VGTU INŽINERIJOS LICĖJUS

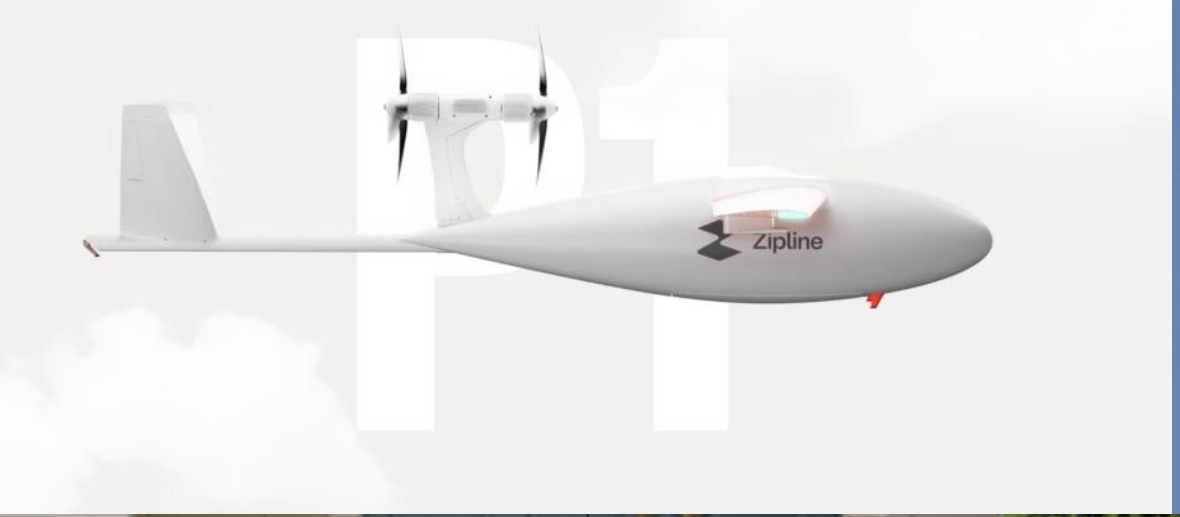
Skirtingų drono propelerių techninių parametrų analizė siekiant ištirti veikimo efektyvumą bei triukšmo lygį

Darbą atliko: Dovydas Vilčinskas

Darbo vadovas: inžinerijos mokytojai Rindaugas Žitkauskas

Jolita Stapurevičiūtė

Vilnius
2026


Zipline


zipline




Zipline
Walmart


Zipline

Hipotezė

Didesnis propelerio menčių skaičius padidins kėlimo jėgą bet generuos daugiau triukšmo ir vartos daugiau galios. Sudėtingesnės konstrukcijos didins trauką bei pasižymės geresnėmis akustinėmis savybėmis paaukojant efektyvumą. Propelerių menčių išdėstymas pakeis triukšmo lygį ir jo dažninę sudėtį.

Tikslas

Ištirti skirtingų propelerių rūšių (standartiniai 2, 3–menčių, poriniai ir žiediniai) techninius parametrus, įvertinti jų kėlimo jėgą, triukšmo lygį bei efektyvumą, ir nustatyti, kurie propeleriai geriausiai dera tarp kėlimo galios ir garso intensyvumo.

Darbo metodai ir etapai

- **Teoriniai metodai:**
  - **Mokslinės literatūros ir šaltinių analizė.**
- **Modeliavimo ir konstravimo metodai:**
  - **3D skaitmeninis modeliavimas (CAD).**
  - **Prototipavimas ir elektronikos integravimas.**
  - **Programavimas.**
- **Eksperimentiniai ir duomenų analizės metodai:**
  - **Eksperimentinis matavimas (stendinis bandymas).**
  - **Lyginamoji duomenų analizė.**

Tikslas

Ištirti skirtingų propelerių rūšių (standartiniai 2, 3–menčių, poriniai ir žiediniai) techninius parametrus, įvertinti jų kėlimo jėgą, triukšmo lygį bei efektyvumą, ir nustatyti, kurie propeleriai geriausiai dera tarp kėlimo galios ir garso intensyvumo.

