

# מערכת חיבור כנפיים לתא נוסעים



**המנחה**  
גיורא גורלי

פרויקט תכן מוצר חדש – 034353/4

עדי מיכאלוביץ, עמליה ברודי, קילא וולגל

## הלקוח

גיל יודילביץ' (מוסד הטכניון)

## תכן מכני

- כל מנגנון מורכב משני חלקים שביחד מבטלים את כל שש דרגות החופש:
- כשהחלק הנקבי נכנס לבית המתאים לו בתא הנוסעים הוא מבטל תזוזות בצירים  $y$  ו- $z$ , ופיתול סביב ציר  $x$  (גלגול).
- כשהביונט נעול הוא מבטל תזוזה בציר  $x$ , כפיפה סביב ציר  $y$  (עלרוד), וכפיפה סביב ציר  $z$  (סיבוב).

לצורך התמקמות תא הנוסעים ביחס למטוס, קיים בקצה החלק הנקבי שיפוע.

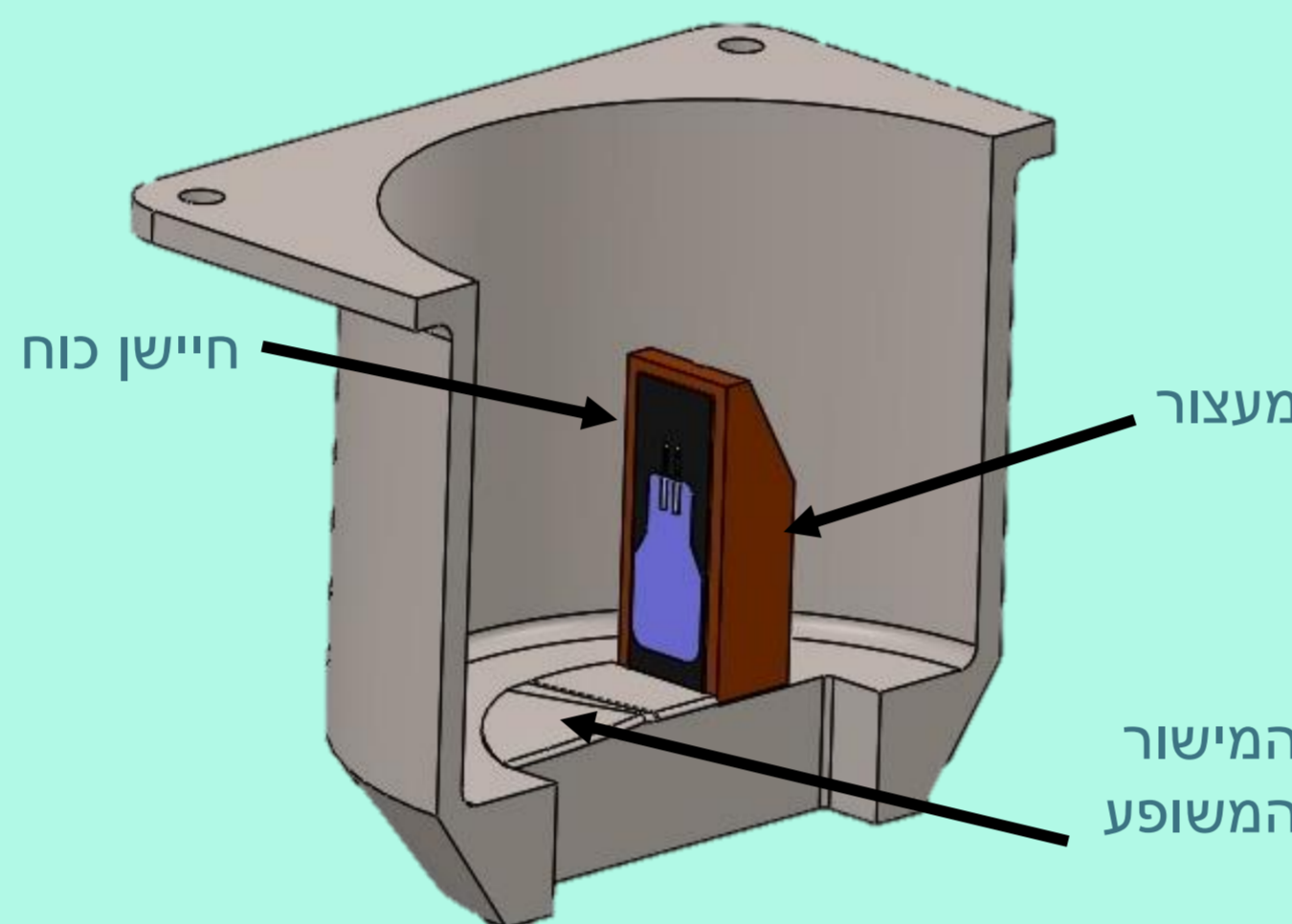
בכל מנגנון קיים מוט (המוט המרכזי) שבקצותיו שני מסבים, כאשר המנוע מסתובב המוט מסובב ב-90 מעלות. הסיבוב גורם למוט לטפס על מישור משופע של החלק הנקבי, הנמצא על החציץ במכלול הכנפיים. העלייה על המישור יוצרת מאמץ מתיחה במכלול קפיצי הדסקה. לקראת סוף הסיבוב קיימת ירידה קלה בגובה המישור שנועדה למנוע את פתיחת המנגנון. כאשר המנגנון מגיע לסוף המהלך הוא פוגע בחיישן, ומתקבל חייוו על כך שהמנגנון נעול.

