა ყველაზე მნიშვნელოვანი გამოწვევაა. მაგალითისთვის საჰაერო მიმოსვლის მეთვალყურეობა არის საჰაერო ნავიგაციის სერვის პროვაიდერის მრავალი ფუნქციის ძირითადი წინაპირობა. ოპერაციების ამჟამინდელი კონცეფციის თანახმად, მეთვალყურეობა მიიღწევა პირველადი და მეორადი რადარების და ავტომატური დამოკიდებული მეთვალყურეობის (ADS) გამოყენებით. მეთვალყურეობა საჰაერო მიმოსვლის კონტროლერს აძლევს ინფორმაციას, რომელიც საჭიროა უსაფრთხო და ეფექტური საჰაერო მიმოსვლის შენარჩუნებისთვის. ეს მონაცემები ნაჩვენებია ეკრანზე, რომელსაც საჰაერო

მიმოსვლის კონტროლერები იყენებენ კონფლიქტების მოგვარების გადასაწყვეტად. სამუშაოს გადაგვირთვის თავიდან ასაცილებლად, საჰაერო სივრცე დაყოფილია სექტორებად და თითოეული სექტორი ენიჭება ორი გიპის კონტროლერის გუნდს ვის მოვალეობაშიც შედის დაგეგმვა და აღსრულება (planning and executive). ამჟამად, ერთ სექტორში ერთდროულად მონიტორინგის მქონე თვითმფრინავების სავარაუდო რაოდენობა დაახლოებით 30-დან 40-მდეა. ეს მაგალითი იმისთვის მოვიყვანე რომ თვალნათლივ მეჩვენებინა თუ რა ფიზიკური რესურსები დაგეგმირდება იმისათვის რომ მსგავსი მოდელით ვისარგებლოთ უპილოტო საჰაერო ხომალდების მონიტორინგისას. ასევე რადარზე დაფუძნებული მეთვალყურეობის მეთოდები ჩვენ შემთხვევაში თითქმის შეუძლებელია რადგან ჩვენ გვაქვს „ურბანული კანიონები“ სადაც ხილვადობა არ არის გარანტირებული და ვერ მოხდება რიალურ დროში თვალყურის დევნება უპილოტო ხომალდებზე. სარადარო სისტემის პრობლემა ასევე სისტემის მტყუნების არსებობაა, რადგან ურბანული გარემოში მიმართულ რადარს უწევს ბევრი მოძრავი ობიექტის გაფილტვრა, მაგალითად მანქანები, ფეხით მოსიარულეები და ა.შ.

არსებობს უპილოტო საფრენი აპარატების გამოვლენის სპეციალური სისტემები, მაგალითად, SharpEye-X ლიპაპზონის რადარი ელექტრო-ოპტიკური დაწყვილებით, რომელსაც შეუძლია გიპიური უპილოტო საფრენი აპარატების ამოცნობა 1 კმ მანძილზე (სურათი 7.ა). ეს სისტემა შეიძლება გამოყენებულ იქნას აეროპორტების, ელექტროსადგურების ან სხვა კრიტიკული ეროვნული ინფრასტრუქტურის დასაცავად, თუმცა ის არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას ურბანულ გარემოში „ურბანული კანიონებიდან“ გამომდინარე. სხვა გამოვლენის მიდგომები ეყრდნობა უპილოტო საჰაერო ხომალდებიდან რადიოსიხშირული (RF) სიგნალების დაფიქსირებას, როგორიცაა Aaronia Drone Detection System (სურათი 7.ბ). ამ სისტემას შეუძლია UAV-ების ამოცნობა ხშირად გამოყენებული სიხშირეების საფუძველზე, როგორიცაა 35 მეგაჰერციანი, 430 მეგაჰერციანი, 460 მეგაჰერციანი, 2,4 გიგაჰერციანი ან 5,8 გიგაჰერციანი, ეს ყველაფერი ხშირად გამოიყენება უპილოტო თვითმფრინავებთან კომუნიკაციისთვის. გამოვლენის ლიპაპზონი 7 კმ-მდეა, ხოლო კუთხის გამოვლენის რეზოლუციაა 2°-3°. კიდევ ერთი საინტერესო მახასიათებელია ის, რომ სისტემას ოპერატორის ლოკაციის ამოცნობაც შეუძლია. ამ სისტემის მუშაობისთვის ერთი წინაპირობა უნდა

დაკმაყოფილდეს და ეს არის ის, რომ უპილოტო საფრენი აპარატი უნდა გამოსცემდეს სიგნალს, რომელიც ყოველთვის ესე არ არის, განსაკუთრებით ხელნაკეთი უპილოტო ხომალდების ოპერირებისას ან კიდევ დრონის ავტომატური ფრენის გეგმაზე გაყოლის რეჟიმისას.

სურათი 7. უპილოტო საფრენი აპარატების გამოვლენის სპეციალური სისტემები: SharpEye X-band radar (ა) და Aaronia Drone Detection System (ბ)



უპილოტო თვითმფრინავების მეთვალყურეობის პრობლემის ერთ-ერთი აშკარა გამოსავალი არის უპილოტო საფრენი აპარატების გრანსპონდერით აღჭურვა. ამასთან, ეს გულისხმობს UAV ოპერატორების თანამშრომლობას. ალბათ, ყველა იურიდიულად მოქმედი უპილოტო საჰაერო ხომალდი შეიძლება აღჭურვილი იყოს გრანსპონდერით, მაგრამ გამოწვევაა აქ არა-კოოპერატიული ოპერატორების მეთვალყურეობა. ერთ-ერთი შესაძლო გამოსავალი არის სათვალთვალო ქსელი, რომელიც შედგება სენსორებისგან, რომლებიც მიმაგრებულია უმაღლეს შენობებსა და საჰაერო ბურთებზე. ასევე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს პოლიციის უპილოტო საფრენი აპარატები ცაში პატრულირებისთვის და გრანსპონდერი კანონიერი მუშაობის შესამოწმებლად. ეს გამოწვევა უკავშირდება საჰაერო პოლიციის გამოწვევას. კერძოდ, რა უნდა გააკეთოს, როდესაც არაღებულად მართული უპილოტო საჰაერო ხომალდი გამოვლინდება.

მცირე და მიკრო UAV-ების ნავიგაციას ბევრი საერთო აქვს ჩვეულებრივი თვითმფრინავების ნავიგაციასთან, თუმცა არსებობს მრავალი გამოწვევა, რომლებიც სპეციფიკურია UAV-ის ოპერაციებისთვის. ჩვეულებრივი საჰაერო ხომალდები, აქ განისაზღვრება როგორც ზოგადი და კომერციული საავიაციო გარემოში მოქმედი საჰაერო ხომალდები, ეყრდნობიან სხვადასხვა სიმაღლის

სანავიგაციო ინფრასტრუქტურას, რომელიც შედგება სახმელეთო, სატელიტური და ბორტ სისტემებისგან (on-board systems). ეს სისტემები ემთხვევა და ფარავს ერთმანეთის ფუნქციონირებასა და ხელმისაწვდომობას, რაც სათადარიგო სისტემების არსებობას განაპირობებს. ამ სანავიგაციო სისტემების გარდა, ყველა დაკომპლექტებულ თვითმფრინავს ასევე შეუძლია ფუნქციონირება ვიზუალური ნავიგაციის საფუძველზე, რომელიც ზოგიერთი თვითმფრინავის ნავიგაციის მთავარი რეჟიმია ან სხვებისთვის სარეზერვო. UAV-ებს შედარებით ნაკლები სისტემა აქვთ, ხოლო ის, რაც ხელმისაწვდომია, არ არის შესაფერისი ყველა გზის საქმიანობის მხარდასაჭერად, რომლებიც მოსალოდნელია UAV-ებისგან (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. ჩვეულებრივი საჰაერო ხომალდისა და უპილოტო ხომალდების სანავიგაციო ინფრასტრუქტურის ჩამონათვალი:

სანავიგაციო სისტემა	ჩვეულებრივი ხომალდი	უპილოტო საჰაერო ხომალდი
მიწისზედა რადიო-სანავიგაციო სისტემა (VOR2, ILS4, NDB1 , DME3,)	ხშირად გამოყენებული	არ გამოიყენება
სატელიტზე დაფუძნებული სისტემა (ABAS5, GLONASS , GPS, , Galileo)	ხშირად გამოიყენება	ხშირად გამოიყენება
On-board systems (INS6) ქართულად	ხშირად გამოიყენება მაგრამ არა სამოქალაქო ავიაციაში	ხშირად გამოიყენება GPS სისტემასთან ერთად.
ვიზუალური ფრენა	ხშირად გამოიყენება კომერციული საგვითო ხომალდებზე და უმეტესად აფრენა დაფრენის დროს	გამოიყენება მხოლოდ ექსპერიმენტალურ რეჟიმში

როგორც ცხრილი 1-დან ჩანს, მცირე და მიკრო UAV-ს არ გააჩნია სანავიგაციო სისტემების ჭარბი რაოდენობა, რაც ხელმისაწვდომია ჩვეულებრივი თვითმფრინავებისთვის. შესაძლებელია მემოთ ჩამოთვლილი რადიო-ნავიგაციის სისტემების მინიატურული ფორმით წარმოდგენა და გამოყენება მაგრამ, უპილოტო თვითმფრინავებზე მათი სიზუსტე არ არის საკმარისი იმ გზის ოპერაციებისთვის, რომლებიც მოსალოდნელია უპილოტო თვითმფრინავებისგან. სხვა გარემოებებთან ერთად, მიკრო UAV-ს იმოქმედებენ ქალაქებში, რომლებიც ხშირად

თვალთახედვის არიალს მიღმა შეფრიდნდებიან. ასევე UAV-ს შეიძლება მოუწიოს შენობის შიგნით ფრენა სადაც GPS სერვისის გამოყენება შეუძლებელია. სახმელეთო ობიექტებთან ურთიერთქმედება ასევე ერთ-ერთი გამოწვევაა.

არსებული ვითარება შეიძლება შეჯამდეს შემდეგნაირად:

- მცირე და მიკრო UAV-ს იყენებს ნავიგაციის ინფორმაციის ერთ წყაროს (ინტეგრირებული GPS / INS);
- ურბანულ გარემოში ფრენა მოითხოვს სათადარიგო მონიტორინგის ხელსაწყოებს;
- GPS-ის სერვისზე უარყოფილ გარემოში ფრენა მოითხოვს სანავიგაციო ინფორმაციის სხვა წყაროებს;
- მიწისზედა ობიექტებთან ურთიერთქმედება მოითხოვს მაღალ სიზუსტეს და უტყუარობას
- უკვე მიმდინარეობს კვლევა უპილოტო თვითმფრინავების ავტონომიური ვიზუალური ნავიგაციის შექმნის მიზნით.

დღეს უკვე მიმდინარეობს კვლევა ვიზუალური ნავიგაციის თემაზე UAV-ებზე გამოყენებით. ვიზუალური ნავიგაციის მიზანი, უპირველეს ყოვლისა, უპილოტო საფრენი აპარატის ლოკალიზაციაა წინასწარ შედგენილი რუკის მიხედვით. ეს შეიძლება გაკეთდეს ადგილობრივი რუკის აგებით ან რელიეფის მახასიათებლების აღრინდელი რუკის შესაგვეცხებით. მაგალითად, შესაძლებელი ავაგოთ სამგანზომილებიანი რუკა, UAV-დან გადაღებული კამერის სურათების საშუალებით და უპილოტო ხომალდის ექსპლუატაცია შეგვიძლია მოცემული რუკის გამოყენებით სადაც ფრენა ხდება ავტონომიური გადაწყვეტილებების გზით. შესაძლოა ავაგოთ ვიზუალური ალგორითმი რომელიც სპეციალურად იყენებს გლობალურ გეომეტრიულ შესაგვეცხისობას იმის უზრუნველსაყოფად, რომ ობიექტი დაცულია გლობალურ კოორდინატთა სისტემაში.

ასევე მნიშვნელოვანი კომუნიკაციის ტიპის განსაზღვრა თუ როგორ ხდება უპილოტო ხომალდის ექსპლუატაცია. ექსპლუატაციის წინ უნდა მოხდეს უსადენო კომუნიკაციის სპექტრის განსაზღვრა, რათა არ მოხდეს სხვა არსებულ რადიო ტალღურ სპექტრთან გადაფარვა. ასევე მნიშვნელოვანია ამ სპექტრის უსაფრთხოება და საჭირო სივრცესთან ინტეგრაცია.

ამჟამინდელი საჰაერო გრაფიკის მონიტორინგი იყენებენ ხმოვან კომუნიკაციას VHF აერონავტიკის სპექტრში (118-137 მეგაჰერციანი) რათა ავიაშემთხვევით კომუნიკაციაზე გავიდეს პილოტთან (CPDLC). ADS-B იყენებს 978 მეგაჰერციან და 1,09 გჰც-ს, აეროპორტის სახმელეთო რადიო იყენებს 460 მეგაჰერცს და სხვადასხვა სარაღარო სისტემები მუშაობენ L და S ბოლებში (მაგ. ASR-11 იყენებს 2,7-2,9 GHz, L-STAR იყენებს 1,5 GHz). კომერციული უპილოტო საფრენი აპარატები სპექტრის რამდენიმე ნაწილში ურთიერთობენ, რომლებიც გაზიარებულია ბევრ სხვა მომხმარებელთან. ეს სიხშირეებია:

- M 35 მეგაჰერციანი: ძველი RC სიჩქარე ევროპაში;
- M 72 მეგაჰერციანი: ძველი RC სიჩქარე აშშ – ში;
- 420-450 მეგაჰერციანი: UAV კონტროლის კავშირები, მოყვარულები საგანგებო კომუნიკაციებში;
- 902-928 მეგაჰერციანი: UAV ვიდეო და ტელემეტრია, სამრეწველო, სამეცნიერო და სამედიცინო (ISM) მოწყობილობა, უსადენო ტელეფონები, კომპიუტერული ქსელი, რაციები, სამოყვარულო ტელევიზია, გამეორებები;
- 1.24-1.3 გიგაჰერცი: UAV ვიდეო ბმულები, სამოყვარულო ტელევიზია, ხმა, მონაცემები, GPS;
- 2.39-2.485 გჰც: UAV მართვის ბმულები, ვიდეო და ტელემეტრია, Wi-Fi, Bluetooth, მიკროგალღური ლემულები, უსადენო ყურსასმენები, უსადენო ტელეფონები;
- 5.15-5.825 გჰც: UAV ვიდეო, არალიცენზირებული ეროვნული ინფორმაციის ინფრასტრუქტურის (UNII) მოწყობილობები, 5G მარშრუტიზატორები.

თითოეულ ამ სიხშირის დიაპაზონს აქვს საკუთარი დადებითი და უარყოფითი მხარეები. ქვედა სიხშირეები, მაგალითად 430 მეგაჰერციანი და 900 მეგაჰერციანი, ნაკლებად განიცდიან მავნე გზებით დამახინჯებას, აქვთ დაბალი მგრძნობელობა ცუდი ამინდის მიმართ, აქვთ უფრო გრძელი დიაპაზონი თანაბარი სიმძლავრით, მაგრამ ასევე არ უჭერენ მხარს ხარისხიანი ვიდეოს, 900 მეგაჰერციანი არის GSM- ის ევროპაში და მათ შეუძლიათ განიცადონ ჩარევა ურბანულ ადგილებში უსადენო ტელეფონების ფართო გამოყენების გამო.

მეორეს მხრივ, უფრო მაღალი სიხშირეები საშუალებას იძლევა ხარისხიანი ვიდეოს გადაცემას, აქვთ უფრო მცირე გადაცემის ანტენები, მაგრამ მათ

ესაჭიროებათ პირდაპირი ხედვის ტიპის კავშირი, მათ ღიაპაზონში გაგვლენას ახდენს ჰაერის გენიანობა, მათ სჭირდებათ უფრო მაღალი სიმძლავრე ვიდრე ქველა სიხშირეების ღიაპაზონს და მათ შეუძლიათ გაგვლენა იქონიონ ფართო სპექტრის აპარატებისა და მოწყობილობებზე რომელიც ურბანულ ადგილებში გამოიყენება (მაგ. მიკროგალლური ღუმელები, Wi-fi, უსადენო ტელეფონები და ა.შ.).

ურბანულ გარემოში კომუნიკაცია შედარებით სტაბილურია და ერთ-ერთი უპირატესობაა 4G მობილური ქსელის კარგი ხელმისაწვდომობა, რომელსაც შეუძლია 50 მბიტ / წმ – მდე გადაცემის სიჩქარის ჩართვა. არსებული ინფრასტრუქტურის გამოყენება, როგორიც არის მობილური კავშირგაბმულობა შესაძლებლობას გვაძლევს ვმართოთ უპილოტო ხომალდები თუ კი შესაბამისად არის აღჭურვილი.

იმისათვის რომ ზემოთ მოცემულ სპექტრთან გადაფარვა არ მოხდეს უპილოტო ხომალდის ექსპლუატაციისას ამისათვის შესაძლებელი წინასაფრენოსნო ანალიზი. ოპერატორს შეუძლია გამოიყენოს სპეციალური აპარატურა სხვა სიგნალების შესამოწმებლად იმ სიხშირეებზე, რომლებიც საჭიროა უპილოტო საფრენი აპარატების მუშაობისთვის. ამ ტესტს შეუძლია აჩვენოს, შეიძლება თუ არა ინტერესის ადგილი შეფასდეს, როგორც "პოზიტიური გადამცემი გარემო". თუ არა, შესაძლებელია შემარბილებელი ზომების მიღება, მაგალითად, სხვა სიხშირეებზე გადასვლა.

II. ძირითადი ნაწილი

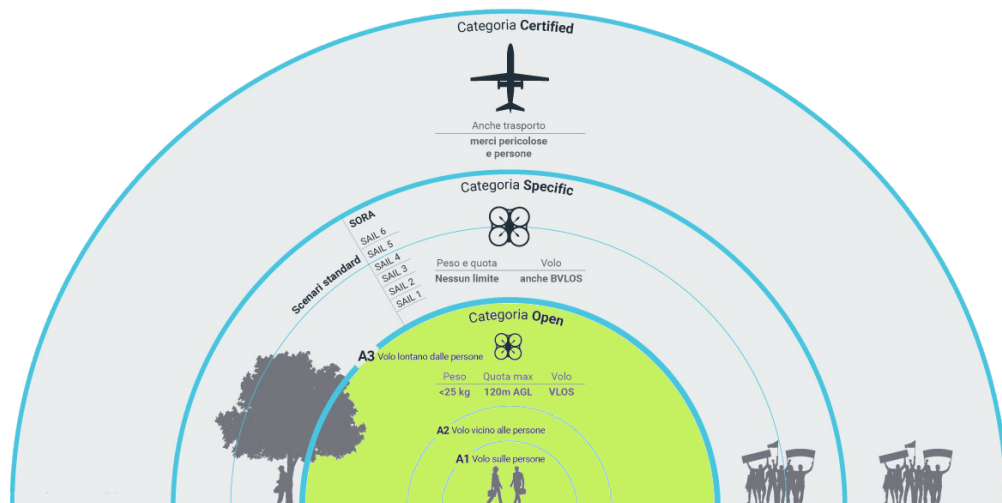
საქართველოს საჰაერო სივრცის აღწერა და არსებული რეგულაციები

2.1 უპილოტო საჰაერო სისტემების ექსპლუატაცია

საქართველოს სამოქალაქო საავიაციო სააგენტოს რეგულაციის თანახმად უპილოტო ხომალდების ექსპლუატაცია კლასიფიცირდება სხვადასხვა კატეგორიებად:

1. ექსპლუატაცია „ღია კატეგორიაში“.

სურათი 8. საჰაერო სივრცეში ღია კატეგორიისთვის გამოყოფილი სივრცე



წყარო: <https://dbblue.it/blog/drones-european-rules-easa/>

ექსპლუატაცია კლასიფიცირდება, როგორც UAS ექსპლუატაცია „ღია კატეგორიაში“, მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც სრულდება შემდეგი მოთხოვნები:

- UAS მიეკუთვნება ერთ – ერთ კლასს, რომელიც სამოქალაქო ავიაციის სააგენტოს მიერ არის განსაზღვრული, ან აკმაყოფილებს სამოქალაქო ავიაციის სააგენტოს წესებით დადგენილ პირობებს, ან თვითნაკეთია;
- უპილოტო საჰაერო ხომალდის მაქსიმალური ასაფრენი მასა 25 კგ-ზე ნაკლებია;
- დისტანციურად დაშორებული პილოტი უზრუნველყოფს, რომ უპილოტო საჰაერო ხომალდი არის ხალხისგან უსაფრთხო მანძილზე მოშორებული და ხალხის თავშეყრის ადგილის თავზე არ დაფრინავს;
- დისტანციურად დაშორებული პილოტი უპილოტო საჰაერო ხომალდის აფრენს ვიზუალური მხედველობის არეში, გარდა იმ შემთხვევისა, როდესაც გამოიყენებს „მომყევი რეჟიმს“ ან გამოიყენებს დამკვირვებელს, როგორც ეს სამოქალაქო ავიაციის სააგენტოს წესებითაა დადგენილი;
- ფრენის დროს უპილოტო საჰაერო ხომალდი არ აფრინდება ხმელეთის ზედაპირიდან 120 მეტრზე მაღალ სიმაღლეზე, გარდა დაბრკოლების გადალახვისას, როგორც ეს სამოქალაქო ავიაციის სააგენტოს წესებითაა დადგენილი;
- ფრენის დროს უპილოტო საჰაერო ხომალდით არ განხორციელდება სახიფათო გვირგვინის გადაჭარბება და არ მოხდება საგნების გადმოყრა;
- UAS-ის ექსპლუატაციის „ღია კატეგორია“ დაყოფილია სამ ქვეკატეგორიად: A1, A2 და A3, დისტანციური პილოტისა, საექსპლუატაციო შემუშავების, და UAS-ის ტექნიკური შესაძლებლობისადმი წაყენებული მოთხოვნების შესაბამისად.

A1 (ხალხის თავზე ფრენა):

UAS- ის ექსპლუატაცია A1 ქვეკატეგორიაში უნდა შეესაბამებოდეს ყველა შემდეგ პირობას:

- ექსპლუატაცია უპილოტო საჰაერო ხომალდებით, რომელიც კლასიფიცირდება, როგორც C1 კლასი, ხორციელდება ისე, რომ დისტანციური პილოტი არ აფრენს ხომალდს ადამიანთა თავშეყრის ადგილის თავზე და საფუძვლიანად ვარაუდობს, რომ არ განხორციელდება „არა მონაწილე პირების“ თავზე გადაფრენა. „არა მონაწილე პირების“ თავზე მოულოდნელი გადაფრენის შემთხვევაში, დისტანციური პილოტი

მაქსიმალურად შეამცირებს იმ დროს, რომლის განმავლობაშიც უპილოტო საჰაერო ხომალდი აღნიშნული პირების თავზე გადაიფრენს; ექსპლუატაცია უპილოტო საჰაერო ხომალდებით, რომელიც კლასიფიცირდება, როგორც C0 კლასი, ხორციელდება ისე, რომ დისტანციურმა მფრინავმა შესაძლოა გადაუფრინოს „არა მონაწილე პირებს“, მაგრამ არასდროს არ უნდა გადაუფრინოს ხალხის თავშეყრის ადგილს;

- უნდა განხორციელდეს, როდესაც აქტიურია ‘რეჟიმი მომყვები’ , დისტანციური პილოტიდან 50 მეტრამდე მანძილზე;
- შესრულდეს დისტანციური პილოტის მიერ რომელიც:

- ❖ გაცნობილია UAS– ის მწარმოებლის მიერ მოწოდებულ მომხმარებლის სახელმძღვანელოს;

- ❖ C1 კლასის უპილოტო საჰაერო ხომალდის შემთხვევაში, წარმატებით დაასრულა სააგენტოს მიერ მოწოდებული თეორიული ცოდნის შემოწმება.

A2 (ფრენა ხალხის სიახლოვეს):

UAS – ის ექსპლუატაცია A2 ქვეკატეგორიაში უნდა შეესაბამებოდეს ყველა ქვემოთ ჩამოთვლილ პირობას:

- უნდა განხორციელდეს იმგვარად, რომ უპილოტო საჰაერო ხომალდი არ გადაუფრენს „არა მონაწილე პირების“ და შეუნარჩუნებს სულ მცირე, 30 მეტრის ჰორიზონტალურ უსაფრთხო მანძილს მათგან; დისტანციურ მფრინავს შეუძლია შეამციროს ჰორიზონტალური უსაფრთხო მანძილი მინიმუმ 5 მეტრამდე „არა მონაწილე პირებისგან“, როდესაც დრონის ექსპლუატაცია ხორციელდება „დაბალი სიჩქარით“ ფრენის აქტიური რეჟიმით და შემდეგი გარემოებების გათვალისწინებით:

- ❖ ამინდის პირობები;

- ❖ უპილოტო საჰაერო ხომალდების საფრენოსნო მახასიათებლები;

- ❖ საფრენოსნო არის სეგრეგაცია.

- უნდა განხორციელდეს დისტანციური პილოტის მიერ, რომელიც გაცნობილია UAS- ის მწარმოებლის მომხმარებლის სახელმძღვანელოს და ფლობს სააგენტოს მიერ გაცემულ დისტანციური პილოტის კომპეტენციის დამადასტურებელ სერთიფიკატს. სერთიფიკატი მიღებულ უნდა იქნას ქვემოთ მოცემული ყველა პირობის რიგითობის მიხედვით დაკმაყოფილების შემთხვევაში:

- ❖ თეორიული ცოდნის გამოცდა;

- ❖ A3 ქვეკატეგორიის საექსპლუატაციო პირობებში თვით პრაქტიკული ტრენინგის განხორციელება, აღნიშნული ტრენინგის შესრულების დეკლარირება და სააგენტოს თეორიულ ცოდნის გამოცდის წარმატებით დასრულება. გამოცდა უნდა მოიცავდეს მინიმუმ 30 კითხვას, რომლებიც მიზნად ისახავს დისტანციური პილოტის ცოდნის შეფასებას, რაც უკავშირდება სახმელეთო რისკის შემცირებას ტექნიკური და საექსპლუატაციო მეთოდებით, რომელიც მოიცავს შემდეგ საკითხებს:

- ❖ მეტეოროლოგია;

- ❖ UAS საფრენოსნო მახასიათებლები;

- ❖ სახმელეთო რისკის შემცირების ტექნიკური და საექსპლუატაციო მეთოდები.

უნდა განხორციელდეს უპილოტო საჰაერო ხომალდით, რომელიც კლასიფიცირებულია როგორც C2 კლასი და რომელიც ექსპლუატაციისას გამოიყენებს აქტიურ და განახლებულ პირდაპირი დისტანციური იდენტიფიკაციისა და გეოინფორმირების სისტემებს.

დასახლებულ ადგილას კონტროლირებადი მიწისზედა არის თავზე საჰაერო უპილოტო ხომალდის სისტემების ექსპლუატაცია მიზნად ისახავს, დასახლებულ სივრცეში მიწისზედა კონტროლირებადი არის თავზე უშუალო ხედვის არეში უპილოტო საჰაერო ხომალდის სისტემის უსაფრთხო ექსპლუატაციას, შესაგყვისი მოთხოვნის მიზნით. არსებული წესი რეგულაციას უკეთებს საჰაერო უპილოტო ხომალდის სისტემის ექსპლუატაციას სტანდარტულ სცენარის - STS01 შესაბამისად, რომელიც რეალიზდება დასახლებულ სივრცეში,

მიწისზედა კონტროლირებად სივრცის თავზე უშუალო ხედვის არეში. ეს პროცესი იძლევა მოთხოვნას, როგორც ხომალდის ექსპლუატაციის, ასევე დისტანციური პილოტის კომპეტენციების, საჰაერო უპილოტო ხომალდის და მისი ექსპლუატანტის მიმართებით.