Uždaviniai

1. Rasti ir parinkti tinkamus 3D modelius propelerių rūšims ir juos atsispausdinti 3D spausdintuvu.

2. Atlikti techninių parametrų analizę su pagamintais propeleriais: išmatuoti kėlimo jėgą, galios naudojimą bei triukšmo lygį kuo panašesnėmis sąlygomis.

3. Apdoroti ir palyginti gautus duomenis, apskaičiuoti rezultatų vidurkį ir paruošti statistinę analizę bei parengti rekomendaciją, kuri propelerių rūšis geriausiai dera tarp kėlimo jėgos ir triukšmo.

Tyrimo objektas

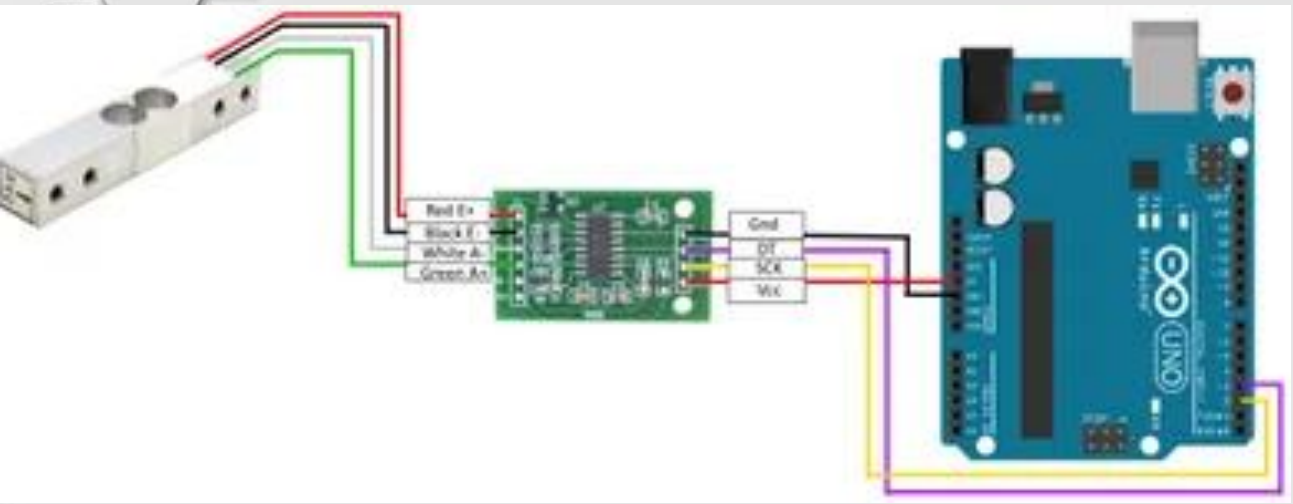




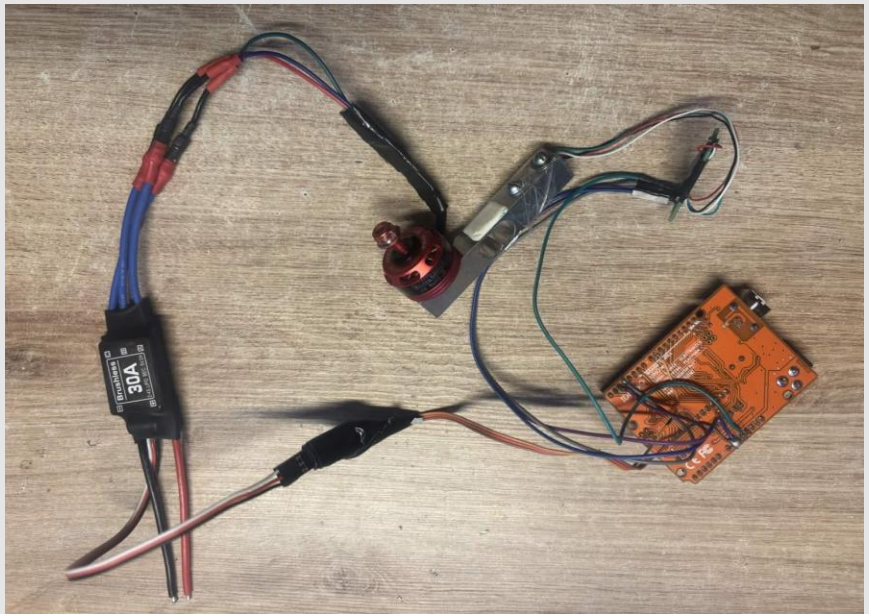




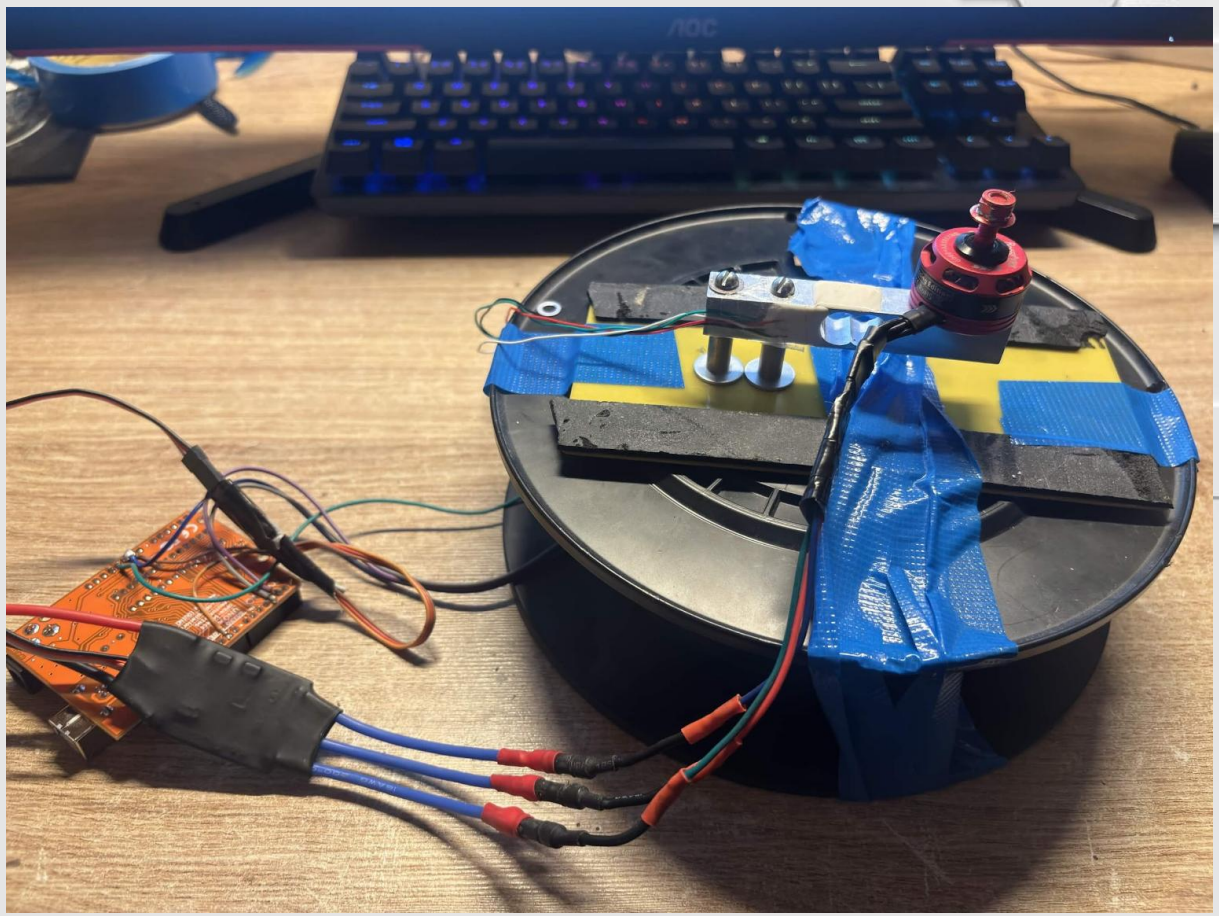
Metodika



Traukos jėgos jutiklio prijungimo schema prie mikrovaldiklio



Mikrovaldiklis sujungtas su tyrimui reikalingomis dalimis



Propelerių tyrimo stendas

Rezultatai

Išmatuoti parametrai:

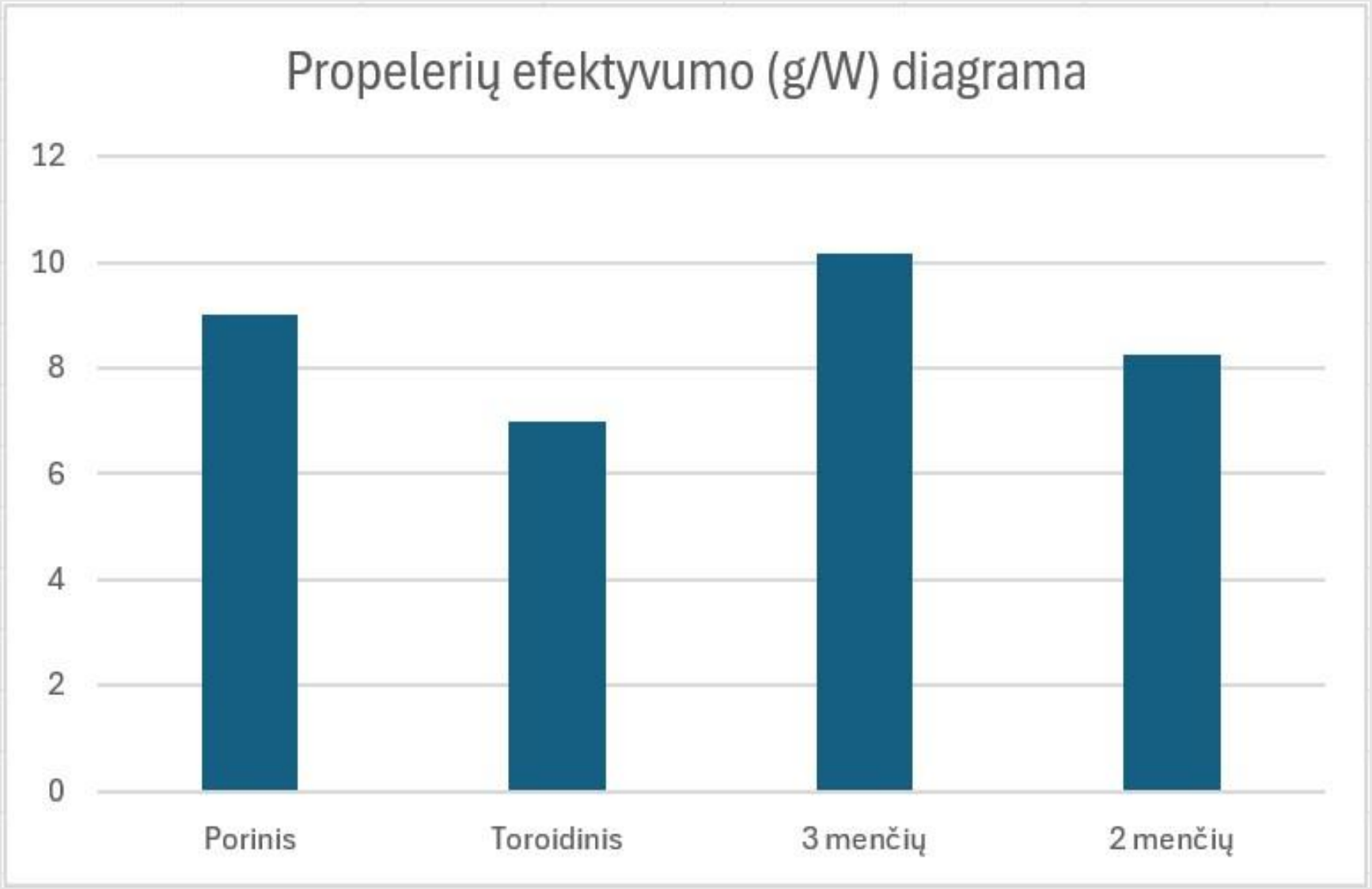
Propelerio tipas	Garso lygis (dBA)	Trauka (g)	Vart. Galia (W)	Pagr. Dažnis (Hz)
2 menčių	70	33	4	172
3 menčių	71,5	66	6,5	220
Toroidinis	70	70	10	170
Porinis	72	87	9,7	124