בסוף המהלך מתקבל כוח הידוק של כ-25 קילו ניוטון.

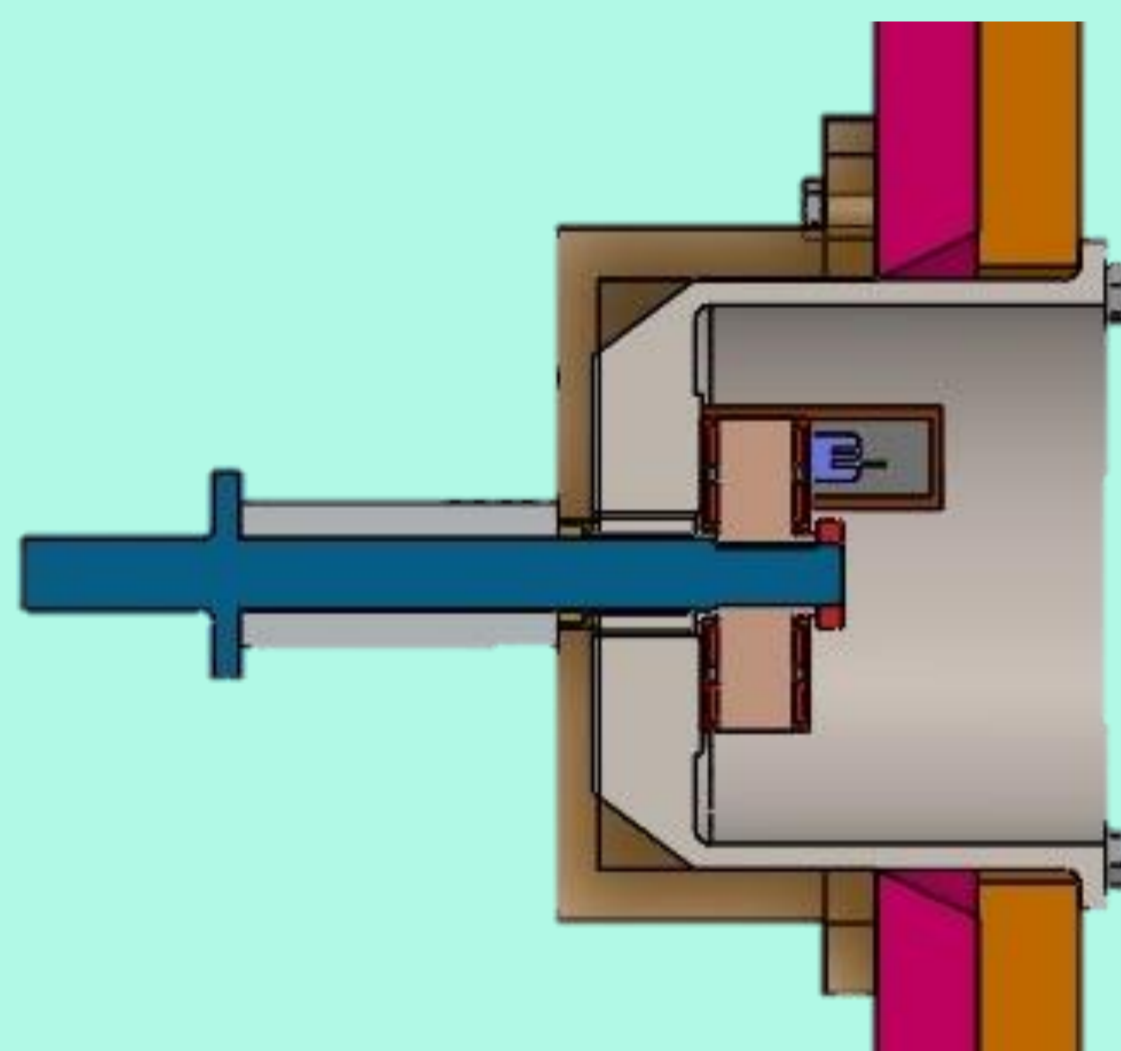
כדי לנתק את החיבור מבצעים את הפעולות בצורה הפוכה. כאשר בלם המנוע משוחרר, המנוע מסתובב לכיוון השני והמוט משתחרר.



