NUO PALYDOVO IKI AGROKULTŪROS



KTU inžinerijos licėjus

Orinta Ivanauskaitė
Edenas Voronenka
Nedas Senkus
Benas Laugalis
Augustinas Zdanavičius

ktu inžinerijos licėjus

MŪSŲ KOMANDA



ORINTA IVANAUSKAITĖ



EDENAS VORONENKA



NEDAS SENKUS

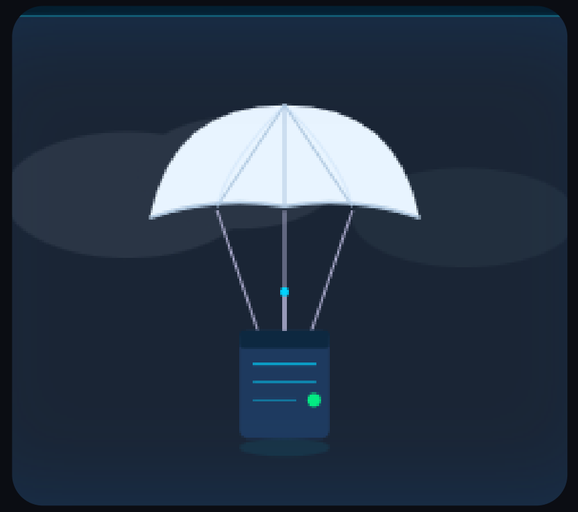


AUGUSTINAS ZDANAVIČIUS



BENAS LAUGALIS

AgroSat







AGROSAT

AgroSat – mažasis palydovas, sukurtas pagal Europos kosmoso agentūros CanSat reikalavimus, skirtas tiksliajam ūkininkavimui.

- Renka aplinkos duomenis: drėgmę, temperatūrą, slėgį ir CO_2
- Svoris ~310 g
- Pakyla iki 1–1,5 km aukščio
- Nusileidžia 7–11 m/s greičiu su kryžiaus formos parašiutu
- Valdomas „Raspberry Pi Zero 2 W“
- Duomenys perduodami 868 MHz LoRa ryšiu

KODĖL AGROSAT?

Augalų būklė (NDVI)

Camera Module 3 NoIR fiksuoja skrydį ir leidžia atlikti NDVI analizę – matyti skirtingą augalų būklę lauke.

Aplinkos mikroklimatas

BME688 ir T6793 vienu metu matuoja temperatūrą, drėgmę, slėgį ir CO_2 koncentraciją visame skrydžio aukštyje.

Tikslios koordinatės

GPS modulis fiksuoja koordinates ir aukštį 10 Hz dažniu, todėl kiekvienas matavimas susiejamas su vieta.

~310 g
Svoris

115mm × Ø66mm
Išmatavimai

7–11 m/s
Nusileidimo greitis

~25 val.
Autonominis veikimas

MŪSŲ MISIJOS



PAGRINDINĖS MISIJOS

- Temperatūros ir slėgio sekimas viso skrydžio metu
- Saugus nusileidimas: 7–11 m/s greitis
- Nenutrūkstamas ryšio palaikymas su žemės stotimi
- Duomenų apdorojimas ir vizualizacija grafikuose

ANTRINĖS MISIJOS

- Aplinkos analizė: drėgmė ir CO_2
- GPS pozicionavimas ir aukščio fiksavimas
- Vizualinė fiksacija (IR kamera, NDVI)
- Dinaminis sekimas: pagreitis, stabilumas

TECHNINIAI DUOMENYS

Temperatūra ir slėgis

BME688 jutiklis tiksliai matuoja temperatūrą, slėgį ir oro drėgmę realiuoju laiku.

CO_2 koncentracija

Amphenol T6793 jutiklis tiksliai matuoja anglies dioksido kiekį atmosferoje realiuoju laiku.

GPS pozicionavimas

BZGNSS BZ-251 modulis fiksuoja tikslias koordinates ir aukštį virš jūros lygio 10 Hz dažniu.

Skrydžio dinamika

MPU-9250 9-ašių jutiklis (giroskopas, akselerometras, magnetometras) stebi stabilumą erdvėje.

Vaizdo fiksacija

Camera Module 3 NoIR fiksuoja skrydį iš palydovo perspektyvos (FPV) ir leidžia atlikti NDVI analizę.

LoRa telemetrija

868 MHz RFM95W-868S2R modulis perduoda duomenis į žemės stotį iki 20 km atstumu.

KONSTRUKCIJA & SKRYDŽIO DUOMENYS

Svoris	~310 g
Išmatavimai	115mm × Ø66mm
Nusileidimo aukštis	1–1,5 km
Nusileidimo greitis	7–11 m/s
Parašiutas	Kryžiaus forma, ~432 cm²
Pagrindinis kompiuteris	Raspberry Pi Zero 2 W
Maitinimas	Li-Ion 18650 (3500 mAh)
Autonominis veikimas	~25 val.
Bendra kaina	~228,94 €

