

# AEROGÉL ALAPÚ HŐSZIGETELŐ RENDSZER FEJLESZTÉSE MŰHOLDAKHOZ

GINOP\_PLUSZ-2.1.1-21-2022-00132



# A projekt célkitűzése

## Célkitűzés

A projekt célja egy olyan újszerű hőszigetelő rendszer kifejlesztése műholdakra, amely alapjaiban forradalmasítja az űreszközök hőtani alrendszerének tervezési és összeszerelési technológiáit.

Az új koncepció az aerogélt, mint rendkívül kis sűrűségű és jó hőszigetelő anyagot használja központi elemként, amelyet speciális rétegrenddel, mechanikai teherviselő képességekkel, az űripárban használatos termooptikai tulajdonságú bevonattal látunk el, amely a piacon eddig használt műszaki megoldásokkal szemben számos előnnyel bír.

A világon egyedülálló fejlesztés a több évtizede piacon lévő és széles körben alkalmazott sokrétegű, vékony fóliás hőszigetelő paplanokat fogja felváltani egy olyan piacon, amely válságálló, folyamatosan növekszik mind méretében, mind az évente felbocsátott műholdak számát tekintve is.

A projekt megvalósítása Észak-Magyarországon Miskolcon fog megtörténni Európa egyik leghátrányosabb helyzetű régiójában, és innen fog világhódító útjára indulni. Ezzel helyben tarja, sőt oda vonzza a legtehetségesebb magyar mérnököket, így példát mutat a jövő ifjú generációi számára és segíti a város, a térség és ország felzárkózását.

# Várható előnyök

1. Speciális technológiával 3 dimenziós alakzatok alakíthatóak ki, ezáltal a hőszigetelés nem flexibilis „paplan” lesz, hanem egy merev burkolat. Ezáltal nem szükséges a műholdakra egy másodlagos vázszerkezetet tervezni és építeni, aminek eddig egyetlen feladata volt a hőszigetelő paplanok megtartása és rögzítési pontok kialakítása. Ennek a másodlagos szerkezetnek az elhagyásával jelentős mérnök munkaidő takarítható meg a tervezési fázisban, költségcsökkentés érhető el a kivitelezési fázisban, de a legfontosabb, hogy a műholdak összeszerelése, azaz integrációja sokkal egyszerűbbé válik.
2. Azonos tömeg mellett jobb hőszigetelő képesség, illetve azonos hőszigetelő képesség mellett kisebb tömeg érhető el a hagyományos sokrétegű-vékonyfóliás megoldással szemben.
3. Mivel a hőszigetelés burkolatszerű lesz, így ugyanez a rendszer használható lesz mikrometeoridok, illetve sugárzások ellen is, ezzel megvalósítva egy eszközben több funkciót.
4. Többféle aerogél és a hozzá kapcsolódó többféle fólia és rétegrend alkalmazásával lehetőség nyílik a vevők speciális igényeinek kielégítésére, hiszen sokféle kombináció állítható elő, optimalizálva az anyagok és technológiák különböző tulajdonságait



