

TFS

(Tree Frog Satellites)

Előzetes tervfelülvizsgálat

2024. november 13.



Tartalomjegyzék

Tartalom

Tartalomjegyzék	2
1. A csapat bemutatása.....	3
2. Ütemterv	4
3. Küldetés áttekintése	4
A) Elsődleges küldetés.....	4
B) Másodlagos küldetés: irányított leszállás	4
4. Várható nehézségek	5
5. Mechanikai felépítés	6
6. Elektronikai felépítés	8
6.1 Általános felépítés	8
6.2 Másodlagos küldetés.....	8
6.3 Energiaellátás.....	9
6.4 Kommunikációs rendszer	9
7. Szoftver	10
CanSat:.....	10
Földi állomás:	10
8. Visszatérési rendszer	10
9. Földi állomás.....	12
10. Ismeretterjesztés.....	12

1. A csapat bemutatása

Vincze Csongor: a csapat vezetője, találkozók megszervezése, mechanikai megvalósítás, szoftveres fejlesztés.

Kern Luca: a műhold visszatérési rendszerének megvalósítása és tesztelése, a csoportdinamika menedzselése.

Vincze Attila: szoftveres fejlesztés, alkatrészbeszerzés.

Burger Alfréd: hardver design, építés és mechanika megvalósítása.

Fleischman Illés: a szoftver implementálása, közösségi média és marketing.

Bencz Benedek: a szoftver matematikai hátterének fejlesztése, fizikai számítások.

Piláth Károly: a fő mentor, segítség szakmai kérdésekben, elektronikai felépítés.

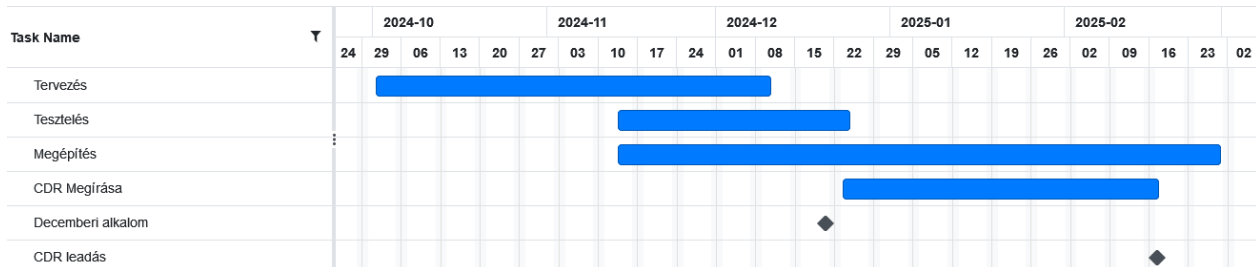
Budai Csanád: segítség szakmai kérdésekben, tesztelésnél.

A teszteléseket és az összerakást az egész csapat részvételével tervezzük megvalósítani.

2. Ütemterv

Hetente minden szerdán tervezünk egy alkalmat tartani amikor megbeszélhetünk dolgokat és együtt dolgozhatunk. A hét során mindenki a neki adott feladaton tud dolgozni és ezeken a szerdai alkalmakon tudjuk ezeket összehozni hogy minden kohézív legyen.

Dec. 20-22-ig lesz egy hosszabb találkozónk hogy megpróbáljuk mindent összehozni és elkezdni tervezni a CDR-ig tartó bő egy hónapot.



GANTT diagram

3. Küldetés áttekintése

A) Elsődleges küldetés

Az elsődleges küldetés során a versenyszabályzat műszaki követelményeinek megfelelően a műholdba beépítünk hőmérséklet- és légnyomás mérésére alkalmas szenzorokat, amelyek egy mikrokontrollernek fognak jelenteni az éppen aktuális hőmérsékletről és légnyomásról. Természetesen a folyamatos rádiós kapcsolatot is létrehozunk.

