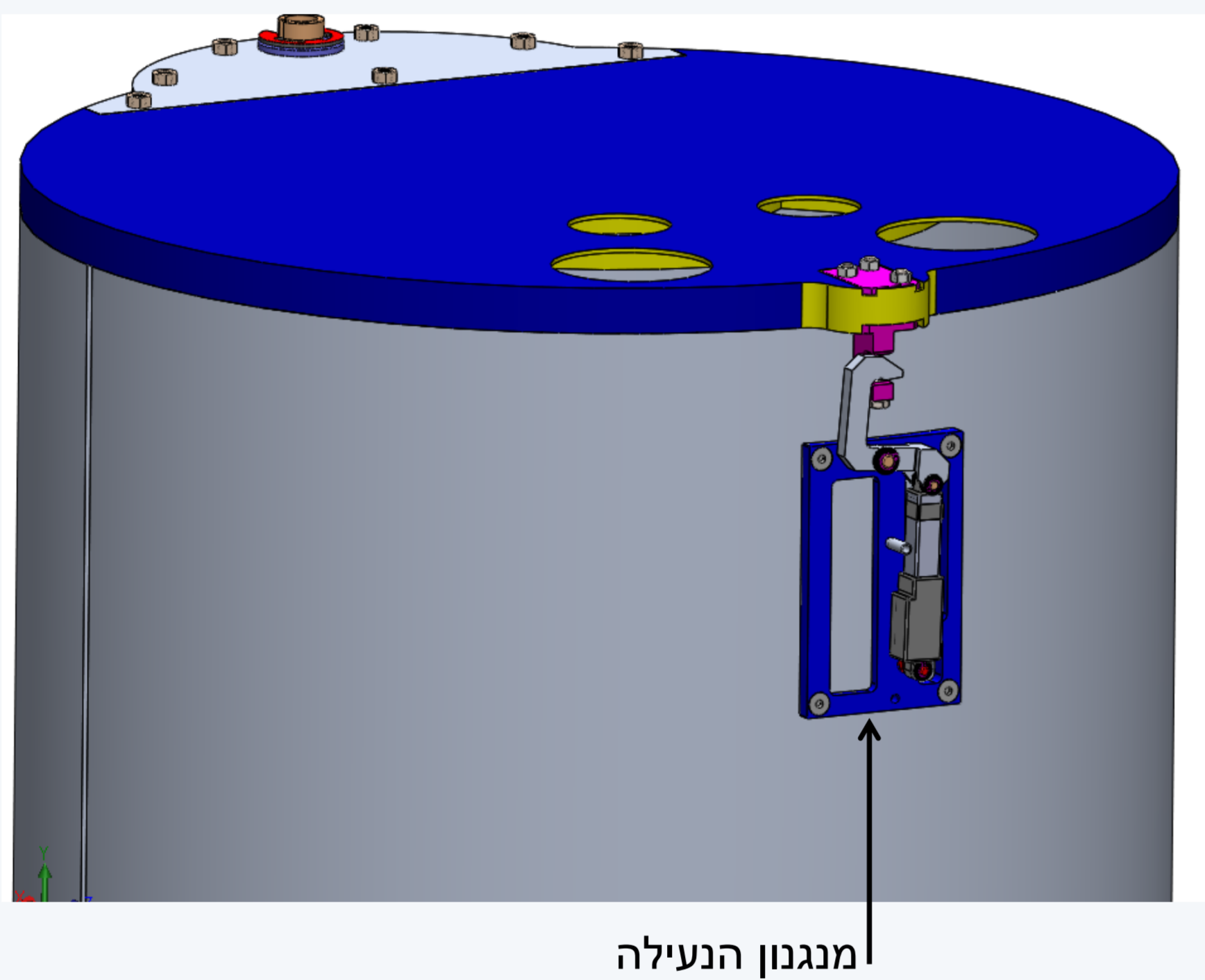
