

Tecnam P2008 ტიპის საჰაერო ხომალდის საექსპლუატაციო მახასიათებლების კვლევა და ანალიზი

ნიკა თიკანაშვილი¹, თორნიკე ტეფნაძე²

^{1,2}საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი

ქეთევან დედოფლის გამზირი №16, 0103 თბილისი, საქართველო

რეზიუმე: ნაშრომი აერთიანებს Tecnam P2008 ტიპის მსუბუქი საჰაერო ხომალდის საექსპლუატაციო მახასიათებლების მრავალმხრივ კვლევასა და ანალიზს, რომლის მიზანია განსაზღვროს აღნიშნული ტიპის თვითმფრინავის ძირითადი უპირატესობები და მათი გავლენა ფრენის უსაფრთხოებაზე. კვლევა ეფუძნება თვითმფრინავის ტექნიკურ დოკუმენტაციას, ექსპლუატაციის სახელმძღვანელოებსა და საერთაშორისო მარეგულირებელი სტანდარტების შედარებით ანალიზს.

სტატიის ფარგლებში განხილულია თვითმფრინავის სიჩქარესთან და მანევრულობასთან დაკავშირებული კრიტიკული პარამეტრები (V_{NE} , V_A , V_X , V_Y), მათი ზეგავლენა მფრინავის გადაწყვეტილების პროცესზე და უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მექანიზმები. წარმოდგენილი თვითმფრინავების მოდელების Cessna 172, Diamond DA20 და Pipistrel SW121 შედარებითი ანალიზი მოწმობს Tecnam P2008-ის მაღალ ეფექტიანობას, მართვის სიმარტივესა და ეკონომიურობას.

კვლევის შედეგები ადასტურებს, რომ Tecnam P2008 წარმოადგენს თანამედროვე მსუბუქი ავიაციის სტანდარტების შესაბამის თვითმფრინავს, რომელიც აერთიანებს ტექნოლოგიურ ინოვაციას, ეკონომიურობას და ფრენის უსაფრთხოების მაღალ დონეს. მისი გამოყენება განსაკუთრებით მიზანშეწონილია საფრენოსნო მომზადების ეფექტური განხორციელებისთვის.

საკვანძო სიტყვები: Tecnam P2008, საექსპლუატაციო მახასიათებლები, ფრენის უსაფრთხოება.

შესავალი

დღევანდელი მსოფლიოს ცვალებად და მაღალტექნოლოგიურ გარემოში მსუბუქი საჰაერო ხომალდები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ, არა მხოლოდ კერძო და სამოყვარულო ავიაციაში, არამედ ასევე პროფესიულ მომზადებასა და საჰაერო ტრანსპორტის სპეციფიკური მიმართულებით. მსუბუქი კლასის თვითმფრინავების მრავალმხრივი გამოყენება განაპირობებს მათ მიმართ მზარდ ინტერესს, როგორც მომხმარებელთა, ისე ავიაციის პროფესიონალების მხრიდან. სწორედ ამ კუთხით გამოირჩევა **Tecnam P2008** იტალიური წარმოების თანამედროვე მსუბუქი თვითმფრინავი, რომელიც აღიარებულია მისი ეფექტიანობის, უსაფრთხოებისა და ინოვაციური კონსტრუქციული მიდგომების გამო [1].

Tecnam P2008 არის იტალიური წარმოების ორსავარძლიანი თვითმფრინავი, რომელიც პირველად ბაზარზე 2009 წელს გამოჩნდა და სწრაფად მოიპოვა პოპულარობა, როგორც საფრენოსნო სასწავლო მიზნებისთვის, ისე კერძო მფლობელებისა და მცირე ავიაკომპანიებისთვის, რაც განპირობებულია მისი მაღალი საიმედოობით, მარტივად სამართავი სისტემებითა და ოპტიმიზირებული საწვავის მოხმარებით. თვითმფრინავი აერთიანებს ტრადიციული და თანამედროვე ტექნოლოგიების საუკეთესო მახასიათებლებს, რაც მას ანიჭებს გამორჩეულ კონკურენტუნარიანობას მსუბუქი ავიაციის ბაზარზე.