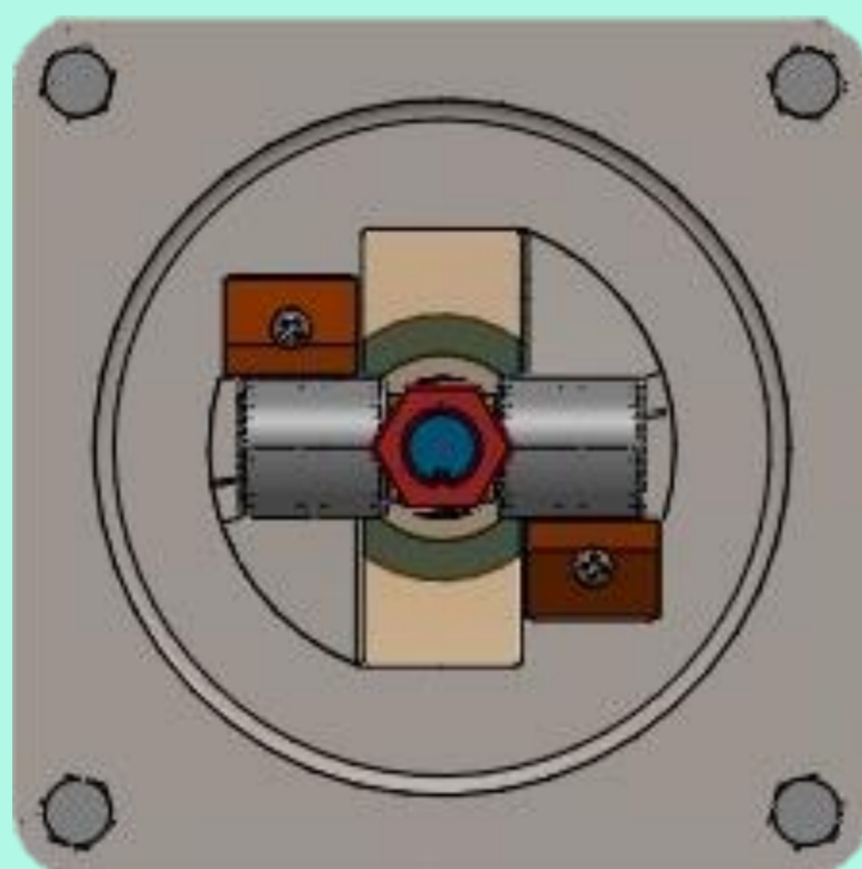
המוט המרכזי עם מסבי הגלגול



חתך החלק הנקבי עם המעצור והחיישן



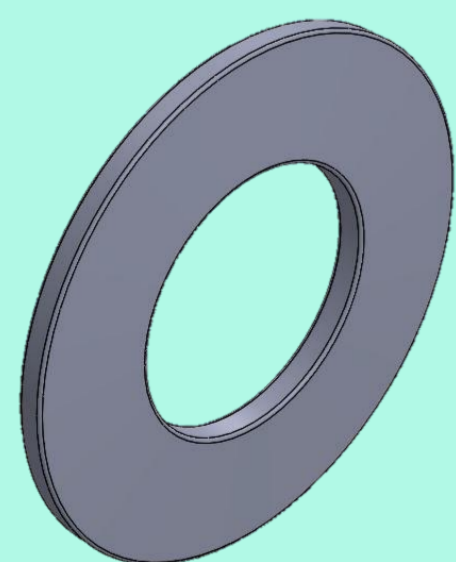
המוט המרכזי בשילוב עם החלק הנקבי-מבט חתך



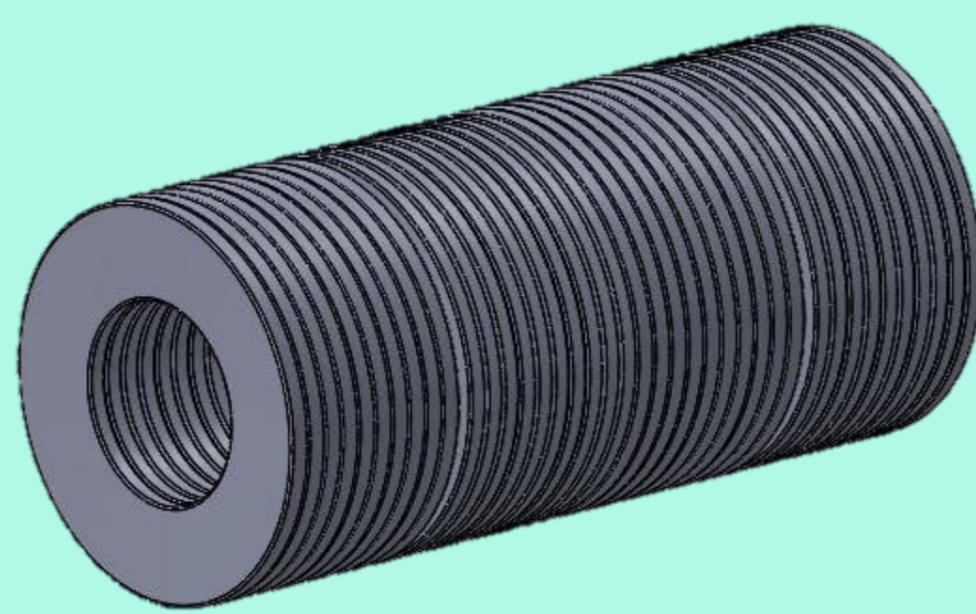
המוט המרכזי בשילוב עם החלק הנקבי-מבט על

## מכלול הקפיצים

קפיצי דסקה מחזיקים עומסים גדולים וזזים במהלכים קטנים. במצב רפוי הקפיץ קוני, (ראו תמונה של קפיץ יחיד). כאשר מפעילים כוח לחיצה הקפיץ מתכווץ ומשתטח. לכל קפיץ יש קשר כוח-מהלך שונה, דומה לקבוע קפיץ לינארי. מפעילים עומס מקדים (pre-stress) כדי למנוע סדקים בקפיצים. כאשר המוט המרכזי נע, זה גורם לבית הקפיצים ואום לכווץ את הקפיצים ומתקבל כוח מתיחה.



