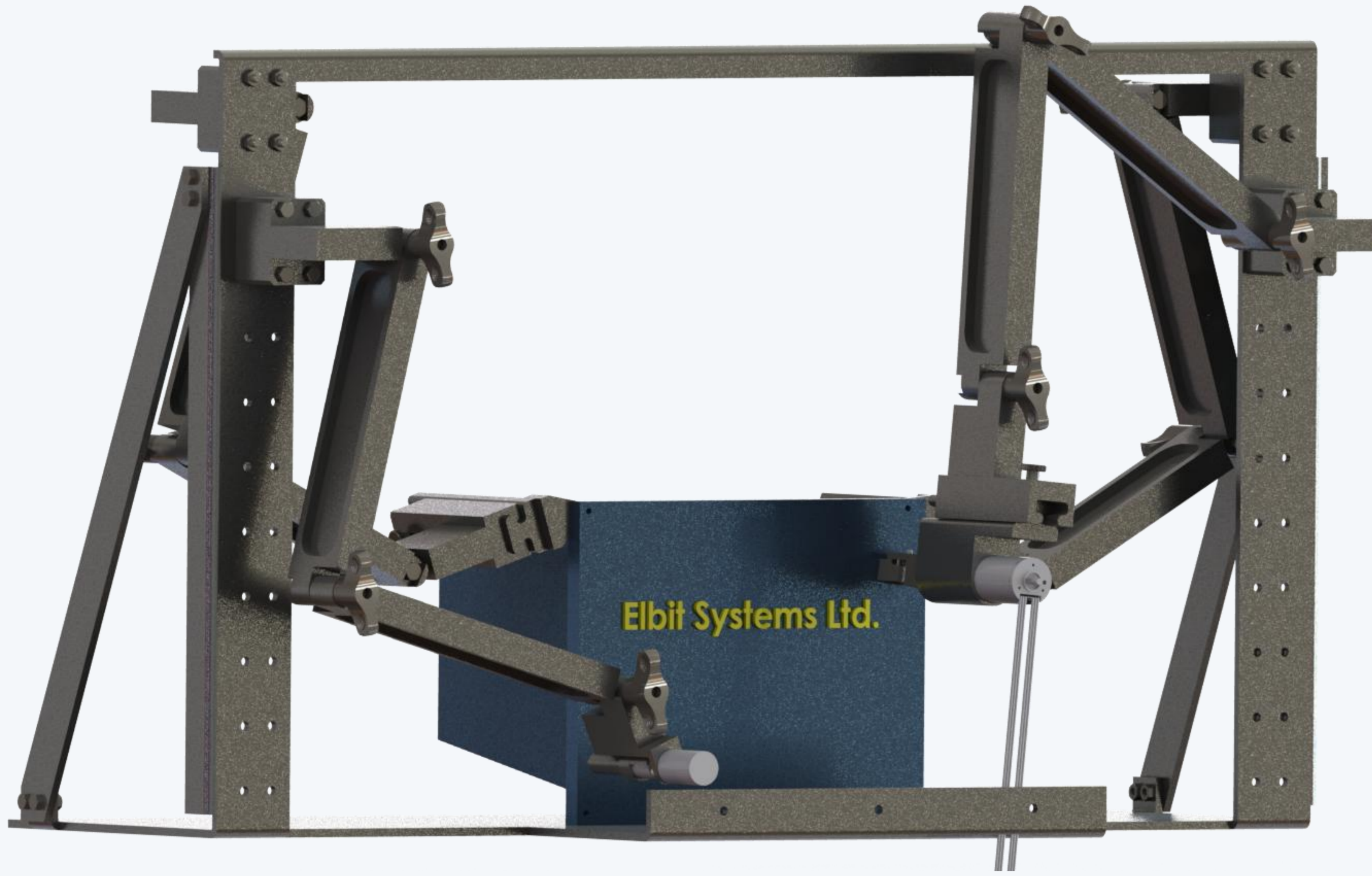