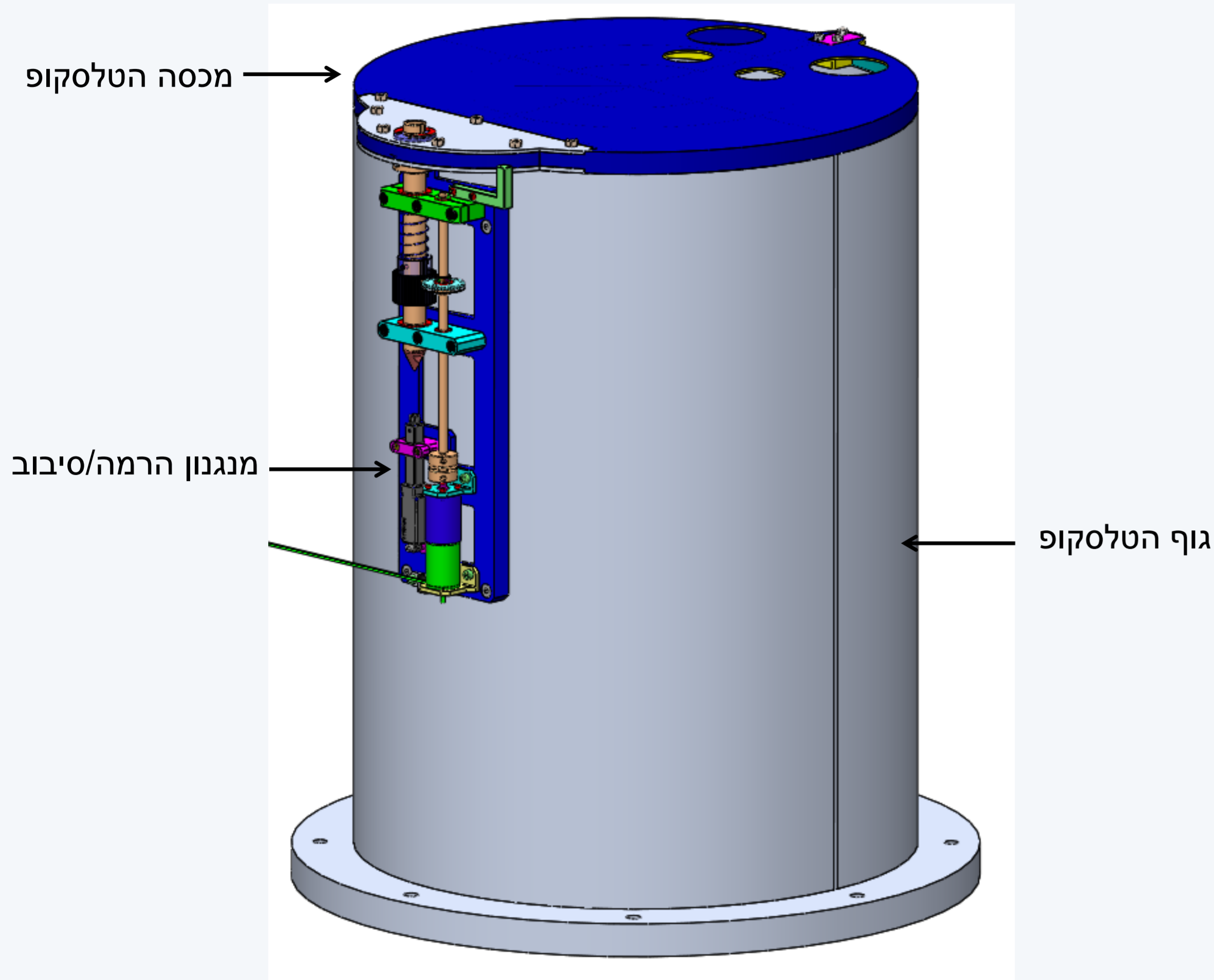