קפיץ דסקה בודד



מכלול הקפיצים לפני הפעלת עומס מקדים-מצב רפוי

## תקציר

היעד הסופי של הפרויקט ליצור כלי תחבורה המשמש כרכב וכמטוס יחידו. הפרויקט שלנו משולב עם פרויקטים נוספים שיחד יוצרים את המכלול השלם של המוצר. נדרשנו ליצור מערכת חיבור בין שלדת כנפיים לתא נוסעים, כך שניתן לחבר ולנתק את תא הנוסעים מהכנפיים בעת הצורך. מן סקר הספרות- לאחר בחינת מספר חלופות בחרנו ליצור מערכת נעילה מושתת על נעילת "ביונט", זהו סוג נעילה הקיים במספר רב של מוצרים בשוק, לדוגמה נורת לד. כל חלקי המערכת נדרשים לעמוד בתנאי טיסה ונסיעה על הכביש. במהלך תהליך תכנון המוצר האתגר הגדול ביותר בו נתקלנו הוא התאמה לדרישות כל שאר הצוותים בפרויקטים שלהם.

## דרישות הלקוח

### דרישות כלליות:

- ביטול חופשים מוחלט בין הכנפיים לתא הנוסעים.
- על גבי הכנפיים יהיו חלקים סטטיים בלבד ובתא הנוסעים יהיו החלקים הדינמיים.
- המערכת לא תבלוט מעבר לגוף המטוס כדי לא להוסיף גרר.
- במהלך נסיעה המערכת תהיה מקובעת למניעת רעשים.

### דרישות בטיחות:

- בנוסף לנעילה תתבצע אבטחת נעילה.
- ינתן חייוו המעיד על ביצוע הנעילה.
- ינתן חייוו נוסף למקרה של תקלה בחיווי הראשוני.

### דרישות תכן:

- משקל המערכת לא יעלה על 40 ק"ג.
- עמידה בכוחות והמומנטים הדרושים בזמן טיסה ונחיתה.

### דרישות תנאי סביבה:

- נדרוש שהמערכת תהיה עמידה למצבים של גשם, רוח ואבק.
- תחום הטמפרטורות שבהם המערכת נדרשת לעבוד:  $-20^{\circ}\text{C}$  עד  $+50^{\circ}\text{C}$ .

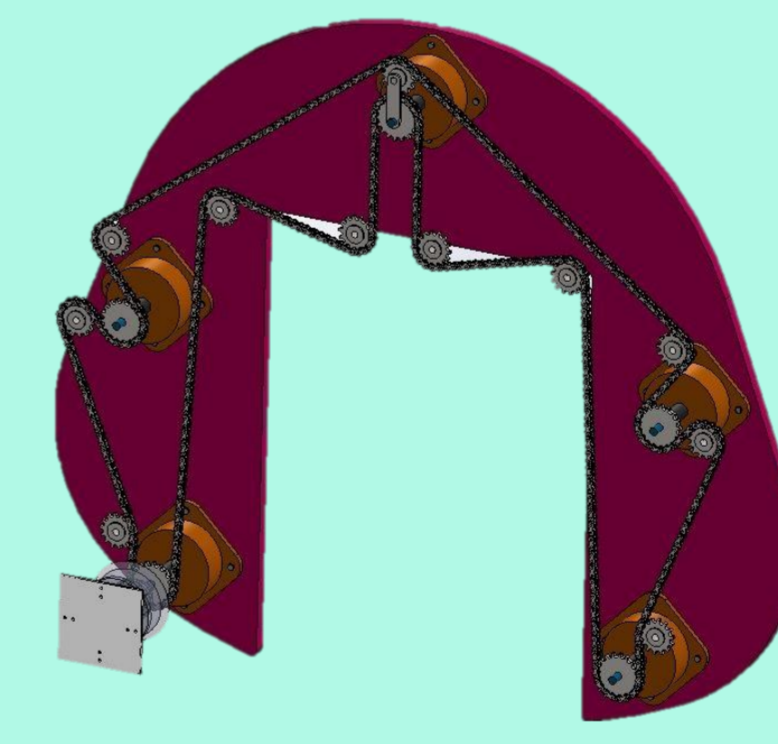
## תיאור המערכת

מערכת החיבור מורכבת מ-5 מנגנונים. לכל מנגנון שני חלקים, חלק אחד במכלול הכנפיים וחלק שני בתא הנוסעים.