სურ.1 TecnamP2008 ტიპის საჰაერო ხომალდი

Tecnam P2008 ფართოდ გამოიყენება საფრენოსნო მომზადების პროცესში, რაც გულისხმობს თვითმფრინავის ინტენსიურ გამოყენებას დამწყები მფრინავების მიერ. შესაბამისად, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მისი საექსპლუატაციო მახასიათებლების შესწავლა და მათ გავლენაზე დაკვირვება ფრენის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით. ნებისმიერი სახის მცირე გადახრა ტექნიკური ან საექსპლუატაციო თვალსაზრისით შეიძლება გავლენას ახდენდეს როგორც ფრენის ხარისხზე, ისე მფრინავის/ინსტრუქტორის ფიზიკურ და ფსიქოლოგიურ დატვირთვაზე [2].

ნაშრომი მიზნად ისახავს **Tecnam P2008**-ის საექსპლუატაციო მახასიათებლების ანალიზს და მათი გავლენის შეფასებას ფრენის უსაფრთხოებაზე. სტატიაში განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა იმ რისკების იდენტიფიცირებას, რომლებიც შესაძლოა წარმოიშვას სხვადასხვა საფრენოსნო რეჟიმსა და გარემო პირობებში აღნიშნული თვითმფრინავის ექსპლუატაციისას, ასევე შესაძლო პრევენციული ზომების განსაზღვრას აღნიშნული საფრთხეების შესამცირებლად.

ძირითადი ნაწილი

Tecnam P2008-ის ექსპლუატაციის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ასპექტია ფრენის სიჩქარის შეზღუდვები, რომლებიც განსაზღვრავენ საჰაერო ხომალდის სტრუქტურულ და საექსპლუატაციო ზღვრულ მნიშვნელობებს. შეზღუდვები დეტალურად არის აღწერილი მწარმოებლის ოფიციალურ სახელმძღვანელოებში [11]. მათი დაცვა კრიტიკულად

საყურადღებოა და აუცილებელია როგორც ნორმალურ, ისე არასტანდარტულ ფრენის პირობებში. ცხრილში 1 წარმოდგენილია შეზღუდვები სიჩქარეებისათვის კვანძებში (1კვ=1.852 კმ/სთ):

1. V_{NE} (Never Exceed Speed) - არასდროს გადასაჭარბებელი სიჩქარე;
2. V_{NO} (Normal Operating Speed) - ნორმალური სამუშაო სიჩქარე;
3. V_A (Design Manoeuvring Speed) - მანევრირების გამოთვლილი სიჩქარე;
4. V_{FE} (Flap Extended Speed) - მაქსიმალური სიჩქარე ფრთაუკანის გამოშვებული მდგომარეობისთვის. [4]

ცხრ. 1. სიჩქარის შეზღუდვები – Tecnam P2008

#	სიჩქარე	ინდიკატორული საჰაერო სიჩქარე KIAS	კალიბრირებული საჰაერო სიჩქარე KCAS	შენიშვნა
1	V_{NE}	145	141	ამაზე მეტ სიჩქარეზე ფრენა დაუშვებელია ნებისმიერი ფრენის პირობების დროს
2	V_{NO}	113	111	ამაზე მეტ სიჩქარეზე ფრენა დაშვებულია ფრთხილად მხოლოდ მშვიდ ატმოსფერულ პირობებში
3	V_A	99	98	ამ სიჩქარეზე ზევით არ უნდა განხორციელდეს მკვეთრი ან სრული მართვის მოძრაობები
4	V_{FE}	71	72	ფრენის სიჩქარე არ უნდა იქნეს გადაჭარბებული ფრთაუკანების ნებისმიერ პოზიციაზე ყოფნისას

აღნიშნული შეზღუდვების გათვალისწინება აუცილებელია ფრენის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად. მაგალითად, V_{NE} -ს გადაჭარბებამ შეიძლება გამოიწვიოს საჰაერო ხომალდის სტრუქტურული დაზიანება, რაც საფრთხეს შეუქმნის ეკიპაჟისა და მგზავრების სიცოცხლეს. ასევე, V_A სიჩქარეზე ზემოთ მკვეთრი მანევრის შესრულებამ შესაძლოა გამოიწვიოს ფრთის გადატვირთვა ან კონტროლის დაკარგვა, რაც კრიტიკულ სიტუაციაში გადაიზრდება ავიაინციდენტად ან ავიაკატასტროფად [3].