Atspausdinti propeleriai:





Rezultatai

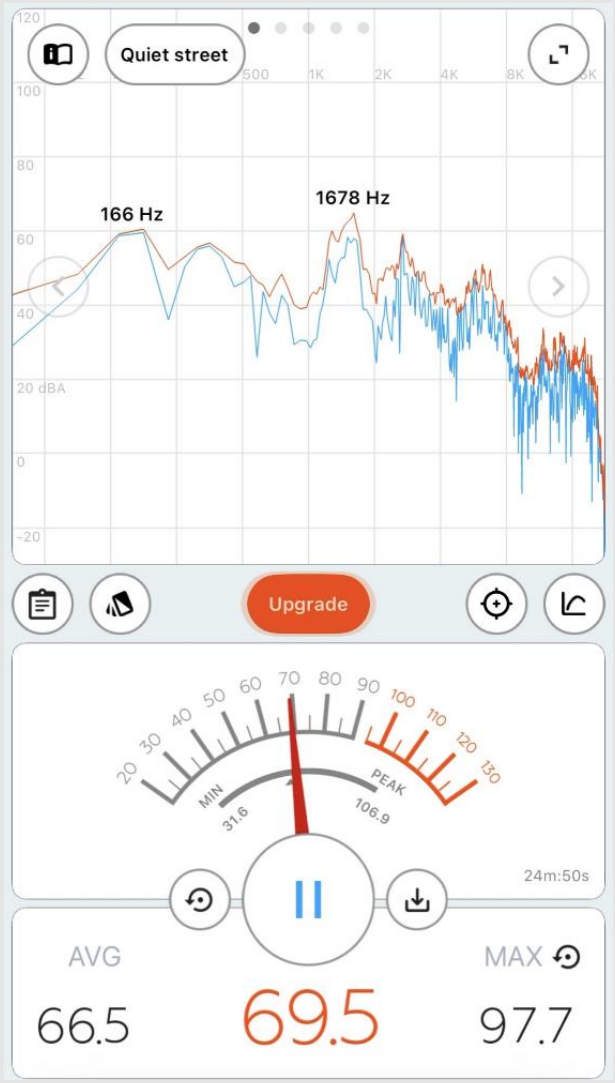

Propelerių efektyvumo (g/W) diagrama
12
10
8
6
4
2
0
Porinis
Toroidinis
3 menčių
2 menčių

Rezultatai

Dažninė analizė:



2 menčių propeleris



Toroidinis propeleris



Porinis propeleris



3 menčių propeleris

Išvados

1. Tyrimo metu parinkti skirtingų tipų propelerių modeliai: dviejų menčių, trijų menčių, toroidinis bei porinis. Standartiniai modeliai (dviejų ir trijų menčių) pasirinkti kaip palyginamieji, o nestandartiniai (porinis ir toroidinis) pritaikyti ir pagaminti naudojant FDM 3D spausdinimo technologiją. Nestandartiniai modeliai pakoreguoti keičiant jų mastelį, menčių išdėstymą.

2. Atlikti eksperimentiniai tyrimai, kurių metu vienodomis sąlygomis išmatuota kiekvieno propelerio generuojama keliamoji jėga, energijos sąnaudos bei triukšmo lygis. Matavimams naudota sistema turinti apkrovos jutiklį bei FFT garso matavimo programėlė. Atlikta garso dažninė (FFT) analizė, traukos jėgos analizė bei energijos suvartojimo analizė.