PARAŠIUTO FIZIKA

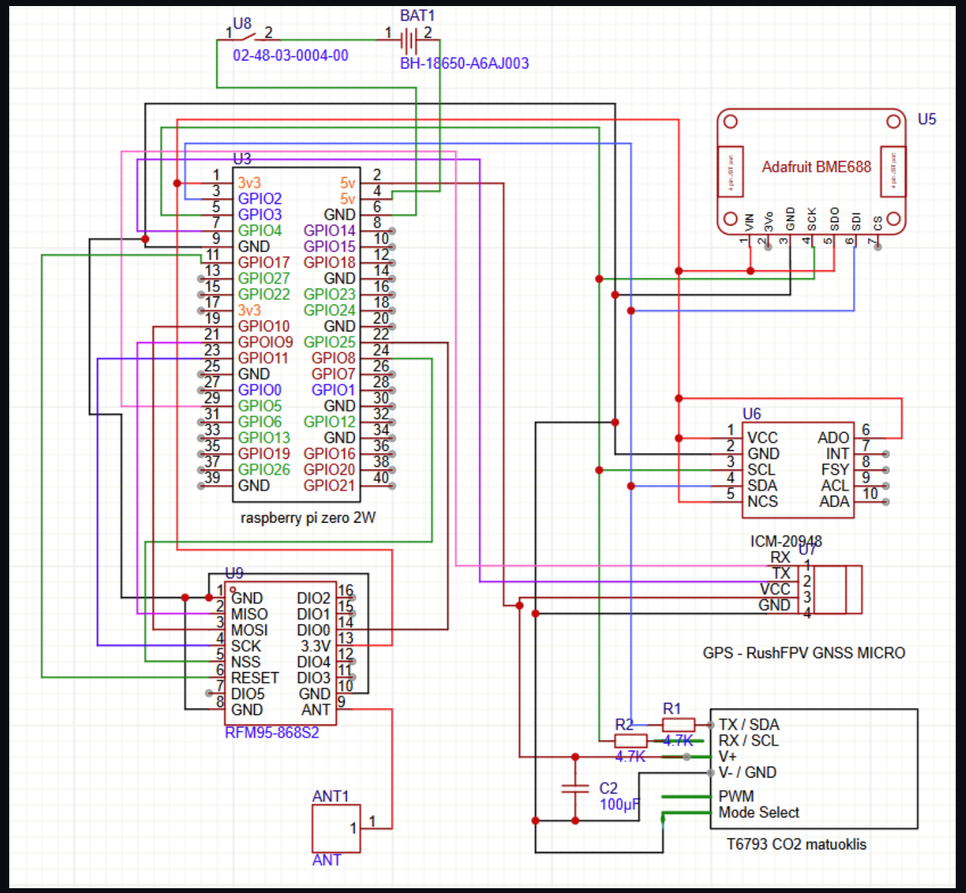
Kryžiaus formos parašiutas su Cd ≈ 0.8, terminalinis greitis 9 m/s. Efektyvus plotas ~432 cm² (D ≈ 72 cm). Svorio centras (CoG) žemiau CoP daugiau kaip 34 cm virvelės.