ცხრილში 1 წარმოდგენილი მონაცემები პილოტისთვის წარმოადგენს ძირითად სახელმძღვანელო საშუალებას ფრენის სწორი დაგეგმვისა და შესრულებისთვის. ამიტომაც, მათ საფუძვლიანად ცოდნას და მათი დაცვით ფრენას გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება Tecnam P2008-ის ტიპის საჰაერო ხომალდის უსაფრთხო ექსპლუატაციაში [12].

სამოქალაქო ავიაციის სხვადასხვა საერთაშორისო და ადგილობრივ სახელმძღვანელო დოკუმენტებში [11] მოცემულია ნორმალური ოპერაციებისთვის რეკომენდებული საჰაერო სიჩქარეები. ცხრილში 2 წარმოდგენილია ეს სიჩქარეები Tecnam P2008-სათვის 630 კგ მასის პირობებში.

ცხრ. 2. Tecnam P2008- ის ნორმალური ოპერაციებისთვის რეკომენდებული საჰაერო სიჩქარეები კვანძებში (630 კგ მასის პირობებში)

სიჩქარის ტიპი	ფრთაუკანების მდგომარეობა	ინდიკატორული საჰაერო სიჩქარე (KIAS)
აფრენის სიჩქარე	T/O	48
ფრთაუკანების აკეცვის სიჩქარე	T/O	58
საუკეთესო ასვლის კუთხის სიჩქარე	0°	65
საუკეთესო ასვლის სიჩქარე	0°	71
დაფრენის სიჩქარე	T/O	58
საბოლოო დასაფრენი სიჩქარე	FULL	54
შეხების სიჩქარე	FULL	54
მანევრირების სიჩქარე	0°	99
არასდროს გადასაჭარბებელი სიჩქარე	0°	145

აუცილებელია სიჩქარეების მნიშვნელობის გათვალისწინება ფრენის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით. სტანდარტული ფრენის დროს სიჩქარეების ზუსტი ცოდნა და მათი დაცვა პილოტისთვის წარმოადგენს ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს კომპონენტს ფრენის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად. თითოეული სიჩქარე განსაზღვრულია კონკრეტული ეტაპისთვის და უკავშირდება თვითმფრინავის აეროდინამიკურ და სტრუქტურულ შესაძლებლობებს. მაგალითად, აფრენის სიჩქარე (V_R) წარმოადგენს იმ მინიმალურ მნიშვნელობას, რომლის მიღწევის შემდეგ შესაძლებელია მართვადი აფრენა. ამ სიჩქარემდე ღერძულ მართვას უზრუნველყოფს წინა ბორბალი, ხოლო მის შემდეგ უკვე ელერონები და სიმადლის საჭე. V_R -ის დროზე ადრე ან დაგვიანებით მიღწევამ შეიძლება გამოიწვიოს აფრენის დროს წონასწორობის დაკარგვა. ასევე კრიტიკულად მნიშვნელოვანია საუკეთესო ასვლის სიჩქარეები V_X და V_Y [5].

- V_X წარმოადგენს იმ სიჩქარეს, რომლითაც თვითმფრინავი ყველაზე დიდი კუთხით იმადლებს სიმაღლეს და განსაკუთრებით საჭიროა დაბალ ბარიერებთან ახლოს აფრენისას;
- V_Y კი იძლევა მაქსიმალურ ასვლის სიჩქარეს დროის ერთეულში და გამოიყენება სტანდარტულ აფრენებში.

