

OnionSAT

Előzetes tervfelülvizsgálat

2023. november 15.



Tartalomjegyzék

1. A csapat bemutatása	3
2. Ütemterv.....	3
3. Küldetések áttekintése.....	4
4. Várható nehézségek.....	4
5. Mechanikai felépítés.....	4
6. Elektronikai felépítés	5
6.1. Általános felépítés	5
6.2. Másodlagos küldetés.....	5
6.3. Energiaellátás	5
6.4. Kommunikációs rendszer.....	6
7. Szoftver	6
8. Visszatérési rendszer.....	6
9. Földi állomás.....	7
10. Ismeretterjesztés	7

1. A CSAPAT BEMUTATÁSA

Mihályffy Róbert: Földi bázisállomás hardveres, illetve szoftveres megvalósítása, a műhold fizikai teszteléséhez szükséges eszköz megvalósítása, tesztelése.

Pécsi Tamás: A műhold számítástechnikai berendezéseinek összehangolása, lefejlesztése, illetve hardveres megvalósítása.

Dernovics Máté: A műhold biztonsági- illetve visszatérési rendszereinek összehangolt fejlesztése, megvalósítása, illetve tesztelése.

Kolláth Áron: A műhold házának megtervezése (3D modell), elkészítése, a műhold projekttel kapcsolatos marketing feladatok elvégzése.

Virág Miklós (mentor): A műholddal kapcsolatos számítások felülvizsgálata, szakmai kérdések megválaszolása.

2. ÜTEMTERV

Az alábbiakban vázlatosan részletezzük az általunk tervezett megvalósítási ütemtervet, a várható szükséges munkavégzési idővel órában megadva. Az időintervallumok a jelenlegi állapotban csak tervezett időszakok, az esetleges beszerzési időszakok, illetve az ünnepnapok és egyéb iskolai szünetek figyelembevételével.

Jelen ütemterv a honlapunkon is megtekinthető (www.onionsat.com), melyet naprakészen tartunk esetleges változás esetén.

Általában hétköznaponként, 2-3 naponta a Berzsenyi Dániel Gimnázium Laboratóriumaiban szoktunk a műhold fejlesztésével foglalkozni, átlagosan alkalmanként 3 munkaórában.

Időintervallum	Várható szükséges munkaidő	Munkafolyamat megnevezése
2023. október	kb. 20 munkaóra befejezve	A műholdon elhelyezésre kerülő szenzorok beprogramozása, illetve az automatikus kalibrációs eljárások kidolgozása, megvalósítása.
2023. november-december	kb. 30 munkaóra	A műhold és a földi bázisállomás közti LoRa rádiókommunikációs egységek implementálása, illetve beprogramozása a meglévő rendszerbe. Illetve a műhold 3D tervezésének elkezdése.
2023. január	kb. 40 munkaóra	A fejlesztés ezen szakaszában a műhold vázát, illetve nyomtatott áramköreit tervezzük meg, készítjük el, teszteljük.
2023. február-március	kb. 30 munkaóra	A biztonsági, illetve visszatérési rendszerek beépítése a műholdba, végső tesztelések, illetve a CDR dokumentum elkészítése, leadása.

3. KÜLDETÉSEK ÁTTEKINTÉSE

a) elsődleges küldetés

Az elsődleges küldetés során a versenyszabályzat műszaki követelményeinek megfelelően a műholdba beépítésre fog kerülni hőmérséklet- és légnyomás mérésére alkalmas szenzorok. Amelyek egy mikrokontrollernek fognak jelenteni az éppen aktuális hőmérsékletről és légnyomásról.

b) másodlagos küldetés: az atmoszférikus összetétel

A küldetés fő célja, hogy megmérjük az atmoszféra összetételét különböző magasságokon, és a mért eredményeket összehasonlítsuk külső környezeti tényezőkkel, mint például a napszak, az időjárási viszonyok vagy a földrajzi helyzet.