SMŪGIO ANALIZĖ

Žolėje: **~56–68 N**

Betone: **~558–682 N**

ELEKTRONIKA

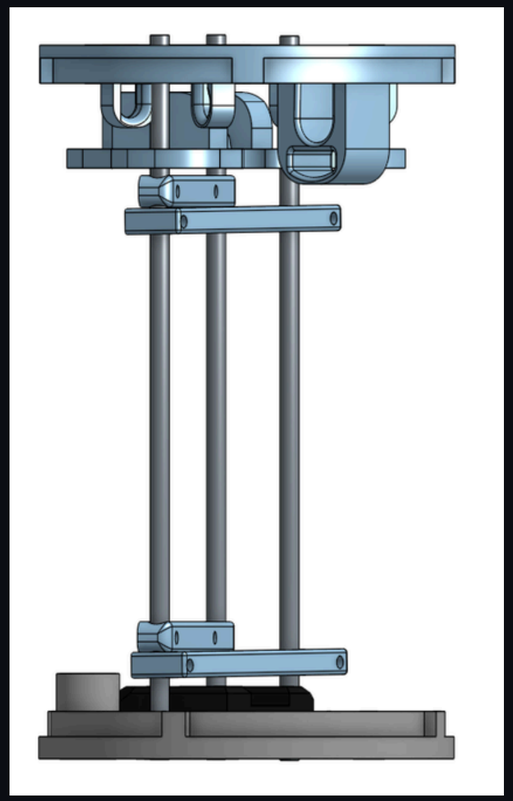


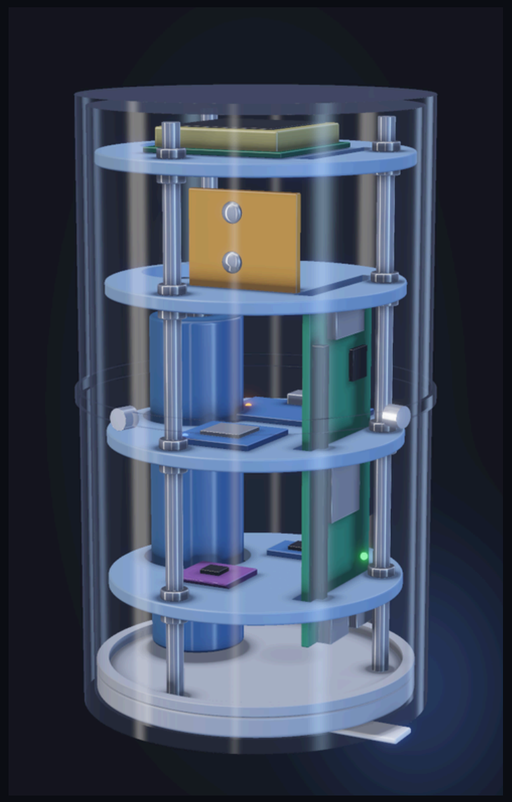
Palydovo elektronikos komponentai

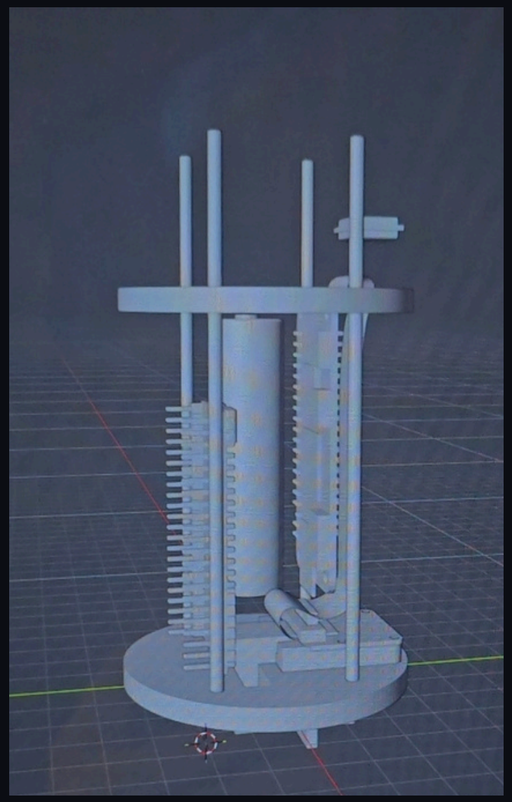
- Raspberry Pi Zero 2 W – pagrindinis mikrokompiuteris
- Camera Module 3 NoIR – vaizdas ir NDVI analizė
- LoRa RFM95W (868 MHz) – duomenų siųstuvas
- Antena 2J0B15 – signalo stiprinimas
- Amphenol T6793 – CO2 dujų jutiklis
- BME688 – temperatūra, drėgmė, slėgis
- MPU-9250 – pagreitis ir orientacija (IMU)
- BZGNSS BZ-251 – GPS koordinatės ir aukštis
- 18650 Li-Ion baterija – sistemos maitinimas
- Krovimo modulis – įtampos stabilizavimas
- Protoboard & laidai – elementų sujungimas

3D MODELIS

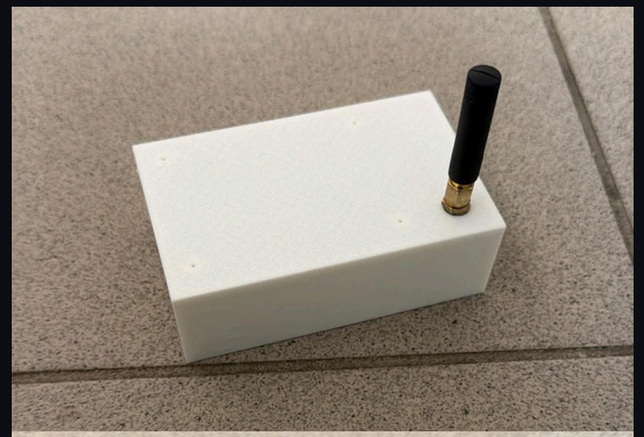


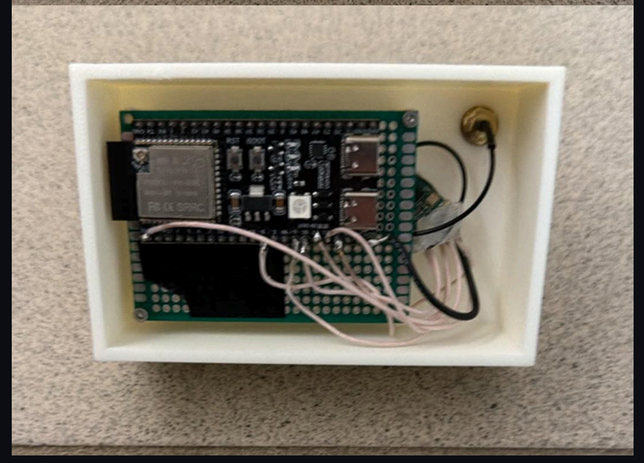






ANTENA





Ryšio antena (868 MHz)

- Abipusis sprendimas: Identiškos 48 mm gamyklinės ZigBee/ISM antenos žemės stotyje ir palydove.
- Kompaktiška konstrukcija: Sulenkta spiraline forma išlaiko optimalų bangos ilgį minimaliame tūryje.
- Fiziniai parametrai: SMA (male) jungtis, svoris – tik 5,82 g.
- Modelis ir kaina: 2J0B15-868-C885G (3,61 €).
- Veikimo nuotolis: ~10 km.