საბოლოო დასაფრენი და შეხების სიჩქარეები (Final Approach და Touchdown Speed), რომლებიც სრულად გამოშვებული ფრთაუკანების პირობებში შეადგენს 54 KIAS-ს, აუცილებელია ზუსტი დაჯდომისთვის. ამ სიჩქარეზე დაბლა ფრენამ შეიძლება გამოიწვიოს ამწევი ძალის დაკარგვა საჰაერო ხომალდზე.

მანევრირების სიჩქარე (V_A) და არასდროს გადასაჭარბებელი სიჩქარე (V_{NE}) კი უზრუნველყოფენ თვითმფრინავის სტრუქტურულ გამძლეობას. მათი გადაჭარბება შესაძლებელია მხოლოდ განსაკუთრებული სიფრთხილით და მხოლოდ შესაბამის პირობებში.

მინიმალური საჰაერო სიჩქარე, რომლის ქვემოთაც თვითმფრინავი კარგავს წევის ძალას და გვერდითი ქარის ზეგავლენას.

საჰაერო ხომალდის მინიმალური საჰაერო სიჩქარე, რომლის ქვემოთ თვითმფრინავი კარგავს აეროდინამიკურ ამწევ ძალას და შემდგომში სტაბილურობას. დამოკიდებულია

რამდენიმე ფაქტორზე: წონაზე, ფრთაუკანების პოზიციაზე, დაგვერდებზე. ცხრილში 3 მოცემულია სიჩქარეების მნიშვნელობები 630 კგ-ის მასის პირობებში [8].

ცხრ. 3. Tecnam P2008- ის მინიმალური საჰაერო სიჩქარე, რომლის ქვემოთაც თვითმფრინავი კარგავს წევის ძალას ფრთაუკანების სხვადასხვა მდგომარეობაში

დაგვერდების კუთხე (°)	ფრთაუკანა 0°	ფრთაუკანას პოზიცია აფრენის რეჟიმში (T/O)	ფრთაუკანას პოზიცია დაფრენისას (FULL)
	KIAS ინდიკატორული საჰაერო სიჩქარე კვანძებში/KCAS კალიბრირებული საჰაერო სიჩქარე კვანძებში	KIAS ინდიკატორული საჰაერო სიჩქარე კვანძებში/KCAS კალიბრირებული საჰაერო სიჩქარე კვანძებში	KIAS ინდიკატორული საჰაერო სიჩქარე კვანძებში/KCAS კალიბრირებული საჰაერო სიჩქარე კვანძებში
0°	48 / 50	43 / 46	40 / 43
15°	49 / 51	44 / 46	41 / 44
30°	52 / 54	47 / 49	44 / 46
45°	58 / 60	52 / 54	49 / 51
60°	70 / 71	63 / 64	60 / 61

ქარის მოქმედების ზეგავლენის ანალიზი Tecnam P2008 ტიპის საჰაერო ხომალდის საექსპლუატაციო მახასიათებლებზე

Tecnam P2008 ტიპის საჰაერო ხომალდისთვის მწარმოებლის მიერ დადასტურებული მაქსიმალური გვერდითი ქარის კომპონენტია 15 კვანძი. ეს ნიშნავს, რომ განსაზღვრული პირობების ფარგლებში, თვითმფრინავი თავსებადია არა უმეტეს 15 კვანძი გვერდითი ქარის პირობებში აფრენისა და დაჯდომისას.

გვერდითი ქარის კომპონენტი (Crosswind Component) არის ძალის ის ნაწილი, რომელიც ზუსტად პერპენდიკულარულად მოქმედებს ბილიკის (Runway) ღერძზე. რეალურად, ქარის მიმართულება შეიძლება იყოს ნაწილობრივ წინა, ნაწილობრივ გვერდითი, მაგრამ მფრინავისათვის გადამწყვეტი არის ის კომპონენტი, რომელიც უშუალოდ „გვერდიდან უბიძგებს“ საჰაერო ხომალდს აფრენის ან დაშვებისას [9].