აღნიშნულ წესში მითითებულ ტერმინებს გააჩნია სააგენტოს სამართლებრივი აქტებში განსაზღვრული მნიშვნელობები:

- გეო-ინფორმირება; არის ფუნქცია, რომელიც გამოავლენს საჰაერო მოქმედ სივრცეში არსებული შეზღუდვების პოტენციურ დარღვევებს და აძლევს გაფრთხილებას დისტანცირებულ პილოტს, რათა მან ეფექტურად შეძლოს შესაბამისი მოქმედების უზრუნველყოფა, რომელიც თავიდან აგვაცილებს დარღვევებს;
- დისტანციური პილოტი – არის პირი, ვისაც ექსპლუატანტის მიერ აქვს მინიჭებული დისტანციურად პილოტირებული ხომალდის მიმნობრივი მართვის უფლება. ამავდროულად დისტანციური პილოტირებადი ხომალდის ექსპლუატაციის მომენტში უზრუნველყოფს დისტანციურად პილოტირებადი ხომალდის მართვის პროცესს;
- პირდაპირი ხედვის სივრცეში ექსპლუატაცია არის საჰაერო უპილოტო ხომალდების სისტემების ექსპლუატაცია, რომლის დროსაც დისტანცირებული პილოტი ყოველთვის ინარჩუნებს საჰაერო უპილოტო ხომალდთან უშუალო კონტაქტს, რაც პილოტს აძლევს საშუალებას, აკონტროლოს საჰაერო უპილოტო ხომალდის ტრაექტორიის კურსი სხვა საფრენ აპარატებთან, პირებთან და არსებულ დაბრკოლებებთან, რათა შენარჩუნებული იყოს უსაფრთხო მანძილი და თავიდან ავიცილილით მოსალოდნელი შეჯახებები;
- მიწისზედა კონტროლირებადი არე – სახმელეთო სივრცე, სადაც ხდება საჰაერო უპილოტო ხომალდის სისტემების ექსპლუატაცია და ფრენის განმავლობაში საჰაერო უპილოტო ხომალდის სისტემების ექსპლუატანტმა არ უნდა დაუშვას გარეშე პირის ყოფნა;
- კონტროლის მოწყობილობა – ეს არის აღჭურვილობა ან აღჭურვილობების სისტემა საჰაერო უპილოტო ხომალდის დისტანციურად სამართავად, გარდა იმ ნებისმიერი ინფრასტრუქტურისა, რომელიც გამოიყენება კონტროლისა

და მართვის საკომუნიკაციო მომსახურების მხარდაჭერის მიზნით. ის მხარს უჭერს ექსპლუატაციის ნებისმიერ ეტაპზე საჭაერო უპილოტო ხომალდის მონიტორინგის ან კონტროლის განხორციელებას;

- პირდაპირ დისტანციურად იდენტიფიცირების სისტემა - არის რადიოსისტემა, რომელიც ახდენს საჭაერო სივრცეში მყოფი საჭაერო უპილოტო ხომალდის ინფორმაციის გრანსლირებას, მოცემული ინფორმაციის მოპოვება უნდა ხდებოდეს საჭაერო უპილოტო ხომალდთან ფიზიკური კონტაქტის გარეშე;
- საგანგებო არე - ხმელეთის ზედაპირზე საგანგებო აღგილის პროექცია;
- საექსპლუატაციო საჭაერო სივრცე - ფრენის არეალისა და საგანგებო საჭაერო სივრცის ერთობლიობა;
- სახიფათო გვირთი - ნაკეთობა ან ნივთიერება, რომელიც საავიაციო ინციდენტის დროს საფრთხეს უქმნის ადამიანის უსაფრთხოებას, ჯანმრთელობას, გარემოს ან ქონებას და ამავდროულად საჭაერო უპილოტო ხომალდის მიერ გადატანილი გვირთი ითვლება სახიფათოდ თუ იგი მოიცავს:
 - ❖ ფეთქებადი ნივთიერებები;
 - ❖ აირები (აალებადი, არა აალებადი და მომწამლავი აირები);
 - ❖ აალებადი სითხეები;
 - ❖ აალებადი მყარი ნივთიერებები;
 - ❖ ორგანული პეროქსიდები და მჟანგავები;
 - ❖ ინფექციური და ტოქსიკური ნივთიერებები;
- ხმელეთზე არსებული რისკის ბუფერი - ხმელეთზე არსებული სივრცე, რომელიც შემოსაზღვრავს საექსპლუატაციო არეს და განსაზღვრულია ზედაპირზე მყოფი ჩართული პირების მიმართ რისკის შესამცირებლად. იმ შემთხვევაში თუ საჭაერო უპილოტო ხომალდი გავა საექსპლუატაციო სივრცის გარეთ;
- საჭაერო უპილოტო ხომალდის დამკვირვებელი - დისტანციური ექსპლუატაციის მახლობლად მყოფი პირი, რომელიც ვიზუალური დაკვირვებით დახმარებას უწევს შეინარჩუნოს საფრენი აპარატი

ვიზუალური მხედველობის არეში და ეხმარება პილოტს უსაფრთხო ექსპლუატაციის განხორციელებაში;

- საჰაერო უპილოტო ხომალდის სისტემების ექსპლუატანტი - ფიზიკური ან იურიდიული პირი, რომელიც ახორციელებს საჰაერო უპილოტო ხომალდის სისტემების ექსპლუატაციას;
- საჰაერო უპილოტო ხომალდის სისტემების ექსპლუატაციის არე - საჰაერო სივრცე, სადაც დაშვებულია საჰაერო უპილოტო ხომალდის სისტემების ფრენა, ან შესაძლოა იყოს აკრძალული, შეზღუდული სხვადასხვა რისკების შესამსუბუქებლად;

დასახლებულ ადგილას კონტროლირებადი მიწისზედა არის თავზე უპილოტო საჰაერო ხომალდის სისტემის მოგადი საექსპლუატაციო მოთხოვნები:

- ოპერირების დროს საჰაერო უპილოტო ხომალდის საფრენი სიმაღლე არ უნდა გასცდეს 120 მეტრს;
- როდესაც საჰაერო უპილოტო ხომალდის ექსპლუატაცია ხორციელდება შენობა-ნაგებობებთან, რომლის სიმაღლე 105 მეტრზე მეტია და ოპერირებს ჰორიზონტალურად 50 მეტრის მანძილის ფარგლებში, უშუალოდ შენობა-ნაგებობის მესაკუთრის ან მფლობელის მოთხოვნით შესაძლოა საექსპლუატაციო სიმაღლე გაიზარდოს არაუმეტეს 15 მეტრით;

ფრენის დროს უპილოტო საჰაერო ხომალდზე არ უნდა იყოს განთავსებული სახიფათო გვირთი.

A3 (ფრენა "ხალხისგან შორს"):

UAS – ის ექსპლუატაცია A3 ქვეკატეგორიაში უნდა აკმაყოფილებდეს ყველა ქვემოთ ჩამოთვლილ პირობას:

- უნდა განხორციელდეს ისეთ ადგილას, სადაც დისტანციური პილოტი საფუძვლიანად ვარაუდობს, რომ მთელი ექსპლუატაციის დროის განმავლობაში და იმ მანძილის ფარგლებში სადაც დრონის ფრენა ხორციელდება საფრთხე არ შეექმნება არცერთ „არა მონაწილე პირს“;
- უნდა განხორციელდეს არანაკლებ 150 მეტრი უსაფრთხო ჰორიზონტალური მანძილის დაშორებით საცხოვრებელი, კომერციული, სამრეწველო ან რეკრეაციული ზონებიდან;

- უნდა განხორციელდეს დისტანციური პილოგის მიერ, რომელმაც წარმატებით დაასრულა თეორიული ცოდნის გამოცდა, რომელიც განსაზღვრულია UAS ექსპლუატაციის A1 ქვეკატეგორიაში;
- უნდა განხორციელდეს უპილოტო საჰაერო ხომალდით:
 - ❖ რომელის მაქსიმალური ასაფრენი მასა, მარგი გვირთვის ჩათვლით არ აღემატება 25 კგ-ს; ან
 - ❖ რომელიც მარკირებულია როგორც C2 კლასი და შეესაბამება ამ კლასის მიმართ დადგენილ მოთხოვნებს და ექსპლუატაციისას გამოიყენებს აქტიურ და განახლებულ პირდაპირი დისტანციური იდენტიფიკაციისა და გეოინფორმირების სისტემებს; ან
 - ❖ რომელიც მარკირებულია როგორც C3 კლასი და შეესაბამება ამ კლასის მიმართ დადგენილ მოთხოვნებს და ექსპლუატაციისას გამოიყენებს აქტიურ და განახლებულ პირდაპირი დისტანციური იდენტიფიკაციისა და გეოინფორმირების სისტემებს; ან
 - ❖ რომელიც მარკირებულია როგორც C4 კლასი და შეესაბამება ამ კლასის მიმართ დადგენილ მოთხოვნებს.

დაუსახლებელ ადგილას, კონტროლირებადი საჰაერო სივრცეში საჰაერო უპილოტო ხომალდის სისტემების ექსპლუატაცია მიზნად ისახავს დაუსახლებელ სივრცეში, მიწისზედა კონტროლირებადი არის თავზე, დამკვირვებლის დახმარებით უსაფრთხოდ ოპერირებას. შესაბამისი დადგენილი მოთხოვნების გზით.

არსებული წესი რეგულაციას უკეთებს საჰაერო უპილოტო ხომალდის სისტემის ექსპლუატაციას სტანდარტულ სცენარის - STS02 შესაბამისად, რომელიც რიალიზდება დაუსახლებელ სივრცეში, მიწისზედა კონტროლირებად სივრცის თავზე უშუალო ხედვის არეში. ეს პროცესი იძლევა მოთხოვნას, როგორც ხომალდის ექსპლუატაციის, ასევე დისტანციური პილოგის კომპეტენციების, საჰაერო უპილოტო ხომალდის და მისი ექსპლუატანტის მიმართებით.

აღნიშნულ წესში წესში მითითებულ გერმინებს გააჩნია სააგენტოს სამართლებრივი აქტებში განსაზღვრული მნიშვნელობები:

- გეო-ინფორმირება; არის ფუნქცია, რომელიც გამოავლენს საჭაერო მოქმედ სივრცეში არსებული შეზღუდვების პოტენციურ დარღვევებს და აძლევს გაფრთხილებას დისტანცირებულ პილოგს, რათა მან ეფექტურად შეძლოს შესაბამისი მოქმედების უზრუნველყოფა, რომელიც თავიდან აგვაცილებს დარღვევებს;
- დისტანციური პილოგი – არის პირი, ვისაც ექსპლუატანტის მიერ აქვს მინიჭებული დისტანციურად პილოგირებული ხომალდის მიზნობრივი მართვის უფლება. ამავდროულად დისტანციური პილოგირებადი ხომალდის ექსპლუატაციის მომენტში უზრუნველყოფს დისტანციურად პილოგირებადი ხომალდის მართვის პროცესს;
- პირდაპირი ხედვის სივრცეში ექსპლუატაცია არის საჭაერო უპილოტო ხომალდების სისტემების ექსპლუატაცია, რომლის დროსაც დისტანცირებული პილოგი ყოველთვის ინარჩუნებს საჭაერო უპილოტო ხომალდთან უშუალო კონტაქტს, რაც პილოგს აძლევს საშუალებას, აკონტროლოს საჭაერო უპილოტო ხომალდის გრაფიკორიის კურსი სხვა საფრენ აპარატებთან, პირებთან და არსებულ დაბრკოლებებთან, რათა შენარჩუნებული იყოს უსაფრთხო მანძილი და თავიდან ავიცილილოთ მოსალოდნელი შეჯახებები;
- ვიზუალური დამკვირვებელი – პირი, რომელიც ეხმარება დისტანციურ პილოგს იმ საჭაერო სივრცის შეუიარაღებელი თვალით ვიზუალური დამკვირვებით, სადაც ხორციელდება დრონის ექსპლუატაცია, საჭაერო სივრცეში არსებული ნებისმიერი პოტენციური საფრთხის აღმოჩენის მიზნით;
- მიწისზედა კონტროლირებადი არე – სახმელეთო სივრცე, სადაც ხდება საჭაერო უპილოტო ხომალდის სისტემების ექსპლუატაცია და ფრენის განმავლობაში საჭაერო უპილოტო ხომალდის სისტემების ექსპლუატანტმა არ უნდა დაუშვას გარეშე პირის ყოფნა;
- კონტროლის მოწყობილობა – ეს არის აღჭურვილობა ან აღჭურვილობების სისტემა საჭაერო უპილოტო ხომალდის დისტანციურად სამართავად, გარდა იმ ნებისმიერი ინფრასტრუქტურისა, რომელიც გამოიყენება კონტროლისა და მართვის საკომუნიკაციო მომსახურების მხარდაჭერის მიზნით. ის

მხარს უჭერს ექსპლუატაციის ნებისმიერ ეტაპზე საჭაერო უპილოტო ხომალდის მონიტორინგის ან კონტროლის განხორციელებას;

- პირდაპირ დისტანციურად იდენტიფიცირების სისტემა - არის რადიოსისტემა, რომელიც ახდენს საჭაერო სივრცეში მყოფი საჭაერო უპილოტო ხომალდის ინფორმაციის გრანსლირებას, მოცემული ინფორმაციის მოპოვება უნდა ხდებოდეს საჭაერო უპილოტო ხომალდთან ფიზიკური კონტაქტის გარეშე;
- საგანგებო არე - ხმელეთის ზედაპირზე საგანგებო აღგზის პროექცია;
- საექსპლუატაციო საჭაერო სივრცე - ფრენის არეალისა და საგანგებო საჭაერო სივრცის ერთობლიობა;
- სახიფათო გვითი - ნაკეთობა ან ნივთიერება, რომელიც საავიაციო ინციდენტის დროს საფრთხეს უქმნის ადამიანის უსაფრთხოებას, ჯანმრთელობას, გარემოს ან ქონებას და ამავდროულად საჭაერო უპილოტო ხომალდის მიერ გადატანილი გვითი ითვლება სახიფათოდ თუ იგი მოიცავს:
 - ❖ ფეთქებადი ნივთიერებები;
 - ❖ აირები (აალებადი, არა აალებადი და მომწამლავე აირები);
 - ❖ აალებადი სითხეები;
 - ❖ აალებადი მყარი ნივთიერებები;
 - ❖ ორგანული პეროქსიდები და მქანგავები;
 - ❖ ინფექციური და ტოქსიკური ნივთიერებები;
- ხმელეთზე არსებული რისკის ბუფერი - ხმელეთზე არსებული სივრცე, რომელიც შემოსაზღვრავს საექსპლუატაციო არეს და განსაზღვრულია ზედაპირზე მყოფი ჩართული პირების მიმართ რისკის შესამცირებლად. იმ შემთხვევაში თუ საჭაერო უპილოტო ხომალდი გავა საექსპლუატაციო სივრცის გარეთ;
- საჭაერო უპილოტო ხომალდის დამკვირვებელი - დისტანციური ექსპლუატაციის მახლობლად მყოფი პირი, რომელიც ვიზუალური დაკვირვებით დახმარებას უწევს შეინარჩუნოს საფრენი აპარატი ვიზუალური მხედველობის არეში და ეხმარება პილოტს უსაფრთხო ექსპლუატაციის განხორციელებაში;

- საჰაერო უპილოტო ხომალდის სისტემების ექსპლუატანტი - ფიზიკური ან იურიდიული პირი, რომელიც ახორციელებს საჰაერო უპილოტო ხომალდის სისტემების ექსპლუატაციას;
- საჰაერო უპილოტო ხომალდის სისტემების ექსპლუატაციის არე - საჰაერო სივრცე, სადაც დაშვებულია საჰაერო უპილოტო ხომალდის სისტემების ფრენა, ან შესაძლოა იყოს აკრძალული, შეზღუდული სხვადასხვა რისკების შესამსუბუქებლად;

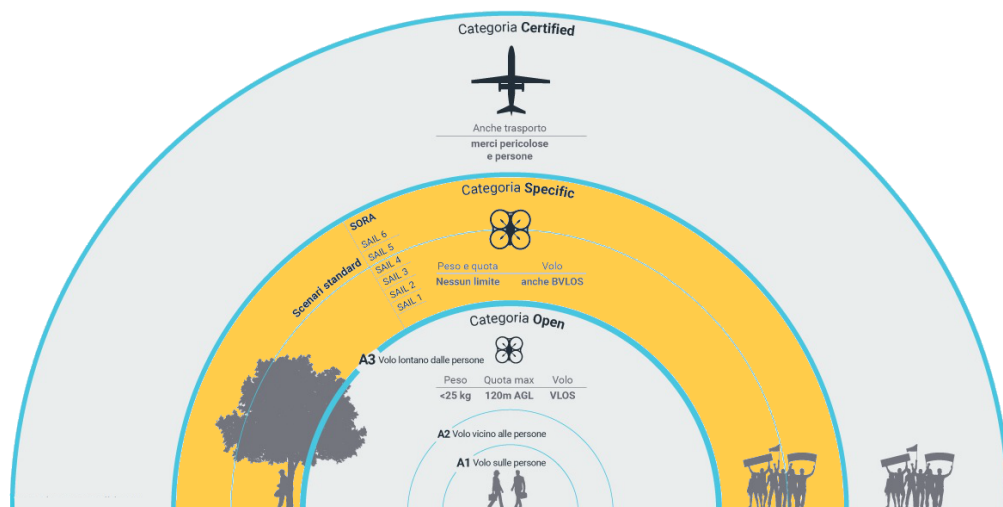
დაუსახლებელ ადგილას, კონტროლირებადი მიწისზედა არის თავზე ღრონის სისტემის ექსპლუატაციის ზოგადი მოთხოვნები:

- ოპერირების დროს საჰაერო უპილოტო ხომალდის საფრენი სიმაღლე არ უნდა გასცდეს 120 მეტრს;
- როდესაც საჰაერო უპილოტო ხომალდის ექსპლუატაცია ხორციელდება შენობა-ნაგებობებთან, რომლის სიმაღლე 105 მეტრზე მეტია და ოპერირებს ჰორიზონტალურად 50 მეტრის მანძილის ფარგლებში, უშუალოდ შენობა-ნაგებობის მესაკუთრის ან მფლობელის მოთხოვნით შესაძლოა საექსპლუატაციო სიმაღლე გაიზარდოს არაუმეტეს 15 მეტრით;

ფრენის დროს უპილოტო საჰაერო ხომალდზე არ უნდა იყოს განთავსებული სახიფათო ტვირთი.

2. ექსპლუატაცია „სპეციფიკურ კატეგორიაში“.

სურათი 9. საჰაერო სივრცეში სპეციფიკურ კატეგორიისთვის გამოყოფილი სივრცე



წყარო: <https://dblue.it/blog/drones-european-rules-easa/>

ექსპლუატაცია ხორციელდება „სპეციფიკურ კატეგორიაში“ იმ შემთხვევაში თუ არ სრულდება „ღია კატეგორიაში“ დადგენილი რომელიმე მოთხოვნა, რა დროსაც ექსპლუატანტი ვალდებულია მიიღოს შესაბამისი ავტორიზაცია სამოქალაქო ავიაციის სააგენტოსგან.

ავტორიზაციის მიღების მიზნით სააგენტოსთვის მიმართვისას, ექსპლუატანტმა უნდა განახორციელოს რისკის შეფასება, სამოქალაქო ავიაციის სააგენტოს მიერ დადგენილი მოთხოვნების შესაბამისად და წარადგინოს იგი განაცხადთან ერთად შესაბამისი პრევენციული ზომების ჩამონათვლით.

სააგენტო გასცემს ავტორიზაციას იმ შემთხვევაში, თუ იგი დარწმუნდება, რომ საექსპლუატაციო რისკების პრევენცია ხორციელდება დადგენილი მოთხოვნების შესაბამისად.

ექსპლუატანტს არ მოეთხოვება სააგენტოსგან ავტორიზაციის მიღება იმ შემთხვევაში, თუ იგი სააგენტოში წარადგენს დეკლარაციას, იმ ექსპლუატაციის განსახორციელებლად რომელიც დადგენილი მოთხოვნების შესაბამისად განეკუთვნება სტანდარტულ სცენარს.

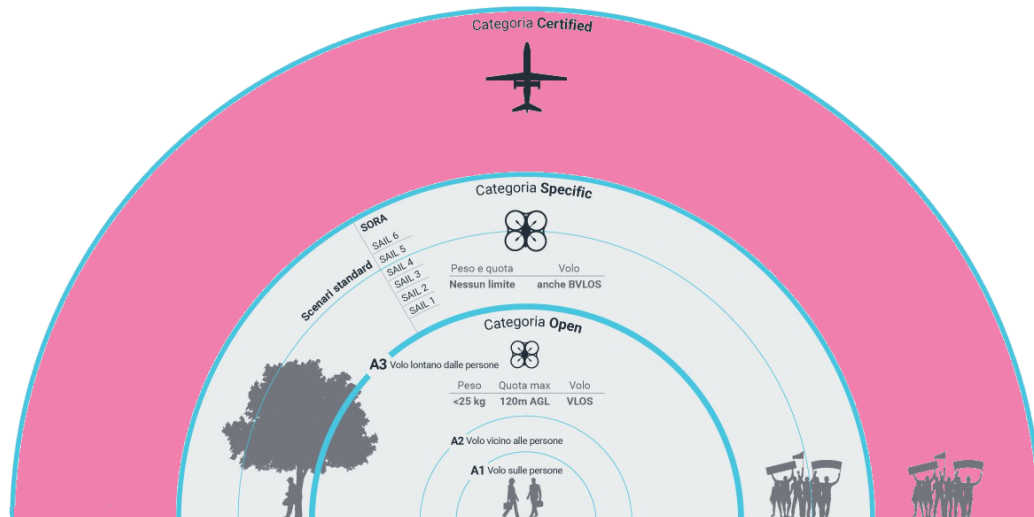
ავტორიზაცია ან დეკლარაცია არ მოითხოვება:

- იმ შემთხვევაში თუ ექსპლუატანტს დადგენილი მოთხოვნების შესაბამისად გააჩნია LUC შესაბამის პრივილეგიებით;
- იმ შემთხვევაში ექსპლუატაცია ხორციელდება ‘მოდელი საჰაერო ხომალდების კლუბის ან ასოციაციის’ ფარგლებში რომელსაც მიღებული აქვს ავტორიზაცია.

3. ექსპლუატაცია „სერტიფიცირებულ კატეგორიაში“.

ექსპლუატაცია კლასიფიცირულია, როგორც UAS ექსპლუატაცია „სერტიფიცირებულ კატეგორიაში“, მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ სრულდება შემდეგი მოთხოვნები:

სურათი 10. საჰაერო სივრცეში სერტიფიცირებულ კატეგორიისთვის გამოყოფილი სივრცე



წყარო: <https://dblue.it/blog/drones-european-rules-easa/>

- UAS სერტიფიცირებულია სამოქალაქო ავიაციის სააგენტოს მიერ დადგენილი მოთხოვნების შესაბამისად; და
- ექსპლუატაცია ხორციელდება ნებისმიერ შემდეგ პირობებში:

- ❖ აღმნიშნავთ თავშეყრის ადგილის თავზე;
- ❖ აღმნიშნავთ გრანსპორტირებისას;
- ❖ სახიფათო გვირგვინის გადაზიდვისას, რომელმაც სერიოზული ინციდენტის შემთხვევაში შეიძლება გამოიწვიოს მაღალი რისკი მესამე პირების მიმართ.

გარდა ამისა, UAS ექსპლუატაცია კლასიფიცირდება როგორც UAS ექსპლუატაცია „სერტიფიცირებულ კატეგორიაში“, როდესაც სააგენტო, რისკის შეფასების საფუძველზე დაყრდნობით მიიჩნევს, რომ შეუძლებელია ექსპლუატაციის რისკი აღეკვადოს შემცირება UAS-ის და UAS-ის ექსპლუატანტის სერტიფიკაციის გარეშე და, საჭიროების შემთხვევაში, დისტანციური პილოტის ლიცენზირების გარეშე.

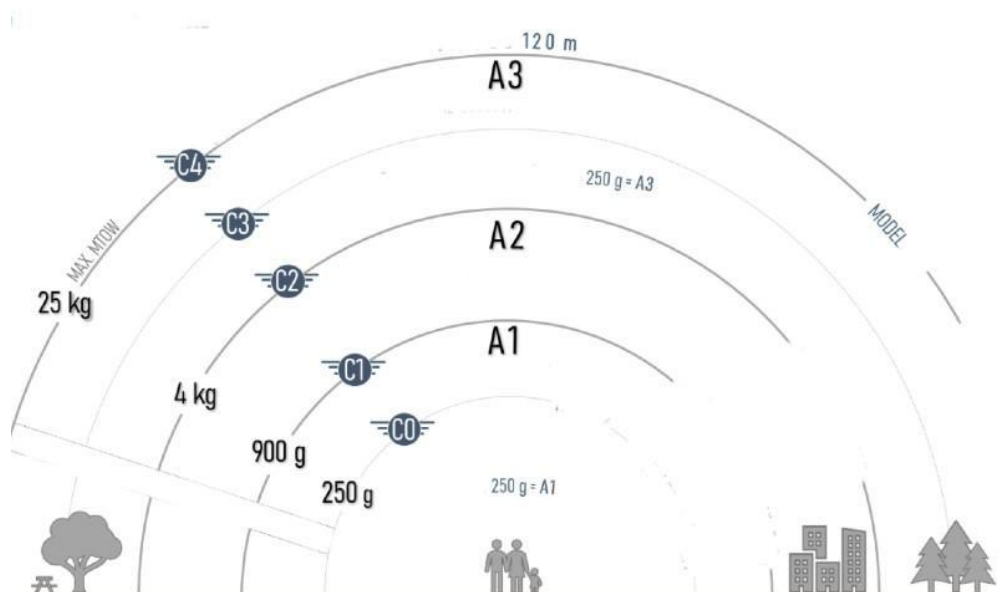
2.2. უპილოტო საჰაერო სისტემების კლასიფიკაცია

„ღია კატეგორიის“ მთავარი ელემენტი ისაა, რომ ნებისმიერი უპილოტო საჰაერო ხომალდი, რომელიც ამ კატეგორიაში გამოსაყენებლად ხელმისაწვდომია

დაექვემდებარება პროექტის გარკვეულ სტანდარტებს მსგავსად "CE" მარკირების სქემისა. აღნიშნული სტანდარტიზაციის მისაღწევად, უპილოტო საჰაერო ხომალდები, რომელთა გაყიდვაც განხორციელდება "საქართველოს ბაზარზე", დაყოფილია 5 კლასად და აღნიშნული კლასები დაკავშირებულია საექსპლუატაციო ქვეკატეგორიებთან შემდეგნაირად:

C0 კლასი, C1 კლასი, C2 კლასი, C3 კლასი, კლასი C4.