הלקוח

תעשייה אווירית לישראל

צוות הפיתוח: דניס ז'מקין, אביב ברק ודניאל מזור

תיאור המודל



דרישות הלקוח

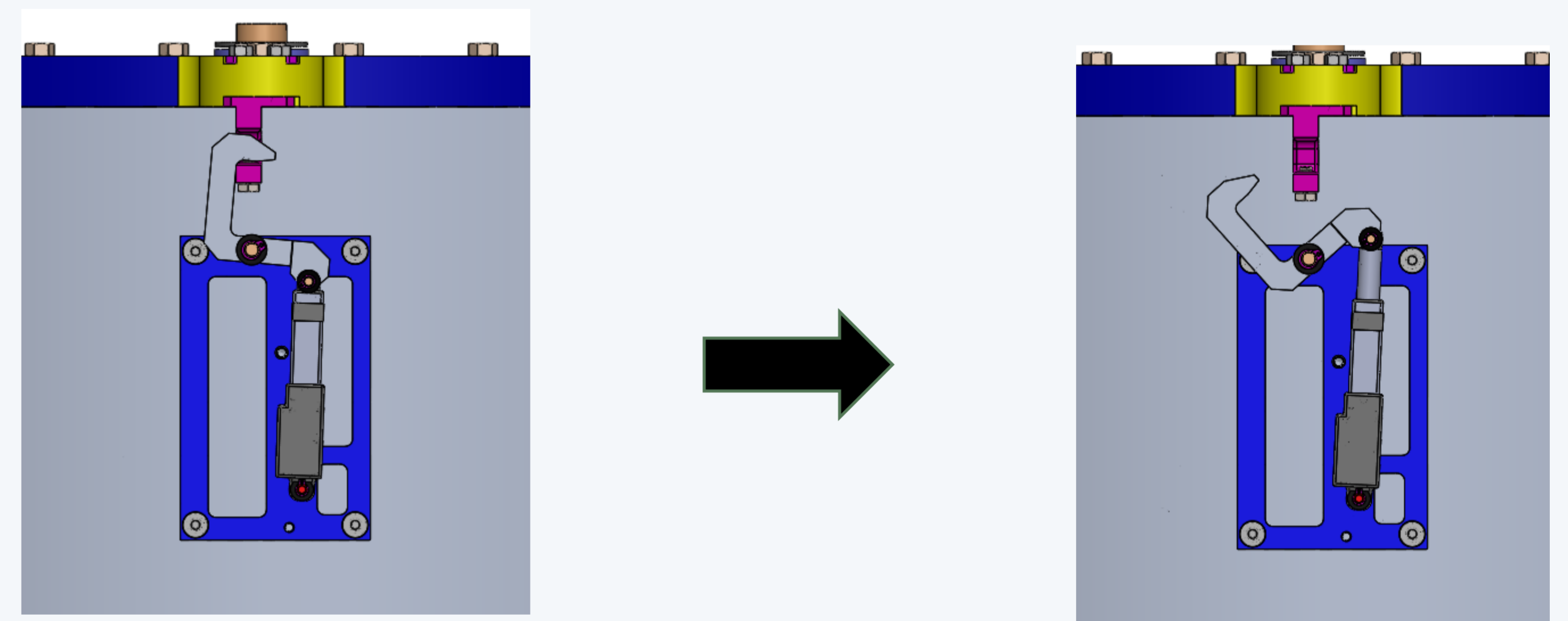
- תכנון וייצור מכסה ומנגנון לפתיחה וסגירה של מכסה טלסקופ, אשר יותקן על לוויין, שישוגר לחלל.
- המכסה צריך לתת מיגון מפני חלקיקים ולכלוך ומיגון תרמי לשינויי טמפרטורה קיצוניים.
- על המערכת לעמוד בדרישות הבאות:
 - זווית התנועה של המכסה: $180^\circ \pm 2^\circ$.
 - זמן פתיחת המכסה: 2 דקות.
 - משקל מרבי: 3.5 ק"ג. מתוך זה המכסה 1.0 ק"ג.
 - תדרים עצמיים ראשוניים של המתקן: במצב סגור (שיגור): גדול מ-30 הרץ. במצב פתוח: גדול מ-2 הרץ.
 - עמידה בתנאי סביבה קיצוניים: $-60^\circ\text{C}/+70^\circ\text{C}$ כל 1.5 שעות.
 - ללא תחזוקה בשירות.