ფრენის დაგეგმვისას პილოტები იყენებენ შემდეგ პარამეტრებს:

- ქარის სიჩქარე და მიმართულება (მაგ., 230°, 15 კვანძი);
- ბილიკის მიმართულება (მაგ. 27 → 270°);
- ტრიგონომეტრიული მეთოდით გამოითვლება გვერდითი კომპონენტი (მაგ., $15 \cdot \sin(40^\circ)$).

ასევე გამოიყენება სპეციალური crosswind chart-ები ან ციფრული კალკულატორები, რაც სწრაფად აჩვენებს ზუსტ კომპონენტს და ამცირებს შეცდომის ალბათობას. [7]

როდესაც გვერდითი ქარის სიჩქარე აღემატება თვითმფრინავის მიერ დაშვებულ ზღვარს:

- თვითმფრინავმა შეიძლება დაკარგოს ზუსტი ტრაექტორია აფრენის ან დაჯდომისას;
- საჭიროა პილოტის მაღალკვალიფიციური რეაქცია, მათ შორის მართვის ზედაპირების კონტროლი და სწორი კუთხის შენარჩუნება;
- სრიალის და დაგვერდების კუთხის ზრდა, რაც შეიძლება დასრულდეს ინციდენტით ან დაზიანებით;
- განსაკუთრებულად რთული ხდება (მსუბუქი) თვითმფრინავებისთვის, როგორცაა Tecnam P2008, რადგან მასზე ქარის ზემოქმედება მეტია, ვიდრე მძიმე საჰაერო ხომალდებზე.

Tecnam P2008-ის პილოტებმა უნდა გაიარონ სპეციალური მომზადება, რომელიც მოიცავს შემდეგ ელემენტებს:

1. **გვერდითი ქარის დაჯდომის ტექნიკა (Crosswind Landing Technique):**

- *Sideslip approach* — თვითმფრინავის დახრა ქარის მიმართულებით და სიმაღლის/მიმართულების საჭის გამოყენება ტრაექტორიის შესანარჩუნებლად;
- *Crab method* — ფრენისას ცხვირის შემობრუნება ქარისკენ და ბილიკთან დაჯერებისას სწორი მიმართულების „გამართვა“.

2. სწორად უნდა მიემართოს ბილიკის ღერძზე, ისე რომ ქარი არ აფიქსირებდეს კურსზე გადახრას.

3. **გადაწყვეტილების დროული მიღება:**

თუ ქარის სიჩქარე აჭარბებს დასაშვებ ზღვარს მფრინავმა უნდა მიიღოს გადაწყვეტილება დაჯდომის გადადებაზე, ბილიკის შეცვლაზე ან ალტერნატიულ აეროდრომზე გადასვლაზე. [8]

Tecnam P2008-ისთვის მაქსიმალური გვერდითი ქარის კომპონენტის ზღვარი 15 კვანძი წარმოადგენს კრიტიკულ მონაცემს, რომელიც მფრინავებმა უნდა გაითვალისწინონ აფრენისა და დაჯდომის გადაწყვეტილებების მიღებისას. თუმცა, რეალურ პირობებში ის უნდა შეფასდეს ინდივიდუალური უნარების, ბილიკის მდგომარეობის, წონისა და სხვა ოპერაციული ფაქტორების გათვალისწინებით. სწორი ცოდნა და პრაქტიკა უზრუნველყოფს უსაფრთხო, სტაბილურ და ეფექტურ ფრენას [10].

Tecnam P2008 ტიპის საჰაერო ხომალდის სხვა საჰაერო ხომალდებთან შედარების ტექნიკური ანალიზი. Tecnam P2008-ის გამოყენება უმეტესად დაკავშირებულია საწყის საფრენოსნო მომზადებასთან, კერძოდ PPL (Private Pilot License) და CPL (Commercial Pilot License) კურსებთან. ამ მხრივ, მიზანშეწონილია მისი მახასიათებლების შედარება სხვა გავრცელებულ სასწავლო საჰაერო ხომალდებთან, როგორებიცაა:

- Cessna 172
- Diamond DA20 Katana
- Pipistrel SW121

ცხრ. 4. Tecnam P2008 ტიპის საჰაერო ხომალდის სხვა საჰაერო ხომალდებთან შედარების ტექნიკური ანალიზი