B) Másodlagos küldetés: irányított leszállás

A másodlagos küldetésünk lényege hogy a CanSat meghatározza saját helyzetét, és a leszállás közben egy előre meghatározott terület felé navigálja magát. Az ehhez szükséges erőhatást aktív aerodinamikai úton – propellerekkel – szeretnénk elérni. A vezérlésért felelő algoritmus terv szerint a felvett adatok alapján dinamikusan kontrollálja majd a propellereket. A műholdat szükség esetén a földi bázisról is lehet majd vezérelni.

4. Várható nehézségek

Előreláthatólag kétféle problémába ütközhetünk. Ezek vagy csoportdinamikát érintő nehézségek, vagy magával a műhold tervezésével, megépítésével kapcsolatosak.

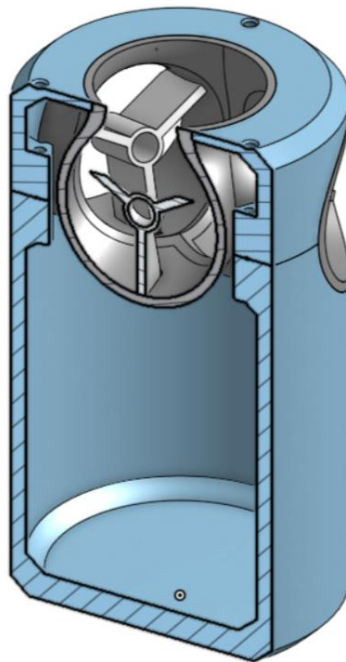
Probléma	Megoldási terv
A műhold nem pontszerű test, így forgatónyomatékokkal is számolnunk kell a propelleres vezérlés során. Könnyen lehet, hogy a műhold nem kívánt forgó mozgásokba fog kezdeni.	A lehetséges problémák kiküszöbölhetőek a propellerek teljesítményének megfelelő szabályozásával, ellentétes forgásirányú propellerek hozzáadásával, illetve a mechanikai felépítés trükkös átalakításával. Ezek persze sok sok tesztelést igényelnek.
Túl nagy szél esetén lehetséges, hogy a propellerek teljesítménye nem lesz elégséges, illetve, hogy a mozgás túl kaotikus lesz a hatékony dinamikus vezérléshez.	Ha ez a levegőben derül ki, a földi vezérlés segítségével alternatív küldetés megvalósítására is válthatunk.
Nem biztos, hogy a mikrokontroller GPIO pinjei le tudnak-e adni akkora teljesítményt, amekkorát a motorok igényeknek.	Ilyen esetben a motorokat közvetlenül a telephez kötjük majd, és fordulatszámukat pl. egy teljesítmény tranzisztorral szabályozzuk.
A csapat nagy része a végzős évben van, rendszeresen részt vesz más versenyeken is, és mindent beleszámítva meglehetősen elfoglalt, ez megnehezíti a közös munka megszervezését.	Az ilyen jellegű problémák kiküszöbölésére, két ötlettel álltunk elő. A fontos programokat előre meghatározzuk, és határidőket tűzünk ki magunk elé. Másrészről pedig kettő vagy három fős munkacsoportok dolgoznak együtt, ezzel megkönnyítve a találkozók megszervezését.

Természetesen sok nehézséget nem látunk előre. Ezek valószínűleg még sok fejfájást fognak okozni. Ennek ellenére jelenlegi helyzetünk alapján ezeket a nehézségeket látjuk a legszignifikánsabbaknak.