სურათი 11. უპილოტო საჰაერო ხომალდების საექსპლუატაციო ქვეკატეგორიები



წყარო: <https://www.prg.aero/en/drones>

C0 კლასის უპილოტო საჰაერო ხომალდების სისტემების მიმართ წაყენებული მოთხოვნები:

- ხომალდის ასაფრენი მაქსიმალური მასა სასრებლო გვირთან ერთად არ უნდა აღემატებოდეს ორასორმოცდაათ გრამს
- ჰორიზონტალური ფრენის მაქსიმალური სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს ცხრაშვიტი მეტრ/ წამს;
- მაქსიმალური ფრენის სიმაღლე აფრენის წერტილიდან შეზღუდულია 120 მეტრით;
- დაპროექტებულია და წარმოებულია იმგვარად, რომ ექსპლუატაციისას ადამიანების დაზიანება მინიმუმამდეა დაყვანილი;

- ელექტროკვებების ნომინალური ვოლტაჟი, არ აღემატება 24 ვოლტს როგორც მუდმივი დენის (DC), ასევე ეკვივალენტური ცვლადი დენის (AC) ძაბვის შემთხვევაში;
- „რეჟიმი მომყვით“ ფუნქციით აღჭურვის შემთხვევაში და როდესაც აღნიშნული ფუნქცია გააქტიურებულია, დისტანციური პილოტსა და ხომალდს შორის მანძილი არ უნდა აღემატებოდეს 50მ და დისტანციურ პილოტს აქვს შესაძლებლობა ადადგინოს UAS–ს კონტროლი.

C1 კლასის საჰაერო უპილოტო ხომალდების სისტემების მიმართ წაყენებული მოთხოვნები:

- ფიზიკურ კონსტრუქციაში გამოყენებული მასალას არ გააჩნია ისეთი ფიზიკური მახასიათებლები, რომელიც ვარდნის შემთხვევაში გამოიწვევს 80 ჯოულზე მეტ სიჩქარეს და ხომალდის ასაფრენი მაქსიმალური მასა სასრებლო ტვირთან ერთად არ აღემატება 900 გ;
- ჰორიზონტალური ფრენის მაქსიმალური სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს 19 მ / წმ;
- ელექტროკვებების ნომინალური ვოლტაჟი, არ აღემატება 24 ვოლტს როგორც მუდმივი დენის (DC), ასევე ეკვივალენტური ცვლადი დენის (AC) ძაბვის შემთხვევაში;
- პირდაპირი დისტანციური იდენტიფიცირება:
 - ❖ უზრუნველყოფს ექსპლუატანტის რეგისტრაციის ნომრის აგვიროვას;
 - ❖ უზრუნველყოფს ფრენის სრული დროის განმავლობაში, რეალურ დროში ხომალდიდან პირდაპირ პერიოდულ გრანსლირებას ღია და ლოკუმენტირებული გადაცემის პროტოკოლის გამოყენებით;
- გეოინფორმირება სისტემა:
 - ❖ ინტერფეისის საშუალებით მუდმივ განახლებად რეჟიმში მიიღებს საჰაერო სივრცეში არსებულ ინფორმაციას და ხომალდის მიმდინარე პოზიციიდან მოხდება ანალიზი;

❖ რიალურ რეჟიმში მოხდება პილოგის ინფორმირება თუ კი საჰაერო სივრცეში იგრძნობა რაიმე ტიპის ხიფათი.

- აღჭურვილი უნდა იყოს სანათებით:

❖ საჰაერო ხომალდის გაკონტროლების მიზნით;

❖ საჰაერო ხომალდის ღამით ამოსაცნობის მიზნით;

- 'რეჟიმი მომყევით' ფუნქციით აღჭურვის შემთხვევაში და როდესაც აღნიშნული ფუნქცია გააქტიურებულია, დისტანციური პილოგსა და ხომალდს შორის მანძილი არ უნდა აღემატებოდეს 50მ, და დისტანციურ პილოგს აქვს შესაძლებლობა ადადგინოს UA- ს კონტროლი.

C2 კლასის საჰაერო უპილოტო ხომალდების სისტემების მიმართ წაყენებული მოთხოვნები:

- ხომალდის ასაფრენი მაქსიმალური მასა სასრებლო გვირთან ერთად არ უნდა აღემატებოდეს ოთხ კილოგრამს
- ფრენის მაქსიმალური სიმაღლე აფრენის წერტილიდან შემრუდულია 120 მეტრით, ან აღჭურვილია სისტემით, რომელიც ზღუდავს ფრენის სიმაღლეს გელაპირიდან, ან ზღუდავს ფრენის სიმაღლეს აფრენის წერტილიდან 120 მეტრით, ან ზღუდავს ფრენის სიმაღლეს დისტანციური პილოგის მიერ შერჩეული მნიშვნელობით;
- გარდა იმ შემთხვევაში, თუ საჰაერო ხომალდი დაბმულია, კავშირის დაკარგვის დროს, გააჩნია საიმედო და პროგნოზირებადი მეთოდი საჰაერო ხომალდთან მონაცემთა კავშირის აღსადგენად, ან ფრენის დასასრულებლად, რა დროსაც ჰაერში ან ხმელეთზე არსებულ მესამე პირებზე გავლენა შემცირებულია;
- გარდა იმ შემთხვევაში, თუ საჰაერო ხომალდი დაბმულია, აღჭურვილია უნებართვო წვდომისგან დაცული მართვისა და კონტროლის ფუნქციების მონაცემთა კავშირით;
- ელექტროკვების ნომინალური ვოლტაჟი, არ აღემატება 48 ვოლტს როგორც მუდმივი დენის (DC), ასევე ეკვივალენტური ცვლადი დენის (AC) ძაბვის შემთხვევაში;

- გარდა იმ შემთხვევაში, თუ საჰაერო ხომალდი დაბმულია, პირდაპირი დისგანციური იდენტიფიცირება:
 - ❖ უმზრუნველყოფს ექსპლუატაციის რეგისტრაციის ნომრის აგვირთვას;
 - ❖ უმზრუნველყოფს ფრენის სრული დროის განმავლობაში, რეალურ დროში ხომალდიდან პირდაპირ პერიოდულ გრანსლირებას ღია და დოკუმენტირებული გადაცემის პროტოკოლის გამოყენებით;
- გეოინფორმირება სისტემა:•
 - ❖ ინტერფეისის საშუალებით მუდმივ განახლებად რეჟიმში მიიღებს საჰაერო სივრცეში არსებულ ინფორმაციას და ხომალდის მიმდინარე პოზიციიდან მოხდება ანალიზი;
 - ❖ რეალურ რეჟიმში მოხდება პილოტის ინფორმირება თუ კი საჰაერო სივრცეში იგრძნობა რაიმე ტიპის ხიფათი.
- აღჭურვილი უნდა იყოს სანათებით:
 - ❖ საჰაერო ხომალდის გაკონტროლების მიზნით;
 - ❖ საჰაერო ხომალდის ღამით ამოსაცნობის მიზნით;

C3 კლასის უპილოტო საჰაერო ხომალდების სისტემების მიმართ წაყენებული მოთხოვნები:

- ხომალდის ასაფრენი მაქსიმალური მასა სასრებლო გვირთან ერთად არ უნდა აღემატებოდეს ოხდახუთ კილოგრამს და გაბარიტული ზომა არ აღემატება სამ მეტრს.
- დაბმული UA- ს შემთხვევაში, დაჭიმულობისას გაბმის სიგრძე უნდა იყოს 50 მ-ზე ნაკლები ხოლო მექანიკური სიმტკიცე:
 - ❖ ჰაერზე უფრო მძიმე საჰაერო ხომალდისთვის, მის მაქსიმალური მასაზე 10 ჯერ მეტ წონის ნიშნულზე არანაკლებია;
- გარდა იმ შემთხვევაში, თუ საჰაერო ხომალდი დაბმულია, კავშირის დაკარგვის დროს, გააჩნია საიმედო და პროგნოზირებადი მეთოდი საჰაერო ხომალდთან მონაცემთა კავშირის აღსადგენად, ან ფრენის

დასასრულებლად, რა დროსაც ჰაერში ან ხმელეთზე არსებულ მესამე პირებზე გავლენა შემცირებულია;

- ელექტროკვებების ნომინალური ვოლტაჟი, არ აღემატება 48 ვოლტს როგორც მუდმივი დენის (DC), ასევე ეკვივალენტური ცვლადი დენის (AC) ძაბვის შემთხვევაში;
- გარდა იმ შემთხვევაში, თუ საჰაერო ხომალდი დაბმულია, პირდაპირი დისტანციური იდენტიფიცირება:

- ❖ უზრუნველყოფს ექსპლუატანტის რეგისტრაციის ნომრის ატვირთვას;

- ❖ უზრუნველყოფს ფრენის სრული დროის განმავლობაში, რეალურ დროში ხომალდიდან პირდაპირ პერიოდულ გრანსლირებას ღია და ღოკუმენტირებული გადაცემის პროტოკოლის გამოყენებით;

- გეოინფორმირება სისტემა:

- ❖ ინტერფეისის საშუალებით მუდმივ განახლებად რეჟიმში მიიღებს საჰაერო სივრცეში არსებულ ინფორმაციას და ხომალდის მიმდინარე პოზიციიდან მოხდება ანალიზი;

- ❖ რეალურ რეჟიმში მოხდება პილოტის ინფორმირება თუ კი საჰაერო სივრცეში იგრძნობა რაიმე ტიპის ხიფათი.

- გარდა იმ შემთხვევაში, თუ საჰაერო ხომალდი დაბმულია, აღჭურვილია უნებართვო წვდომისგან დაცული მართვისა და კონტროლის ფუნქციების მონაცემთა კავშირით;

- აღჭურვილი უნდა იყოს სანათებით:

- ❖ საჰაერო ხომალდის გაკონტროლების მიზნით;

- ❖ საჰაერო ხომალდის დამით ამოსაცნობის მიზნით;

C4 კლასის საჰაერო უპილოტო ხომალდების სისტემების მიმართ წაყენებული მოთხოვნები:

- ხომალდის ასაფრენი მაქსიმალური მასა სასრგებლო გვირთან ერთად არ უნდა აღემატებოდეს ოხდახუთ კილოგრამს.

- არის უსაფრთხოდ კონტროლირებადი და მანევრირებადი დისტანციური პილოტის მიერ;

არ ააქვს მართვის ავტომატიზირებული რეჟიმი გარდა, სტაბილიური ფრენისთვის დამხმარე ფუნქცია, რომელიც არ არის პირდაპირ კავშირში ფრენის აეროდინამიკასთან და დისტანციური კავშირის სენსორებთან.

2.3 სახმელეთო და საჰაერო რისკების შეფასების

მეთოდოლოგია

ეს შეფასების მეთოდოლოგია წარმოადგენს JARUS-ის სამუშაო ჯგუფის (WG6) ერთიან ხედვას უპილოტო საჰაერო სისტემების სპეციფიკურ ექსპლუატაციასთან დაკავშირებული რისკების შეფასების (SORA) საკითხებისადმი და გამოხატავს მათ მოსაზრებას იმაზე, თუ როგორ უნდა ჩამოყალიბდეს, განხორციელდეს და შეფასდეს უპილოტო საჰაერო სისტემების ექსპლუატაცია. ამ დოკუმენტში მოყვანილია მეთოდოლოგია, რომელითაც განმცხადებლებმა და კომპეტენტურმა ორგანოებმა უნდა იხელმძღვანელონ უსაფრთხო ექსპლუატაციის უზრუნველსაყოფად. ეს დოკუმენტი არ უნდა იყოს გამოყენებული საკონტროლო ბარათის სახით და მასში არ არის უპილოტო საჰაერო სისტემების საჰაერო სივრცეში ინტეგრირებასთან დაკავშირებულ ყველა საკითხზე პასუხი. SORA არის მიზნობრივი სახელმძღვანელო, რომლის მეშვეობითაც შესაძლებელია საუკეთესო სამიტიგაციო საშუალებების შერჩევა და, შესაბამისად, მისაღებ დონემდე რისკის შემცირება. დოკუმენტი არ შეიცავს შესასრულებლად საფალებულო მოთხოვნებს, არამედ სთავაზობს უსაფრთხოების იმ მიზნებს, რომლებიც, არსებული რისკებიდან გამომდინარე, მისაღწევია მდგრადობის სხვადასხვა დონეებზე.

SORA-ს დანიშნულებაა რისკის შეფასების ჰარმონიზებული მეთოდოლოგიის უპირატესობების დემონსტრირება და ექსპლუატანტების და კომპეტენტური ორგანოების ამ მეთოდოლოგიის გამოყენებისაკენ წაქეზება. რეალურ პირობებში შესრულებული ფრენების საფუძველზე შეგროვებული გამოცდილება იქნება ამ დოკუმენტის შემდგომი განახლების ფუძემდებელი ელემენტი.

SORA-ში შემოთავაზებულია რისკის შეფასების მეთოდოლოგია, რომელიც განმცხადებელს დაეხმარება სპეციფიკური კატეგორიის ფარგლებში უპილოტო საჰაერო სისტემის ექსპლუატაციაზე ნებართვის აღებაში.

საექსპლუატაციო სხვაობების და რისკის გამზრდილი ღონის გამო, სპეციფიკურ კატეგორიას ავტომატურად არ მიენიჭება უსაფრთხოების იგივე ღონე და მახასიათებლები, რაც უპილოტო სისტემის მიერ დემონსტრირებული იყო „ღია“ კატეგორიით შესრულებული მრავალი ფრენის დროს. ამის გამო, SORA სთავაზობს იმ დამატებითი რისკების შეფასებისადმი ერთიან მიდგომას, რომლებიც თან ახლავს ექსპლუატაციის იმ ახალ სახეობებს, რომლებიც „ღია“ კატეგორიას არ მიეკუთვნება.

ეს მეთოდოლოგია შემოთავაზებულია, როგორც რისკების შეფასების და იმის განსაზღვრის მისაღები მეთოდი, თუ რამდენად მისაღებია უპილოტო საჰაერო სისტემის ექსპლუატაცია სპეციფიკური კატეგორიის ფარგლებში.

SORA არ განიხილება, როგორც ყველა ტიპის დრონის ყველა კლასის საჰაერო სივრცეში სრული ინტეგრირების უნივერსალური მექანიზმი. ეს მეთოდოლოგია შეიძლება გამოყენებული იყოს მაშინ, როდესაც საჰაერო ხომალდის სერტიფიცირების გრადიციული წესი (ლიზინის დამტკიცება, საფრენად ვარგისობის მოწმობის და ტიპის სერტიფიკატის გაცემა) ვერ იქნება გამოყენებული უპილოტო საჰაერო სისტემის ლიმიტირებული ან შეზღუდული ექსპლუატაციის შემთხვევაში. ასევე, ეს მეთოდოლოგია შეიძლება სასარგებლო გამოდგეს საფრენად ვარგისობის მოთხოვნების განსაზღვრისათვის საჭირო საქმიანობის განხორციელების პროცესში. იგულისხმება, რომ სპეციფიკური კატეგორიისადმი დადგენილი უსაფრთხოების მიზნები შეთავსებადია იმ მიზნებთან, რომლებიც დადგენილია სერტიფიცირებული კატეგორიისადმი.

ეს მეთოდოლოგია ეფუძნება უსაფრთხოების რისკის ყოვლისმომცველი/ტოტალური შეფასების ისეთი მოდელს, რომლის მეშვეობითაც შეფასებული იქნება მოცემულ ექსპლუატაციასთან დაკავშირებული ყველა რისკი. ამ მოდელში გათვალისწინებულია სპეციფიკურ რისკთან დაკავშირებული ყველა სახის საფრთხე, უპილოტო სისტემების ღიზინი და სპეციფიკურ ექსპლუატაციასთან მიმართებაში შემოთავაზებული სამიტიგაციო მოქმედებები. გარდა ამისა, SORA-ს საფუძველზე გაადვილებული შეიძლება იყოს რისკების სისტემატიური შეფასება და

უსაფრთხო ექსპლუატაციისთვის საზღვრების დადგენა. ეს მეთოდი განმცხადებელს დაეხმარება რისკის მისაღები ღონეების განსაზღვრაში და იმის დადგენაში, შეესაბამება ეს ღონეები დასახულ ექსპლუატაციას, თუ არა. ასევე, ეს მეთოდოლოგია კომპეტენტურ ორგანოს შესაძლებლობას მისცემს ღარწმუნდეს იმაში, რომ ექსპლუატანგს შეუძლია ექსპლუატაციის უსაფრთხოდ განხორციელება.

ნებართვების განმეორებით გაცემის თავიდან ასაცილებლად, ამ მეთოდოლოგიის საფუძველზე კომპეტენტურ ორგანოს შეუძლია შეიმუშაოს „სტანდარტული სცენარები“ ექსპლუატაციის კონცეფციის (ConOps) იმ გიპებისთვის, რომლებთან დაკავშირებული საფრთხეები და მიტიგაციის მისაღები ზომები ცნობილია.

ამ დოკუმენტში ასახული მეთოდოლოგია, მასთან დაკავშირებული პროცესები და სიდიდეები არის ის საინსტრუქციო მასალა, რომლითაც კომპეტენტურმა ორგანოებმა უნდა იხელმძღვანელონ რისკის შეფასების პროცესში. კომპეტენტურმა ორგანოებმა შეიძლება მიიღონ გადაწყვეტილება ამ დოკუმენტის რომელიმე ნაწილის მათ ეროვნულ კანონმდებლობაში ადაპტირების შესახებ.

ამ დოკუმენტში ასახული მეთოდოლოგიის დანიშნულებაა ნებისმიერი კლასის და ზომის უპილოტო საჰაერო სისტემების ნებისმიერი სახეობის (სამხედრო, ექსპერიმენტულ, სამეცნიერო-კვლევით და საპროექტო-გამოსაცდელ) ექსპლუატაციასთან დაკავშირებული უსაფრთხოების რისკების შეფასება. განსაკუთრებით, იგი მორგებულია „სპეციფიკურ“ ექსპლუატაციასთან, რომელთან მიმართებაშიც მოითხოვება საფრთხის და რისკის შეფასება.

ეს მეთოდოლოგია ორიენტირებულია უპილოტო და ადამიანით პილოტირებული საჰაერო ხომალდების შეჯახებასთან დაკავშირებულ უსაფრთხოების რისკებზე. ორი უპილოტო საფრენი აპარატის ან უპილოტო და ადამიანების გადასაყვანად განკუთვნილი უპილოტო საფრენი აპარატის შეჯახებასთან დაკავშირებული რისკები განხილული იქნება ამ დოკუმენტის სამომავლო ვერსიებში.

არასაშტატო ვითარების შემთხვევაში უპილოტო საფრენი აპარატის ბორცზე ადამიანების ისეთი გადაყვანა ან ბორცზე საბრძოლო გვირთის (მაგალითად, იარაღის) ისეთი გადაზიდვა, რომელიც დამატებით საფრთხეს ქმნის, ცალსახად გამორიცხულია ამ მეთოდოლოგიის გამოყენების სფეროდან.

ამ მეთოდოლოგიის გამოყენების სფეროში, ასევე, არ შედის უშიშროების საკითხები, გარდა იმ ასპექტებისა, რომლებიც სისტემის საფრენად ვარგისობასთანაა დაკავშირებული (მაგალითად, უკანონო ელექტრომაგნიტური დაბრკოლებებისაგან დაცვა).

ამ მეთოდოლოგიის გამოყენების სფეროში არ შედის პირადი ინფორმაციის დაცვასთან დაკავშირებული და ფინანსური საკითხები.

SORA-ს საფუძველზე შეიძლება გაიცეს ექსპლუატაციასთან მიმართებაში დადგენილი ნორმატიული მოთხოვნების შესრულებისაგან გათავისუფლება, თუ დემონსტრირებული იქნება, რომ ექსპლუატაცია განხორციელდება უსაფრთხოების მისაღებ დონეზე.

SORA-ს მოთხოვნების შესრულების გარდა, ექსპლუატანგმა უნდა უზრუნველყოს ექსპლუატაციასთან მიმართებაში დადგენილი ყველა იმ სხვა ნორმატიული მოთხოვნის შესრულება, რომელიც SORA-ში არ აისახა.

SORA-ს ყველა ასპექტთან დაკავშირებით კომუნიკაციების ეფექტურობის უზრუნველყოფის მიზნით აუცილებელია, რომ მეთოდოლოგიაში გამოიყენებოდეს ექსპლუატაციის ფაზების, პროცედურების და საექსპლუატაციო სივრცეების ამსახველი სტანდარტული ტერმინოლოგია. ცხრილი 2-ში მოყვანილია სემანტიკური მოდელი, რომელიც ერთიანი უნდა იყოს SORA-ს ყველა მომხმარებლისათვის. სურათი 12 წარმოადგენს SORA-ს ტერმინოლოგიის გრაფიკულ ილუსტრაციას

ცხრილი 2. SORA-ს სემანტიკური მოდელი

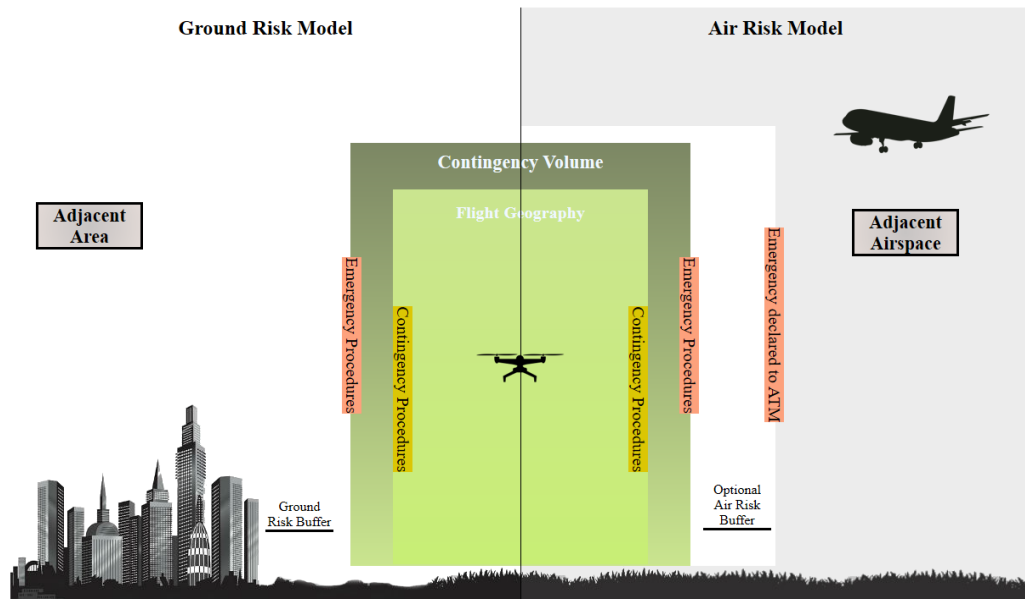
კონტროლირებული ფრენა		ფრენაზე კონტროლის დაკარგვა*
სტანდარტული ექსპლუატაცია	არასტანდარტული ვითარება (არასასურველი ვითარება)	საავარიო ვითარება (აღუდგენელი მდგომარეობა)
სტანდარტული/საექსპლუატაციო პროცედურები	გაუთვალისწინებელ ვითარებაში მოქმედების პროცედურები (ბაზაზე დაბრუნება, ხელით მართვა, წინასწარ განსაზღვრულ მოედანზე დაფრენა და სხვა)	საავარიო პროცედურები (დაუყოვნებელი დაფრენა, ან FTS-ის (ფრენის შეწყვეტის სისტემის) აქტივირება)

			ავარიულ ვითარებაზე რეაგირების გეგმა (ფრენაზე კონტროლის დაკარგვით გამოწვეული ეფექტის შემცირებისაკენ მიმართული გეგმა)
საექსპლუატაციო სივრცე			
არე, რომლის ფარგლებშიც განისაზღვრება შინაგანი სახმელეთო რისკის კლასი			
ფრენის გეოგრაფია	გაუთვალისწინებელი ვითარების სივრცე	რისკის ბუფერული ზონა	მომიჯნავე არე
ტექნიკური შეკავების ზონა			
არე, რომელიც გასათვალისწინებელია საპაერო რისკის კლასის განსაზღვრისას			
ფრენის გეოგრაფია	გაუთვალისწინებელი ვითარების სივრცე	რისკის ბუფერული ზონა (ოფციონალური)	მომიჯნავე არე
ტექნიკური შეკავების ზონა			

(*) ფრენაზე კონტროლის დაკარგვა არის ისეთი ვითარება:

- როდესაც ვითარების შედეგი ძალზე გაუთვალისწინებელია;
- რომელიც გაუთვალისწინებელ ვითარებაში მოქმედების პროცედურით ვერ მოგვარდება;
- როდესაც ფატალური შედეგის საფრთხე გარდაუვალია.

სურათი. 12. SORA-ს სემანტიკური მოდელის გრაფიკული ილუსტრაცია



(წყარო: <http://jarus-rpas.org/>)

SORA-ს პროცესის უკეთესი გაგნობიერებისათვის მნიშვნელოვანია მდგრადობის საკვანძო კონცეფციის დანერგვა. რისკის მიტიგაცია ან საექსპლუატაციო უსაფრთხოების მიზნები ხასიათდება მდგრადობის სხვადასხვა დონეებით. რისკის მიხედვით SORA-ში შემოთავაზებულია მდგრადობის სამი დონე: დაბალი, საშუალო და მაღალი.

მდგრადობის დასახული დონე მიღწეულია, თუ უზრუნველყოფილია თითოეული მიტიგაციის მთლიანობის დონე (ანუ უსაფრთხოების გამრდა) და იმაში რწმუნების დონე (ანუ დამტკიცების მეთოდი), რომ უსაფრთხოების მოთხოვნილი დონე მიღწეულია. ორივე მათგანი რისკზე დაფუძნებული ცნებებია.

მთლიანობის დონის დასასაბუთებლად განკუთვნილი მოქმედებები აღწერილია B, C, D და E დანართებში. აღნიშნულ დანართებში მოყვანილია საინსტრუქციო მასალები და ინდუსტრიაში გამოყენებული სტანდარტები და პრაქტიკა. რწმუნების დონეები განისაზღვრება შემდეგნაირად:

- რწმუნების დაბალი დონე ნიშნავს, რომ განმცხადებელი უბრალოდ აცხადებს, რომ მთლიანობის მოთხოვნილი დონე მის მიერ მიღწეულია;
- რწმუნების საშუალო დონე ნიშნავს, რომ განმცხადებელი წარადგენს იმის მტკიცებულებას, რომ მთლიანობის მოთხოვნილი დონე მის მიერ მიღწეულია. როგორც წესი, ეს არის გესტირების შედეგები (მაგალითად,

ტექნიკური მიტიგაციისთვის) ან გამოცდილების დადასტურება (აღამიანთან დაკავშირებული მიტიგაციისთვის).

- რწმუნების მაღალი დონე ნიშნავს, რომ მიღწეული მთლიანობა მესამე კომპეტენტური მხარის მიერ მისაღებადაა მიჩნეული.

დანართებში განსაზღვრული სპეციფიკური კრიტერიუმები პარაგრაფ (დ)-ში განსაზღვრულ კრიტერიუმებზე უფრო პრიორიტეტულია. იმ ეროვნულ სპეციფიკასთან მორგების მიზნით, რომელიც ვერ იქნება ან არ უნდა იყოს სტანდარტიზებული, მდგრადობის დონის დასასაბუთებლად კომპეტენტურ ორგანოს შეუძლია მოითხოვოს განსხვავებული მოქმედებების განხორციელება.

ცხრილ 3-ში მოყვანილია მდგრადობის დონის განსაზღვრის ინსტრუქცია მთლიანობის დონისა და რწმუნების დონის მიხედვით.

ცხრილი 3. მდგრადობის დონის განსაზღვრა

	რწმუნების დაბალი დონე	რწმუნების საშუალო დონე	რწმუნების მაღალი დონე
მთლიანობის დაბალი დონე	მდგრადობის დაბალი დონე	მდგრადობის დაბალი დონე	მდგრადობის დაბალი დონე
მთლიანობის საშუალო დონე	მდგრადობის დაბალი დონე	მდგრადობის საშუალო დონე	მდგრადობის საშუალო დონე
მთლიანობის მაღალი დონე	მდგრადობის დაბალი დონე	მდგრადობის საშუალო დონე	მდგრადობის მაღალი დონე

მაგალითად, თუ განმცხადებელი აჩვენებს მთლიანობის საშუალო დონეს და რწმუნების დაბალ დონეს, მდგრადობის საერთო დონე იქნება დაბალი. სხვა სიტყვებით, მდგრადობის დონე ყოველთვის იქნება მთლიანობის ან რწმუნების უმცირესი დონის გოლი.