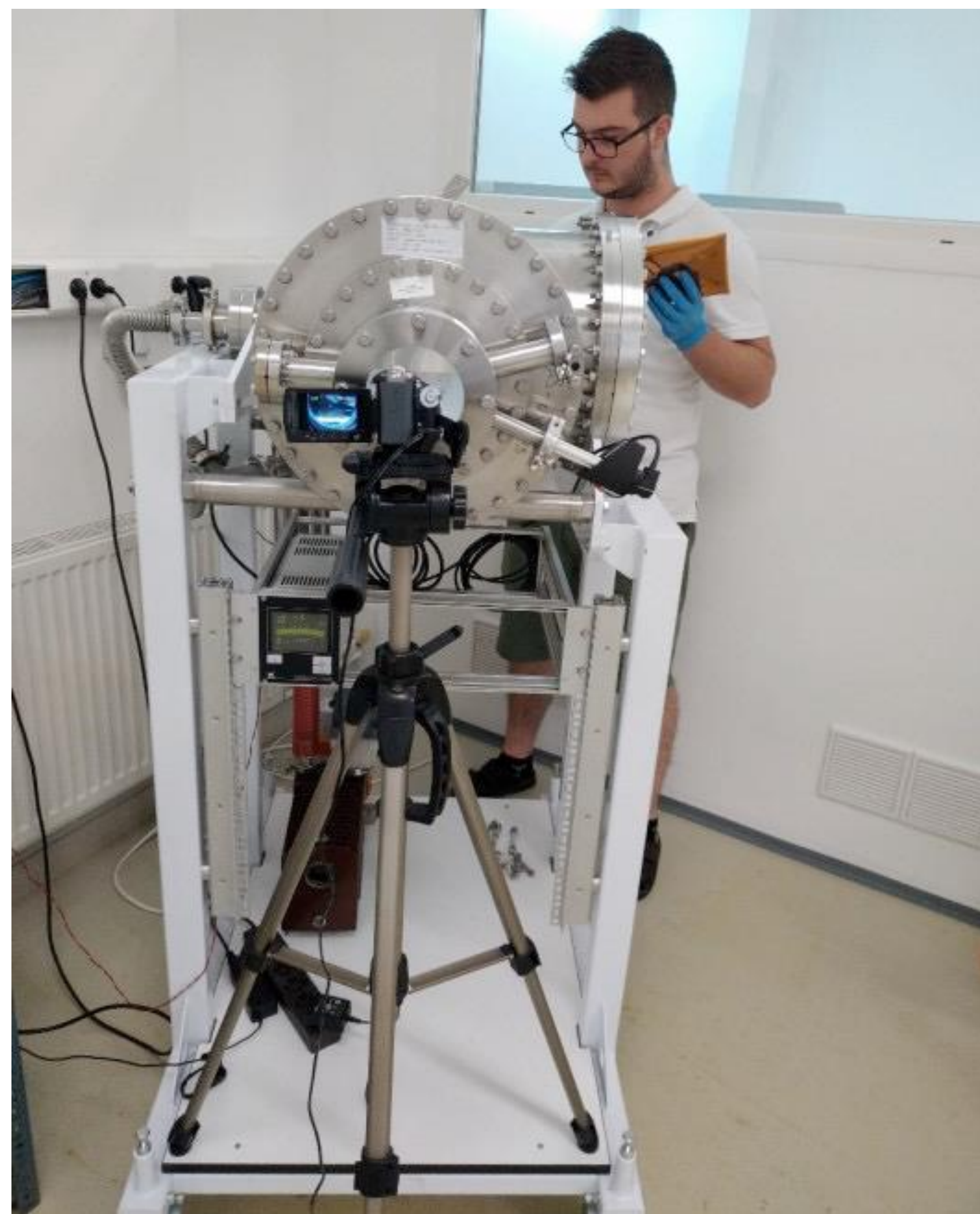
# Részfeladatok



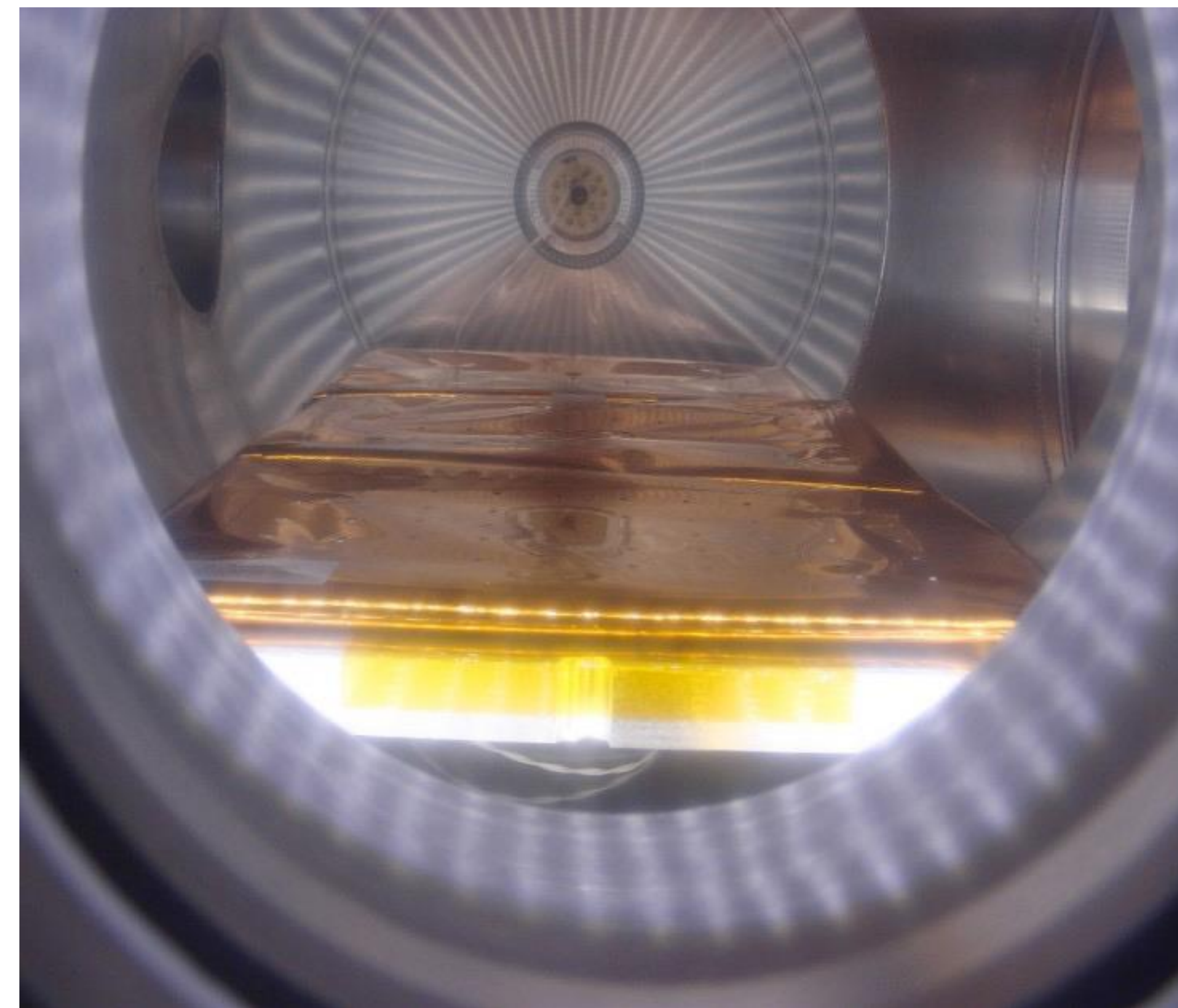
# Fényképek



Aerogel + outer cover



Tesztelés



Vákuumteszt



# 1. Részfeladat

Aerogéleknek az olyan szerkezetű anyagokat nevezzük, amelyek mesterséges gél állapotból indulnak ki, de a köztes, folyékony komponens valamilyen gázzal helyettesítik. Az eredmény egy szilárd anyag, aminek extrém alacsony a sűrűsége és a hővezetési tényezője. A porózus szerkezetet 2-6 nanométeres részecskékből álló, kevesebb, mint 100 nanométer hosszú klaszterek alkotják.

Többféle aerogélt különböztethetünk meg:

-szerves: karbon, grafén, cellulóz, poliamid, poliimid, poliuretán

-szervetlen: szilika, fém-oxid és nemesfém.

A feladat során elkészítjük a jelenleg kereskedelmi forgalomban kapható különböző formában (por, tömb, fólia) elérhető state-of-the-art-ját, azaz összefoglalóját. Itt kitérünk az aerogélek különböző klasszifikálására, beszerzési lehetőségeire, és különböző kulcsparamétereire (kipárolgási értékek nagyvákuumban, hővezetési tényező, sűrűség, 3d formázhatóság, piaci elérhetőség, ár). Ennek eredményeképpen beszerzünk többféle alapanyagot és alapos vizsgálatnak vetjük alá őket. Az aerogéleket jelenleg is használják széles körben, de ezen alkalmazások mindegyike statikus környezetben valósul meg. Az űriparban azonban dinamikus terhelés éri ezeket az anyagokat, így ezek kutatása lesz a központi témája ennek a feladatnak. Jelenleg nem ismert, hogy miként reagálnak nagyvákuumra, extrém alacsony hőmérsékletre, változó környezeti hőmérsékletre, illetve vibrációs környezetre.