Ezzel a küldetéssel betekintést nyerhetünk a Föld atmoszférájának dinamikus összetételébe, amellyel a megérthetjük a levegő minőségének a változását, illetve az atmoszféra összetételét. A kapott adatokat a földi értékekkel, illetve amennyiben lehetőség van rá műholdas értékekkel is össze lehet hasonlítani.

Esetlegesen szeretnénk felhívni a figyelmet a bolygó egyre romló állapotára, illetve amennyiben a kinyert adatokból megfigyelhető, abban az esetben a környezetvédelemre, és a globális felmelegedésre a figyelmet.

4. VÁRHATÓ NEHÉZSÉGEK

Nehézség	Tervezett megoldás
Internetkapcsolat (negyedik/ötödik generációs mobilhálózat) hiánya a fellövési területen	A földi bázisállomás szoftvere képes lesz hálózat nélküli (offline) üzemmódban üzemelni, néhány kényelmi, de inkább látványossági funkció feláldozásával (bővebben: Szoftver pont)
A csapat munkájának összehangolása	A feladatok kiosztása, koordinációja szempontjából bevezettünk olyan projektorientációs szoftvereket, mint az Atlassian Trello, illetve a kommunikációs feladatok elvégzésére személyt jelöltünk ki (Kolláth Áron).
A műszaki követelményeknek való megfelelés	Célunk, hogy a műhold maximálisan megfeleljen a kiszabott műszaki követelményeknek, ezáltal rengeteg előzetes számítást és kutatást végeztünk el.
A műholdba beépítésre kerülő mikrokontrolleren a digitális, illetve analóg csatornák számában megjelenő limitáció.	Előzetes ellenőrzést végeztünk a szenzorok kompatibilitásával kapcsolatban.

5. MECHANIKAI FELÉPÍTÉS

A műhold vázát 3D nyomtatással akrilnitril-butadién-sztirol (ABS) anyagból tervezzük elkészíteni, amely ismert a nagy hő- illetve ütésálló képességéről, illetve számításaink szerint a váz képes lesz kibírni a műszaki követelményekben meghatározott 20g-nek megfelelő gyorsulási erőt.

A műhold háza két részből fog állni, az egyik az alja (amelyben helyet foglal a műhold elektronikája) a másik a teteje (amelyre az ejtőernyő rögzítve lesz), melyeket 4 db csavarral fogunk egymáshoz

rögzíteni. Ennek a felépítésnek hátránya, hogy a műhold esetleges szétszerelése időigényesebb, ahhoz képest, mintha a teteje egy kupakhoz hasonló módszerrel illeszkedne rá az alsó részre. Viszont a csavaros rögzítés előnye, hogy biztonságosabb, stabilabb, mint a „kupakos” rögzítés.

Jelenleg nem rendelkezünk 3D tervekkel a házról, ugyanis az ütemtervünk szerint decemberben fogjuk elkezdni a műhold 3D tervezését.

A házon belül a mikrokontroller mérete miatt nagyon kis helyen is elfér ezért a mikrokontroller és a nyák és a hozzá tartozó szenzorok egymáson helyezkednek el (a vízszintes tengelyen), az akkumulátor pedig az egész tetején kap helyet.

6. ELEKTRONIKAI FELÉPÍTÉS

6.1.Általános felépítés

A műhold tervezése során nagy hangsúlyt fektettünk a szenzorok rehabilitására, stabilitására, ezért az Adafruit által gyártott és forgalmazott szenzorokkal dolgozunk. A szenzorok egy Arduino ESP32 Nano mikrokontrollerbe csatlakoznak terveink szerint egy nyomtatott áramkörön keresztül. A nyomtatott áramkört az **Európai Parlament és Tanács 2002/95/EK irányelvnek (RoHS)** megfelelően tervezzük elkészíteni, azaz a nyomtatott áramkör nem fog tartalmazni **ólmot, higanyt, kadmiumot** vagy hat vegyértékű **krómot**.