SORA-ს შეფასების პროცესში შეიძლება საჭირო გახდეს სხვადასხვა საკვანძო მხარეების მონაწილეობა. ესენი არიან:

- ექსპლუატანტი - პირი, რომელიც პასუხისმგებელია უპილოტო საჰაერო სისტემის უსაფრთხო ექსპლუატაციის განხორციელებასა და უსაფრთხოების

რისკის გაანალიზებაზე. ექსპლუატაციის უსაფრთხოებას ექსპლუატანტი ასაბუთებს სპეციფიკური ექსპლუატაციის და რისკის შეფასების განხორციელების საფუძველზე. შეფასებისათვის საჭირო დამხმარე მასალები მიწოდებული შეიძლება იყოს მესამე მხარეების (მაგალითად, უპილოტო საჰაერო სისტემის მწარმოებლის, მოწყობილობის მწარმოებლის, U საჰაერო სივრცეში მოძრაობის მართვის ორგანოს (UTM) მიერ და ა.შ.) მიერ. ექსპლუატანტი არის პირი, რომელიც ფლობს კომპეტენტური ორგანოს ან სააერნაოსნო მომსახურების საწარმოს (ANSP) მიერ გაცემულ საექსპლუატაციო ნებართვას.

- განმცხადებელი - მხარე, რომელიც კომპეტენტური ორგანოს ან სააერნაოსნო მომსახურების საწარმოს მიმართავს საექსპლუატაციო ნებართვის მოსაპოვებლად. განმცხადებელი ექსპლუატანტის სტატუსს ღებულობს ექსპლუატაციაზე ნებართვის დამტკიცებისთანავე.
- უპილოტო საჰაერო სისტემის მწარმოებელი - SORA-ს კონტექსტში ეს არის მხარე, რომელიც ახორციელებს უპილოტო საჰაერო სისტემის დაპროექტებასა და წარმოებას. მწარმოებელი/დამპროექტებელი ფლობს ღიბანთან დაკავშირებულ უნიკალურ მონაცემებს (ეს არის, მაგალითად, სისტემის მახასიათებლები, სისტემის არქიტექტურა, პროგრამულ უზრუნველყოფასთან ან აპარატურასთან დაკავშირებული დოკუმენტაცია, ტესტირების/გაანალიზების დოკუმენტაცია და სხვა), რომლებიც შეუძლია გადასცეს უპილოტო საჰაერო სისტემის ერთ ან მეტ ექსპლუატანტს ან კომპეტენტურ ორგანოს იმისათვის, რათა გაადვილებული იყოს ექსპლუატანტის მიერ წარმოდგენილი უსაფრთხოების ანგარიშის დასაბუთება. მეორეს მხრივ, მწარმოებელმა SORA-ს მეთოდოლოგიით შეიძლება ისარგებლოს, რათა დასახოს საპროექტო მიზნები სპეციფიკური ან განზოგადებული ექსპლუატაციისთვის განკუთვნილი უპილოტო აპარატების დაპროექტების პროცესში. საფრენად ვარგისობის მოწმობ(ებ)ის მიღებისათვის განმცხადებელს შეუძლია საპროექტო მიზნებს თან დაურთოს JARUS-ის სასერტიფიკაციო სპეციფიკაციები (CS) ან ინდუსტრიაში მოქმედი შეთანხმებული სტანდარტები, თუ ისინი კომპეტენტური ორგანოს მიერ მისაღებადაა მიჩნეული.

- კომპონენტების მწარმოებელი – მხარე, რომელიც ახორციელებს უპილოტო საჰაერო სისტემის ექსპლუატაციისათვის საჭირო კომპონენტების დაპროექტებასა და წარმოებას. მწარმოებელი/დამპროექტებელი ფლობს ღიბანთან დაკავშირებულ უნიკალურ მონაცემებს (ეს არის, მაგალითად, სისტემის მახასიათებლები, სისტემის არქიტექტურა, პროგრამულ უზრუნველყოფასთან ან აპარატურასთან დაკავშირებული დოკუმენტაცია, ტესტირების/გაანალიზების დოკუმენტაცია და სხვა), რომლებიც შეუძლია გადასცეს უპილოტო საჰაერო სისტემის ერთ ან მეტ ექსპლუატანტს იმისათვის, რომ გაადვილებული იყოს ექსპლუატანტის მიერ წარმოდგენილი უსაფრთხოების ანგარიშის დასაბუთება.
- კომპეტენტური ორგანო – აღიარებული ორგანო, რომელიც ამტკიცებს უპილოტო საჰაერო სისტემის ექსპლუატაციასთან დაკავშირებულ უსაფრთხოების ანგარიშს. განმცხადებელს შეუძლია SORA-ს საფუძველზე შედგენილი შეფასება კომპეტენტურ ორგანოს წარუდგინოს როგორც მთლიანად, ასევე, ნაწილობრივ. SORA-ს პროცესის განხორციელების დროს, განმცხადებელს შეიძლება დასჭირდეს კომპეტენტური ორგანოს კონსულტაცია ცალკეული საფეხურების სწორი შესრულების ან განმარტების კუთხით. კომპეტენტურ ორგანოს, ასევე, უფლება აქვს განახორციელოს ზედამხედველობა უპილოტო საჰაერო სისტემების მწარმოებელზე ან კომპონენტების მწარმოებელზე და დამტკიცოს ღიბანი ან/და გასცეს ნებართვა წარმოებაზე. ასევე, კომპეტენტური ორგანო გასცემს საექსპლუატაციო ნებართვებს.
- სააერონავთო მომსახურების საწარმო (ANSP) – ექსპლუატაციის სპეციფიკურ ზონაში (საჰაერო სივრცეში) საჰაერო მოძრაობის მომსახურების მიმწოდებელი ორგანიზაცია. სააერონავთო მომსახურების საწარმო აფასებს, შესაძლებელია თუ არა დასახული ექსპლუატაციის უსაფრთხოდ განხორციელება მისი მეთვალყურეობის ქვეშ მყოფი საჰაერო სივრცის კონკრეტულ ნაწილში და თუ მიიჩნევს, რომ შესაძლებელია, გასცემს ნებართვას ფრენის შესრულებაზე. მრავალი ფრენების თანხვედრამ შეიძლება საჭირო გახადოს საჰაერო სივრცის მომხმარებლებთან ურთიერთმოქმედების დამყარება. სააერონავთო მომსახურების საწარმო

ინფორმირებული უნდა იყოს SORA-ს ფარგლებში მიღებულ იმ განსაკუთრებულ გადაწყვეტილებებზე, რომლებიც საჰაერო სივრცეში მოქმედ სტანდარტულ წესებს არ ესადაგება. სააერონავიგაციო მომსახურების საწარმოს როლი, ვალდებულებები და განმცხადებლებთან ურთიერთმოქმედების საკითხები მოყვანილია დანართ J-ში.

- U საჰაერო სივრცეში საჰაერო მოძრაობის მართვის (UTM)/U საჰაერო სივრცის მომსახურების ორგანო - ორგანოები, რომლებიც უზრუნველყოფენ U საჰაერო სივრცის მომსახურებას მისი უსაფრთხო და ეფექტური გამოყენების მიზნით. აღნიშნულმა მომსახურებამ ექსპლუატაციას შეიძლება გაუადვილოს უსაფრთხოების ვალდებულებების შესრულება და რისკის გაანალიზება დანართი H-ის მიხედვით.
- საჰაერო ხომალდის მეთაური - ექსპლუატაციის მიერ დანიშნული პილოტი ან, საერთო დანიშნულების ავიაციის შემთხვევაში, საჰაერო ხომალდის მფლობელი, რომელიც ასრულებს საჰაერო ხომალდის მეთაურის ფუნქციას და პასუხისმგებელია ფრენის უსაფრთხოდ შესრულებაზე.

„რისკი“ ცნებას აქვს მრავალი განმარტება ლიგერატურაში. ერთ-ერთი ყველაზე მარტივი და გასაგები მოყვანილია SAE ARP 4754A / EUROCAE ED-79A-ში: „მოვლენის გამოვლენის სიხშირისა (ალბათობის) და მისი შედეგების სიმძიმის ღონის კომბინაცია“. ეს განმარტება ამ დოკუმენტშიც შენარჩუნებულია. საავიაციო მოვლენის შედეგები განიხილება, როგორც გარკვეული ტიპების ზიანი.

არსებობს საავიაციო მოვლენით გამოწვეული ზიანის მრავალი კატეგორია. ამ დოკუმენტის ავტორებმა გააერთიანეს ლიგერატურაში აღწერილი ზიანის კატეგორიები. ეს დოკუმენტი ფოკუსირებულია ხანმოკლე საავიაციო მოვლენებზე (მაგალითად, უპილოტო საჰაერო სისტემის ავარია/ჩამოვარდნა), რომლებსაც, შესაძლოა, ლეგალური შედეგი მოჰყვეს. ხანგრძლივი მოვლენები (მაგალითად, გარკვეული დროის განმავლობაში ტოქსიკური ნივთიერებების გაფრქვევა) ამ დოკუმენტში არ განიხილება. ამ დოკუმენტში განიხილება ზიანის კატეგორიები, რომლებიც პოტენციურად იწვევს:

- დედამიწაზე მყოფი მესამე მხარეების ფატალურ დაზიანებას;
- ჰაერში მყოფი მესამე მხარეების ფატალურ დაზიანებას;
- კრიტიკული ინფრასტრუქტურის დაზიანებას.

საჭიროებისას, კომპეტენტურ ორგანოს შეუძლია დააწესოს ზიანის დამატებითი კატეგორიები (მაგალითად, საზოგადოებრივი წყობის მოშლა, გარემოს დაზიანება, ფინანსური ზიანი და სხვა). ეს მეთოდოლოგია შეიძლება გამოყენებული იყოს ზიანის ამ კატეგორიებთან მიმართებაშიც.

გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ საკმარისია სულ მცირეოდენი ენერგია იმისათვის, რათა პირდაპირ მოხვედრას ფატალური შედეგი მოჰყვეს (სულ რამდენიმე ათეული ჯოული). ამ დოკუმენტში განხილული ექსპლუატაციის დროს დახარჯული ენერგიის დონე გაცილებით მეტია და, შესაბამისად, ზიანით გამოწვეული შედეგიც, დიდი ალბათობით, ფატალური იქნება. ამ მეთოდოლოგიის გამოყენების მეშვეობით, განმცხადებელს საშუალება ექნება მოითხოვოს ლეგალურობის მაჩვენებლის დაქვეითება როგორც ყოველი კონკრეტული შემთხვევისათვის, ასევე, მუდმივ საფუძველზე, თუ ასეთი რამ კომპეტენტური ორგანოს მიერ ნებადართულია (მაგალითად, ღია კატეგორიის შემთხვევაში).

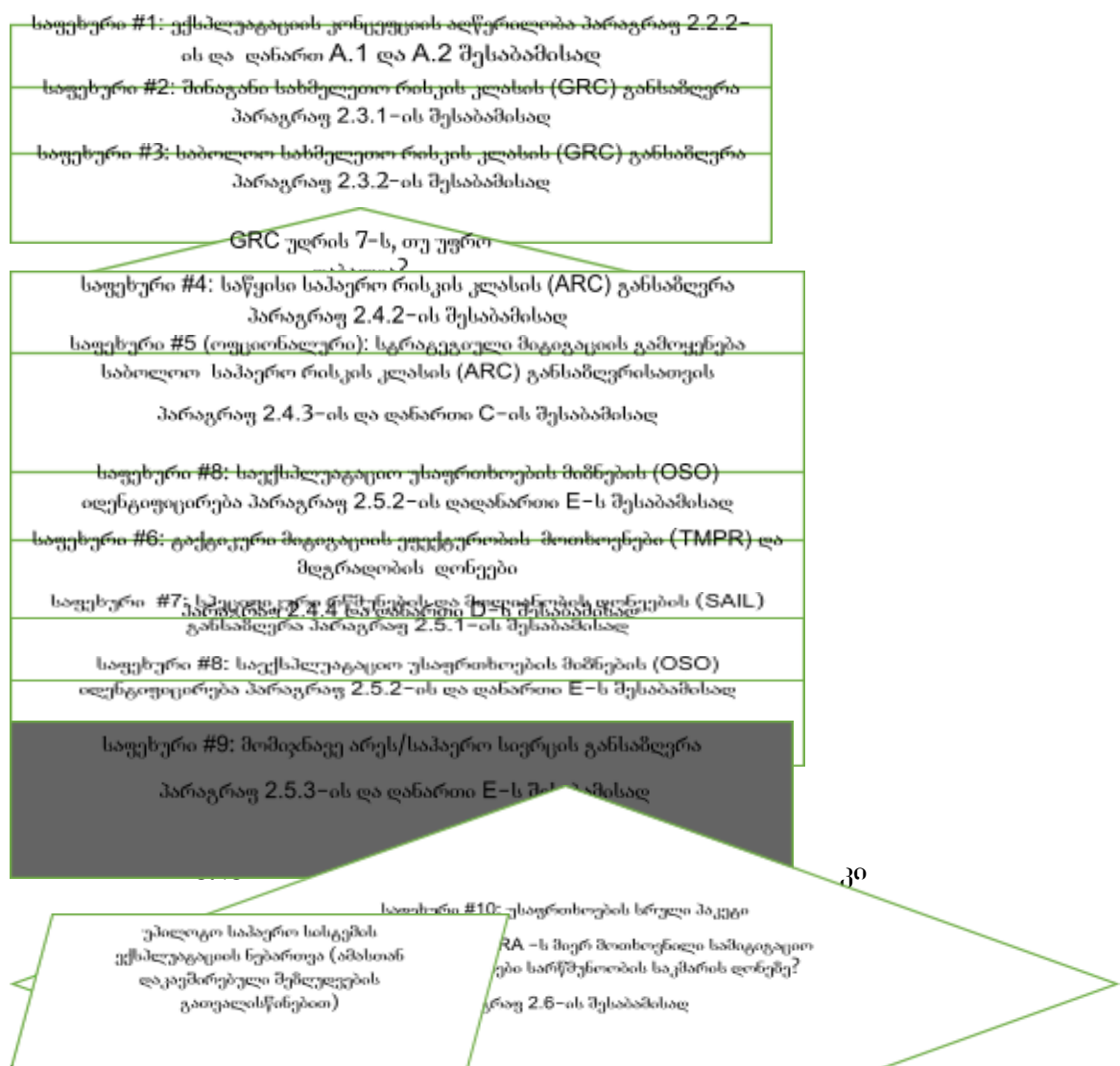
ფატალური დაზიანება არის მკაფიოდ განსაზღვრული ვითარება, რომელიც უმეტესი სახელმწიფოს კომპეტენტური ორგანოებისათვის ცნობილია. ამიტომ, ფატალური შედეგების მიჩქმალვის რისკი პრაქტიკულად არ არსებობს. ფატალური შედეგების რისკის რიცხობრივი მაჩვენებლის მიღების მეთოდი მარტივია. ფატალურობის ასასახად, როგორც წესი, აიღება დროის გარკვეულ მონაკვეთში სასიკვდილო შემთხვევების რაოდენობა (მაგალითად, ფატალური შემთხვევების რაოდენობა მილიონ ნაფრენ საათში) ან სპეციფიკურ გარემოებებში სასიკვდილო შემთხვევების რაოდენობა (მაგალითად, ფატალური შემთხვევების რაოდენობა აფრენების გარკვეული რაოდენობის მიხედვით).

კრიტიკული ინფრასტრუქტურის დაზიანება არის უფრო რთული ვითარება და სხვადასხვა ქვეყნებს შეიძლება ჰქონდეს ამის სხვადასხვა ხედვა. ამიტომ, ამასთან დაკავშირებული რისკების რიცხობრივი ასახვა შეიძლება წარმოადგენდეს სირთულეს ეროვნული სპეციფიკიდან გამომდინარე.

SORA-ს მეთოდოლოგია წარმოადგენს ლოგიკურ პროცესს, რომლის მიზანია დაგეგმილი ექსპლუატაციის გაანალიზება და იმაში დარწმუნების აღკვეთა ღონის დადგენა, რომ ექსპლუატაცია შეიძლება განხორციელდეს რისკის მისაღებ დონეზე. SORA-ს მეთოდოლოგია ათი საფეხურისგან შედგება, რომლებიც ქვემოთაა აღწერილი და დეტალიზებულია შესაბამის დანართებში.

SORA ფოკუსირებულია სახმელეთო და საჰაერო რისკის შეფასებაზე. ამ რისკების გარდა, დამატებით უნდა შეფასდეს კრიტიკულ ინფრასტრუქტურასთან დაკავშირებული რისკებიც, რაც უნდა განხორციელდეს ინფრასტრუქტურაზე პასუხისმგებელ ორგანიზაციებთან ერთად, რადგან ინფრასტრუქტურასთან დაკავშირებული საფრთხეები მათთვის უკეთესადაა ცნობილი. სურ. 3-ში ნაჩვენებია რისკის მოდელის 10 საფეხური, ხოლო სქემა. 1-ში ასახულია ის, თუ როგორ ხდება საჰაერო რისკის კლასის (ARC) განსაზღვრა ექსპლუატაციის მოცემული გიპისათვის.

სქემა. 2. SORA-ს პროცესი



სეიითვის. თუ ფოკუსი არის საჰაერო რისკის შეფასებაზე, მაშინ საფეხური #10-ის დასაწყისში უნდა გადამოწმდეს საჰაერო რისკის შეფასების შედეგები. თუ ფოკუსი არის სახმელეთო რისკის შეფასებაზე, მაშინ საფეხური #10-ის დასაწყისში უნდა გადამოწმდეს სახმელეთო რისკის შეფასების შედეგები. საფეხური #10-ის დასაწყისში უნდა გადამოწმდეს სახმელეთო რისკის შეფასების შედეგები. საფეხური #10-ის დასაწყისში უნდა გადამოწმდეს სახმელეთო რისკის შეფასების შედეგები.

SORA-ს პროცესის გამოყენებამდე, განმცხადებელი რწმუნდება, რომ დასახული ექსპლუატაციის განხორციელება შესაძლებელია (რომ არ ექვემდებარება კომპეტენტური ორგანოს მიერ გაცემულ სპეციალურ გამონაკლისებს ან სტანდარტული სცენარის გამოყენებას). SORA-ს პროცესის დაწყებამდე, შესამოწმებელია შემდეგი:

- ხომ არ მიეკუთვნება ექსპლუატაცია „ღია“ კატეგორიას;
- ხომ არ ექვემდებარება ექსპლუატაცია კომპეტენტური ორგანოს მიერ აღიარებული „სტანდარტული სცენარის“ მიხედვით განხორციელებას;
- ხომ არ მიეკუთვნება ექსპლუატაცია „სერტიფიცირებულ“ კატეგორიას;
- ხომ არ გაიცა კომპეტენტური ორგანოს მიერ ექსპლუატაციაზე სპეციალური აკრძალვა;
- ხომ არ დაასკვნა კომპეტენტურმა ორგანომ, რომ უპილოტო საჰაერო სისტემა „უვნებელია“ საჰაერო რისკის თვალსაზრისით.

თუ არც ერთი პუნქტი არ დადასტურდა, საჭიროა SORA-ს პროცესის გამოყენება.

2.4. სააერნაოსნო ინფორმაციის ავტომატიზებული სისტემა

უპილოტო საჰაერო ხომალდებისათვის სააერნაოსნო ინფორმაციის ავტომატიზებული სისტემის შემუშავება ბევრად გაადვილდა საავიაციო ინდუსტრიაში საერთაშორისო სამოქალაქო ავიაციის ორგანიზაციაში არსებულმა კომიტეტმა. მან შეიმუშავა სააერნაოსნო ინფორმაციის სერვისები. სააერნაოსნო ინფორმაციის კონტროლი და მართვა ხდება ავტომატიზებული მართვის სისტემით. სააერნაოსნო ინფორმაციას სამოქალაქო ავიაციისათვის მეტად სასიცოცხლო მნიშვნელობა აქვს. ის მიზნად ისახავს სააერნაოსნო ინფორმაციის ერთგვაროვანობას და თანმიმდევრულ მოწოდებას, რათა შეასრულოს საერთაშორისო უსაფრთხოებისა და რეგულაციების ნორმები.

1947 წლის 7 იანვარს სამოქალაქო ავიაციის საერთაშორისო ორგანიზაციის საჰაერო ნავიგაციის კომიტეტმა დაამტკიცა პირველი პროცედურები. სადაც წევრ სახელმწიფოებს, დაევალებათ, პილოტისთვის

განსაზღვრული შეცვლინებების საერთაშორისო გავცლა და შეძლებისდაგვრად უმაღვე მოეხდინათ მოცემული სერვისის ექსპლუატაცია. შეცვლინებების ეს ტიპი ორგანიზაციის გარეთ მეოფ ქვეყნების ინტერესიც ღაიმსახურა, რამაც შესაძლებლობა მოგვცა მთელი მსოფლიო მაშგაბით მსგავსი ხასიათით გვემუშავა.

NOTAM-ის სისტემა მსგავსი ხასიათით მუშაობს, როგორიც არის მეზღვაურებისათვის განსაზღვრული შეცვლინება. შეცვლინების ეს ტიპი, მეზღვაურებს აცვობინებს მნიშვნელოვან საკითხების, რომლებიც გავლენას ნავიგაციის უსაფრთხოების პოლიტიკაზე ახდენს. ჩვენს საჰაერო სივრცეშიც NOTAM არის სატელეკომუნიკაცი გზით გავრცელებადი შეცვლინება, რომელიც შეიცავს სააერნაოსნო დაწესებულების ინფორმაციას, მდგომარეობას პროცედურის შესახებ, ინფორმაციას რაიმე ცვლილების შესახებ. ამ ინფორმაციის მიღება სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია საჰაერო უპილოტო ხომალდების ექსპლუატანტებისათვის.

1949 წელს ICAO-მ თავის წევრ ქვეყნებთან შეხვედრა გამართა, საღაც განიხილეს NOTAM-ის ტიპის შეცვლინებები. ეს ICAO-ს ჯგუფის მიერ ორგანიზებული პირველი შეხვედრა იყო სააერნაოსნო ინფორმაციის თემასთან ღაკავშირებით, საღაც განხილული იქნა შეცვლინებების გაგაზავნა/მიღების სტარღარტები. შეხვედრამ საბოლოოდ შეღეგი გამოიღო ღა შემუშავებული იქნა „სააერნაოსნო სერვისების პროცედურები“ (PANS-AIS). მოცემული პროცედურები ითვალისწინებღა პილოტისთვის განკუთვნილი შეცვლინებების გამოქვეყნებისა ღა სატელეკომუნიკაციო გავრცელებასთან ღაკვშირებულ პრობლემებს. ჯგუფის მიერ შექმნილი პროცედურების ექსპლუატაცია 1951 წლის აგვისტოში ღაიწყო.

პარალელურად, ICAO-ს ღაქვემღებარებაში არსებულმა კომუნიკაციების ჯგუფმა შექმნა საავიაციო სატელეკომუნიკაციო ქსელი (AFTN). მისი მიზანი გახლღათ მონაცემებისა ღა შეცვლინებების სანავიგაციო ობიექტებზე არსებულ საღგურებს შორის გაზიარება. მოცემული სატელეკომუნიკაციო ქსელს წინასწარ მკაცრად განსაზღვრული წესები აქვს, რაც საღგურებს შორის ხარისხიან კომუნიკაციის გარანტი არის. თანამეღროვე „ინტერნეტიზაციით“ ღა ღაცული კომუნიკაციის პროტოკოლების საშუალებით მოცემული ინფორმაციის აღგიღამღე მიტანას ბევრად ეფექტურად შევძლებთ.

1952 წლის აგვისტოსა და სექტემბერში ჩატარებულმა შეხვედრებმა შედეგად დანართი 15 მოგვცა რაც გულისხმობს სანავიგაციო უსაფრთხოების, მართვისა და ეფექტური ინფორმაციის გამოქვეყნებას, აღნიშნული დანართი ძალაში 1954 წლის აპრილში შევიდა და არსებული საერნაოსნო სერვისების პროცედურები ჩაანაცვლა.

დღემდე 15-ე დანართმა მრავალი ცვლილება განიცადა ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად. სააერნაოსნო მონაცემების სტატუსი და მნიშვნელობა მკვეთრად შეიცვალა ინტერნეტის ეპოქაში. გამომდინარე აქედან, გრადიციული სააერნაოსნო მომსახურება (AIS) განვითარდა და ეხლა მეტად ფართო სტატუსს ღებულობს, როგორც სააერნაოსნო ინფორმაციის მართვა. უახლოეს მომავალში დაგეგმილია AFTN-ის სატელეკომუნიკაციო ქსელის ჩანაცვლება სააერნაოსნო შეტყობინების მართვის სისტემით. ეს პროცესი დღეისათვის უკვე აქტუალურია და ეტაპობრივად ხდება მისი ინტეგრაცია.

1. სააერნაოსნო ინფორმაციის ავტომატიზებული სისტემის მიზანი

სააერნაოსნო ინფორმაციის ავტომატიზებული სისტემის მიზანია საქართველოს საჰაერო მოძრაობის მართვის სისტემის უსაფრთხოების, რეგულირებისა და ეფექტიანობის უზრუნველყოფა. სააერნაოსნო და ფრენასთან დაკავშირებული ინფორმაციის/მონაცემების ნაკადის უზრუნველყოფის, სააერნაოსნო რუკების შექმნის/განახლების და ფრენის პროცედურის დიზაინის მომსახურების გზით.

უპილოტო საჰაერო ხომალდის ფრენას ესაჭიროება მარშრუტი, წინასაფრენოსნო ინფორმაცია, რომელიც იქნება ოპტიმალური და უსაფრთხო მოცემული ფრენისათვის. წინასაფრენოსნო ინფორმაცია თავის თავში მოისაზრებს ისეთ ინფორმაციებს როგორცა:

- ჩვენ საჰაერო სივრცეში არსებულ რეგულაციები.
- ინფორმაციას ამინდის შესახებ.
- ინფორმაცია აკრძალულ ზონებზე.
- ინფორმაცია შეზღუდულ ზონებზე.
- ინფორმაცია კონტროლირებად ზონებზე.
- ინფორმაცია სამხედრო დანიშნულების ზონებზე.
- ინფორმაცია რეკრაციულ ზონებზე.

- ინფორმაცია საჰაერო სივრცეში არსებული უპილოტო ხომალდების შესახებ.

სააერნაოსნო ინფორმაციის ავტომატიზებული სისტემის საშუალებით უზრუნველყოფილი იქნება უპილოტო საჰაერო ხომალდების ფრენის უსაფრთხოება და ფრენის საჰაერო რეგულაციების ჩარჩოში მოქცევა. უპილოტო საჰაერო ხომალდის ოპერირებისას კომუნიკაცია არსებულ სისტემასთან გლობალური ქსელის საშუალებით ხდება. უპილოტო ხომალდის ადგილმდებარეობა და ფრენის არეალი წინასწარ ფრენის გეგმის გაფორმების საშუალებით არის აღრიცხული სააერნაოსნო ინფორმაციის ავტომატიზებულ სისტემაში.

წარმოდგენილია უპილოტო საჰაერო ხომალდების უსაფრთხოდ ოპერირება მეტეოროლოგიური ინფორმაციის გარეშე, რომელიც მუდმივ განახლებას ექვემდებარება. დაკვირვებას აწარმოებს ამინდზე და აწვდის ინფორმაციას შესაბამის მომხმარებლებს.