PROGRAMAVIMAS

```
200
201   // metres east / north of the origin for a [lon, lat]
202   _local(lon, lat) {
203     const o = maplibregl.MercatorCoordinate.fromLngLat(this.origin, 0);
204     const p = maplibregl.MercatorCoordinate.fromLngLat([lon, lat], 0);
205     const s = o.meterInMercatorCoordinateUnits();
206     return [(p.x - o.x) / s, -(p.y - o.y) / s];
207   }
208
209   _project(x, y, z) {
210     const v = new THREE.Vector4(x, y, z, 1).applyMatrix4(this.camera.projectionMatrix);
211     if (v.w <= 0) return null;
212     const c = this.map.getCanvas();
213     return [(v.x / v.w + 1) / 2 * c.clientWidth, (1 - v.y / v.w) / 2 * c.clientHeight];
214   }
215
216   _placeLabel() {
217     const p = this.points[this.points.length - 1];
218     if (!p || !this.layers.track) { this.label.hidden = true; return; }
219     const [x, y] = this._local(p.lon, p.lat);
220     const top = this._project(x, y, p.height_m);
221     const ground = this._project(x, y, 0);
222     if (!top) { this.label.hidden = true; return; }
223     this.label.hidden = false;
224     this.label.style.transform = `translate(${top[0].toFixed(1)}px, ${top[1].toFixed(1)}px)`;
225     this.labelPos = ground ? { top, ground } : null;
226   }
227
228   // ------------------------------------------------------------ the track
229   setOrigin(pad) {
230     if (pad && (pad.lon !== this.origin[0] || pad.lat !== this.origin[1] || pad.gps_alt !== this.padAlt)) {
231       this.origin = [pad.lon, pad.lat];
```








SKAIČIAVIMAI

PARAŠIUTO PLOTAS (A)

$$A = \frac{2 \cdot m \cdot g}{\rho \cdot v^2 \cdot C_d}$$

≈ 432 cm²

Tikslinis terminalinis greitis: **v = 9 m/s**

GEOMETRINIS SPRENDIMAS

12,4 cm

Vieno kvadrato kraštinė (s)



5 kvadratai (**s = √(766/5)**) • Plotis: **37,1 cm**

ENERGIJOS BALANSAS (T)

$$T_{\text{veikimo}} = \frac{C_{\text{batt}} \cdot 0{,}8}{I_{\text{total}}}$$

≈ 25,3 val.

Talpa **3500 mAh** • Srovė **90,5 mA**

SMŪGIO JĖGA KONTAKTE

$$F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Žolė (Δt = 0,05 s)

F ≈ 56 N

Betonas (Δt = 0,005 s)

F ≈ 558 N

KONSULTACIJOS & SKLAIDA

~15K	2	7+	1	5+
Peržiūrų	Platformos	Pristatymai kitoms mokykloms	Tarptautinis pristatymas	Ekspertai-konsultantai

EKSPERTŲ KONSULTACIJOS

- **Alvydas Janeliūnas** – fizika, parašiuto skaičiavimai
- **Dr. Darius Gailius** – antenos projektavimas
- **Arūnas Ungulaitis** – tarpsisteminė komunikacija
- **Dobilas Liaukonis** – komponentų parinkimas
- **Ramūnas Ramanauskas** – elektros grandinė

VIEŠINIMO PLATFORMOS

Instagram • TikTok • Projekto svetainė
Mokyklos atvirų durų dienos
Tarptautinis pristatymas (Italija)

KOORDINAVIMO ĮRANKIAI

Notion • Discord • Google Workspace
Zoom (virtualios konsultacijos)
GitHub (kodo versijų valdymas)



• Tiksliojo ūkininkavimo palydovas

Ūkis mato iš aukštai

Išmanusis mažasis palydovas, realiuoju laiku renkantis drėgmės, temperatūros, slėgio ir CO_2 duomenis – kad žemės ūkio ištekliai būtų naudojami protingiau.

• ALT 691 m · T 7,9 °C · P 933 hPa · RH 56 % · CO_2 422 ppm ↑

~310 g | 115 × 66 mm | Leidimasis 7–11 m/s | LoRa 868 MHz | Aukštis 1–1,5 km

Raspberry Pi Zero 2 W

✦ Projekto vizija

Pagrindinės misijos

„AgroSat“ kuriamas pagal ESA CanSat konkurso reikalavimus: autonominė skrydžio valdymo sistema užtikrina stabilų telemetrijos perdavimą ir saugų modulio nusileidimą.

01 **Temperatūros ir slėgio sekimas**
Matuoti aplinkos pokyčius viso skrydžio metu.

02 **Saugus nusileidimas**
Išlaikyti stabilų 7–11 m/s leidimosi greitį.

03 **Ryšio palaikymas**
Be trukdžių perduoti duomenis į žemės stotį.

04 **Duomenų apdorojimas**
Gautus skaičius paversti aiškiais grafikais.



✦ Daugiau nei atmosfera

Ką jis daro

Antrinės misijos

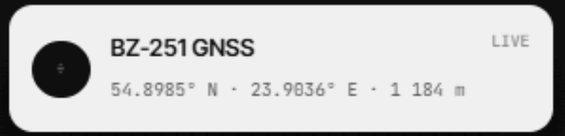
Aplinkos analizė

AI

CO_2 · RH · VOC



Oro drėgmė ir, pasitelkiant integruotą dirbtinį intelektą, dujų (pvz., CO_2) koncentracija atmosferoje.