საექსპლუატაციო პარამეტრი	Tecnam P2008	Cessna 172	Diamond DA20	Pipistrel SW121
ძრავი	Rotax 912 ULS (100 HP)	Lycoming O-320 (160 HP)	Rotax 912 (100 HP)	Rotax 912iS (100 HP)
მაქსიმალური ასაფრენი წონა	650 კგ	1111 კგ	800 კგ	600 კგ
სტრუქტურა	კომპოზიტი + ალუმინი	ალუმინი	კომპოზიტი	კომპოზიტი
ფრთაუკანები	ელექტრული	მექანიკური	მექანიკური	ელექტრული
არასდროს გადასაჭარბებელი სიჩქარე (VNE)	145 KIAS	160 KIAS	164 KIAS	138 KIAS
სიჩქარე, რომლის დაბლა ფრენამ შეიძლება გამოიწვიოს ამწევი ძალის დაკარგვა (Stall)	~40 KIAS	~48 KIAS	~44 KIAS	~42 KIAS
ძირითადი გამოყენება	სწავლება/ ზოგადი დანიშნულება	სწავლება/ ტურიზმი	სწავლება	სწავლება/ ტურიზმი

პრინციპული განსხვავებები:

1. სტრუქტურა და მასა:

Tecnam P2008 გამოირჩევა მსუბუქი სტრუქტურითა და კომბინირებული მასალებით, რაც აძლევს მას უკეთეს ასვლის მახასიათებლებს დაბალ სიმაღლეებზე. Diamond და Pipistrel-ის მსგავსად, მას გააჩნია კომპოზიტური კორპუსი, რაც ზრდის ეფექტურობას და საწვავის ეკონომიას. [9]

2. ძრავის მახასიათებლები:

მიუხედავად იმისა, რომ Tecnam P2008 იყენებს მხოლოდ 100 ცხენისძალიან Rotax-ის წარმოების ძრავას, მას აქვს საკმარისი სიმძლავრე სასწავლო ოპერაციებისთვის. Cessna 172 კი ძრავას სიმძლავრით უკეთესად მუშაობს მაღალი სიმაღლეების პირობებში, თუმცა მოიხმარს მეტ საწვავს და მძიმეა. [6]

3. ავიონიკა და მართვა:

Tecnam P2008 აღჭურვილია Glass Cockpit ავიონიკით (GARMIN G3X), რაც სტუდენტს თანამედროვე სისტემებთან მუშაობას აჩვენებს. ამ მხრივ იგი უპირატესია ბევრ Cessna-ს მოდელზე.

4. ტექნიკური მომსახურების ჩატარების სპეციფიკა:

Tecnam P200-ის თანამედროვე დიზაინი და ROTAX ტიპის ძრავის სიმარტივე მას იდეალურ ვარიანტად აქცევს სასწავლო ფრენების შესასრულებლად [4].

დასკვნა

Tecnam P2008 თანამედროვე მსუბუქი თვითმფრინავის კლასს განეკუთვნება, რომელიც წარმატებით აერთიანებს ინოვაციურ კონსტრუქციულ გადაწყვეტილებებს, მოწინავე ავიონიკას და საწვავის დაბალ მოხმარებას. მისი ძირითადი უპირატესობები გამოიხატება როგორც ტექნიკურ მონაცემებში, ისე მრავალფეროვან ფრენის რეჟიმებში, რაც მას განსაკუთრებულად მნიშვნელოვანს ხდის სასწავლო და სპეციალური საექსპლუატაციო ოპერაციებისთვის.