A jelenleg rendelkezésünkre álló eszközöket az alábbi táblázat részletezi (ezeket mindenképp be tervezzük építeni a műholdba):

Eszköz megnevezése	Gyártói cikkszám	Beszerzési (bruttó) ár euróban
Adafruit ADXL345 Triple-Axis Accelerometer I2C/SPI	1231	€23,04
Adafruit PA1616S Ultimate GPS Breakout - 66 channel	746	€41,38
Adafruit BME280 Temperature Humidity Pressure Sensor I2C/SPI	2652	€19,38
Arduino ESP32 WITH HEADERS	ABX00083	€26,12

6.2.Másodlagos küldetés

A légminőség méréséhez szintén egy Adafruit szenzort fogunk használni, mely jelenleg még nincs a birtokunkban, jelenleg is dolgozunk a megfelelő szenzor kiválasztásán (valószínűleg MICS-5524). Ez a szenzor a 6.4-es pontban leírtak szerint másodpercenként 5 adatsomagot fog a földre sugározni, és a földi bázisállomáson lévő szoftver a kapott adatokat a GPS adatok függvényében térképen vizuálisan ábrázolja, illetve grafikonon is ábrázolja.

A mért adatokból ezt követően következtetést, illetve összefüggéseket vonhatunk le.

6.3.Energiaellátás

A műhold fedélzeti energiaellátását 2 darab sorosan kapcsolt 3.7V feszültségű (7.4V a soros kapcsolás miatt) 4000 mAh kapacitású Lithium ion akkumulátor fogja biztosítani. A műhold **maximális áramfelvétellel** számításaink szerint 3430 mAh energiára van (7.4 voltos akkumulátor esetén) szükség 4 órán keresztül. Így az akkumulátor több mint 4 óráig üzemben fogja tudni tartani a műholdat.

Viszont fontos kiemelni, hogy ezek a számítások a maximális teljesítményfelvételre vonatkoznak, mely nem lesz statikus, ezáltal a várható élettartam egy töltéssel kb. 5-6 óra számításaink szerint.

Szükség esetén pót akkumulátor is lesz elérhető a földi bázison.

A földi bázis energiaellátását nagy kapacitású power-bank fogja fedezni.

6.4. Kommunikációs rendszer

A műhold és a földi bázisállomás a LoRa (Long Range = hosszú távolságú) vezeték nélküli rádiókommunikációs technológián keresztül fog kommunikálni. A műhold másodpercenként 5 adatcsomagot fog küldeni, melyből számításaink szerint 1 biztosan meg fog érkezni a földre, ezáltal teljesítve a műszaki kritériumok ezen (másodpercenként minimum 1 adatcsomag) pontját.

Terveink szerint a műhold tetején a kommunikációs antenna a megengedett határértékekig ki fog lógni a házból.

A kommunikáció az **Európai Bizottság 2006/771/EK és 2008/432/EK határozata** és a **7/2015. NMHH rendelet** alapján ISM célokból engedélyezett **868 megahertzes** frekvencián fog történni a műhold és a földi bázisállomás között.

A földön egy laptop-hoz csatlakoztatott LoRa modul lesz csatlakoztatva, amely egy Arduino Uno mikrokontrolleren keresztül továbbítani fogja a beérkezett adatot a számítógéphez. A kommunikáció egyirányú (műhold küld adatcsomagokat a földi bázisállomásnak).

7. SZOFTVER

A földi bázisállomáson egy egyedileg, Python programozási fejlesztett szoftver fog üzemelni, mely a beérkezett adatokat azonnal vizualizálja grafikonon, illetve térkép formájában, és amennyiben van elérhető internet kapcsolat (mobilhálózat) a helyszínen, abban az esetben egy távoli (VPS szerver) adatbázisban rögzíti ezeket az adatokat, melyeket bárki az interneten megtekinthet az expedíció során az app.onionsat.com (jelenleg nem üzemel) oldalon azonnali (kb. 1-2 másodperces) frissüléssel. A program képes lesz az elkészült grafikonokat azonnal menteni, illetve egy esetleges hirtelen programleállás esetén képes lesz fájlból betöltött adatokat is vizualizálni.