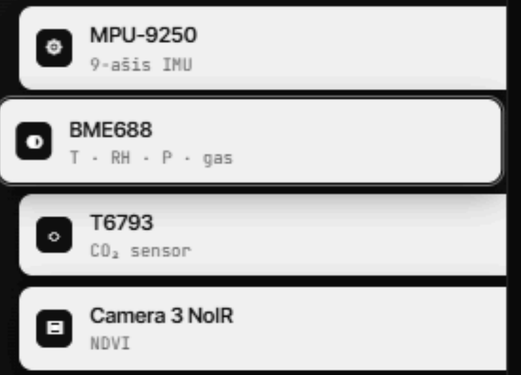
Pozicionavimas

Tikslus aukštis virš jūros lygio ir geografinės koordinatės per GPS.

Vizualinė fiksacija

FPV NoIR NDVI

Skrydžio filmavimas iš palydovo perspektyvos. NoIR kamera su IR filtru – augalijos NDVI analizei.



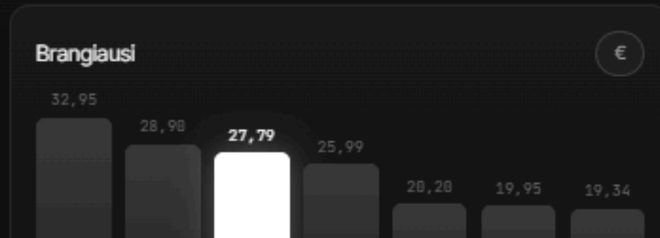
Dinamikos sekimas

Pagreitis, judėjimo stabilumas ir trajektorija – iš 9 ašių jutiklio.

Bendras biudžetas

228,94 €

16 komponentų



Komandos įrankiai

Darbą valdėme nuotoliniu būdu per integruotą skaitmeninių įrankių tinklą.

✦ Techninė specifikacija

Σ 228,94 €

Kas viduje

Svoris	Aukštis × skersmuo	Paleidimo aukštis	Planuojama apkrova
~310 g	115×66 mm	1–1,5 km	20 g

#	KOMPONENTAS	FUNKCIJA	KILMĖ	KAINA
01	M2 varžtai, veržlės, termovamzdelis, laidai, protoboard, jungiklis	Tvirtinimas, izoliacija, grandinės valdymas	Turėta	5,00 €
02	Jungiamieji laidai	Signalų ir maitinimo perdavimas	Pirkta	4,80 €
03	M2 metaliniai strypeliai, parašiutinė medžiaga	Struktūra, nusileidimo sistema	Gauta	6,50 €
04	PLA 3D spausdinimo plastikas	Korpusas ir vidiniai rėmai	Pirkta	19,34 €
05	BZGNSS BZ-251 GPS	Koordinatės ir aukštis realiu laiku	Pirkta	25,99 €
06	MPU-9250 9 ašių IMU	Orientacija erdvėje	Pirkta	12,83 €
07	BME688	Temperatūra, drėgmė, slėgis, dujos	Pirkta	19,95 €
08	Amphenol T6793 CO_2	CO_2 koncentracija	Pirkta	27,79 €
09	XTAR 18650 3500 mAh Li-Ion	Pagrindinis energijos šaltinis	Pirkta	20,20 €
10	Raspberry Pi Zero 2 W	Pagrindinis kompiuteris	Pirkta	28,90 €

02	Jungiamieji laidai	Signalų ir maitinimo perdavimas	Pirkta	4,80 €
03	M2 metaliniai strypeliai, paraišiutinė medžiaga	Struktūra, nusileidimo sistema	Gauta	6,50 €
04	PLA 3D spausdinimo plastikas	Korpusas ir vidiniai rėmai	Pirkta	19,34 €
05	BZGNSS BZ-251 GPS	Koordinatės ir aukštis realiu laiku	Pirkta	25,99 €
06	MPU-9250 9 ašių IMU	Orientacija erdvėje	Pirkta	12,83 €
07	BME688	Temperatūra, drėgmė, slėgis, dujos	Pirkta	19,95 €
08	Amphenol T6793 CO_2	CO_2 koncentracija	Pirkta	27,79 €
09	XTAR 18650 3500 mAh Li-Ion	Pagrindinis energijos šaltinis	Pirkta	20,20 €
10	Raspberry Pi Zero 2 W	Pagrindinis kompiuteris	Pirkta	28,90 €
11	Camera Module 3 NoIR	Vaizdas ir augalijos analizė	Pirkta	32,95 €
12	LoRa RFM95W-868S2R	Telemetrija į žemės stotį	Pirkta	9,88 €
13	Antena 2J0B15-868-C885G	Radijo signalo stiprinimas	Pirkta	3,61 €
14	IR filtras	Spektriniai tyrimai	Pirkta	8,50 €
15	Baterijos krovimo modulis	Saugus krovimas, įtampos stabilizavimas	Pirkta	1,25 €
16	18650 baterijos laikiklis	Baterijos tvirtinimas	Pirkta	1,45 €
	Iš viso			**228,94 €**

✦ Skaičiavimai

Inžinerija

Techninė analizė

01 · Antena

Dipolio antena, suderinta 868 MHz dažniui. Bendras ilgis – **16,42 cm**.

$$L = (c \cdot k) / (2 \cdot f)$$

Palydove dipolis sulenktas „zigzag" forma – reikiamas ilgis telpa minimaliame tūryje, beveik nepakeičiant spinduliavimo charakteristikų.

02 · Parašiutas

Kryžiaus formos parašiutas iš 5 vienodų kvadratų: stabilus ir paprastas.