ტექნიკური მონაცემების მიხედვით, Tecnam P2008-ს აქვს მაქსიმალური კრეისერული სიჩქარე 128 კვანძი (237 კმ/სთ), რაც უზრუნველყოფს სწრაფ და ეფექტურ გადაადგილებას. სიჩქარე, რომელზე დაბლა ფრენამ შეიძლება გამოიწვიოს ამწევი ძალის დაკარგვა საჰაერო ხომალდზე, ფრთაუკანების სრულად გამოშვების პოზიციაზე 39 კვანძია (72 კმ/სთ), რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად, როდესაც აფრენა და დაფრენა ხდება მოკლე მანძილებზე, რაც ზრდის ექსპლუატაციის მოქნილობას და შესაძლებლობას, გამოიყენოს მცირე ზომის აეროპორტები. აფრენის მანძილი 363 მ, ხოლო დაფრენის 382 მ, რაც როგორც მაღალი მანევრულობის, ისე ოპერაციული ეფექტურობის ნიშანია.

ფრენის რეჟიმების მიხედვით, Tecnam P2008 გამოირჩევა სტაბილურობით და მართვის სიმარტივით როგორც აფრენის, ისე კრეისერული ფრენისა და დაფრენის პერიოდში. აფრენის დროს მისი ჰიბრიდული კონსტრუქცია და ეფექტური ფრთაუკანები უზრუნველყოფენ სწრაფ და უსაფრთხო აფრენას, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს ავარიული სიტუაციების ალბათობას. კრეისერული ფრენის რეჟიმში თვითმფრინავის საწვავის მოხმარება დაბალია (17 ლიტრი/სთ), რაც ზრდის მისი გამოყენების ეკონომიურობას და უწყევს კონკურენციას ტრადიციულ მსუბუქ თვითმფრინავებს, როგორიცაა მაგალითად Cessna 172 და სხვა.

გარდა ამისა, Tecnam P2008-ს განსაკუთრებული უპირატესობაა ფრენისას გვერდით ქარზე რეაგირების მაღალი ხარისხი. მისი გაუმჯობესებული სტაბილიზატორები და ფრთების კონსტრუქცია უზრუნველყოფენ ოპტიმალურ კონტროლს ქარის მიმართ, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს მფრინავის დატვირთვას და ზრდის ფრენის უსაფრთხოების დონეს. ეს თვისება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საფრენოსნო სწავლების პროცესში, Tecnam-ის მარტივი და წინასწარ განსაზღვრული რეაგირება ხელს უწყობს უსაფრთხო და სტაბილურ ფრენას რთულ მეტეოროლოგიურ პირობებში.

ავიონიკის მხრივ, Tecnam P2008 აღჭურვილია მოწინავე G3X Dual Screen სისტემით, რომელიც ინტეგრირებულია მრავალფუნქციურ საავიაციო ხელსაწყოებთან, აჩვენებს რეალურ დროში აფრენის სიჩქარეს, სიმაღლეს, პოზიციას, მრავალ პარამეტრებს და სხვა მნიშვნელოვან ინფორმაციას, რაც ზრდის მფრინავის ცნობიერებას და არასტანდარტულ სიტუაციებზე რეაგირების შესაძლებლობას.

უსაფრთხოების კუთხით, Tecnam P2008-ის მარტივი მართვის სისტემა და მაღალი სტრუქტურული საიმედოობა ხელს უწყობს ფრენის სტაბილურობას და ამცირებს ადამიანური ფაქტორიდან გამომდინარე შეცდომების ალბათობას. ასევე, მისი მსუბუქი კონსტრუქცია და ოპტიმიზებული აეროდინამიკური ფორმა მინიმუმამდე ამცირებს საფრთხეებს, რომლებიც დაკავშირებულია ფრენის დროს წონასწორობის დაკარგვასთან.

Cessna 172-სთან და სხვა მსგავსი ტიპის საჰაერო ხომალდებთან შედარებით, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება საფრენოსნო სწავლებისას, Tecnam P2008 უზრუნველყოფს უფრო მაღალ ტექნოლოგიურ დონეს, საწვავის დაბალ მოხმარებას და უკეთეს მანევრულობას, განსაკუთრებით

ფრენის სწრაფად ცვლებად და რთულ პირობებში, როგორცაა ძლიერი ქარი და რთული მეტეოროლოგიური პირობები.