5. Mechanikai felépítés

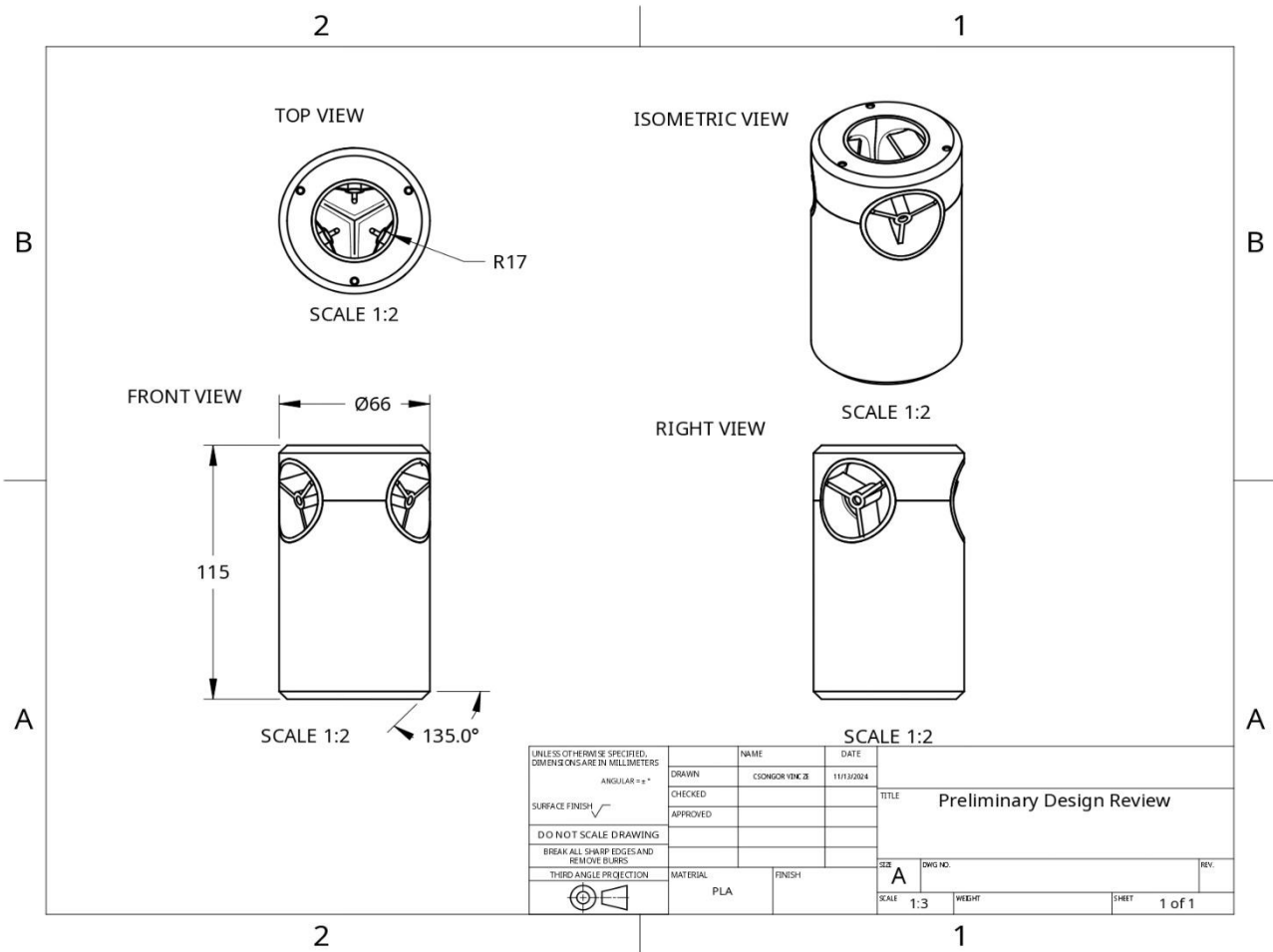
A műhold vázát 3D nyomtatással szeretnénk elkészíteni. A vázszerkezet tervezésekor prioritásként kezeljük, hogy a cansat kibírja az előírt 20g gyorsulást.