C_d	≈ 0,8
Tikslinis greitis	9 m/s
Efektyvus plotas	~432 cm²
Kryžiaus D / segmentas	72 / 28 cm
Virvelių ilgis	≥ 34 cm

03 · Energija

90,5 mA	331 mW	25,3 h
Srovė	Galia	Veikimo laikas

04 · Ryšys

Ryšio biudžetas iki **159 dB** SF12 režimu (–137 dBm · +20 dBm).

Miestas	0,5–2 km
Priemiestis	2–5 km

Palydove dipolis sulenktas „zigzag" forma – reikiamas ilgis telpa minimaliame tūryje, beveik nepakeičiant spinduliavimo charakteristikų.

Tikslinis greitis	9 m/s
Efektyvus plotas	~432 cm²
Kryžiaus D / segmentas	72 / 28 cm
Virvelių ilgis	≥ 34 cm

03 · Energija

90,5 mA	331 mW	25,3 h
Srovė	Galia	Veikimo laikas

Visi jutikliai sujungti per I²C magistralę (SDA + SCL) su 2 × 4,7 kΩ pull-up rezistoriais. Li-ion 18650 (3,7 V), įvertinus ~80 % efektyvumą.

04 · Ryšys

Ryšio biudžetas iki **159 dB** SF12 režimu (–137 dBm · +20 dBm).

Miestas	0,5–2 km
Priemiestis	2–5 km
Kaimas	5–15 km
LoS	15–40 km

ES riboja galią iki 25 mW ir 1 % darbo ciklą – praktinis biudžetas mažesnis ~4 dB.

05 · Patvarumas

Parašiutas – svarbiausia apsaugos grandis

F = m·Δv/Δt, stabdymo laikas ~50 ms. PLA korpusas ir M2 rėmas atlaiko žolės scenarijų; elektronika rizikinga tik betono atveju.