2. სააერნაოსნო ინფორმაციის ავტომატიზებული სისტემის ფუნქციები.

სააერნაოსნო ინფორმაციის ავტომატიზებული სისტემის ფუნქციები:

- ავტომატიზებული სისტემა მიიღებს ან ადგენს, ახარისხებს, აერთიანებს, ამოწმებს, გვაძლევს რედაქტირების საშუალებას (შინაარსის შეუცვლელად), ინახავს, დადგენილი ფორმატით აქვეყნებს ავრცელებს სააერნაოსნო ინფორმაციას/მონაცემებს. სააერნაოსნო ინფორმაცია/მონაცემები ქვეყნდება სააერნაოსნო ინფორმაციის პროექტის სახით და მოიცავს ინფორმაციას/მონაცემებს საქართველოს საჰაერო სივრცისა და ღია ზღვის თავზე არსებული საჰაერო სივრცის შესახებ, სადაც საჰაერო მოძრაობის მომსახურეობას უზრუნველყოფს საქართველო.
- ავტომატიზებული სისტემის მიერ დამუშავებული ინფორმაცია/მონაცემები არის საჯარო და შესაბამისად მათი პუბლიკაცია მოხდება როგორც ციფრულად ასევე მოთხოვნის წარდგენის საფუძველზე დეცალური დოკუმენტაცია გადაეცემა სამოგადოებაში შემავალ ნებისმიერ სტრუქტურულ ერთეულს.
- ავტომატიზებული სისტემა წინასწარ გაწერილი ალგორითმის მიხედვით ამოწმებს და ავრცელებს ფრენის გეგმას და მასთან დაკავშირებულ შეტყობინებებს.

- ავტომატიზებული სისტემა უპილოტო საჰაერო ხომალდის მფლობელს, ოპერატორს და ექსპლუატანტს უზრუნველყოფს სააერნაოსნო ინფორმაციის პროდუქტებით.
- ავტომატიზებული სისტემა იღებს და თანამშრომლობს უპილოტო საჰაერო ხომალდის მფლობელთან, ოპერატორთან და ექსპლუატანტთან, შემდგომ კი ავრცელებს დამუშავებულ ინფორმაცია/მონაცემებს.

3. სააერნაოსნო ინფორმაციის ავტომატიზებული სისტემის სტრუქტურული დანაყოფები.

სააერნაოსნო ინფორმაციის ავტომატიზებული სისტემა თავის მხრივ იყოფა ორ სტრუქტურულ სისტემად:

- სააერნაოსნო ინფორმაციის პუბლიკაციის მართვა.
- წინასაფრენოსნო ინფორმაციის/მონაცემების მართვა და ოპტიმიზაცია.

სააერნაოსნო ინფორმაციის პუბლიკაციის მართვის სისტემის დახმარებით ჩვენ ვიღებთ ან ვადგენთ, ვახარისხებთ, ვაერთიანებთ, ვამოწმებთ, ვახდენთ რელაქტირებას, ვინახვთ, დადგენილი ფორმაგით ვაქვეყნებთ და ვავრცელებთ სააერნაოსნო ინფორმაციას/მონაცემებს სააერნაოსნო ინფორმაციის კრებულის სახით (AIP). შემდგომ მოცემულ კრებულში შეგვიძლია ცვლილებების და დამატებების შესრულება. მოცემული კრებულის მთავარი უპირატესობა ის არის რომ მას შეუძლია ელექტრონული ფორმაგით არსებობა და სწორი ალგორითმის შედგენის შემთხვევაში, მოხდეს მისი დინამიური სახით განახლება. გამოქვეყნებულ ინფორმაციაში მნიშვნელოვან ადგილს იკავებს სააერნაოსნო რუკები რომელიც აერთიანებს საავიაციო რუკებს, საგრანსპორტო დეპარტამენტის ხელთ არსებულ რუკებს, რეკრეაციულ ზონებს და ნებისმიერი მომხმარებლის მიერ მოწოდებულ მონაცემებს.

სააერნაოსნო ინფორმაციის პუბლიკაციის მართვის სისტემა თავის თავში მოისაზრებს კომპლექსურ პროგრამულ სისტემას, რომელიც ნებისმიერ მომხმარებლის მიერ მოწოდებულ მონაცემებს პუბლიკაციაზე პასუხისმგებელი პიროვნება მარტივად გარდაქმნის ჯერ ორ განზომილებიანი რუკის ფორმატში და შემდგომ სამ განზომილებიან ფორმატში.

სისტემაში ასევე შესაძლებელი განხილული იყოს უწყებათაშორისო ღრუბლოვანი კავშირი, სადაც სახელმწიფო სხვადასხვა უწყება ისარგებლებს

სააერნაოსნო ინფორმაციის პუბლიკაციის მართვის სისტემით. ყველა დაინტერესებული უწყებისთვის წინასწარ შეიქმნება ღრუბლოვანი სისტემის ანგარიში, რომელიც მისცემს უფლებას თავად მართოს თავის პასუხისმგებლობაში არსებული ბონები. ღრუბლოვანი სისტემაში არსებულ ანგარიშს მკაცრ კონტროლს გაუწევს სააერნაოსნო ინფორმაციის პუბლიკაციის მართვის სისტემა. სააერნაოსნო ინფორმაციის პუბლიკაციის მართვის სისტემა საჰაერო ხომალდის მფლობელს, ოპერატორს და ექსპლუატანტს უზრუნველყოფს ფრენისწინა ინფორმაციით (PIB).

წინასაფრენოსნო ინფორმაციის/მონაცემების მართვის სისტემა უპილოტო საჰაერო ხომალდის ოპერატორს და ექსპლუატანტს აძლევს საშუალებას შექმნან ფრენის გეგმა. ოპერატორის/ექსპლუატანტის მიერ შექმნილი ფრენის გეგმას სისტემა ამოწმებს სინგაქსურად და ფრენისწინა ინფორმაციის საფუძველზე ხდება დასტურის მიცემა, არის თუ არა რეკომენდირებული არსებული ფრენის გეგმით ოპერირება. ფრენის გეგმის გაფორმებას მომხმარებელი წინასწარ შემუშავებული შაბლონით შეძლებს რომელიც სურათი.13-ში არის მოცემული

სურათი. 13. ფრენის გეგმის ფორმა.

III. ექსპერიმენტული ნაწილი

დრონების საქართველოს საჰაერო სივრცეში ინტეგრირების პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავება

3.1. პროგრამული უზრუნველყოფის ზოგადი აღწერა

ნებისმიერი სახელმწიფო ინსტიტუციის მიზანი ქვეყნის მოქალაქეების კეთილდღეობაზე ზრუნვა უნდა იყოს. ის უნდა უწყობდეს მათი ძირითადი უფლებების რეალიზებას, როგორცაა სიცოცხლის, თავისუფლების, საკუთრების.

ამ გადასახედიდან დრონების ექსპლუატაციის ნებისმიერი რეგულაცია პირველ რიგში უსაფრთხოების მიღწევის პოზიციიდან უნდა მუშავდებოდეს, მაგრამ რისკების აბსოლუტურმა ნიველირებამ შეიძლება დრონების გამოყენების სტიმული გააქროს (ისე გააძვიროს დრონებით სარგებლობა ან გაწელოს ფრენაზე უფლების მოპოვების დრო, რომ სხვა საშუალებებს კონკურენცია ვეღარ გაუწიოს). ამით კი დაკარგავთ რესურსების რაციონალური გამოყენების შანს, რაც ჩვენს შრომას არაეფექტურს გახდის. მაგალითად სოფ. მეურნეობაში დრონების გამოყენება დღეის მდგომარეობით ძაან აქტუალური არის მსოფლიოს მაშტაბით და ჩვენთან მისი გამოყენება საშუალებას მოგვცემს შევამციროთ წარმოების ფასი და გავზარდოთ ჩვენი პროდუქციის კონკურენტუნარიანობა, როგორც საერთაშორისო, ისე შიდა ბაზრებზე.

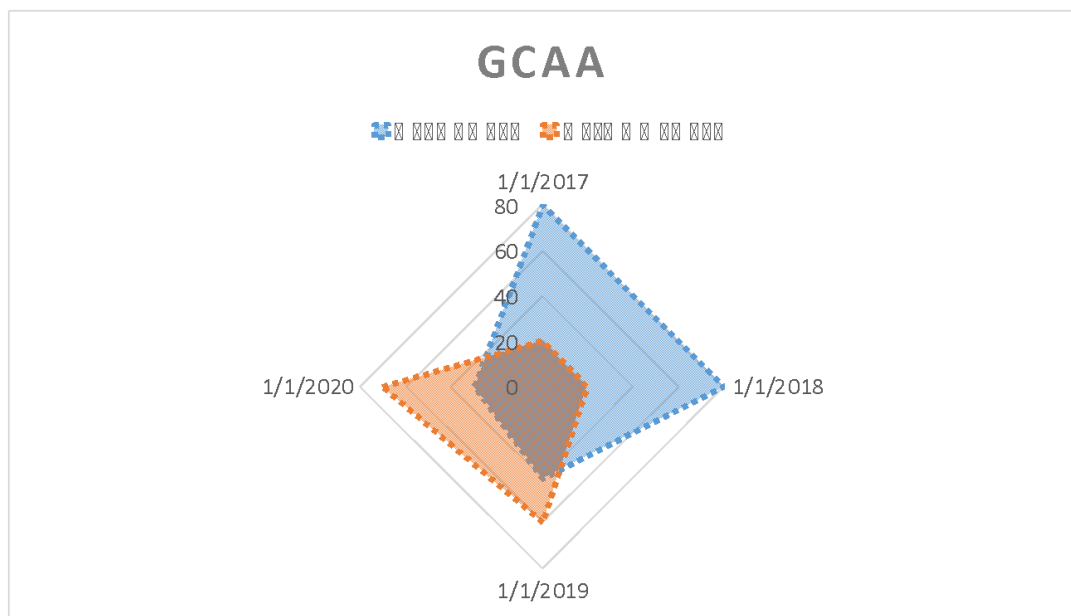
თუმცა არც სადავეების სრულიად მოშვება ივარგებს, რადგან ამ შემთხვევაში იზრდება, როგორც თავად დრონების, ისე დრონების საექსპლუატაციო გარემოს დაზიანების რისკი. რაც თავის მხრივ შეამცირებს ნდობას დრონების მიმართ და გაზრდის ეჭვებს მათი გამოყენების ეფექტიანობაზე.

დრონების რეგულაცია უნდა განვიხილოთ, როგორც ათასობით დრონის ერთობლივი ჰარმონიული მოქმედების წინაპირობა. რეგულაციები კი არ უნდა აფრთხობდეს დრონებით ოპერირების მსურველებს, არამედ უნდა გვარწმუნებდეს

დრონების გამოყენების უსაფრთხოებაში და უნდა ზრდიდეს დრონების სერვისებით დაინტერესებულთა რიცხვს.

დიაგრამა 1-ში მოცემული გვაქვს ორ მთავარ საკითხის პროგრსირების პროცენტული მაჩვენებელი, დრონებით ოპერირება და უსაფრთხოების ღონე ღრით ჭრილში.

დიაგრამა 1. დრონებით ოპერირებისა და უსაფრთხოების პროცენტული მაჩვენებელი (ფოკუსირება 2017 წელზე)

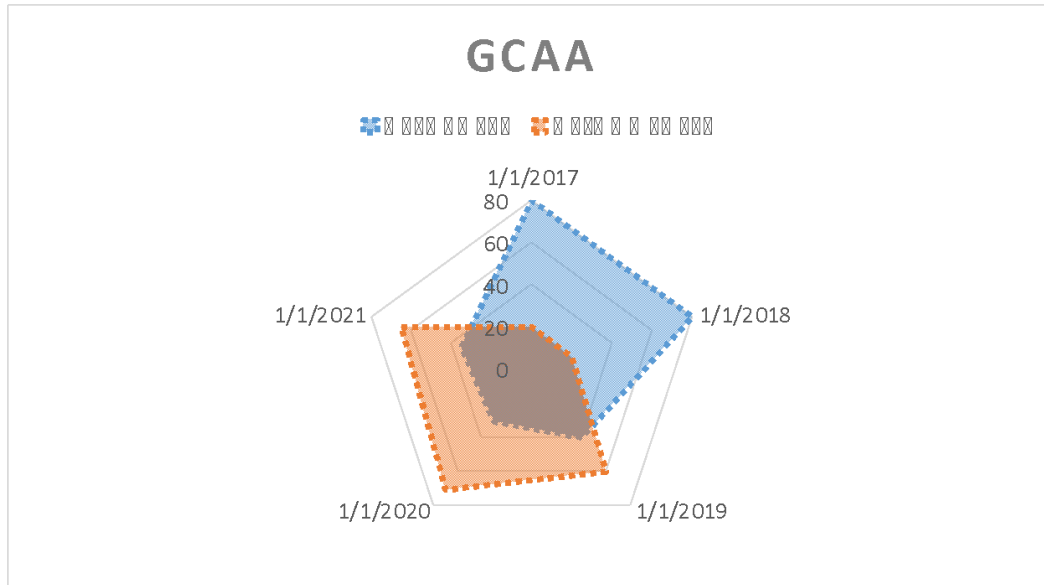


როდესაც რეგულაცია არ გვექონდა, ოპერირების ნიშნული იყო მაქსიმალურზე ანუ სრული თავისუფლება ქონდათ ექსპლუატანტებს, მაგრამ უსაფრთხოება 30 პროცენტზე დაბალ ნიშნულზე ჩამოდიოდა. ამის შემდგომ, საქართველოში ჯერ შემოვიდა ევროპული რეგულაციები, რომელთა თანახმად ყველაფერს ეკრძალებოდა ფრენა, და დრონის ექსპლუატანტებს ყოველ კონკრეტულ აფრენაზე ნებართვის აღება სჭირდებოდათ. მერე კი ევროპის საჰაერო სივრცის მარეგულირებელმა ორგანიზაციამ შეცვალა პოლიტიკა, ყველა გიპის დრონისთვის საჰაერო სივრცე გახსნა, გარდა გარკვეული ზონებისა. ამ ზონების მუდმივი გადახედვა წარმოებს შესაბამისი სამსახურების მიერ.

ჩვენ პირველ ეტაპზე შემოვიტანეთ და გავატარეთ ციფრული სერვისების პოლიტიკა ანუ შევქმენით uas.gov.ge და airspace.gov.ge, რომელმაც საწყის

ეტაპზე მოგვცა საინფორმაციო კამპანიის წარმოების საშუალება და ჩვენს სეგმენტში არსებული მომხმარებლები გავხადეთ ინფორმირებული, რამაც ხელი შეუწყო ექსპლუატაციის და უსაფრთხოების მაჩვენებლის გათანაბრებას.

დიაგრამა 2. დროებით ოპერირებისა და უსაფრთხოების პროცენტული მაჩვენებელი (ფოკუსირება 2018-2019 წლებზე)



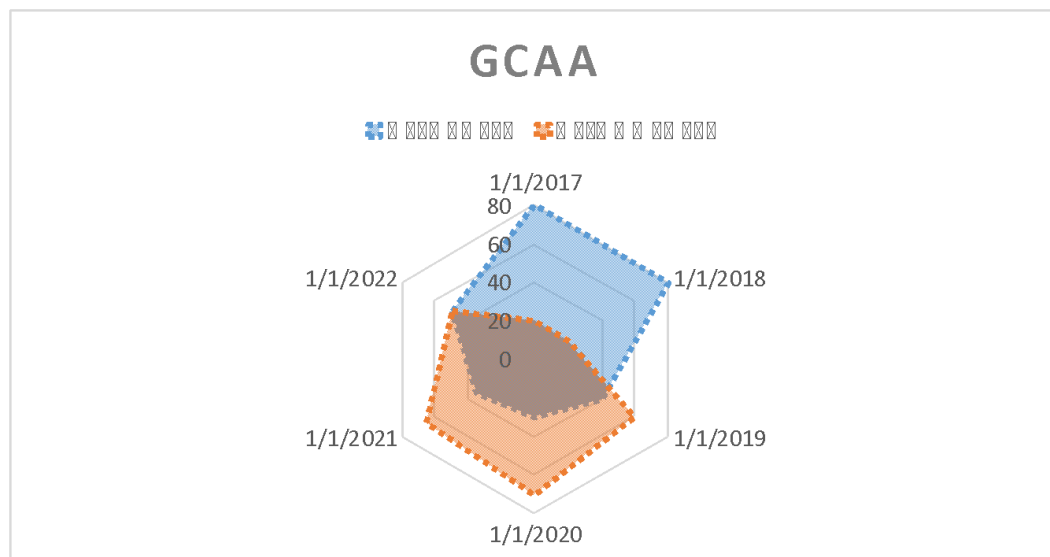
ამის შემდგომ სხვადასხვა უწყებების ჩართულობამ თავი მოუყარა ყველა მხარეთა ინტერესებს და კიდევ უფრო გააუმჯობესა საქართველოს სამოქალაქო საავიაციო სააგენტოს სერვისები. ამ ყველაფერმა კიდევ უფრო მიგვაახლოვა ოქროს შუაღელის მდგომარეობას, სადაც ერთმანეთისგან გამიჯნულია სახმელეთო და საჰაერო სივრცეების უსაფრთხოება.

ჩვენი გადაწყვეტის ძირითადი კონცეფცია არის უშუალოდ ექსპლუატაციის პროცესში გავეართიანოთ ჩვენს ხელთ არსებული ყველა ინფორმაცია და მაქსიმალური უსაფრთხო სახმელეთო და საჰაერო სივრცე შევქმნათ. შემდგომ ფაზაში მოდელი ითვალისწინებს სისტემაში მობილური აპლიკაციის არსებობას რაც რიალურ დროში ექსპლუატანტს და ყველა ჩართულ პირს მიაწვდის ინფორმაციას. ჩვენი ყურადღება მოცემულ შემთხვევაში მაქსიმალურად არის მიპყრობილი დროებით ოპერატორებზე და ექსპლუატანტებზე. ჩვენი ხედვით პირველ რიგში უნდა მოხდეს კეთილ სინდისიერი უპილოტო ხომალდების მომხმარებლების ერთიან სივრცეში შემოყვანა რომელთათვისაც ჩვენ

უმრუნველყოფთ მათი უსაფრთხო ფრენისთვის ყველა ინფორმაციის შეგროვებას და მართვას. რა თქმა უნდა მოცემულ სქემაში ჩართულობა ექსპლუატანტების ინტერესებშიც შედის რათა მათი ოპერირება ცაში იყოს მაქსიმალურად უსაფრთხო.

ეხლა ვისაუბრებ ჩვენს მოდელზე რომელმაც მწვანე ზონაში უნდა გადაიყვანოს უპილოტო საჰაერო ხომალდების გამოყენება, რაც იმას მიშნავს რომ მაქსიმალურად დაცული იქნება უსაფრთხოება როგორც ხმელეთზე ასევე ჰაერშიც. ღრონების ოპერირებისა და უსაფრთხოების მაჩვენებელი კი ერთმანეთს გაუთანაბრდება.

დიაგრამა 3. ღრონებით ოპერირებისა და უსაფრთხოების პროცენტული მაჩვენებელი (ფოუსირება 2020-2021 წლებზე)



მოცემული სისტემის შექმნა ერთი დიდი ნაბიჯი იქნება ხელოვნური ინტელექტისაკენ და ჩვენს ეტაპებში მალევე მოიაზრება „მანქანური სწავლებისა“ და „მონაცემთა მეცნიერების“ ჩართულობა. მოცემულ სიტუაციაში კიდევ მონაცემების შეგროვების პროცესში ვართ და ვცდილობთ შევექმნათ მომხმარებლისთვის მეგობრული გარემო რათა მათ ამ პროცესში ჩართულობა მაქსიმალურად გაუადვილდეთ. მოცემული მობილური აპლიკაცია მომხმარებელს ოპერატორის სამუშაოს გაუწევს, რომელიც თავის თავში აერთიანებს: პილოტებს, რეგისტრირებულ ღრონებს და წინასაფრენოსნო გეგმას.

სისტემა პირდაპირ კავშირში იქნება GCAA-ს მიერ შექმნილ პორტალთან, სადაც გადამოწმდება მომხმარებლის ანგარიში და სტატუსი, ასევე

დასიქრონირდება მის ხელთ არსებული დრონების ინფორმაცია რომლითაც მას შეეძლება ფრენა. აპლიკაციის მუშაობაში პირველი ფაზა ეს არის ავტომატურად მოაგროვოს წინასაფრენოსნო ინფორმაცია, მაგალითად ინფორმაცია ექსპლუატანგზე, ინფორმაცია საფრენ აპარატზე, საფრენი აპარატის კლასის დადგენა, კლასის შესაბამისად პილოტის სერტიფიცირების გადამოწმება და NOTAM-ის სისტემაში შემოწმება.

ამის შემდეგ აპლიკაცია მომხმარებელს გადაიყვანს ფრენის გეგმის შედგენის ფაზაზე თუ კი პირველ ფაზაში არ გამოვლინდება რაიმე ტიპის მცუენება. ფრენის გეგმის შედგენის ფაზა მაქსიმალურად გამარტივებული იქნება მომხმარებლისთვის სადაც სავალდებულო იქნება მიეთითოს ფრენის ხანგრძლივობა, დაწყების დრო, დამთავრების დრო, აფრენის ლოკაცია და ფრენის რადიუსი. ფრენის გეგმის შედგენის შემდგომ იგზავნება მოთხოვნა რომელსაც სისტემა ავტომატურად განიხილავს და პასუხობს. მომხმარებლის მიერ გაგზავნილი ფრენის გეგმა, შეიძლება იყოს დადასტურებული ან უარყოფილი. უარყოფის შემთხვევაში სისტემის მიერ ხდება კონკრეტული შეცვობინების მიწოდება რათა მოხდეს ფრენის გეგმაში არსებული სისუსტის გამოვლენა და გამოსწორება.

ფრენის გეგმაში კლასიფიცირდება შემდეგი სახის სისუსტეები: მართლწერის, რეგულაციებთან კონფლიქტი ან გაფრთხილება. ამ სისუსტეებიდან ყველაზე მარტივი არის მართლწერის რომლის გამოსწორებას თავად მომხმარებელი შეძლებს სისტემის კონკრეტული შეცვობინების ხარჯზე. ასევე შედარებით მსუბუქი სისუსტის გამოვლინებაა ე.წ. „გაფრთხილება“, მოცემულ შემთხვევაში სისტემა მომხმარებელს აწვდის სავარაუდო რისკის შესახებ ინფორმაციას და გადაწყვეტილებას თავად ექსპლუატანტი იღებს. მნიშვნელოვანი ის არის რომ „გაფრთხილების“ ფორმის სისუსტის გამოვლენის შემთხვევაში მომხმარებელს შეუძლია ისარგებლოს აპლიკაციაში ინტეგრირებული უპილოტო ხომალდის მართვის სერვისით, რომელიც რიალურ დროში მიაწვდის ინფორმაციას და არსებული სისუსტის შემსუბუქება მოხდება. მოცემული ხასიათის გადაწყვეტილებას თავად სისტემა შეთავაზებს მომხმარებელს, რაც იმას გულისხმობს რომ ხდება „გაფრთხილების“ ქვეკატეგორიების ფილტრაცია.

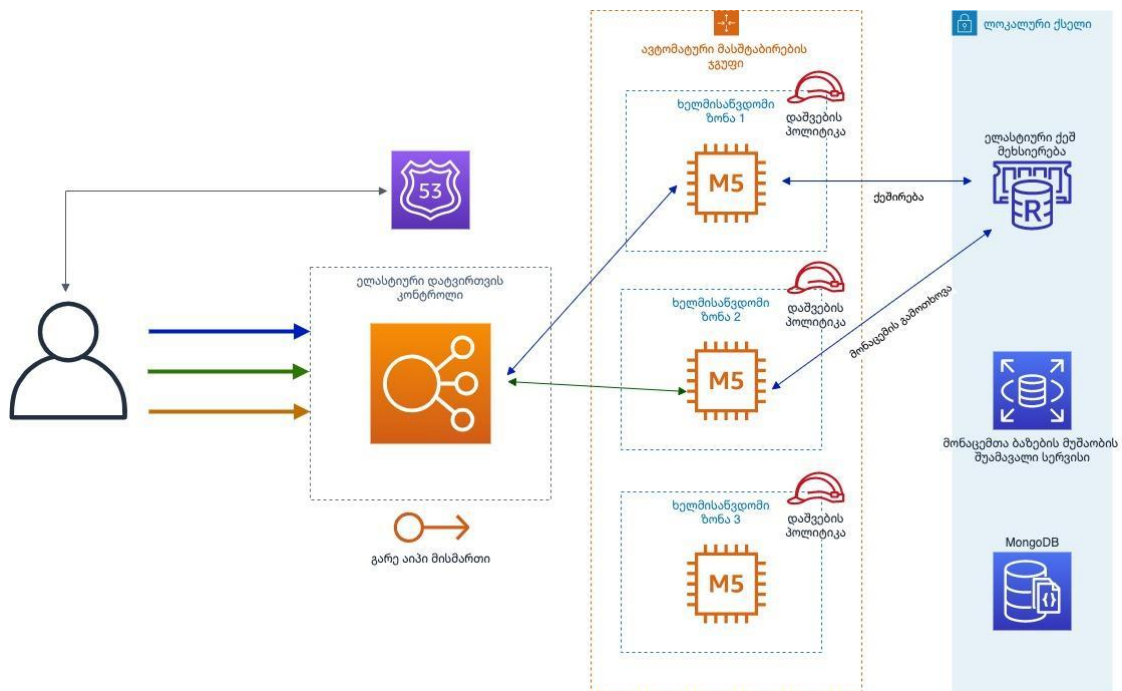
3.2. პროგრამული უზრუნველყოფის არქიტექტურა

ჩვენ უნდა შეგვექმნა არქიტექტურა რომელიც ერთდროულად ათასობით მომხმარებელს შეთავაზებს უწყვეტ სერვისს. ამისათვის ჩვენ არქიტექტურაში გავითვალისწინეთ “ავტომატური დაგვირთვის კონტროლის” მექანიზმი, რომელიც პასუხისმგებელია ნებისმიერი რაოდენობის მოთხოვნა მიიღოს და შემდგომ გადაანაწილოს “ავტომატური მასშტაბირების ჯგუფში” სადაც გათვალისწინებული გვაქვს ჰორიზონტალური მასშტაბირება, რომლის პოლიტიკა თითოეულ მონაში შეგვიძლია სხვადასხვა გვექონდეს. ჰორიზონტალურ მასშტაბირებაში ვგულისხმობთ წინასწარ გაწერილ ლოგიკას სადაც გამოთვლით ხასიათში თავდაპირველად ვიწყებთ ერთი მანქანით და შემდგომ გვაქვს გეგმა, რომ თუ მოცემული მანქანის დაგვირთვა მიაღწევს 80% საქმეში შემოვიდეს დამატებითი მანქანები.