შეჯამების სახით, Tecnam P2008 წარმოადგენს ერთ-ერთ საუკეთესო არჩევანს მსუბუქ თვითმფრინავთა კლასში, რომელიც აკმაყოფილებს თანამედროვე ავიაციის სწავლებისა და ოპერაციული უსაფრთხოების მაღალი სტანდარტებს. მისი ინოვაციური კონსტრუქცია, მოწინავე ავიონიკა და მაღალი რეაგირების უნარი გვერდით ქარის მიმართ აძლევს მას მნიშვნელოვან უპირატესობას კონკურენტუნარიან ბაზარზე და ხელს უწყობს თანამედროვე ავიაციის განვითარებას.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Smith, John. „Impact of Light Aircraft Operational Characteristics on Flight Safety.“ *Journal of Aviation Safety*, Vol. 15, No. 3 (2022): 45-67.
2. Johnson, Eric. „Flight Safety Analysis of Light Sport Aircraft: A Case Study of Tecnam P2008.“ *Aviation Safety Journal*, Vol. 10, No. 1 (2023): 77-95.
3. Federal Aviation Administration. „Pilot’s Handbook of Aeronautical Knowledge.“ FAA, 2021.
4. EASA. „Type Certificate Data Sheet for Tecnam P2008.“ European Union Aviation Safety Agency, 2019.
5. Smith, John. „Impact of Light Aircraft Operational Characteristics on Flight Safety.“ *Journal of Aviation Safety*, Vol. 15, No. 3 (2022): 45-67.
6. Brown, Lisa. „Composite Materials in Modern Aircraft: Benefits and Risks.“ *Aerospace Engineering Review*, Vol. 12, Issue 4 (2023): 89-103.
7. Jones, Michael, და Anna Petrov. „Pilot Decision Making in Light Aircraft Operations.“ *International Journal of Aviation Psychology*, Vol. 27, No. 2 (2024): 123-140.
8. Johnson, Eric. „Flight Safety Analysis of Light Sport Aircraft: A Case Study of Tecnam P2008.“ *Aviation Safety Journal*, Vol. 10, No. 1 (2023): 77-95.
9. European Aviation Safety Agency. „Safety Recommendations for Single-Engine Piston Aircraft.“ EASA Report, 2022.
10. Williams, Sarah. „Pilot Training and Human Factors in Light Aircraft Operations.“ *Human Factors in Aviation*, Vol. 8, Issue 3 (2024): 45-62.
11. Tecnam Aircraft. „Tecnam P2008 Pilot Operating Handbook.“ Tecnam, 2021.
12. საქართველოს სამოქალაქო ავიაციის სააგენტო. „მსუბუქი თვითმფრინავების რეგისტრაციისა და ექსპლუატაციის წესები.“ დირექტორის ბრძანება №28, 2024 წ. <https://gcaa.ge/wp-content/uploads/2025/04/Ultralight-Aircraft-Registration-and-Operation-Rules-GCAA.pdf>

Investigation and Analysis of the Operational Characteristics of the Tecnam P2008 Aircraft

Nika Tikanashvili¹, Tornike Tepnadze²

^{1,2} Georgian Aviation University

16 Ketevan Dedopali Avenue, 0103 Tbilisi, Georgia

Abstract: *This article presents a comprehensive research and analysis of the operational characteristics of the Tecnam P2008 light aircraft, aiming to identify its key advantages and their impact on flight safety. The research is based on the aircraft's technical documentation, operational manuals, and an analysis of international regulatory standards.*

Within the scope of the study, critical flight and maneuvering parameters (V_{NE} , V_A , V_X , V_Y) are examined to evaluate their influence on pilot decision-making and the mechanisms that ensure flight safety. A comparative analysis with the Cessna 172, Diamond DA20, and Pipistrel SW121 models confirms the Tecnam P2008's high efficiency, ease of control, and cost-effectiveness.

The results of the research demonstrate that the Tecnam P2008 fully complies with modern light aviation standards, combining technological innovation, operational economy, and a high level of flight safety. Its use is particularly recommended for the effective implementation for flight training.

Keywords: *Tecnam P2008, operational characteristics, flight safety.*