Žolė	56–68 N
Betonas	558–682 N

✦ Žemės stotis

DEMO

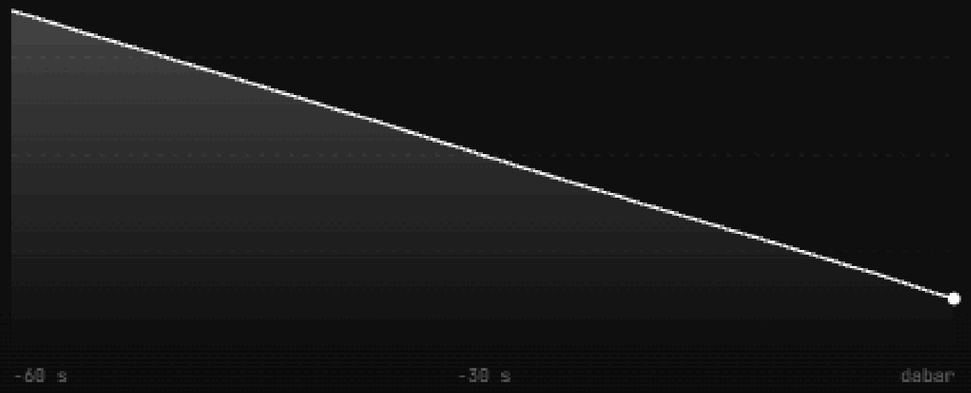
Telemetrija realiuoju laiku

Aukštis

↓ 9,8 m/s

#0068

793 m



Temperatūra

7,4 °C



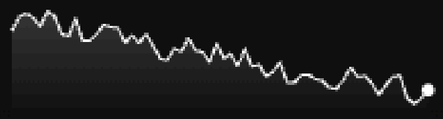
Slėgis

921,5 hPa



Drėgmė

57 %



CO_2

419 ppm



GPS trajektorija

54.90004° N, 23.90671° E

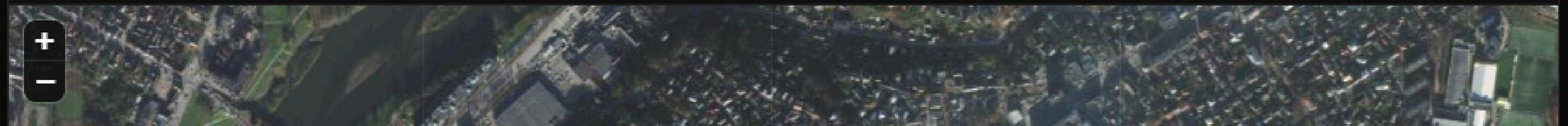
Nuo starto

258 m

Taškų

68

Žemėlapis | Palydovas | Sekti



-60 s -30 s dabar

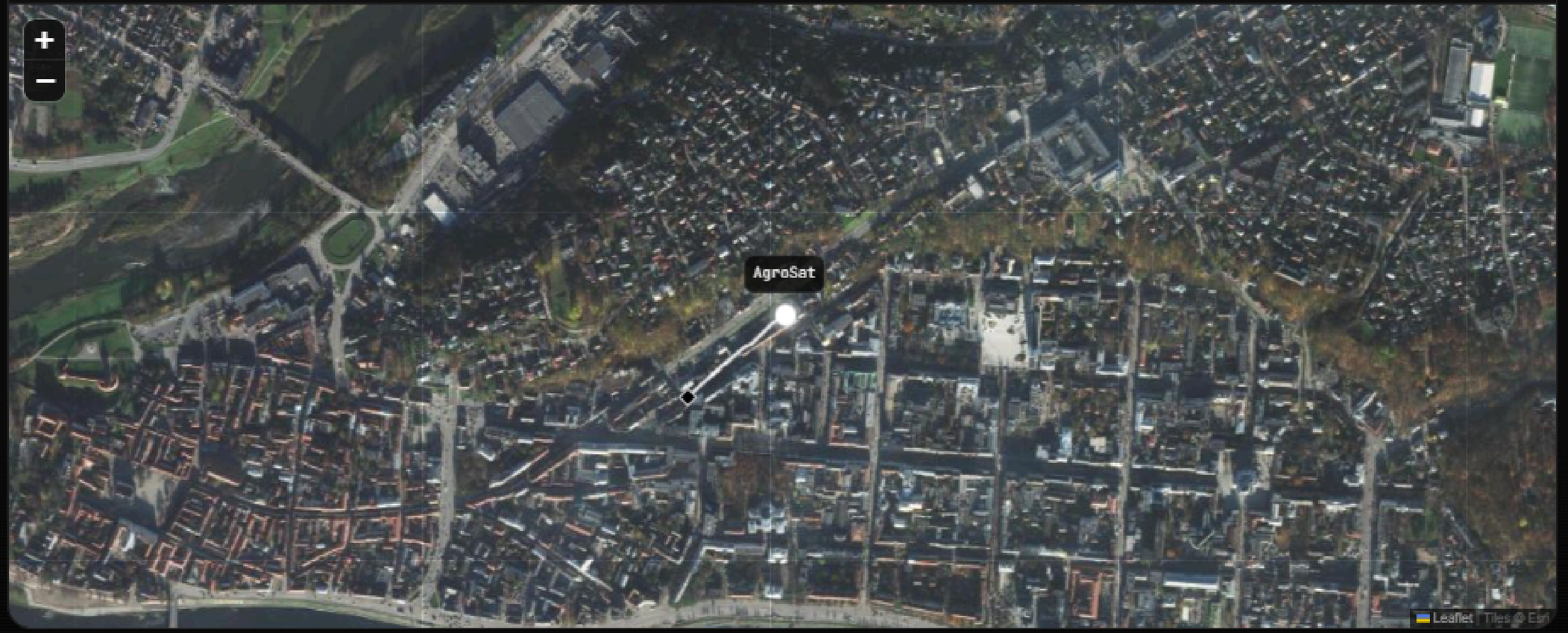
GPS trajektorija

54.90004° N, 23.90671° E

Nuo starto **258 m**

Taškų **68**

Žemėlapis | Palydovas | Sekti



Svetainė (HTML5, CSS3, JS) sujungta su SQLite duomenų baze – grafikai atnaujinami automatiškai, be puslapio perkrovimo. Kai žemės stotis neprijungta, rodomi imituoti skrydžio duomenys.

✦ Kaunas, 2026

Vadovas – Robertas Andriuška

Komanda

OI

Orinta Ivanauskaitė

IVd

Projekto koordinatorė · elektronika · dokumentacija · viešinimas ir partnerystės

BL

Benas Laugalis

IIa

Sisteminės įrangos kūrėjas · Raspberry Pi programavimas · duomenų fiksavimo logika

NS

Nedas Senkus

IVd

Konstrukcija ir CAD · ryšys ir telemetrija · antenos gamyba · bandymai

EV

Edenas Voronenko

IVc

Nusileidimo sistema · parašiuto gamyba · elektronika · bandymai

AZ

Augustinas Zdanavičius

IIa

Konstrukcija ir 3D spauda · svetainės architektas · programavimas

✦ Konsultacijos su ekspertais

Kurta kartu su profesionalais

✦ Konsultacijos su ekspertais

Kurta kartu su profesionalais

Alvydas Janeliūnas

KTU inžinerijos licėjaus fizikos mokytojas

Laisvasis kritimas, oro pasipriešinimas, parašiuto plotas ir medžiagos, korpuso tvirtumas.

Dr. Darius Gailius

Matavimų inžinierius, technologijos mokslų daktaras

Antenos mazgų projektavimas nenutrūkstamam duomenų srautui.

Arūnas Ungulaitis

Architektas-tyrėjas

Tarpsisteminė komunikacija tarp „AgroSat" ir žemės stoties.

Dobilas Liaukonis

KTU EEF projektų vadovas, lektorius

Optimalus jutiklių ir mikrovaldiklių parinkimas neviršijant svorio limitų.

Ramūnas Ramanauskas

KTU docentas

Elektros grandinės projektavimas ir kompaktiškas sistemos išdėstymas.

Praėjusių metų nugalėtojai

KTU inžinerijos licėjaus abiturientai

Laiko patikrinti sprendimai ir darbo eigos planavimas.

Stabilumas

Pakoreguota korpuso forma ir parašiuto tvirtinimo taškai.

Integracija

Patobulinta grandinė – mažiau trikdžių, efektyvesnė vieta.

Ryšys

Optimalus antenos montavimo kampas visai misijai.

✦ Skaida

Dalinamės tuo, ką kuriame

Techniniai užkulisiai ir bandymai socialiniuose tinkluose, gyvi pristatymai mokyklos atvirų durų dienose – kitų mokyklų moksleiviams ir svečiams iš Italijos.