A CanSat két fő részből áll. Terveink szerint a felső lesz az aerodinamikai kontrollért felelős rész, ami az irányításhoz szükséges formát vesz fel és ez aktív elemeket tartalmazza. Az alsó/középső részben helyezük el az energiaellátást, fedélzeti számítógépet és az elsődleges küldetéshez szükséges szenzorokat. Ezeket olyan módon szeretnénk a vázba ágyazni, hogy ne sérülhessenek, a rájuk érkező durva mechanikai hatásokat tompítsuk. A visszatéréshez használt ejtőernyő a felső részleg tetején, összehajjtva lesz.



Kezdetleges 3d modell

A kezdetleges tervekről készítettünk egy 3D modellt. Itt még sok alkatrész nincs feltüntetve (pl.: motorok, propellerek), és az elektronikai elemek pozicionálását sem tudtuk még jól kitalálni, viszont ez egy kezdetleges képet ad, hogy milyen irányba tervezünk tovább menni. A biztonsági előírásoknak megfelelően nem hagytuk, hogy a propellerek kilógnak, és így kárt okozzanak valamiben.



A kezdetleges design 2d-s kivetitele

6. Elektronikai felépítés

6.1 Általános felépítés

A **CanSat** elektronikája az alábbi alkatrészeket fogja használni:

- 1 db Raspberry Pi Pico/3 —
- 1 db Adafruit BMP280 Hő- és légnyomásmérő
- 1 db Ublox GPS6MV2 GPS modul
- 1 db MPU-6050 giroszkóp
- 1 db LoRa modul
- 1 db Panasonic NCR 18650B
- 3 db BetaFPV 6x15mm 22000 KV Brushed Motor

A szenzorokat és a propellert mind a **Raspberry Pi** fogja irányítani.

6.2 Másodlagos küldetés

A másodlagos küldetéshez három komponenst használunk majd a mikrokontrollert leszámítva. A műhold helyének és orientációjának meghatározásához a GPS modult és egy giroszkópot fogunk felhasználni. A műhold meghajtásához pedig három darab “tiny whoop” drón motor kerül majd beépítésre a terv szerint. Ezek a motorok méretükhöz képest nagy teljesítményre és fordulatszámra képesek, valamint jól vezérelhetők.



tiny whoop drón

A motorokat közvetlenül a Microcontroller GPIO kimeneteiről szeretnénk vezérelni PWM (impulzus szélesség moduláció) technológiával. Bár amint már említettük lehet hogy a mikrokontroller nem lesz képes ekkora teljesítmény leadására. Ekkor közvetetten kell vezérelni a motorokat közvetlen akkumulátor-kapcsolattal egy teljesítmény-tranzisztoron vagy külső modulon keresztül.

6.3 Energiaellátás

A cansat energiaellátásához a Panasonic NCR 18650B akkumulátort tervezzük használni. Ennek kapacitása 3400 mAh.

Az **elektromos komponensek** becsült áramfogyasztása az interneten megtalálható adatlapjaik alapján:

- Raspberry Pi: 72mA
- Hő- és légnyomásmérő: 1mA
- GPS: 67mA
- Giroszkóp: 3.6mA
- LoRa: 130mA

Ezeknek összege: **273.6mA**

A szenzorok ezzel: $1400\text{mAh} / 274\text{mA} = 5,1$ h-ig képesek funkcionálni. (Indoklás később.)

A **motorok** tesztelésére még nem volt időnk, de a fogyasztás megbecsülésére felhasználhatjuk az ún. “tiny whoop” drónok ismert adatait. Ezek általában 400mAh körüli akkumulátorral működnek (<https://www.tinywhoop.com/collections/batteries?srltid=AfmBOoppn6IFmZk-nrDwO4YP4vRiVAgMhcjbOWBfYM-f5SugPULKmdab>) feltöltésenként nagyjából 3-4 percig. Ez nagyjából 8A-es fogyasztást jelent.

7-8 perc alatt **15A**-es fogyasztást feltételezve, kiszámolható, hogy a motorok rossz esetben is csak 2000mAh-t használnak fel a 3400mAh-ból. Így a többi komponensnek 1400mAh megmarad.