ავტომატურ დაგვირთვის კონტროლს აქვს უცვლელი გარე ქსელური მისამართი, რომელიც გაწერილი გვაქვს დომეინის თარგმნის სიაში. თავდაპირველად მოცემულ არქიტექტურაში დავინახეთ პაგარა ნაკლოვანება, რაც იმაში მდგომარეობდა რომ როდესაც მომხმარებელი ონლაინ გესგის წერისას პირველ კითხვაზე დააფიქსირებდა პასუხს, სერვერის მხარეს ეს მოთხოვნა რომელ მონაში მოხდება ამას ჩვენ ვერ ვწყვეტთ ამ ყველაფერს დიანმიური ხასიათი აქვს. ამ მდგომარეობის გათვალისწინებით თუ მომხმარებელი ძველ კითხვაზე დაბრუნებას მოითხოვს შესაძლოა მოცემულ მანქანას კითხვაზე პასუხი არ ქონდეს. აქ პრობლემა ის არის რომ ჩვენ საქმეში ჩართულ მანქანებს საერთო სურათზე უნდა მიუწვდებოდეთ ხელი და თავდაპირველად ამ პრობლემის აღმოფხვრა ვცადეთ “Stickiness” ე.წ. წებოვნებით, რომელიც “ავტომატური დაგვირთვის კონტროლის” თვისებაა და მოცემული ხასიათით მომხმარებელს კავშირი ექნება იმ მანქანასთან ვისთანაც დაიწყებს თავდაპირველ კომუნიკაციას. მაგრამ აქ უკვე ვხვდებით მეორე პრობლემას სადაც თუ მოცემული მანქანამ გარკვეული მიზეზის გამო შეწყვიტა მუშაობა, ამ დროს ავტომატური დაგვირგის მექანიზმი გადაგვამისამართებს სხვა მანქანასთან, რომელსაც ძველ სესიაზე ხელი არ მიუწვდება. ამ პრობლემის გადასწყვეტად კი მოვიფიქრეთ გამოგვეყენებინა ვებ

სერვისში არსებული ქუქის შესაძლებლობა (cookie), რომელიც მოგვცემს საშუალებს მომხმარებელმა ტესტის მთლიანი მდგომარეობა მოათავსოს ე.წ. ქუქიში და იმ შემთხვევაში თუ სხვა მანქანასთან გადაგვამისამართებს ავტომატური დაგვირთის მექანიზმი ეს პრობლემას არ წარმოადგენს რადგან მას უკვე ქუქის საშუალებით ხელი მიუწვდება ძველ მდგომარეობზეც. თითქოს ყველაფერი კარგად არის მაგრამ ეხლა უკვე შემოდის უსაფრთხოების მექანიზმები, ასევე ყოველ სესიაზე HTTP პროტოკოლის სათაური მიმდებარე და ქუქის აქვს თავისი შეზღუდვა დიდი მოცულობის მონაცემებს ვერ შევინახავთ, ჯამში ოთხ კილობაიგზე მეტს. გემოთ ხსენებულ ყველა პრობლემას დაგვილაგებს “ელასტიური ქეშ მეხსიერება” (“Redis”-ი) ქეშ მეხსიერება რომელიც ოპერატიულ მეხსიერებაში გამოყოფილი ადგილია, სადაც კონკრეტული სესიის უნიკალური ნომრით შევინახავთ მონაცემებს და თუ კი ავტომატური დაგვირთვის მექანიზმი გადაგვამისამართებს სხვა მანქანაზე ეს პრობლემას არ შეგვიქმნის, რადგან მოცემული სესიის უნიკალური ნომრით თუ მოვითხოვთ მონაცემებს ის ჩვენთვის ხელმისაწვდომი იქნება. ბოლოს კი რიალურ დროში არსებული კოლობორაცია დასკვნით ფაზაში მთლიან მდგომარეობას გადაიტანს MongoDB-ში, მაგრამ აქ მნიშვნელოვანი არის ის რომ პირდაპირი კავშირი ჩვენ მონაცემთა ბაზასთან არ გვაქვს არამედ შუამავალი სერვისით მივწვდებით მას რაც უსაფრთხოების პოლიტიკასთან ერთად გვთავაზობს ავტომატური მასშტაბირების ხასიათს მონაცემთა ბაზების სტრუქტურაშიც. იხილეთ სურათი 14.

სურათი 14 მოდელში გამოყენებული ფიზიკური არქიტექტურა



(წყარო: ჩემს მიერ დახატული)

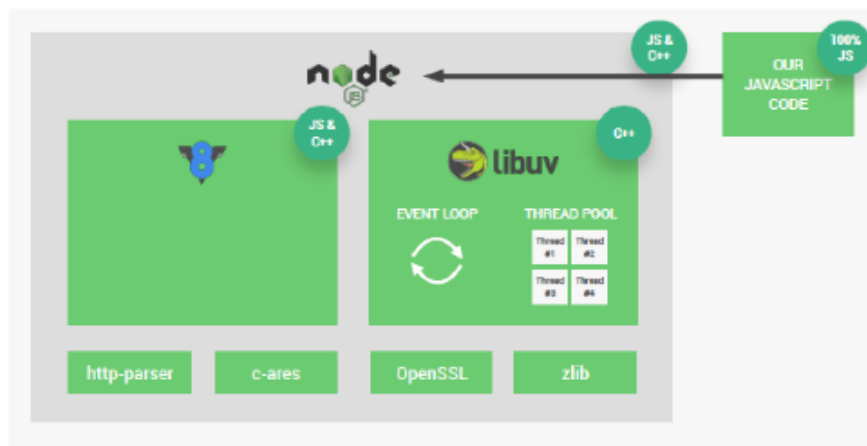
ფიზიკური არქიტექტურა რატომ უნდა თავსებადი უნდა იყოს პროგრამულ არქიტექტურასთან. პროგრამულ არქიტექტურაში ჩვენთან გამოყოფილი არის ვებ სერვისის წინა მხარე და ვებ სერვისის უკანა მხარე. ის ტექნოლოგიები რაც ჩვენ გამოვიყენეთ 90% ჯავასკრიპტის ბაზაზე არის დაშენებული და წინა მხარეს მომხმარებლისთვის გასაგებ ენაზე ინფორმაციის კონვერტირებას ვახდენთ “რეაქტის” პროგრამული პლატფორმით, ხოლო უკანა მხარეს მთლიანი ვებ სერვისის საქმიან ლოგიკას მართავს “nodejs” პლატფორმა, მისი დამხმარე “express” ბიბლიოთეკით. მონაცემთა ბაზად კი ავიღეთ არა რელაციური მონაცემთა სტრუქტურა “MongoDB”. მსგავსი სტრუქტურა როდესაც ერთად იყრის თავს ეძახიან რომ არქიტექტურულად იყენებენ “MERN” სტანდარტს, რომელიც შემდეგნაირად იშვირება “Mongo Express React Node”.

მოცემული არქიტექტურა განპირობებულია იმ ლოგიკით რომ ჩვენ მთელი ვებ სერვისის “Client-Side Rendering” ხასიათით აწყობა გადავწყვიტეთ, რასაც ალტერნატივა არ ააქვს წარმადობის გათვალისწინებით და მომხმარებლის მხარეს ნებისმიერი მოწყობილობის გათვალისწინებით.

მაინც დაგკონკრეტდეთ და ვთქვათ რაგომ “NodeJS”. მოცემულ პლატფორმა შეიძლება ითქვას საუკეთესო არის “Restful API” და CRUD ოპერაციებში. ეს განპირობებულია იქედან რომ ის იყენებს მთლიანი კოდის

შესასრულებლად “Single thread” რაც მიკროპროცესორში ვირტუალურად გამოყოფილი სივრცეა. რა თქმა უნდა მძიმე პროცესებისთვის მოცემული მიდგომა ართულებს საკითხს მაგრამ მინდა გითხრათ რომ მსგავსი საკითხებისთვის პლატფორმაში არის C++ ენაზე შექმნილი “Libuv” ბიბლიოთეკა რომელსაც მძიმე სიტუაციებში შეუძლია გამოყოს დამატებითი “Thread pool”-ი და მსგავსი სიტუაციების ორკესტრირებას ბიბლიოთეკა “Event loop”-ით ახერხებს. იხილეთ სურათი 15.

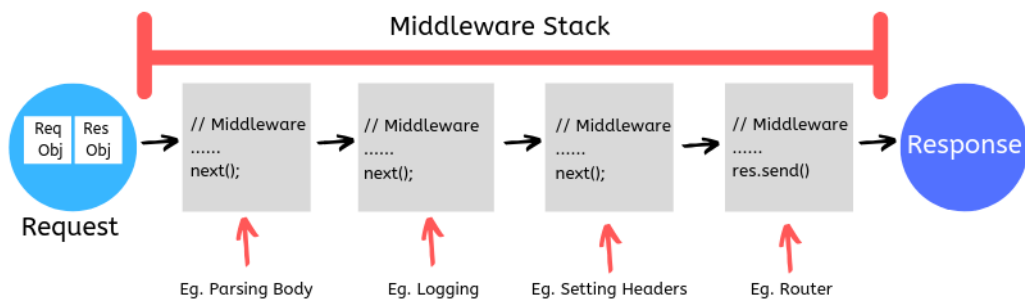
სურათი 15. NODEJS-ის სამუშაო არქიტექტურა



(წყარო: ჩემს მიერ დახატული)

იმის მიხედვით რომ ჩვენი არჩევანით ვიყენებთ “Restful API” არქიტექტურას შესაბამისად კლიენტ-სერვერულ დამოკიდებულებაზე ფოკუსირება გავაკეთეთ NodeJS-ის პლატფორმაზე. ამ პლატფორმის გამოყენებას ისიც ამყარებს, რომ ის გვაძლევს ისეთი ბიბლიოთეკის გამოყენების საშუალებას როგორიც არის “Express”. ბიბლიოთეკა, რომელსაც უმარტივესად აქვს აბსტრაქტული ხასიათით გადმოცემული კლიენტ-სერვერული დამოკიდებულება ე.წ მოთხოვნა-მიწოდების მილში (Request-Response pipeline).

სურათი 16. ვებ სერვისის მოთხოვნა-მიწოდების მილი.



მოთხოვნა-მიწოდების ციკლში მნიშვნელოვანი როლი უკავია შუამავალ ფუნქციებს, რომლებიც მიღებულ მოთხოვნას უცვლიან მდგომარეობას დეველოპერისთვის სასურველი ლოგიკით და საბოლოო მდგომარეობით ეგზავნება პასუხი მომხმარებელს. ასევე აღსანიშნავია მოცემული ბიბლიოთეკის შესაძლებლობა, მართო პროგრამაში შესაძლო უზუსტობები ცენტრალური ხასიათით. რაც ამარტივებს პროგრამაზე დაკვირვების და ტესტირების რეჟიმს.

რაც შეეხება მონაცემთა ბაზის სტრუქტურას რა თქმა უნდა ზემოთ ხსენებული პლათფორმების შემდეგ მსოფლიო პრაქტიკა მონგოს მონაცემთა ბაზებთან მიგვიყვანდა, რადგან ჯავასკრიპტის (ე.წ. EsmaScript) სტრუქტურასთან ძალიან ახლოს არის რადგან მასში არსებულ კოლექციებში დოკუმენტს აქვს ობიექტის ტიპის სტრუქტურა JSON-თან მიმსგავსებული. არა რელაციური მონაცემთა ბაზის მთავარი ხიბლი ის არის რომ ის მარტივ დისკრიბუციის საშუალებას გვაძლევს სხვადასხვა მანქანაზე, რაც რამდენად მნიშვნელოვანია ჩვენს ფიზიკურ არქიტექტურაში აღვიღალ შეამჩნევდით. მონგოს მონაცემთა ბაზაში არ ხდება წინასწარ დოკუმენტის სქემის განსაზღვრა, სანამ მონაცემებით შევავსებთ. ეს იმას ნიშნავს, რომ თითოეულ დოკუმენტს შეუძლია ქონდეს განსხვავებული რაოდენობის და სხვადასხვა ტიპის ველები. ასევე ჩვენ შეგვიძლია ეს ველები შევცვალოთ ნებისმიერ დროს. რაც მთავარი არის ასევე ის არის უფასო საჯარო გამოყენების მონაცემთა ბაზის SSPL ლიცენზიით.

“React” ბიბლიოთეკა გვაძლევს საშუალებას მარტივი სტრუქტურით გადავიგანოთ ჩვენი საქმიანი ლოგიკა მომხმარებლის მხარეს და ამ ყველაფრის ილუსტრირება მოვახდინოთ მაქსიმალურად მომხმარებლისთვის გასგებ ენაზე. აღსანიშნავია ასევე მისი სინგაქსური ჩანაწერის მეთოდი რომელმაც თავის არსში შემოიგანა ჭკვიანი კომპონენტები რაც აერთიანებს მარქაფის და ჯავასკრიპტის

ხასიათს. კლიენტის მხარეს რენდერინგის პროცესის სამართავად ჩვენ სწორედ რეაქტი ავირჩიეთ, რადგან შედარებით მეტ თავისუფლებას გვაძლევს ვიდრე ანგულარი.

მომხმარებლების ის სეგმენტი რომლებიც გამოიყენებენ მობილურ მოწყობილობებს მათთვის აუცილებელი იყო შეგვექმნა კიდეც უფრო მათზე მოქნილი აპლიკაცია. მობილურ მოწყობილობებში ძირითადად გვხვდება ორი სისტემა ანდროიდის და IOS-ის სიგემა. ორივე მათგანს აქვს თავიანთი ფრეიმვორქები, სადაც შეგიძლიათ შექმნა და განახორციელოთ ნებისმიერი საქმიანი ლოგიკა. ჩვენ არჩევანი გავაკეთეთ “Futter” ფრეიმვორქზე, რომელიც დარგის პროგრამულ ენას იყენებს. მოცემული ფრეიმვორქი ჩვენ გვაძლევს საშუალებას ერთი კოდი დაგაკომპილიროთ ორ განსხვავებულ მანქანაზე და ჩვენი ბიზნეს ლოგიკა გაუშვათ ერთდროულად როგორც ანდროიდზე ასევე IOS-ზე.

3.3. პროგრამული უზრუნველყოფის ფუნქციონალური მახასიათებლები

ჩვენი სისტემის პროგრამული ფუნქციონალური მხარეც ფაზების მიხედვით ვითარდებოდა რაც ჩვენს თავიდანვე შექმნილ მოდელში გეჟონდა გაწერილი.

მოდელის მიხედვით პირველ ჯერზე მოხდა რეგულაციის გასაჯაროება და სამოგადოებისთვის გახდა ხელმისაწვდომი თანამედროვე ტექნოლოგიების საფუძველზე.

კერძოდ ვებ და მობილურ პლათფორმაზე მოხდა ვიზუალური ეფექტებით შესაბამისი რეგულაციების ინსცენირება. ყველაზე მნიშვნელოვანი შესაძლებლობა მოცემული სისტემის ის არის რომ მომხმარებლებს საშუალება აქვთ საჭაერო სივრცეში ყოველ ცვლილებას ადევნონ თვალი რიალურ დროში. დამატებითი სერვისების მისაღებად მომხმარებლებმა უნდა შექმნან საკუთარი ანაგარიში, საიდანაც საჭიროების შემთხვევაში შეძლებენ ფეხი აუწყონ რეგულაციებს მათვის მორგებული ინტერფეისით. 2021 წლის 1 იანვრიდან ძალაში შევიდა რეგულაცია რომელიც მოითხოვს ყველა დრონის რეგისტრაციას რომლის ექსპლუატაცია მოხდება. რეგულაციის თანახმად ექსპლუატანტს ოპერირებისას საჭაერო სივრცის შესაბამისი კატეგორიაში უნდა ქონდეს შესაბამისი ონლაინ ტესტი გავლილი და მისი

დამადასტურებელი დოკუმენტი. ზემოთ ხსენებული რეგულაციების დაცვა მომხმარებლებისთვის გაცილებით მარტივია რადგან მათ შეუძლიათ ონლაინ ფორმატში შეძლონ თავიანთი ანგარიშით საკუთარი დრონის რეგისტრაცია და შესაბამისი საჰაერო კატეგორიის გამოცდის დამადასტურებელი დოკუმენტის მოპოვება. სისტემაში მომხმარებლის ავთენტიკაციას დიდი მნიშვნელობა აქვს, ამიტომ მათი გადამოწმება ხდება სახელმწიფოს შესაბამის სტრუქტურებთან, მათ მიერ მოთხოვნილი არქიტექტურის მიხედვით. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ საკუთარი ანგარიში შეიძლება ქონდეს არა მხოლოდ ფიზიკურ პირს არამედ იურიდიულ პირსაც.

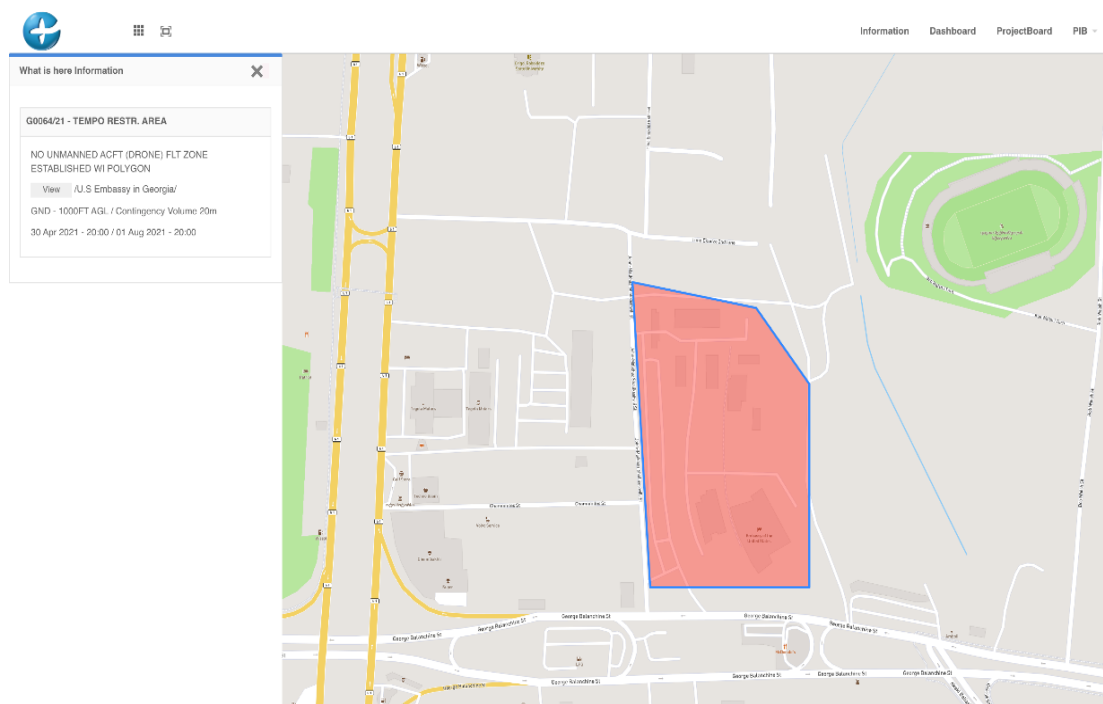
სისტემა ასევე სარგებლობს მოკლე ტექსტური შეკითხვების და მაილ სერვისის მხარდაჭერით რაც იმას ნიშნავს რომ მაქსიმალურად ვცდილობთ ნებისმიერი სიახლე მომხმარებლისთვის კომფორტულ გარემოში გავავრცელოთ. მოცემული სერვისი მუშაობს ნებისმიერ ქვეყანაში რეგისტრირებულ მობილური ნომერზე. აღნიშნულ სერვის ვიდეოებთ ორმაგი ავთენტიფიკაციისთვის და სრულფასოვანი რეგისტრაციისათვის.

მოცემულ მოდელში ჩვენ გათვალისწინებული გვაქვს მარეგულირებელი ორგანოსათვის სამართავი პანელი, საიდანაც ხდება მათ მიერ შედგენილი რეგულაციების ციფრულ ფორმატში კონტროლი. მოცემული სამართავი პანელით ხდება რეგისტრირებული მომხმარებლების სახელზე კუთვნილი დრონების მონიტორინგი (ანუ რეგისტრაციის ხანდაზმულობის კონტროლი) მათ სახელზე არსებული დოკუმენტების შემოწმება. ასევე სამოქალაქო საავიაციო სააგენტოს, რომელიც მარეგულირებელი უწყებაა საქართველოში შეუძლიათ მათ მომხმარებლებს რეალურ რეჟიმში გაუგზავნონ შეკითხვები რაც მათ ანგარიშზე მყისიერად აისახება. ამავე დროულად მიიღებენ შეკითხვებს მათ კუთვნილ მობილურ ნომერზე და ელექტრონულ ფოსტაზე. მოცემულ სამართავ პანელს აქვს ონლაინ დახმარების შესაძლებლობა.

ზემოთ ხსენებულ სამართავი პანელით მარეგულირებელი უწყება მართავს საინფორმაციო რუკას სადაც ყოველ ცვლილებაზე პასუხისმგებელი თავად სააგენტოა. მათ შეუძლიათ შექმნან შეკითხვების როგორც ერთი ერთეული (NOTAM) ასევე მათი კრებული (PIB) რომლის გაცნობაც მომხმარებელს შეუძლია რეგიონების მიხედვით.

საინფორმაციო ინტერაქტიული რუკის კონტროლი შეუძლია სამუშაო ჯგუფში ჩართულ სხვადასხვა უწყებას, როგორებიც არის სატყეო დეპარტამენტი, სახმელეთო გრანსპორტის დეპარტამენტი, საელჩოები და სახელმწიფო სხვა სტრუქტურები. ისინი მათვის გამოყოფილ პანელში შეძლებენ შექმნან თავიანთი საპაერო ზონა წინასწარ შექმნილი ფორმატით და გააგზავნონ სამოქალაქო საავიაციო სააგენტოში. სააგენტო მიღებულ მოთხოვნას გაეცნობა და ციფრული კოლობორაციით მოხდება NOTAM-ის გამოქვეყნება. ნიმუშის სახით მოცემულია სურათზე 17:

სურათი 17. საინფორმაციო რუკაზე NOTAM ინფორმაციის მაგალითი



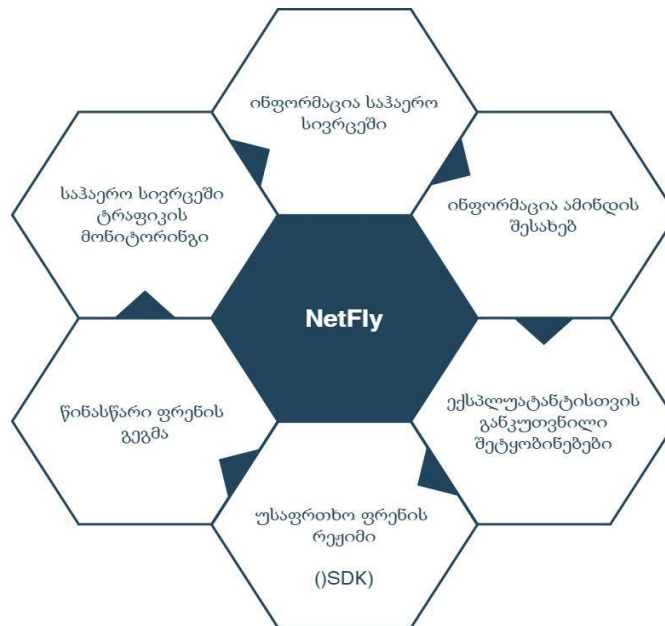
წყარო: <https://airspace.gov.ge/>

მოცემული მოდელის პირველი ფაზის სამუშაო გეგმით მოცემული დახასიათებით შეიძლება ითქვას ამოწურულია და შესულია ექსპლუატაციაში. ამ წლის გაფხულიდან უკვე ჩვენ დაკვირვების რეჟიმში გაუშვით მეორე ფაზა, რაც გულისხმობს დრონების ექსპლუატაციაში ჩართული მომხმარებლების კოლობორაციას და უსაფრთხოების ნორმების დაცვას.

კოლობორაციის საუკეთესო საშუალებაა მობილური მოწყობილობა რადგან მისი მობილობით ვაერთიანებთ თითქმის ყველა გიპის მომხმარებელს. ჩვენ მოცემული კოლობორაციით უკვე შეგვიძლია სერვისი შევთავაზოთ, როგორც ცალკე არსებულ დრონის ექსპლუატანს, ასევე ცალკეულად მდგომა დრონის

მესაკუთრეს, ასევე დაინტერესებულ პირს შევთავაზოთ ოპერატორის ფუნქციონალი და რაც მთავარია შეგვიძლია შევქმნათ ოპერირებისგან გამოწვეული ღატვიროვის მონიგორინგის ბეგა ვერსიის მოდელი.

სქემა 4. მობილიური აპლიკაციისთვის დამხმარე მიკროსერვისის ფუნქციონალური დანაყოფები



ჩვენ ეხლა უბრალოდ ვისაუბრებთ იმაზე თუ რა შედეგს ველოდებით ამ მობაილ აპლიკაციდან და რაში მდგომარეობს ჩვენი მოდელის სიახლე. პირველ რიგში მინდა აღვნიშნო რომ ჩვენს საჰაერო სივრცეში მსგავსი სისტემა არ არსებობს არა თუ საქართველოში არამედ ბევრ განვითარებულ ქვეყანაშიც. მოცემული აპლიკაცია იმის გარდა რომ აერთიანებს ბევრ ხსენებულ ყველა სერვისს ის გვთავაზობს დრონის ოპერირებისას რიალურ დროში ასისტენტის ფუნქციას.

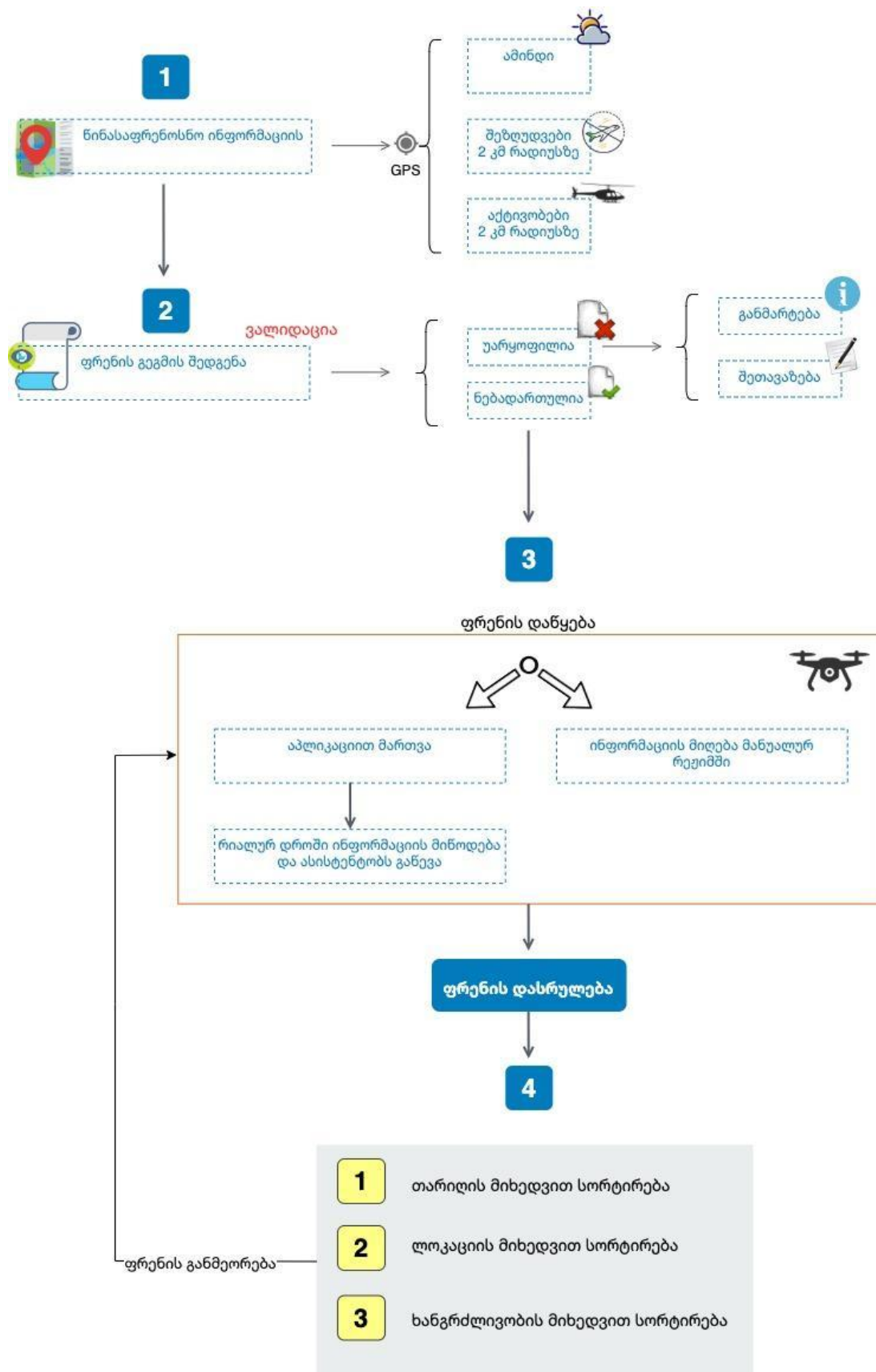
პროცედურულად აპლიკაციის მომხმარებელი პირველ რიგში ეცნობა წინასაფრენოსნო ინფორმაციას, რომელშიც შედის ინფორმაცია ამინდის შესახებ, ინფორმაცია საჰაერო სივრცეში არსებული შეზღუდვების შესახებ და ინფორმაცია დაგეგმილი ფრენების შესახებ. მას შემდეგ რაც მომხმარებელი გაეცნობა ბევრით აღნიშნულ ინფორმაციას მას უკვე შეუძლია დაგეგმოს ფრენა ჩვენივე აპლიკაციით, რომელიც დაეხმარება ფრენის დაგეგმვის ოპტიმიზაციასა და უსაფრთხოებაში. ფრენის გეგმის შედგენისას აუცილებელი არის შეივსოს სპეციალური განაცხადის

ფორმა, რომელსაც ლოკალური სისტემა პირველ რიგში სინტაქსურად ამოწმებს. მას შემდეგ რაც ფორმა წარმატებით შეივსება გაიგზავნება სერვერზე, საიდანაც პასუხს აქვს ორი ფორმა “ფრენა ნებადართულია” ან “ფრენა უარყოფილია”. უარყოფითი სტატუსის შემთხვევაში სისტემა მომხმარებელს აძლევს დეტალურ განმარტებას, თუ რა არის მიზეზი მოცემული გეგმით ფრენის განხორციელებაში და ასევე სისტემა აძლევს შეთავაზებებს თუ როგორ მოხდეს პრობლემის შემსუბუქება ან აღმოფხვრა.