A műhold mikrokontrollere, minden adatot helyileg ment a műholdra, illetve egyötöd másodpercenként leküldi a földre. A LoRa instabilitása miatt számításaink szerint így minimum 1 adatcsomag megérkezik másodpercenként, mely így elegendő tesz a műhold műszaki kritériumainak.

8. VISSZATÉRÉSI RENDSZER

Annak érdekében, hogy jelentősen megnöveljük a mért adatok mennyiségét, le kell csökkentenünk az ereszkedési sebességet. Éppen ezért a választásunk a **körkúpolás ernyő** típusra esett. Olyan szempontból hátrányos ez a fajta kialakítás, hogy teljesen a szélre lesz bízva az eszközünk, de mivel ebben az esetben nem a manőverezhetőség, hanem a biztonságos ereszkedés a cél, ezért ez a fajta kialakítás a legideálisabb.

Számítások:

Ejtőernyő méret:

$$1.) F_g + F_d = 0$$

$$2.) mg - 1/2 C \rho A v^2 = 0$$

$$3.) A\text{-t kifejezve: } A = \frac{2mg}{C(d)\rho v^2}$$

Megtalálás:

A műholdba az eszköz földet érését követő megtalálásához egy GPS modult fogunk implementálni, mely legfeljebb 1 másodperces késleltetéssel elküldi a műhold aktuális helyzetét.

9. FÖLDI ÁLLOMÁS

A földi állomás tervezett tartozékainak listája:

- 1 darab Windows számítógép, illetve az ahhoz szükséges perifériák vagy laptop;
- A számítógép áramellátásához szükséges berendezés, kábelek, a laptop töltésére nagy teljesítményű power-bank.
- A műhold töltéséhez szükséges eszközök.
- D-Link DWR-2101 LTE/5G WiFi modem, mely képes LAN-on keresztül kapcsolódni a számítógéphez, és képes internetet biztosítani a szoftvernek (amely nem feltétlenül szükséges) a Telekom mobilhálózatán keresztül [vagy, képes a szoftver bármilyen alacsony késleltetésű hálózaton üzemelni (átlagos ping < 70ms)];
- 1 darab USB-A to USB-B kábel (földi egységgel való csatlakozáshoz);
- 1 darab USB-A to USB-C kábel (műholdra való csatlakozáshoz amennyiben komplikáció lépne fel, és szerkeszteni kellene sürgősen a mikrokódot);
- 1 darab Arduino Uno (rev. 3);
- 1 darab LoRa rádiókommunikációs modul, illetve az Arduinoval való összeköttetéshez szükséges elektronika;
- SD-kártya olvasó (esetleges műhold hiba esetén, az adatok kinyerésére).

A számítógépen a 7. pontban részletezett egyedileg fejlesztett szoftvert szükséges csak futtatni (.exe fájl), komplikáció esetén a számítógépre telepítve van az Arduino IDE (a földi és/vagy légi egység gyors szerkesztésére), a Python 3.x legfrissebb verziója, a Visual Studio Code, illetve rendelkezésre áll a számítógépen az összes forráskód (műhold, földi egység, egyedi szoftver) offline elérésre is.

A kommunikáció zavartalan működéséhez az égre való tiszta rálátás szükséges.

10. ISMERETTERJESZTÉS

A projekt meglévő forráskódját megosztottuk a [GitHub](#)-on, az Affero GPL 3.0-ás verziószámú licensze alatt, ezzel célunk az, hogy valamelyest munkánk maradandó legyen az interneten.

Munkafolyamatainkat folyamatosan dokumentáljuk honlapunkon (www.onionsat.com), illetve hamarosan közzéteszük azokat különféle közösségi média platformokon is.

A verseny végeztét követően az összes mérési adatot elérhetőnek hagyjuk online az app.onionsat.com oldalon, illetve honlapunkat is üzemeltetni fogjuk a verseny végeztét követően is.

A másodlagos küldetésünkkel szeretnénk felhívni a figyelmet a környezetvédelemre, és online interaktív alkalmazásunk (lásd: 7. pont) segítségével pedig egy mindenki számára élvezhető expedíciót szeretnénk elérni.