תיאור הפרויקט

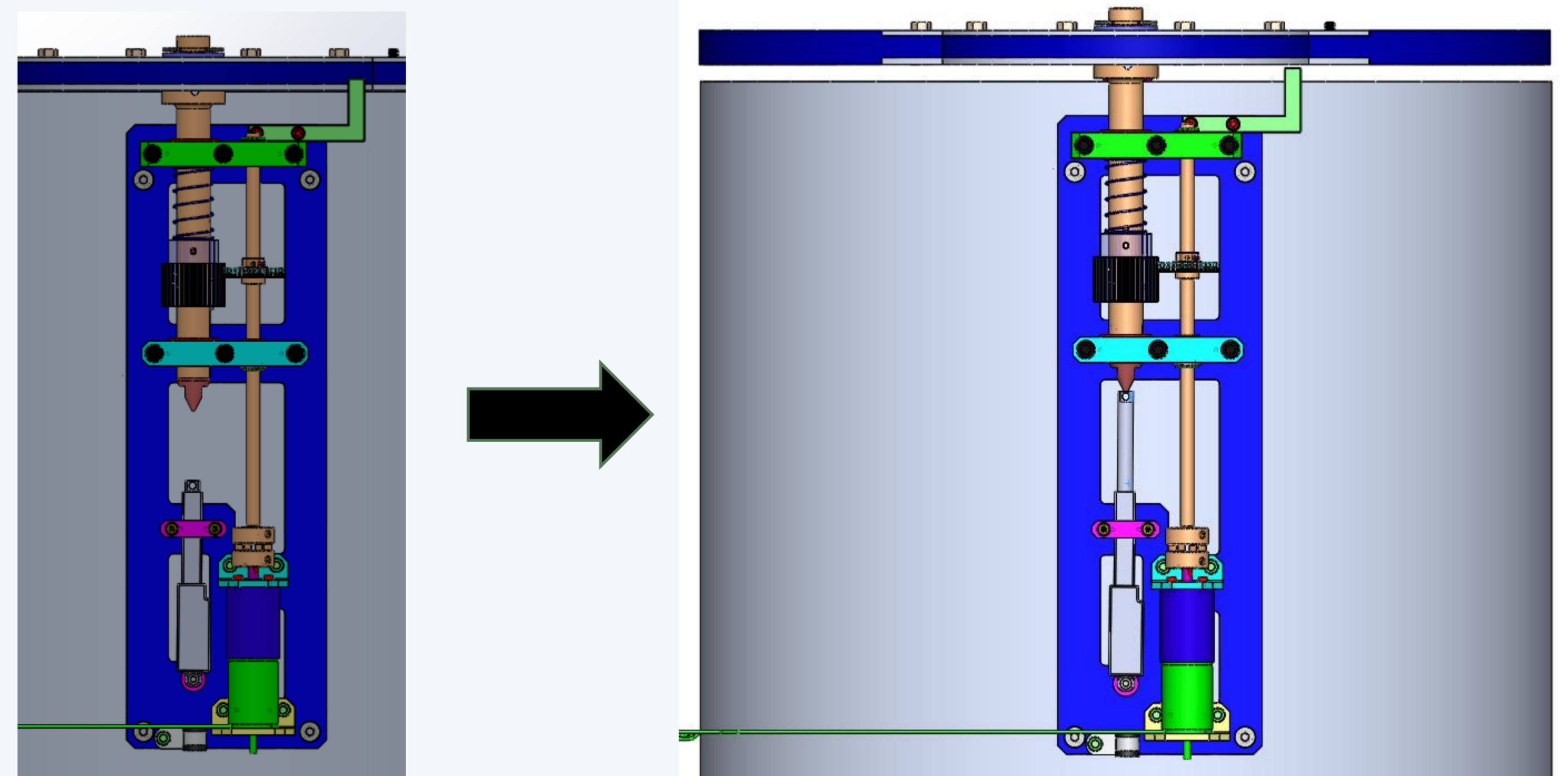
- מנגנון להגנה על עדשת טלסקופ מפני לכלוך, פגיעת חלקיקים והשפעות טמפ' קיצוניים.
- המערכת תקבל פקודות פעולה מכדוה"א, לפי צורך.
- המערכת תורכב מ-3 חלקים עיקריים:
 - מכסה עדשת הטלסקופ
 - מנגנון נעילת המכסה, אשר יינעל לפני השיגור וישאר נעול עד לפריסה בחלל.
 - מנגנון לפתיחת המכסה ולסגירתו על פי דרישה מכדוה"א.
- המערכת תורכב בקצה הלוויין ותתוכנן לעמוד במחזור חיים של 100 פתיחות וסגירות.