მას შემდეგ რაც მომხმარებელი შეძლებს სისტემისთვის დამაკმაყოფილებელ ფრენის გეგმის შედგენას მას უკვე შეუძლია დაიწყოს ფრენა. აქ ყველაზე საინტერესო მომენტი ის არის რომ მობილურ აპლიკაციაში არსებობს ასისტენტის სერვისი რომელიც უპოლოტო საჰაერო ხომალდის მართვის საშუალებას აძლევს მომხმარებელს. მოცემული სერვისი გარდა იმისა რომ ხომალდის სრული კონტროლის საშუალებას აძლევს მომხმარებელს ამავედროულად რიალურ დროში აწვდის ხმოვან შეტყობინებებს 2 კმ რადიუსში არსებულ აქტივობებზე და განახლებად ინტერაქტიულ რუკას (იხ. სურათი 18).

საბოლოოდ კი ფრენის დასრულების შემდეგ მოცემული აქტივობა ინახება ისტორიაში. ფრენების ისტორიის ნახვა მომხმარებელს შეუძლია და ასევე შეძლებს მასში გამოიყენოს ფილტრები თარიღის მიხედვით, ლოკაციის მიხედვით და ფრენის ხანგრძლივობის მიხედვით. მომხმარებელი ისტორიიდან შეძლებს არჩეული ფრენის განმეორებას იმისთვის რომ გემდეგი პროცედურებისგან თავი ავირიდოთ, ოღონდ მას გარკვეული ხანდაზმულობა აქვს.

სურათი 18. მობილურ აპლიკაციაში მომხმარებლის მიერ გასავლელი ეტაპები



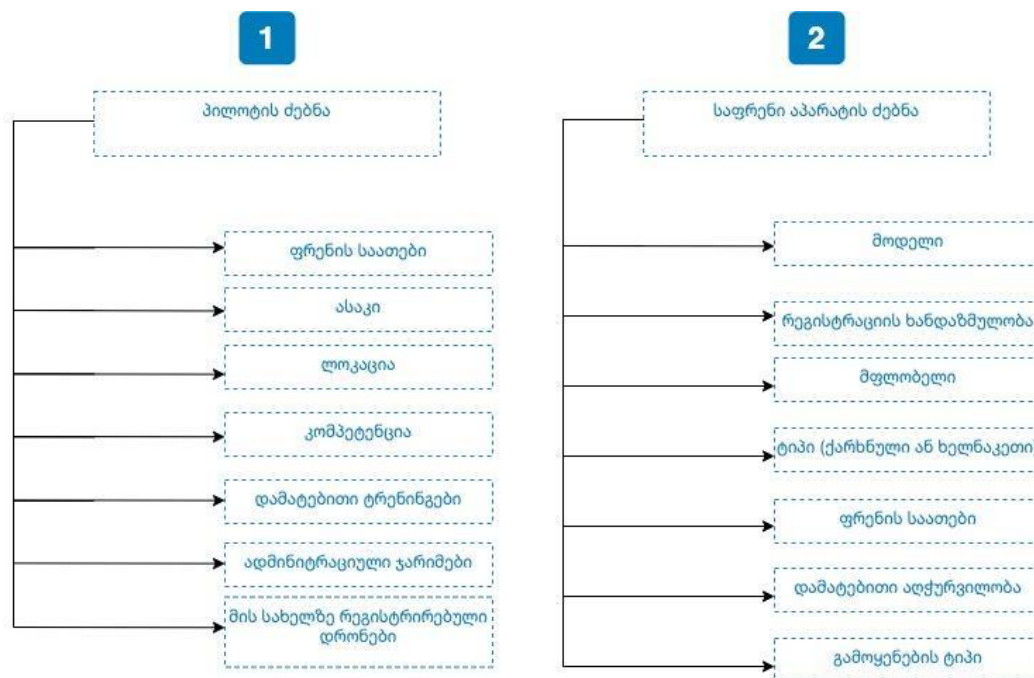
აპლიკაცია ასევე საშუალებას გვაძლევს ფრენის დაგეგმვისას ავირჩიოთ ჩვენთვის სასურველი პილოტი ან ავირჩიოთ ხომალდი. მოცემული სერვისი ბევრ

რიგ შემთხვევაში მისცემს მომხმარებლებს გამოსავლის საშუალებას, მაგალითად:

- იმ შემთხვევაში თუ ჩვენ არ გავგაჩნია ფრენისთვის შესაბამისი კომპეტენცია და გვაქვს შესაბამისი კლასის დრონი.
- იმ შემთხვევაში თუ გავგაჩნია კომპეტენცია მაგრამ არ გვაქვს შესაბამისი კლასის დრონი.
- იმ შემთხვევაში თუ არც კომპეტენცია გვაქვს და არც დრონი

ქვემოთ მოცემულ სურათი 19-ში კარგად ჩანს თუ რა კრიტერიუმებით შეგვიძლია ავირჩიოთ პილოტი და ჩვენთვის სასურველი საფრენი აპარატი. მოცემული სერვისი ხელმისაწვდომი იქნება მას შემდეგ რაც მომხმარებელი თავის კუთვნილ (uas.gov.ge) ანგარიშში მოახდენს ინფორმაციის გასაჯაროებაზე თანხმობას.

სურათი 19. წინასაფრენოსნო ფილტრაციის ველები

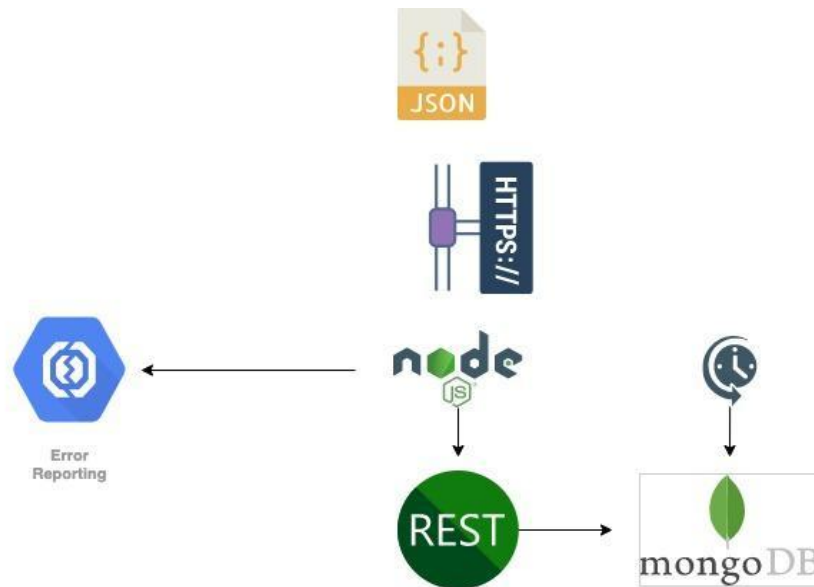


3.4. პროგრამული კოდის განხილვა

ჩვენს მიერ შექმნილ მოდელს უკანა პროგრამულ მხარეს აკონტროლებს NodeJS-ის ფრეიმვორქი სადაც გამოყენებული გვაქვს Express-ის ბიბლიოთეკა. ჩვენს მოდელში აღწერეთ ფიზიკური არქიტექტურა მაგრამ ესეა მინდა გაგაცნოთ

პროგრამული არქიტექტურა და კონკრეტულად პროგრამული გადაწყვეტილებები (იხ. სურათი 20).

სურათი 20. პროგრამული არქიტექტურა



მომხმარებლის მხრიდან შემოსული ნებისმიერი მოთხოვნა ხვდება სერვერზე სადაც კონკრეტული შუამავალი ფუნქცია მოემსახურება თუ კი მოთხოვნის მარშუტი დაემთხვევა ჩვენს კოდში დეკლარირებულ მარშუტს. თუ კი არ დაემთხვევა მაშინ გადაინაცვლებს შემდეგ შუამავალ ფუნქციაზე და თუ არავინ გასცა პასუხი შესაბამისად მოხდება საბოლოო შეცდომისთვის დეკლარირებულ ფუნქციაში. “ექსპრესის” ბიბლიოთეკა ჩვენ გვაძლევს შესაძლებლობას ხელი ჩავკიდოთ ყველა შესაძლო შეცდომას და უკეთეს მას ცენტრალიზებას რაც გვიმარტივებს კოდის კონტროლს. ამის შემდგომ კი პროგრამულ ნაწილში არსებულ ყველა შეცდომას ცენტრალურ ღრუბლოვან საცავეში ვათავსებთ და მუდმივ მონიტორინგზე აგვყავს. ქვემოთ მოცემულ კოდში კარგად ჩანს შუამავალი პროცესები, რომლებიც პროგრამის მთლიან ციკლში გამოყოფენ ჩვენთვის მნიშვნელოვან სიტუაციებს. აქვე ჩანს ვებ მოთხოვნების ის მარშუტები, რომელზეც შესაბამისი რეაგირება უნდა მოახდინოს სერვერმა კონკრეტული API ტექნოლოგიით. მოცემულ მარშუტებზე კონკრეტული ექსპორტირებული ობიექტები გვაქვს მითითებული და იმისთვის რომ კოდი მარტივად წასაკითხი იყოს გარე რესურსის დოკუმენტად დეკლარირებას ვახდენთ.

სურათი 21. Express-ის საშუალებით ლოკალური სერვისების გამოყოფის კოდი.

```
// RequestHandler creates a separate execution context using domains, so that every
// transaction/span/breadcrumb is attached to its own Hub instance
app.use(Sentry.Handlers.requestHandler());
// TracingHandler creates a trace for every incoming request
app.use(Sentry.Handlers.tracingHandler());

//Routes
app.use('/',require('./routes/index'));
app.use('/users',require('./routes/users'));
app.use('/account',require('./routes/account'));

// The error handler must be before any other error middleware and after all controllers
app.use(Sentry.Handlers.errorHandler());

app.all('*', (req,res,next) => {
  next(new AppError(`Can't find ${req.originalUrl} on this server!`, 404));
})

app.use(globalErrorHandler);

module.exports = app;
```

ინფორმაციის ღინამიური ხასიათით დამუშავებისთვის და მონაცემების შეგროვებისთვის ვიყენებთ არალეცაიურ მონგოს მონაცემთა ბაზას. მის კონტროლში ასევე დიდ დახმარებას გვიწევს MongoDB-ზე დაშენებული “მონგუსის” აბსტრაქტული ბიბლიოთეკა, რომელიც ე.წ “CRUD” ოპერაციებში გვეხმარება. მონგოს მონაცემთა ბაზის მთავარი უპირატესობა ის არის რომ წინასწარ დეკლარირებულ სქემაში თავისუფლად შეგვიძლია შევიგანოთ ცვლილებები. მუშა პროცესშიც კი და ბაზაში არსებულ კოლექციის დოკუმენტებს შეიძლება ქონდეთ განსხვავებული სახე. “მონგუსი” არის ობიექტის მონაცემთა მოდელირების ბიბლიოთეკა, რომელიც ჯავასკრიპტის ენაზე გვაძლევს საშუალებას ვმართოთ მონგოს მონაცემთა ბაზა. მონგუსის და მონგოს მონაცემთა ბაზას შორის კავშირი დაახლოებით გავს ექსპრესსა და ნოუდს-ს შორის ურთიერთობას. მონგუსში მონაცემების მოდელირება ხდება წინასწარ დეკლარირებული სქემის საშუალებით, სადაც მარტივად ხდება მონაცემების ვალიდორობის, აუცილებლობისა და საწყისი მნიშვნელობის პოლიტიკის განსაზღვრა. წინასწარ დეკლარირებულ სქემაში ჩვენ შეგვიძლია ასევე გამოვიყენოთ შუამავალი მეთოდები, როგორც შენახვისას ასევე ფილტრაციის დროს.

ქვემოთ მოცემული გვაქვს კოდი, რომლითაც ჩვენ ვქმნით ადმინისტრატორის სტაგუსის მქონე მომხმარებლის დოკუმენტს. მოცემულ კოდში წინასწარ შემოტანილი არის ის ველები რა ჩანაწერიც უნდა შეიქმნეს, სადაც მოცემული ველების დამატებითი პარამეტრებიც არის მოცემული. აქ კარგად ჩანს შუამავალი მეთოდის როლი, რომელიც დოკუმენტის კოლექციაში შენახვამდე პაროლის ველს უკეთებს მუტაციას და ახდენს მის დაშიფვრას. უსაფრთხოების მიზნით მნიშვნელოვანი არის ნებისმიერი მომხმარებლის ანგარიშის პაროლი მონაცემთა ბაზაში ინახებოდეს დაშიფრული სახით. ასევე მინდა დავამატო ის ფაქტიც რომ ძირითადი საქმიანი ლოგიკის პროგრამული ნაწილი თავად მონგუსისთვის დეკლარირებულ სქემაში გვხვდება.

სურათი 22. სარეგისტრაციო ბიზნეს ლოგიკის კოდი

```
const mongoose = require('mongoose');
const validator = require('validator');
const bcrypt = require("bcryptjs");

const adminSchema = new mongoose.Schema({
  email: {
    type: String,
    required: [true, 'Please tell us your email'],
    unique: true,
    lowercase: true,
    validate: [validator.isEmail, 'Please provide a valid email']
  },
  password: {
    type: String,
    required: [true, 'Please provide a Password'],
    minlength: [8, 'Password is shorter than the minimum allowed length (8).'],
  }
});

adminSchema.methods.correctPassword = async function(candidatePassword, userPassword){
  return await bcrypt.compare(candidatePassword, userPassword);
}

// Password Encryption
adminSchema.pre('save', async function(next){
  if(!this.isModified('password')) return next();

  this.password = await bcrypt.hash(this.password, 12);
  next();
});

const Admin = mongoose.model('admin', adminSchema);
module.exports = Admin;
```

ზემოთ აღწერილი ფრეიმვორკისა და ბიბლიოთეკების უპირატესობა იკვეთება RESTful API ტექნოლოგიის გამოყენებისას, სადაც პროგრამულ გარემოს შორის კოლობორაციას მარტივი ჩანაწერის პოლიტიკით ვახერხებთ. მოცემული ტექნოლოგია ჩვენ საშუალებას გვაძლევს სხვადასხვა სერვისებმა

ერთმანეთთან მარტივად შეძლონ კავშირი. მაგალითად კლიენტის მხარეს რეაქტმა მარტივად შესძლოს კავშირი სერვერის მხარესთან და დამატებით სერვერის მხარეს გაშვებულ ამ სერვისს შეუძლია კავშირი დაამყაროს მობილური მოწყობილობებთანაც, რაც ცალსახად უნივერსალურ შესაძლებლობას გვაძლევს ერთი სერვერიდან ვმართოთ მომხმარებლის მხარეს ნებისმიერი პლატფორმის მოწყობილობები. მოცემული არქიტექტურის მთავარი პრინციპები არის:

- ყველა რესურსის მოთხოვნა ხდებოდაც URL მისამართებით.
- მოთხოვნილი რესურსი გამოკვეთილი უნდა იყოს მისამართის ჩანაწერში.
- მოთხოვნის დროს გამოყენებული უნდა იყოს HTTP პროტოკოლის მეთოდები.
- კომუნიკაცია უნდა ხდებოდეს JSON (ან XML) ფორმატის მონაცემებით.
- ყოველი მოთხოვნა უნდა იყოს ერთმანეთისგან დამოუკიდებელი. (სერვერს არ უნდა ჭირდებოდეს წინა სესიის დამახსოვრება).

ამ ყველაფრის დაცვით ჩვენ დეკლარირებული გვაქვს შესაბამისი კლასი, რომელსაც მიხედვითაც მომხმარებელს შეუძლია გააკეთოს მოცემული სირთულის მოთხოვნა:

სურათი 23. RESTfull API ლოგიკით დეკლარირებული კლასის კოდი

```

class APIFeatures {
  constructor(query, queryString){
    this.query = query;
    this.queryString = queryString;
  }

  filter(){
    const queryObj = {...this.queryString};
    const excludedFields = ['page','sort','limit','fields'];
    excludedFields.forEach(el => delete queryObj[el]);

    // 1.2) Advances Filtering
    let queryStr = JSON.stringify(queryObj);
    queryStr = queryStr.replace(/\b(gt|gt|lte|lt)\b/g, match => `>${match}`);
    //console.log(JSON.parse(queryStr));

    this.query = this.query.find(JSON.parse(queryStr)); // Resolve

    return this;
  }

  sort(){
    if (this.queryString.sort) {
      const sortBy = this.queryString.sort.split(',').join(' '); // -price duration
      this.query = this.query.sort(sortBy);
    }else{
      this.query = this.query.sort('-createDate');
    }

    return this;
  }

  limitFields(){...
  }

  paginate(){...
  }
}

module.exports = APIFeatures;

```

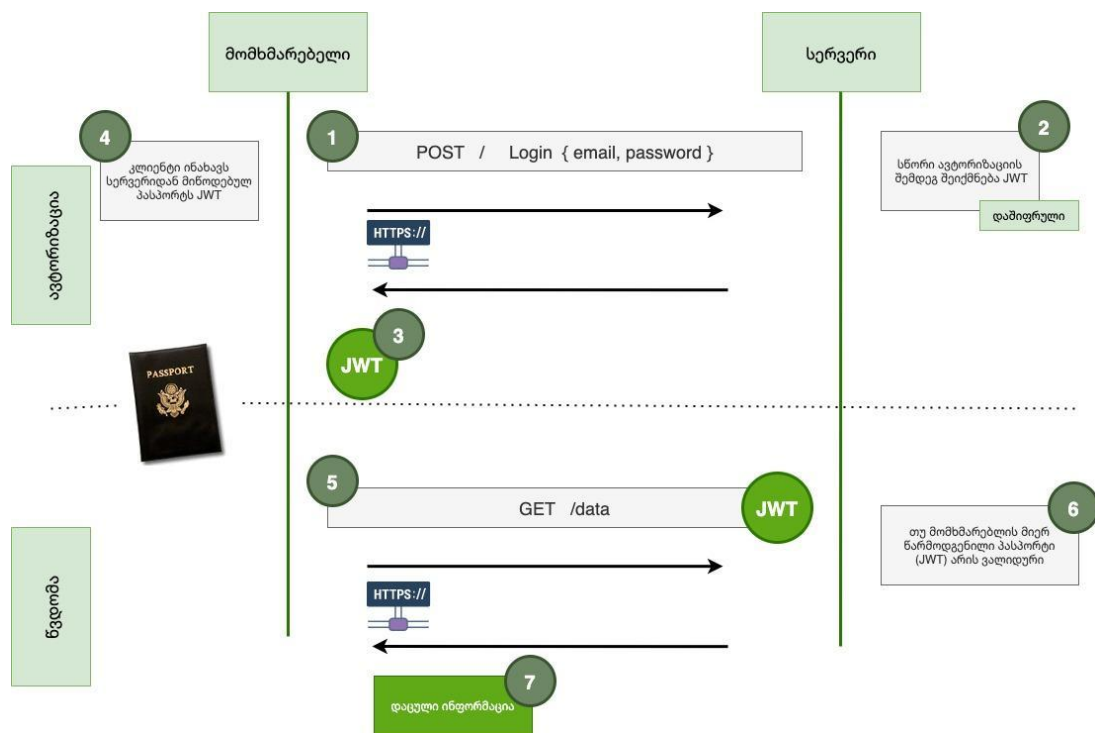
კლიენტის მხრიდან მოცემულ მოთხოვნას საკმაოდ კომპლექსური ხასიათი აქვს რასაც მის URL მისმართზე ვერ ვიგეყვით.

www.airspace.gov.ge/api/v1/polygon?region=imereti&fields=name,coordinates&sort=date

მოცემულ მოთხოვნის მიხედვით სერვერი პასუხისმგებელია მომხმარებელს მიაწოდოს ინფორმაცია კონკრეტული რეგიონში არსებული პოლიგონებზე. კონკრეტულად ინტერესს გამოხატავს მხოლოდ ამ პოლიგონების სახელის და კოორდინატების მნიშვნელობებზე, სადაც ეს ინფორმაცია JSON ფორმატში დალაგებული იქნება შექმნის თარიღის მიხედვით.

ზემოთ აღწერილი პროგრამული ნაწილის შესრულებაში მნიშვნელოვანი იყო გაგვეტარებინა უსაფრთხოების პოლიტიკები. მათ შორის იყო მომხმარებლის მხრიდან მოსული მოთხოვნების ავთენტურობის კონტროლი. ყოველი მოთხოვნის ავთენტურობას ჩვენ ვაკონტროლებთ “JWT” სტანდარტით, რომელიც ორ მხარეს შორის აუთენტიფიკაციის საშუალებას გვაძლევს. სურათ 24-ზე ნაჩვენებია ჩვენ სისტემაში მისი მუშაობის ფაზები, სადაც საწყის ეტაპზე მას შემდეგ რაც მომხმარებელი წარმატებით გაივლის ავტორიზაციას მას სერვერის მხრიდან მიეცემა ღრობითი პასპორტი ე.წ. JWT-ი. ამის შემდგომ კი ავტორიზირებულმა მომხმარებელმა ყოველ მის მოთხოვნაზე უნდა წარმოადგინოს მოცემული პასპორტი რათა მოხდეს მისი ავთენტურობის დამოწმება. თავის მხრივ სერვერის მხრიდან გენერირებული პასპორტი არის დამიწერილი და მის შიფრაციას და უტყუარობას სერვერი მომხმარებელიდან მიღებულ ყოველ მოთხოვნაზე ახდენს.

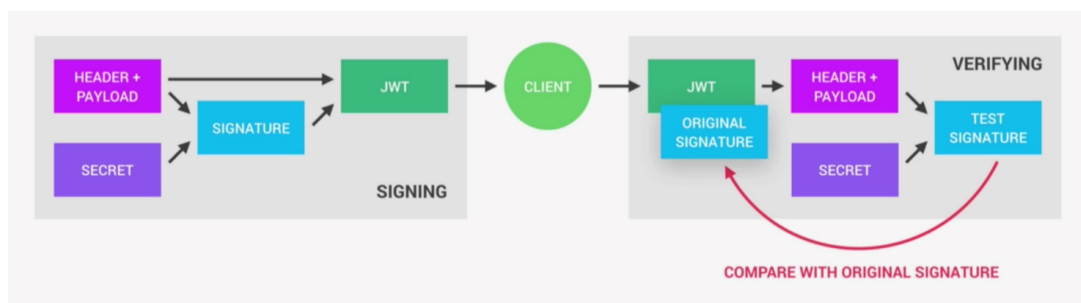
სურათი 24. მომხმარებლის ავთენტურობის და ავტორიზაციის სქემა



საინტერესოა ასევე როგორ ახდენს სერვერი მიღებული პასპორტის უტყუარობის დამოწმებას (სურათი 25). ჩვენ მიერ გენერირებული პასპორტი შედგება თავსართისგან, იმ ინფორმაციისგან რაც ჩვენ მოვითავსეთ და ხელმოწერისგან. თავის მხრივ ხელმოწერა გენერირდება თავსართის დამატებული ჩვენს მიერ მოთავსებული მონაცემი კონკრეტული პაროლით. საბოლოოდ

მიღებული პასპორტი უკვე მიეცემა მომხმარებელს და ყოველ კომუნიკაციაზე სერვერთან უნდა წარმოადგინოს. მაგრამ თავის მხრივ სერვერი უნდა დარწმუნდეს პასპორტის უტყუარობაში, რათა დარწმუნდეს რომ მომხმარებელმა რაიმე სახის ცვლილება არ გააკეთოს მასში. ამისათვის სერვერი იგივე პრინციპით ქმნის ტესტურ ხელმოწერას და ადარებს კლიენტის მხრიდან წარმოდგენილ ხელმოწერას და თუ დაემთხვა ეს იმას ნიშნავს რომ აუთენტიფიკაცია წარმატებით მოხდა თუ არა და შესაბამის ღონისძიებას მიემართავთ. ასევე ჩვენ შეგვიძლია მოცემულ სტანდარტში გამოვიყენოთ ხანდაზმულობის საკითხი და მოცემულ პასპორტს მივანიჭოთ გამოყენების ხანგრძლივობა, რაც კიდევ უფრო უსაფრთხოს ხდის ჩვენ სერვისებს.

სურათი 25. მომხმარებლის მხრიდან წარმოდგენილი პასპორტის უტყუარობის დადგენა



ბოლოს კი განვიხილოთ სისტემის ის გარემო რომელიც მობილურ მოწყობილობებზე ქმნის მომხმარებლის სამუშაო გარს. ჩვენ აღნიშნული გარემოსთვის ვიყენებთ Flutter-ის ფრეიმვორქს სადაც მთლიანი სურათი იქმნება პატარა კომპონენტებისგან ე.წ ვიჯეტებისგან. ვიჯეტებს განასხვავებენ თავიანთი ფუნქციონალით, მაგალითად ტექსტთან მომუშავე ვიჯეტები ცალკე გვაქვს ღილაკების კლასის ვიჯეტები ცალკე, ჰორიზონტალურად და ვერტიკალურად მონაცემების მოწესრიგებულად გამოგანას თავის მხრივ შესაბამისი ვიჯეტი გვისრულებს და ა.შ. მოცემული პლათფორმა ჩვენს მიერ შექმნილ მომხმარებლის გარს ავტომატურად მეგობრულს ხდის როგორც ანდროიდისთვის ასევე IOS-ისთვის და ამაში გვეხმარება “Scaffold”-ის მსგავსი ვიჯეტები. მოცემულ გარსში ასევე გამოყენებული გვაქვს ნავიგაციის ვიჯეტი, რომლითაც მარტივად ვახდენთ სხვადასხვა გვერდებზე გადასვლას. პირველი რასაც ვახდენთ მოცემულ აპლიკაციაში ეს არის მცოცავი გვერდების ჩვენება სადაც მომხმარებელი მარტივად

იღებს ინფორმაციას თუ რა შესაძლებლობები აქვს მოცემულ აპლიკაციას. მოცემული გაცნობითი ხასიათის გვერდები აპლიკაციის მომხმარებელთან გამოჩნდება მხოლოდ ინსტალაციის შემდგომ ერთხელ. ამის შემდგომ უკვე მომხმარებელს შეუძლია შექმნას თავისი ანგარიში ან გაიაროს ავტორიზაცია უკვე შექმნილი ანგარიშის პარამეტრებით (იხ. სურათი 26).