בחלק האחורי של תא הנוסעים קיימת שרשרת המחברת בין חמשת המנגנונים, ומבטיחה שהמנגנונים ינעלו יחד. השרשרת מונעת על ידי מנוע DC המחובר אליה דרך תמסורת.

למנוע בלם פנימי המשמש כאבטחת נעילה.

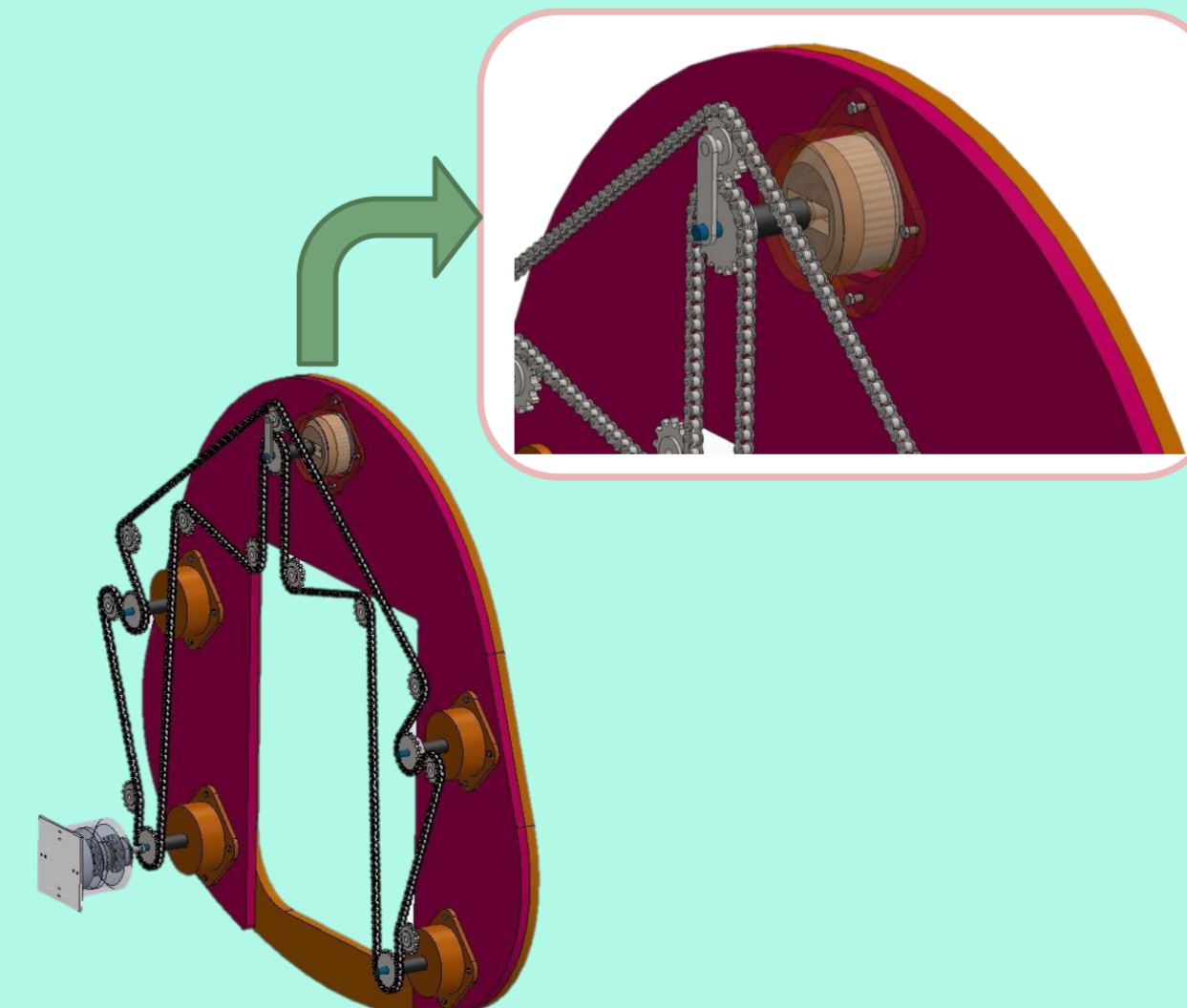
מישורי החיבור יהיו מצופים ב-Polyurethane לצורך הגדלת החיכוך, בלימת רעידות ובידוד רעשים.