6.4 Kommunikációs rendszer

A kommunikációt **LoRa** technológiával lesz megoldva. A CanSat-en lévő mikrokontroller minden ciklus végén elküldi a releváns adatokat a földi állomásra. Szintén LoRa modullal tud parancsot kapni a földi állomástól és ennek megfelelően bizonyos feladatokat végrehajtani.

7. Szoftver

Mind a földi bázis mind a cansaten lévő mikrokontroller **Python3**-an fog futni.

CanSat:

A mikrokontroller fogja futtatni a szoftvert ami irányítja a CanSat-et. Ennek a fő célja hogy egy feedback looppal próbálja kalibrálni azt hogy melyik propellereket mikor és mennyire aktiválja. Ezen túl a szenzorokból az adatokat továbbítja a LoRa modullal a földi állomásra.

Földi állomás:

A földi állomáson lévő gép az adatokat összegzi, feldolgozza illetve vizualizációt készít arról hogy mennyire működik a másodlagos küldetés. Ha bármi történne ami miatt a CanSat nem helyesen számol és rosszul mozog, ugyanazt a kódot a földi állomás is képes lesz futtatni és képes lesz átvenni az irányítást. Manuális instrukciókat is képes lesz adni.

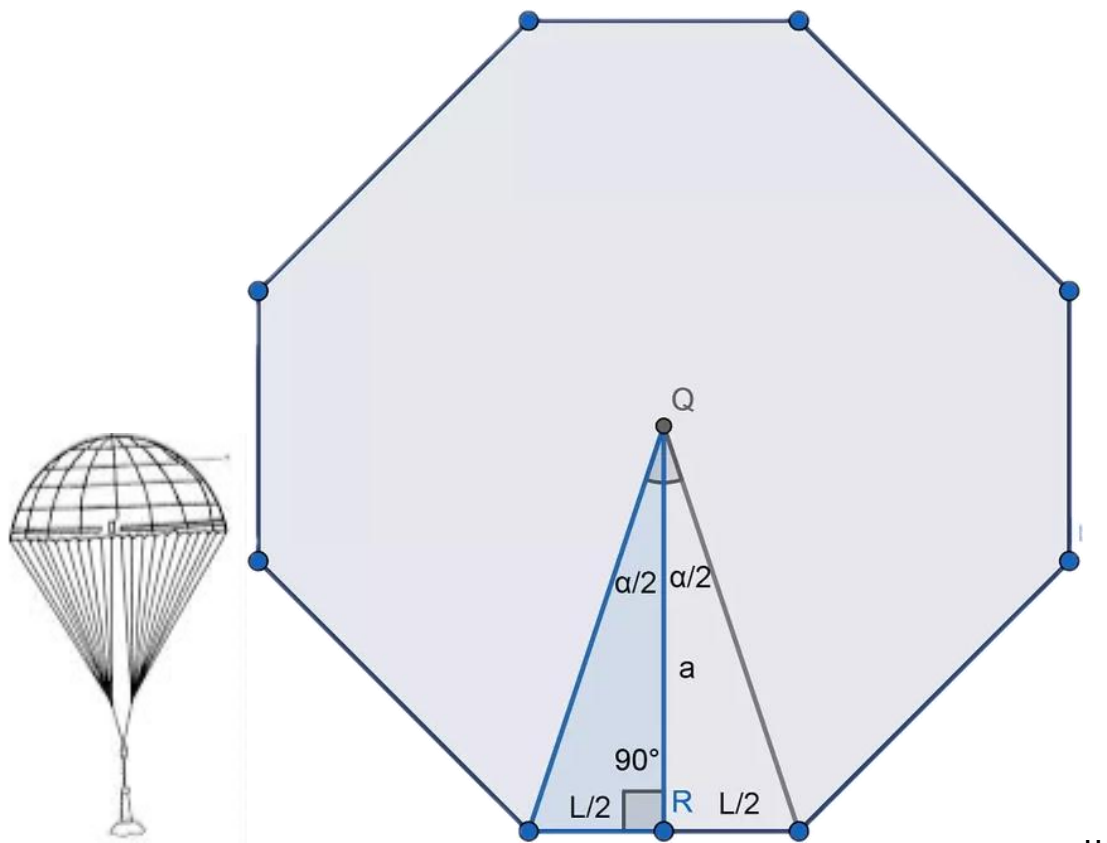
8. Visszatérési rendszer

Az ejtőernyőnek nagyon nagy szerepe van a cansat lassításában, ami két szempontból is fontos. Az egyik, hogy ez által több időnk van a műholdat navigálni, mert meghosszabbítjuk a levegőben töltött időt. A másik pedig az, hogy az által, hogy lelassítjuk a cansat-et, csökkentjük a becsapódáskor/földre érkezéskor keletkező fizika roncsolódás mértékét. Ezért mindenképpen szeretnénk biztosítani, hogy az ejtőernyő kinyíljon, vagy ne gabalyodjon össze. Tehát két opciót tartunk fenn az ejtőernyő alakjára.

Az egyik a legklasszikusabb, **félgömb** alakú ejtőernyő. Ennek az az előnye, hogy viszonylag könnyen megoldható, hogy egy vékony, rugóként funkcionáló fémet vezessünk végig a peremén amit majd a levegőben kioldva, garantálni tudjuk az ejtőernyő kinyílását. Hátránya pedig az, hogy az elkészítése ennek az ejtőernyő típusnak a legbonyolultabb, illetve a tömegbeli megkötések miatt a szélén való merevítés sem biztos, hogy kivitelezhető.