# 1. Részfeladat

Számos tesztet fogunk elvégezni kétdimenziós mintákon és az alapanyagokat a kívánalmaknak megfelelően optimalizáljuk. Az optimalizált

anyagokból 2d technológia mintákat állítunk elő, amelyeken a következő kvalifikációs méréseket végezzük el:

-3d méretellenőrzés

-tömegmérés

-bake-out, azaz nagyvákuumban történő, emelt hőmérsékletű hevítés minimum 72 órán át -kipárolgási paraméterek meghatározása

-pára kamrás teszt emelt relatív páratartalommal (95%Rh), emelt hőmérsékleten (50°C), 10 napig

-rázóteszt

-hőciklálás.

Az ipari kutatás eredményeképpen olyan aerogél áll elő, ami megfelelő alapanyagként szolgál egy többrétegű hőszigetelő panel anyagának.

## 2. Részfeladat

Erre a feladatra a projekt második és harmadik évében kerül sor. Ebben a feladatban több, ipari szempontból fontos terület kutatása és fejlesztése fog megvalósulni:

- Minden űrbe menő alkatrész elektromosan össze van kötve egymással, azaz össze vannak földelve. Fejlesztés tárgyát képezi a földelési koncepció kidolgozása és tesztekkel való ellenőrzése.
- Fontos kutatási terület az anomáliás részek kezelése, azaz a sarkok mechanikai sérüléseinek elkerülésére fejlesztendő műszaki megoldások és az elektromos kábelek átvezetésének fejlesztése a paneleken.
- Különös figyelmet fordítunk az űriparban alapvető tisztaság kutatásának. Kétféle tisztaságra is vannak követelmények, a szerves anyagra, illetve a porszemcsékre vonatkozóan. Meghatározzuk a panelek tisztasági szintjeit, ennek megfelelő gyártási technológiák kerülnek kifejlesztése.
- Külön kutatást végzünk a panelekben gyártáskor lévő levegő kiszellőztetésének műszaki megoldásaira vonatkozóan. Ez fellövéskor fontos, amikor a rakéta orrában nagy sebességű emelkedés következtében gyors nyomáscsökkenés lép fel, és nem megengedhető, hogy a panel belsejében lévő gáz akár felrobbantsa és tönkre tegye a hőszigetelő panelt.
- Kritikus fejlesztendő terület a hőszigetelő panelek rögzítési technológiájának kutatása. Erre alapvetően háromféle lehetőség kínálkozik: ragasztással a paneleket egymáshoz az átlapolások kezelésére rögzítő tappancsok tervezésével és tesztelésével, ezek ragasztásával az elsődleges műhold szerkezetre tépőzárak alkalmazásának kutatásával, fejlesztésével.



## 2. Részfeladat

- A prototípus rázóteszten is átesik, ahol megvizsgáljuk, hogy miként reagál a fellövéskor fellépő agresszív vibrációs környezetre. A projektnek ebben a feladatában több darab prototípust is meg fogunk építeni. Az egyik funkciója lesz, hogy az Európai Űrügynökség központi hő technikai laborjában az ESTEC-ben, Hollandiában megmérjük a hő átbecsátási tényezőjét -110, -30, +10, +60 és +90 °C hőmérsékleten 10<sup>-5</sup> mbar nagyvákuumban. Ehhez egy szabványos kockát kell építeni, amiben 12 darab hőmérsékletmérő termisztor kerül beépítésre. A többi prototípust a fentebb megnevezett ipari területek kutatására és fejlesztésére fogjuk használni, és amelyek reprezentatívak lesznek egy valós műhold alkatrész geometriájára.



**Köszönjük a figyelmet!**