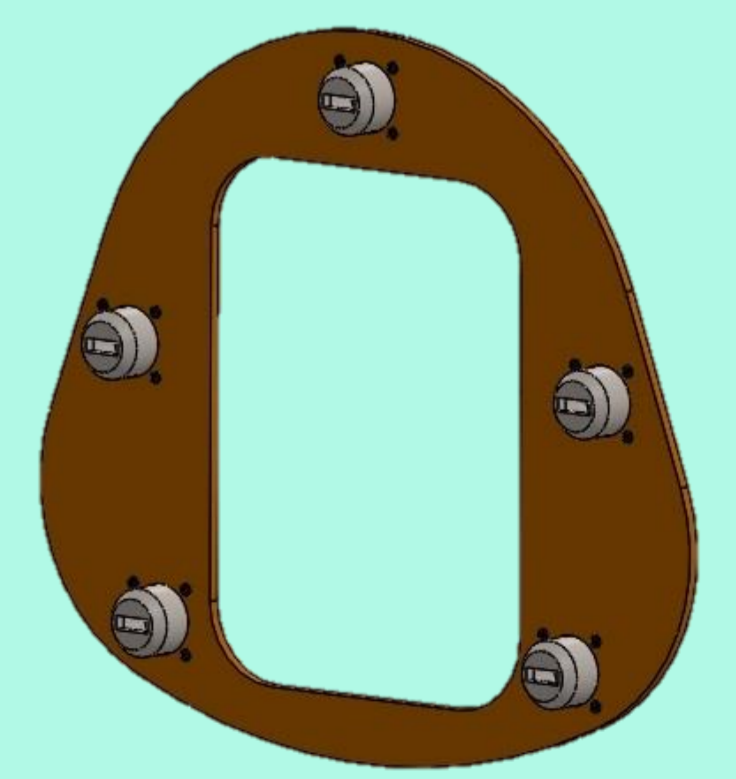
המנגנונים על חציץ תא הנוסעים-מבט אחורי



המנגנונים על חציץ תא הנוסעים-מישור החיבור



שני חלקי המנגנון בשילוב



המנגנונים על חציץ הכנפיים

## תודות

מנחה: גיורא גורלי  
מרצה הקורס: ד"ר חי אזולאי  
מהנדס מערכת: ארנון גילן  
צוות תא הנוסעים: שחר ורטמן, סהר שוורץ ועברי איש ימיני

## האתגרים

- האתגר העיקרי הוא השילוב בין מספר קבוצות סטודנטים בפקולטה של הנדסת מכונות והנדסת אווירונאוטיקה וחלל, כאשר לכל פקולטה יש לוח זמנים שונה.
- בעקבות הקורונה התגברו הבעיות והקשיים בתקשורת בין הצוותים השונים.
- עמידה בתקנים של נסיעה על כביש ושל תעופה מובילה לבחירת מוצרים מוגבלת ואילוץ נוספים.
- לבדיקת המערכת נדרש אנליזות מסובכות ויקרות.
- פער ידע טכני, במיוחד בנושא חישובי הכוחות והמאמצים בתעופה.