A másik lehetőség a **nyolc/hatszög** alakú ejtőernyő, amelynek az elkészítése jelentősen egyszerűbb, de a merevítés kevésbé könnyen megoldható.

Az anyagát illetően szeretnénk, hogy jól észrevehető szín legyen, egy lehetőleg könnyű, de erős anyagból (pl.: poliamid, ez egy klasszikus ejtőernyő anyag), így a színt is részben az anyag kínálat fogja meghatározni.



Félgömb alakú ejtőernyő esetére egy gyors számolást is elvégeztünk **7 m/s** ereszkedési sebességet feltételezve:

$$F_g = F_{közeg}$$

$$\frac{1}{2} \rho c A u^2 = mg$$

$$A = \frac{2mg}{\rho c u^2} = \frac{2 * 0,33kg * 9,81 \frac{m}{s^2}}{1,22 \frac{kg}{m^3} * 0,7 * \left(7 \frac{m}{s}\right)^2} \approx 0,155 m^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \approx 0,44m$$

9. Földi állomás

A földi állomás többnyire csak egy **laptop** lesz és egy **LoRa** vevő (és minden ami ahhoz kell hogy a kettő között kommunikáció legyen). A laptopon futó saját szoftver fogja feldolgozni és vizualizálni az adatokat. Emellett át lehet a földi állomásról venni az irányítást a cansat felett (vagy automatikusan ugyanaz a kód amit a mikrokontroller futtat vagy manuálisan) ha esetleg valami probléma felmerülne.

10. Ismeretterjesztés

Az ismeretterjesztést nagyrészt [YouTube](#)-on és [Instagram](#)-on tervezzük végezni. Ide tudunk posztolni nagyrészt rövid (un. “short form”) videókat amiben dokumentáljuk a Cansatünk elkészítésének és tervezésének lépéseit. Ezekben a legfőbb célunk (amellett hogy dokumentáljuk a projektet) az hogy valamit tanuljon egy néző aki csak rábukkan egy videóra. Minden videóban elmagyarázunk valamit amibe beleütköztünk fizika, hardware vagy software téren. A reményünk az hogy inspirálhatunk másokat is, hogy a következő CanSat versenyen részt vegyenek.