3. Apdorojus ir palyginus gautus duomenis nustatyta, kad didžiausią kėlimo jėgą generuoja porinis propeleris (87 g.), o efektyviausias pagal traukos ir galios santykį yra standartinis trijų menčių propeleris (10,15 g/W). Nors visų propelerių garso lygis panašus (1-2 dB paklaida), dažninė analizė parodė, kad porinis propeleris pasižymi žemiausiu pagrindiniu garso dažniu (124 Hz), todėl jo skleidžiamas garsas yra mažiau erzinantis. Įvertinus visus parametrus nustatyta, kad porinis propeleris geriausiai suderina didelę trauką, energijos efektyvumą ir palankesnes akustines savybes.

Išvados

Tyrimo hipotezė pasitvirtino. Nustatyta, kad propelerių menčių skaičius daro reikšmingą įtaką kėlimo jėgai ir energijos sąnaudoms, tačiau nelemia didesnio triukšmo lygio. Propelerių menčių išdėstymas turi didelę įtaką triukšmo charakteristikoms pakeičiant dažninę sudėtį. Sudėtingesnės konstrukcijos pagerina akustines savybes sumažinant menčių praėjimo dažnį, tačiau nebūtinai didina trauką.

Darbo praktinė reikšmė

Rezultatai rodo, kad mažinant drono triukšmą svarbūs ne tik decibelai, bet ir garso dažninė sudėtis. Dronams, skraidantiems virš miestų ar naudojamiems gelbėjimo operacijose, propeleris su žemesniu pagrindiniu dažniu galėtų būti mažiau įkyrus aplinkiniams.

Be to, sukonstruotą stendą galima naudoti tolesniems tyrimams – lyginti kitas propelerių formas ir medžiagas. Ateityje jį verta papildyti sūkių matavimu ir propelerius lyginti esant vienodai traukai, tada efektyvumo palyginimas būtų dar tikslesnis.

Užsienio ir lietuvių kalbos literatūros šaltiniai

1. Farouk, M., Bouhelal, A., & Smaili, A. (2024). Aerodynamic analysis of a small-scale drone propeller using the blade element momentum method. https://www.researchgate.net/publication/378825910
2. Gov, I. (2020). Rotor spacing and blade number effect on the thrust, torque and power of a coaxial motor. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1127922
3. Sawale, A., Archana, D., et al. (2018). Design and analysis of propeller. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/455/1/012018/pdf
4. Sun, J., Yonezawa, K., et al. (2023). Blade twist effects on aerodynamic performance and noise reduction in a multirotor propeller. Drones, 7(4), 252. https://www.mdpi.com/2504-446X/7/4/252
5. Sebastian, T., & Strem, C. (2017). Toroidal propeller (US Patent No. US10836466B2). https://patents.google.com/patent/US10836466B2
6. Brungart, T., Olson, S., et al. (2019). The reduction of quadcopter propeller noise. https://www.researchgate.net/publication/335308628
7. Misiūnas, M. (2015). Kvadrokopterio triukšmo tyrimas (magistro darbas). Kauno technologijos universitetas. https://epubl.ktu.edu/object/elaba%3A8661230/8661230.pdf
8. Čigas, R. (2025). Orlaivio propelerio triukšmo mažinimo tyrimas. https://gs.elaba.lt/object/elaba%3A237350022/237350022.pdf
9. Toleos, L., et al. (2020). Feasibility study for fused deposition modeling (FDM) 3D-printed propellers for unmanned aerial vehicles. https://www.academia.edu/68562655
10. Popister, F. (2025). Experimental study of comprehensive performance analysis regarding the dynamical/mechanical aspects of 3D-printed UAV propellers and sound footprint. Polymers, 17(11), 1466. https://www.mdpi.com/2073-4360/17/11/1466

Paveikslėlių šaltiniai

https://www.zipline.com/
https://www.masterairscrew.com/products/3-blade-12x6-propeller
https://www.sensenich.com/shop/uav/2-blade-fp/

VGTU INŽINERIJOS LICĖJUS

Skirtingų drono propelerių techninių parametrų analizė siekiant ištirti veikimo efektyvumą bei triukšmo lygį

Darbą atliko: Dovydas Vilčinskas

Darbo vadovas: inžinerijos mokytojai Rindaugas Žitkauskas

Jolita Stapurevičiūtė

Vilnius
2026