~15k

peržiūrų

Instagram TikTok Notion Discord Google Workspace Zoom

FINALAI


Finansuoja Europos Sąjunga
NextGenerationEU
III VIETOS DIPLOMAS
Nacionalinės Lietuvos moksleivių palydovų Cansat varžybos
CANSAT LITHUANIA 2026
AGROSAT
KOMANDA
Linas Šmigelskas
Lietuvos etnokosmologijos muziejaus direktorius
Eglė Elena Šataitė
Space hub LT grupės vadovė
Rėmėjai: Dr. Vladas Lašas, UAB „Arginta Engineering", Visorių informacinių technologijų parkas, UAB „Kongsberg NanoAvionics", dr. Simonas Kareiva, UAB „PV ENERGY LT", UAB „Melius Futurum"
Partneriai: Europos kosmoso agentūra (ESA), Vilnius Gedimino technikos universitetas (VilniusTech), Kauno technologijos universitetas (KTU), Nacionalinis Fizinių ir technologijos mokslų centras (NFTMC).
esa
Molėtai, 2026 05 19



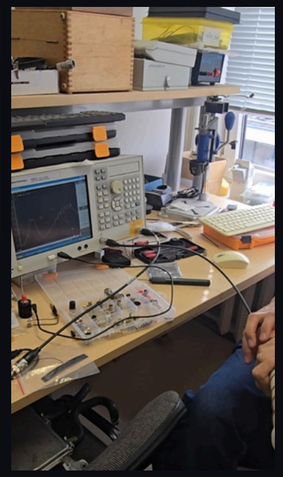


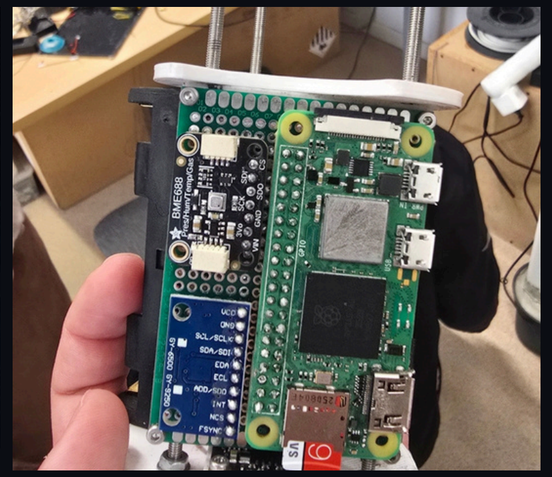

ktu

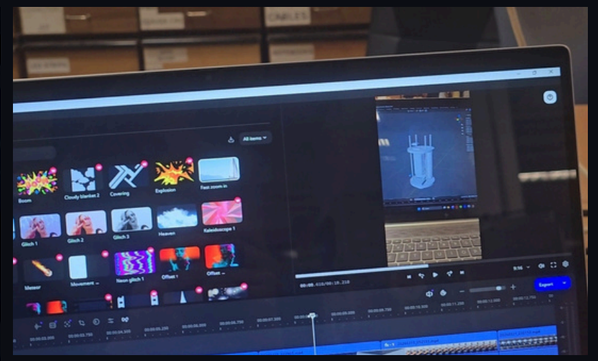


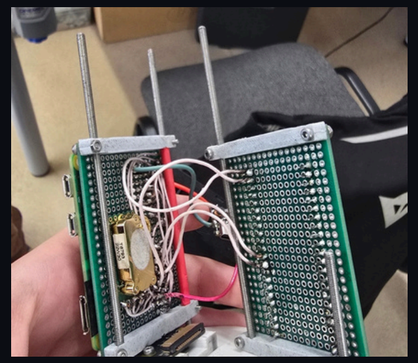
IŠVADOS

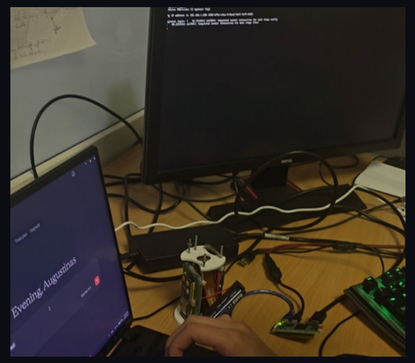














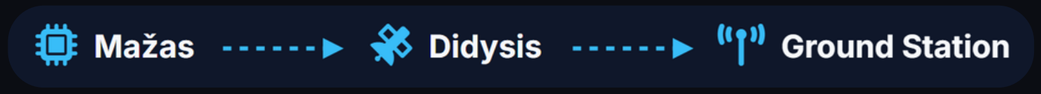


TWINSAT

PASIRINKTOS ANTRINĖS MISIJOS

- Tarpsatelitinė ir daugiadažnė komunikacija
- 3D objektų atpažinimas neuroniniais tinklais
- Detalus atmosferos oro kokybės tyrimas

PRAKTINIS ĮGYVENDINIMAS



Ore palydovai atsiskirs ir palaikys tarpsatelitinį ryšį: mažas siųs duomenis į didesnį, o šis – į antžeminę stotį.

MATUOJAMI PARAMETRAI

APLINKA IR ORAS

Oro kokybė, slėgis, temperatūra

SKRYDŽIO DINAMIKA

Greitis, akseleracija, aukštis, GPS

VAIZDO ANALIZĖ

FPV video srautas, 3D objektai

TWINSAT

KTU inžinerijos licėjus

twinsat.ktuil@gmail.com

Susisiekime!