სურათი 26. მობილური აპლიკაციის საწყისი ავტორიზაციის გვერდი

მომხმარებლის ველების შევსების შემდგომ ხდება მონაცემების ვალიდურობის გადამოწმება. კოდი შესრულებულია Dart-ის ენაზე და როგორც ყველა პროგრამულ ენაში აქაც გვაქვს ჩანაწერების გიპებთან სამუშაო ბიბლიოთეკას „Regular Expresion“. ქვემოთ მოცემული ვალიდაციის პროგრამული ჩანაწერი:

სურათი 27. კოდი, რომელიც ახდენს ჩანაწერების ვალიდაციას

```

import 'package:flutter/material.dart';
import 'package:shop_app/components/custom_surfix_icon.dart';
import 'package:shop_app/components/default_button.dart';
import 'package:shop_app/components/form_error.dart';
import 'package:shop_app/screens/complete_profile/complete_profile_screen.dart';

import '../../constants.dart';
import '../../size_config.dart';

class SignUpForm extends StatefulWidget {
  @override
  _SignUpFormState createState() => _SignUpFormState();
}

class _SignUpFormState extends State<SignUpForm> {
  final _formKey = GlobalKey<FormState>();
  String email;
  String password;
  String conform_password;
  bool remember = false;
  final List<String> errors = [];

  void addError({String error}) {
    if (!errors.contains(error))
      setState(() {
        errors.add(error);
      });
  }

  void removeError({String error}) {
    if (errors.contains(error))
      setState(() {
        errors.remove(error);
      });
  }

  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return Form(...); // Form
  }

  TextFormField buildConformPassFormField() {...}

  TextFormField buildPasswordFormField() {...}

  TextFormField buildEmailFormField() {...}
}

```

მობილური აპლიკაციის სისტემაში შესასვლელად მომხმარებელს ასევე შეუძლია გამოიყენოს GCAA-ის ანგარიში. რეგისტრაციის გასაუქმებლად მათ უწევთ პირადი ინფორმაციის შეგანა მათ შორის პირადი ნომრის მითითებაც, რომლითაც ხდება პიროვნების სამოქალაქო რეესტრში ავთენტიკაციის დადგენა. თავის მხრივ აპლიკაციის მითითებული ინფორმაციის გადამოწმება სერვერის მხრიდან სრულდება, რადგან ჩვენს მიერ არჩეული ფიზიკური და პროგრამულ

არქიტექტურა მსგავსი სქემით მოქმედებს. მოცემული არქიტექტურა მობილური აპლიკაციის მხარეს ითხოვს პროცესის ასინქრონული მეთოდით კონტროლს. დარგის ენაზე ასინქრონული მუშაობა Future კლასით კონტროლირდება და მის შიდა სტრუქტურაში გვაქვს async/await ტიპის მეთოდები. მომხმარებლის ავტორიზაციისას ასინქრონული მართვის მეთოდებით შევძლებთ სინქრონულად წარემართოთ პროცესი. მას შემდეგ რაც მომხმარებელი მოხვდება აპლიკაციის სისტემაში, მის წინ გამოჩნდება ყველა ის აქტივობა რისი შესრულებაც შეუძლია. სისტემაში თითქმის ყოველი პროცესი მოითხოვს ასინქრონულ კონტროლს და ქვემოთ მოცემულ კოდში მინდა გაჩვენოთ თუ როგორ ვახდენთ ლოკაციის კონტროლს, შემდგომ ფიქსირებული კოორდინატებით ამინდის ინფორმაციის გამოთხოვას და სამომხმარებლო ინტერფეისში მის გამოგანას.

სურათი 28. კოდი განსაზღვრავს მომხმარებლის კოორდინატებს

```
import 'package:geolocator/geolocator.dart';

class Location {
  double latitude;
  double longitude;

  Future<void> getCurrentLocation() async {
    try {
      Position position = await Geolocator.getCurrentPosition(
        desiredAccuracy: LocationAccuracy.high);
      latitude = position.latitude;
      longitude = position.longitude;
    } catch (e) {
      print(e);
    }
  }
}
```

მოცემული დეკლარირებული კლასი ჩვენ გვცხმარება შაბლონის შექმნაში, რომლითაც ჩვენ შესაბამის კონტროლერში ვახდენთ მისი მემკვიდრის აღწერას. მემკვიდრეობით ხასიათში იქნება getCurrentLocation() მეთოდი, რომლითაც გამოვიყენებთ მომხმარებლის მიმდინარე პოზიციას. დაბრუნებული შედეგით კი ჩვენ ხელს ვკიდებთ როგორც გრძედის ასევე განედის მნიშვნელობას.

სურათი 29. კოდი სერვერზე ახდენს ასინქრონულად მოთხოვნის გაგზავნას

```

import 'package:http/http.dart' as http;
import 'dart:convert';

class NetworkHelper {
  NetworkHelper(this.url);

  final String url;

  Future getData() async {
    http.Response response = await http.get(url);

    if (response.statusCode == 200) {
      String data = response.body;

      return jsonDecode(data);
    } else {
      print(response.statusCode);
    }
  }
}

```

აქვე მსგავსი ლოგიკით დეკლარირებული გვაქვს ქსელური სერვისებთან დამხმარე კლასი, რომელიც პასუხისმგებელია კონკრეტულ ვებ მისამართზე გააგზავნოს მოთხოვნა და მიიღოს JSON ფორმატის ინფორმაცია, რომლის დეკოდირებით ობიექტის ფორმატს ვღებულობთ. მოცემულ კოდში დეკლარირებული ფუნქციები არის Async ტიპის რაც იმას ნიშნავს რომ მის შიდა ტანში შევძლებთ await ხასიათის გამოყენებას.

სურათი 30. კოდი რომელიც სამომხმარებლო გარემოში გააქვს დამუშავებული ინფორმაცია

```

import 'package:flutter/material.dart';
import 'package:intl/intl.dart';
import 'package:shop_app/screens/home/home_screen.dart';
import 'package:shop_app/screens/pageFilter/Utils/location.dart';
import 'package:shop_app/screens/pageFilter/Utils/networkHelper.dart';

class Weather extends StatefulWidget {
  Weather({this.locationWeather});

  final locationWeather;

  @override
  _WeatherState createState() => _WeatherState();
}

class _WeatherState extends State<Weather> {
  double temperature;
  String description;
  String icon;
  int pressure;
  int humidity;
  int visibility;
  double wind;
  dynamic sunrise;
  dynamic sunset;
  String cityName;

  @override
  void initState() {...}

  void updateUI(dynamic weatherData) {...}

  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return Scaffold(
      appBar: AppBar(...), // AppBar
      body: Align(
        alignment: Alignment.topCenter,
        child: Material(...), // Material
      ), // Align
    ); // Scaffold
  }
}

```

ბოლოს კი მთავარ კონტროლერში ვახდენთ ზემოთ დეკლარირებული კლასების იმპორტირებას და მათი მემკვიდრეების გამოცხადებას. მოცემულ ჩანაწერში ჩვენ დაცული გვაქვს კონკრეტული ამინდის პროგნოზის API სტრუქტურა. მოცემული სტრუქტურის თანახმად ჩვენ მოთხოვნას ვაკეთებთ კონკრეტული ლოკაციის

მიხედვით და ამავედროულად უთითებთ სესიის უნიკალურ ნომერს. ქვემოთ მოცემული გვაქვს ვებ მისამართის ფორმატი:

[https://api.openweathermap.org/data/2.5/weather?lat=\\$latitude&lon=\\$longitude&appid=\\$apiKey&units=metric](https://api.openweathermap.org/data/2.5/weather?lat=$latitude&lon=$longitude&appid=$apiKey&units=metric)

მთავარ სისტემაში ავტორიზირებული მომხმარებელი ასევე ნარინჯისფერ შეტყობინებით მიიღებს ინფორმაციას იმ მომენტში არსებული შეზღუდვაზე, რომელიც ეხლახანს დაემატა სისტემას და მასზე ხელის დაჭერით მომხმარებელს შეეძლება საინფორმაციო რუკაზე ნახოს თუ რა შეზღუდვაზე არის საუბარი (იხ. სურათი 31).

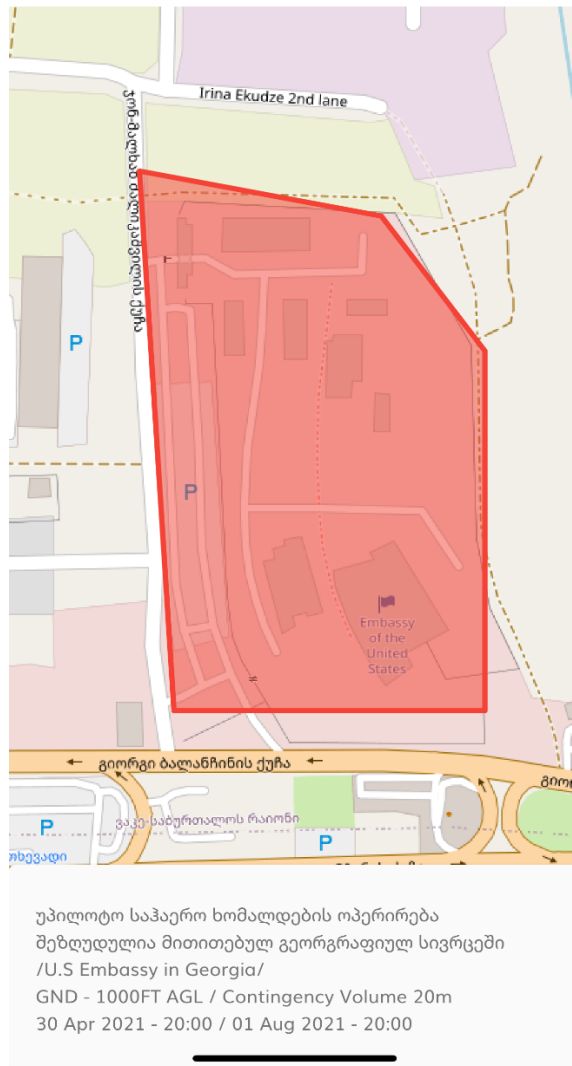
სურათი 31. მობილურ აპლიკაციაში შემოსული NOTAM



ნავიგაციის მეთოდით გადასულ გვერდზე ხდება გემოთ აღწერილი პროცედურის თანახმად სერვერიდან დეტალური ინფორმაციის გამოთხოვა. შემდგომ კი მიღებული ინფორმაციით ხდება რუკაზე შესაბამისი პოლიგონის ფორმით ვიზუალიზირება და მას თან ახლავს დეტალური საინფორმაციო ბანერი, სადაც მაგალითისთვის აღწერილია ის ფაქტი რომ ამერიკის საელჩოს თავზე ფრენა აკრძალულია მიწისზედაპირიდან 1000 ფუტის სიმაღლემდე. მოცემული შეზღუდვა ვალიდურია 30 აპრილიდან 1 აგვისტომდე (იხ. სურათი 32).

სურათი 32. მობილურ აპლიკაციაში NOTAM-ის დეტალური ინფორმაცია

< G0064/21 - დროებითი შეზღუდვა



მოცემულ სისტემაში ჩვენ გვაქვს დამხმარე სერვისები, სადაც შეგვიძლია მივიღოთ ინფორმაცია ჩვენ მიმდებარე ლოკაციის ირგვლივ არსებულ შეზღუდვებზე, გავეცნოთ წინასაფრენოსნო საინფორმაციო შეზღუდვებს რეგიონალური კრებულის სახით და გავეცნოთ ზოგადად მთლიანი საჰაერო სივრცის ინფორმაციას. ქვემოთ მოცემული არის კოდი, რომლითაც ხდება მიმდინარე ლოკაციის ირგვლივ საჰაერო სივრცეში არსებული შეზღუდვების გამოგანა.

სურათი 33. კოდი, რომელიც მომხმარებლის ლოკაციის მიხედვით აგენერირებს რუკა

```

import 'package:flutter/material.dart';
import 'package:flutter_map/flutter_map.dart';
import 'package:flutter_map/plugin_api.dart';
import 'package:latlong/latlong.dart';
import 'package:shop_app/screens/home/home_screen.dart';
import 'package:shop_app/screens/pageFilter/utils/NOTAMlist.dart';

class NOTAM extends StatefulWidget {
  final latitude;
  final longitude;

  MapController mapController = MapController();

  NOTAM({this.latitude, this.longitude});

  @override
  _NOTAMState createState() => _NOTAMState();
}

class _NOTAMState extends State<NOTAM> {
  List<Polygon> _polygon = [];
  List<CircleMarker> _circle = [];

  @override
  void initState() {...}

  void windeTurbine() {...}

  void initPolygon(Restricted element) {...}

  Widget cardList(element) {...}

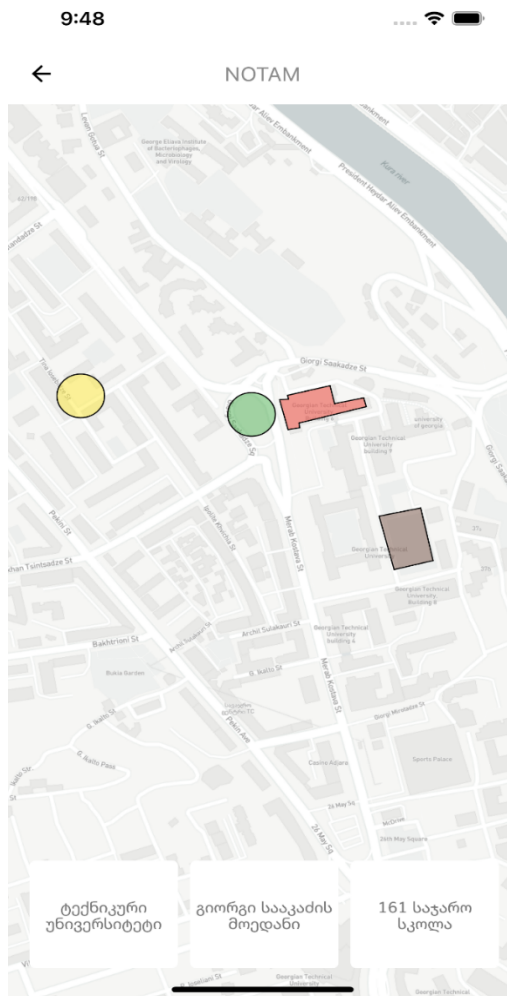
  void zoomInPolygon(element) {...}

  @override
  Widget build(BuildContext context) {...}
}

```

მოცემულ ინფორმაციას სივრცეში შეზღუდვასთან დაკავშირებით მომხმარებელთან ხდება GPS-ის ლოგიკის მიხედვით. ანუ მის სისახლოვეს არსებულ შეზღუდვებზე ვამცნობთ მომხმარებლებს და შეუძლია ფოკუსირება გააკეთოს კონკრეტულ შეზღუდვაზე (იხ. სურათი 34).

სურათი 34. მიმდინარე ლოკაციის მიხედვით არსებული NOTAM-ების ჩამონათვალი



იმისათვის, რომ მიმდინარე ლოკაცია ავიღოთ მოწყობილობიდან აუცილებელია ვითხოვოთ ნებართვა და ამას ფლაგერის ფრეიმვორქში სპეციალურ ანდროიდის და აიოესის სპეციალურ ლოკუმენტში სპეციფიკური ჩანაწერით ვახდენთ.

`CLLocationWhenInUseUsageDescription`

`CLLocationAlwaysUsageDescription`

მას შემდეგ რაც უფლებას მოვიპოვეთ მოწყობილობებიდან მისი ფიზიკური რესურსების გამოყენებაზე, პროგრამის ბიბლიოთეკების მართვის ჩანაწერში “pubspec.yml” შემოვიგანთ დამხმარე ბიბლიოთეკას, რომლითაც ჩვენი კოდი გამართულად იმუშავებს.

რადგან ჩვენი აპლიკაციის სინქრონიზაცია ხდება მომხმარებლის GCAA-ის ანგარიშის გვერდთან, მომხმარებელს შეუძლია ნახოს თავის ანგარიშში რეგისტრირებული ღრონები და მათი დეტალური მახასიათებლები. ასევე მის მიერ მოპოვებული კომპეტენციები. მომხმარებლის ანგარიშის სინქრონიზაცია ხდება

სერვერიდან რიალურ დროში ამიგომ ცვლილება მყისიერად აისახება მობილურ აპლიკაციაშიც.

სურათი 35. მომხმარებლის პირადი კაბინეტი



მომხმარებელს პატრულ ინსპექტორებისთვის მოცემული ინფორმაციის წარდგენა მობილური აპლიკაციიდან შეეძლება, რითაც მოხდება მომხმარებლის იდენტიფიკაცია და მისი ანგარიშის გადამოწმება. ასევე მნიშვნელოვანია ის ფაქტი რომ გადამოწმების სერვისი გამარტივებულია QR კოდში ინტეგრირებული მონაცემებით, რომლის სკანირება თითქმის ავტომატურად შეძლებს იდენტობის განსაზღვრას.

სურათი 36. კომპეტენციის დამადასტურებელი დოკუმენტი



GEORGIA



Remote pilot certificate of competency

First name: ციტნე

USR.GE-A9B-828-7FF

Last name: მარველაშვილი

Expiration Date: 2026-04-10



მომხმარებლის ანგარიში რეგისტრირებული უპილოტო ხომალდების ჩამონათვლიდან შეგვიძლია ნებისმიერზე დეტალური ინფორმაცია მივიღოთ, გავეცნოთ მისი ექსპლუატაციის წესებს და განვახორციელოთ ფრენა.

დასკვნა

ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შეგვიძლია შემდეგი დასკვნების გამოგანა:

1. ჩვენს მიერ შექმნილი მოდელი ერთადერთია რომელიც არეგულირებს საქართველოს საჰაერო სივრცეში ოპერირებულ ღრონებს;
2. საქართველოს სამოქალაქო საავიაციო სააგენტოს აქტების და მათი ოფიციალური დოკუმენტების განხილვით ჩვენი მოდელი სრულად აკმაყოფილებს სახელმწიფოს მიერ გამოცემულ საჰაერო სივრცის რეგულაციებს;
3. მოდელი იყენებს როგორც ვებ პლატფორმას ასევე მობილურ პლატფორმას. მობილურ პლატფორმაში სისტემა ადაპტირებულია როგორც ანდროიდ ასევე IOS-ის ოპერაციულ სისტემასთან.
4. ასევე ჩვენს მიერ მოხდა ევროპის საავიაციო უსაფრთხოების სააგენტოს დასკვნების განხილვა და ჩვენი მოდელის მასთან სრულ შესაბამისობაში მოყვანა;
5. სამოქალაქო საავიაციო სააგენტოს მიერ საერთაშორისო მასშტაბის ორგანიზებულ სამუშაო ჯგუფში საჯაროდ მოხდა ჩვენი მოდელის პრეზენტაცია და კონკურენტულ გარემოში (AirMap; UniFly) ადგილობრივ ბაზარზე მიჩნეული იქნა საუკეთესო მოდელად;
6. ჩვენს მიერ შექმნილ მოდელში არსებობს ინტერაქტიული ციფრული რუკა, რომელიც აერთიანებს სხვადასხვა კერძო და საჯარო სტრუქტურას;
7. მოდელში არსებობს საჰაერო სივრცის მარეგულირებელი უწყებისთვის მართვის პანელი;
8. მომხმარებლები ჩვენი მოდელში არსებული საკუთარი ანგარიშის საშუალებით ეცნობიან ჩვენს საჰაერო სივრცეში არსებულ ყოველდღიურ სიახლეს;
9. ჩვენს მიერ შემუშავებული მოდელი მომხმარებლებს საშუალებას აძლევს ონლაინ გამოცდის ჩაბარების შემთხვევაში მიიღონ შესაბამისი კომპეტენციის დოკუმენტი;
10. მომხმარებლები ახდენენ თავიანთი კუთვნილი უპილოტო საჰაერო ხომალდების რეგისტრაციას;

11. მოდელს გააჩნია ავტომატურ რეჟიმში ელექტრონული ფოსტის და მოკლე ტექსტური შეტყობინებების დაგზავნის ფუნქცია;
12. ჩვენი მოდელი მომხმარებელს საშუალებას აძლევს მიიღოს წინასაფრენოსნო ინფორმაცია და სისტემის დახმარებით შედაგინოს ფრენის გეგმა. სისტემა არა თუ ფრენის წინა მოსამზადებელ სერვისს თავაზობს, არამედ რიალურ დროში დრონის ოპერირების საშუალებას აძლევს.
13. არსებული მოდელით ხდება სხვადასხვა უწყებებთან ავტომატურ რეჟიმში ციფრული ინფორმაციის გაცვლა.
14. ვფიქრობ სამომავლოდ მიზანშეწონილი იქნება თუ მოდელში მოხდება მანქანური დასწავლის მეთოდოლოგიის ინტეგრაცია. რაც საშუალებას მოგვცემს სრაფად და ხარისხიანად დავაბუშავოთ მონაცემები.
15. უნდა შეიქმნას რეგიონალური საინფორმაციო ცენტრები, სადაც გამოცდილი კონსულტანტები საჰაერო სივრცეში არსებული რეგულაციების ფარგლებში დაინტერესებულ მოქალაქეებს დაეხმარებიან ინფორმაციის უკეთ აღქმაში.
16. ვფიქრობ ასევე კარგი იქნება თუ გამოიყოფა კონკრეტული ლოკაციები, სადაც გათამაშდება სხვადასხვა ექსპლუატაციის სცენარები. სამომავლოდ კი ვფიქრობ ლიცენზიები გაიცემა პრაქტიკული გამოცდის ჩაბარების შემდგომ.

ზემოთ მოყვანილი მიგნებები, კვლევის შედეგები და რეკომენდაციები იმედია მცირე წვლილს მაინც შეიტანს საქართველოს საჰაერო სივრცეში დრონების ოპერირების მართვასა და მონიტორინგში. მინიმუმადე იქნება დაყვანილი სახმელეთო და საჰაერო რისკები.

ლიტერატურა

1. საქართველოს სამოქალაქო საავიაციო სამსახურის რეგულაციები;
2. Research Programme on Collisions with Drones: Work Areas 2-5 Final Report / EASA.2016.C25 // Bill Austen. QINETIQ/17/01545/2 – 31ST August 2017;
3. Collisions avoidance with Drones: Report / EASA.2016.C25 // Bill Austen, Steve Lord.
4. HELSINKI DECLARATION “Seizing digital technologies to deliver advanced drone operations safely and securely” / Finnish Transport Safety Agency / Helsinki - 22 November 2017;
5. “Drone Collision” Task Force / European Aviation Safety Agency / 04.10.16;
6. EASA/NAA TASK FORCE / Report / Study and Recommendations Regarding Unmanned Aircraft System Geo-Limitations
7. Acceptable Means of Compliance and material of guidance (GM) to Regulation. Rules and procedures of Drone / European Aviation Safety Agency / 2018;
8. U-SPACE Services Implementation Monitoring Report / EU Member States / EUROCONTROL / Directorate European Civil-Military Aviation (DECMA) / Aviation Cooperation and Strategies Division (ACS) / Edition: 1.2, Edition date: 12 October 2018;
9. UAS ATM Airspace Assessment / European Organisation for the Safety of the Air Navigation (EUROCONTROL) / Directorate European Civil-Military Aviation (DECMA) / Aviation Cooperation and Strategies Division (ACS) / Edition: 1.2, Edition date: 27th November 2018;
10. UAS ATM Flight Rules / European Organisation for the Safety of the Air Navigation (EUROCONTROL) / Directorate European Civil-Military Aviation (DECMA) / Aviation Cooperation and

- Strategies Division (ACS) / Edition: 1.1, Edition date: 27th November 2018;
11. UAS ATM Integration / European Organisation for the Safety of the Air Navigation (EUROCONTROL) / Directorate European Civil-Military Aviation (DECMA) / Aviation Cooperation and Strategies Division (ACS) / Edition: 1.0, Edition date: 27th November 2018;
 12. UAS ATM CARS Common Altitude Reference System / European Organisation for the Safety of the Air Navigation (EUROCONTROL) / Directorate European Civil-Military Aviation (DECMA) / Aviation Cooperation and Strategies Division (ACS) / Edition: 1.0, Edition date: 27th November 2018;
 13. Air CTR Assessment of Riga / Number of Edition: 1.0 / Date: 29.11.2019 / Published / Intended: General / Category: Unmanned aircraft system EUROCONTROL
 14. "SAKAERONAVIGATSIA" LTD - AIS Duty Statement_05.11.2019.pdf
 15. "SAKAERONAVIGATSIA" LTD - AIS Cartographer's Job Description (2018).pdf
 16. "SAKAERONAVIGATSIA" LTD - AIS Flight Procedure Designer's Job Description (2017).pdf
 17. "SAKAERONAVIGATSIA" LTD - AIS Librarian's Job Description (2020).pdf
 18. "SAKAERONAVIGATSIA" LTD - AIS Technical Support Specialist's Job Description (2020).pdf
 19. "SAKAERONAVIGATSIA" LTD - Briefing-NOTAM officer's Job Description (2020).pdf
 20. "SAKAERONAVIGATSIA" LTD - Head of AIP Office.pdf
 21. "SAKAERONAVIGATSIA" LTD - Head of AIS.pdf
 22. "SAKAERONAVIGATSIA" LTD - Order 24 - Aeronautical information services.pdf

23. "SAKAERONAVIGATSIA" LTD – Order 104 on change to Flight Rules approved by Order 113.pdf
24. "SAKAERONAVIGATSIA" LTD – Order 113 – Flight rules.pdf
25. "SAKAERONAVIGATSIA" LTD – Ordinance 336 – Search and rescue.pdf
26. "SAKAERONAVIGATSIA" LTD – Ordinance 660 of 28.12.2018.pdf
27. "SAKAERONAVIGATSIA" LTD – Regional Briefing Officer's Job Description (2014).pdf
28. FAA Draft Advisory Circular, Unmanned Air Vehicle Design Criteria, Section 6.j, 15 July 1994.
29. Unmanned Aerial Vehicle Operations in U.K. Airspace – Guidance, CAP 722, Section 2.1, Directorate of Airspace Policy, Civil Aviation Authority, 2002.
30. ICAO, ICAO Circular 328, Unmanned Aircraft Systems (UAS), Technical Report, International Civil Aviation Authority. Montreal, Canada, 2011.
31. Frank Willis
<http://www.pobonline.com/articles/96996-how-can-drones-transform-surveying>
32. K. Kim, J. Davidson, Unmanned Aircraft Systems Used for Disaster Management, Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2015, University of Hawai.
33. Alec Momont <http://www.alecmomont.com/projects/dronesforgood/> [last accessed 17-6-25]
34. B. Coifman, M. McCord, M. Michalani, and K. Redmill, Surface Transportation Surveillance from Unmanned Aerial Vehicles, Proc. of 83rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2004.