אופן פעולה

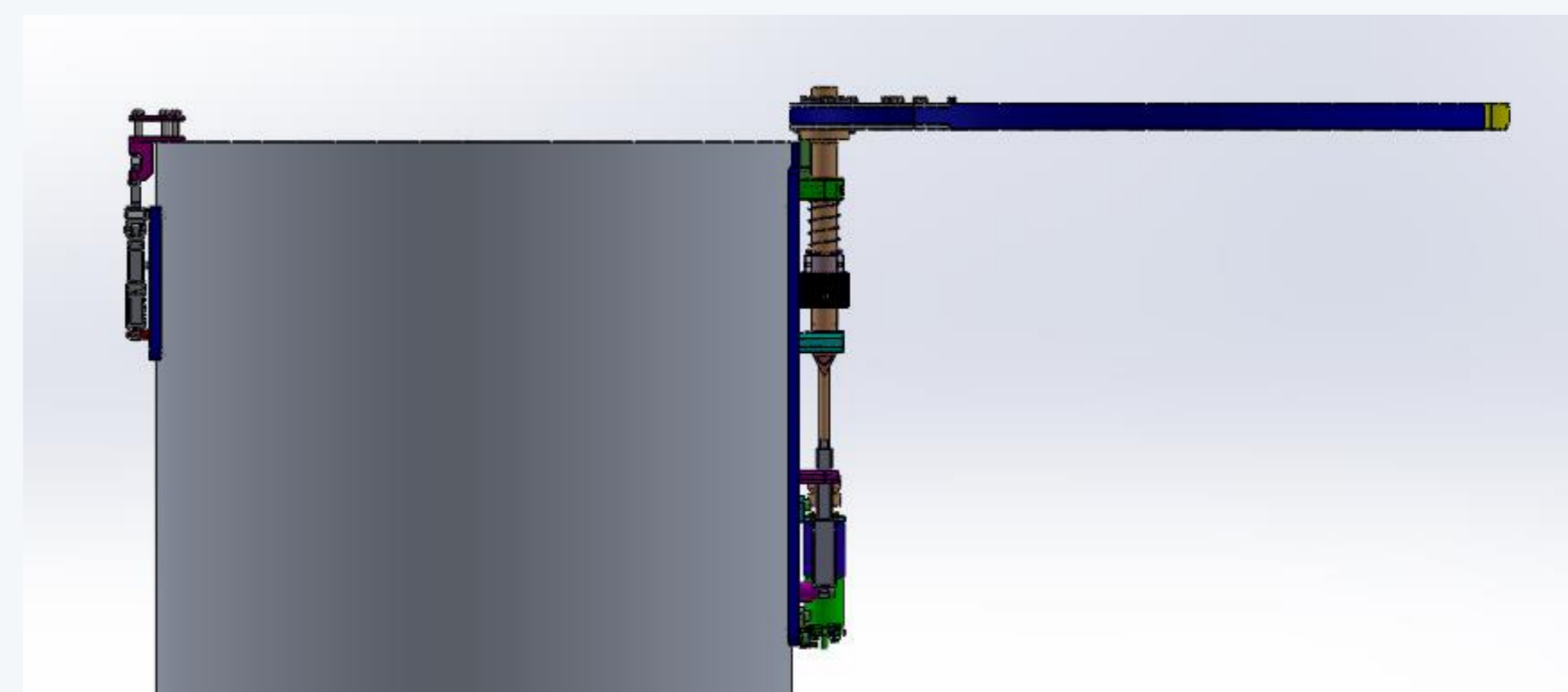
I. פתיחת מנגנון נעילה



II. הרמת המכסה על-ידי הפעלת המוביל הקווי (אקטואטור לינארי) - למניעת חיכוך בעת פתיחת המכסה.



III. פתיחת המכסה בעזרת תמסורת גלגלי- שיניים המופעלת באמצעות מנוע סרוו.



האתגרים

- עלות לויין ועלות השיגור גבוהים מאוד.
- לא ניתן לתחזק את המערכת בשירות.
- התקציב שהועמד לצוות הפיתוח התאים לדגם מעבדה בלבד.
- לו"ז לייצור היה קצר ביותר.
- נפח פנוי למנגנונים קטן.
- עמידה במשקל יעד.
- מציאת חומרים ומנגנונים שמשוגלים לעמוד בטמפ' קיצוניות.
- לפיכך בוצע בשלב התכן:
 - תכן מנגנונים ובחירת חומרים עמידים בתנאי חלל וטמפרטורות קיצון.
 - תכן לעמידה במשקל, בחוזק וקשיחות מבנה עם חומרים חליפיים זולים.
 - תכן קומפקטי לעמידה במגבלות נפח.
 - תכן לעלות: שימוש בחומרים וטכנולוגיות נפוצות להתכנסות עלות האב-טיפוס לתקציב נמוך. (במקביל בוצע תכן למוצר חלל).
 - תכן לאמינות מרבית: הקטנת מספר מנגנונים, תכן מנגנונים פשוטים ובחירת חומרים שאינה מצריכה תחזוקה שוטפת.
 - ובשלב הייצור:
 - רכש מפעילים חשמליים איכותיים.
 - פיצול הייצור בין כמה יצרנים להורדת סיכוי עמידה בלו"ז והקטנת עלויות.
 - ויתור על גימור יקר.

תודות

ברצוננו להודות בראש ובראשונה למר דובי צוק, מנחה הקבוצה, שהנחה אותנו בסבלנות ובסובלנות לאורך כל הדרך.

תודה נוספת מוקדשת לפרופ' ראובן כץ, ד"ר חגי במברגר, ד"ר יורם קירזון, מר כפיר כהן ומר רחמטולה שמסוּדְיִנוּב על ייעוץ מועיל ודלת פתוחה למתן עזרה.

כמו כן ברצוננו להודות ליעקוב על העזרה בעבודת העיבוד השבבי.

תודה גדולה מגיעה לספקים שלנו: קליר אוטומציה, מ.א.י הנדסה ואחים חורי עיבוד שבבי מדויק שעשו כל מאמץ בכדי לספק לנו את החלקים במועד קצר במיוחד.