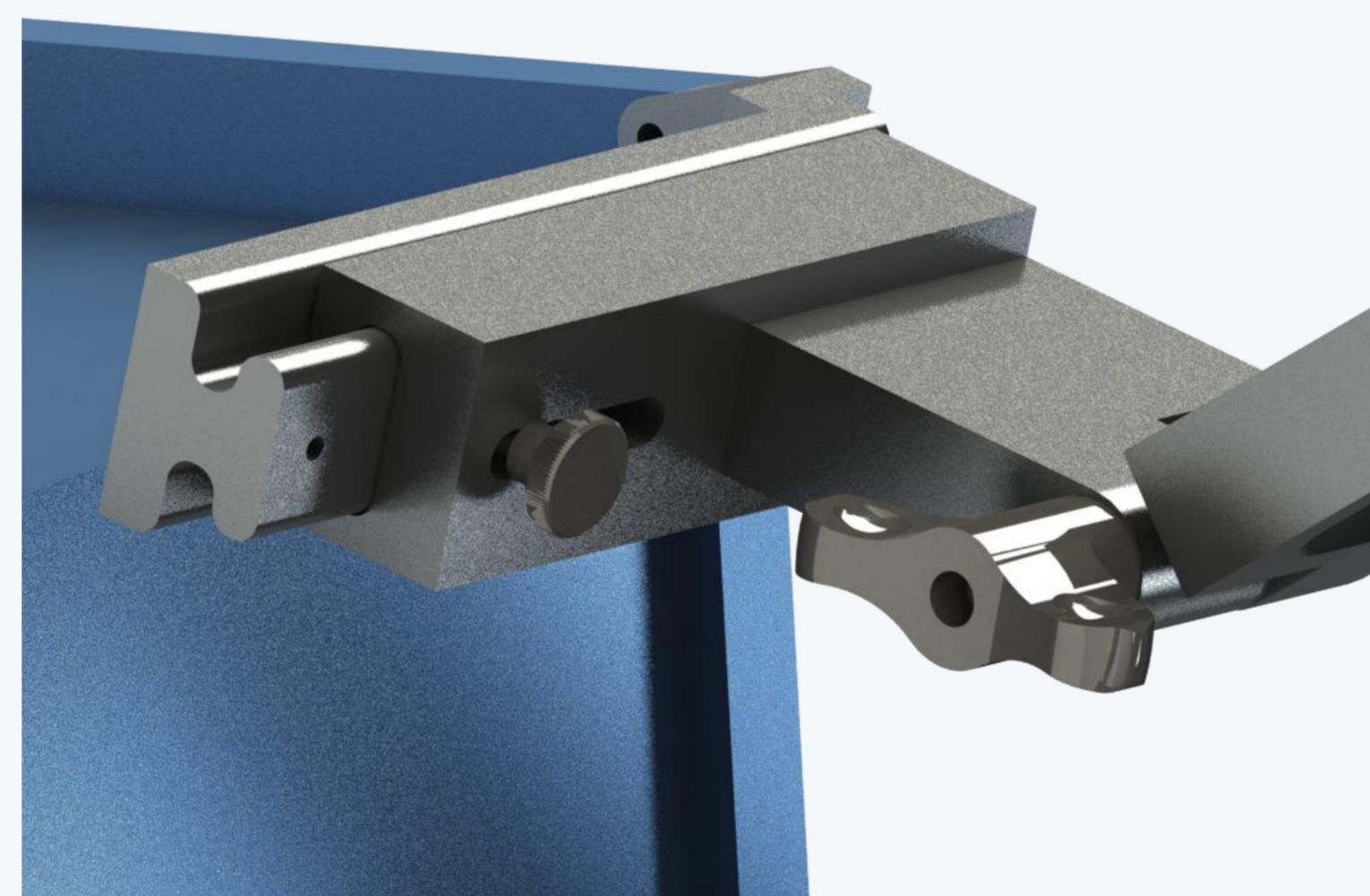


תיאור המוצר / הפרויקט

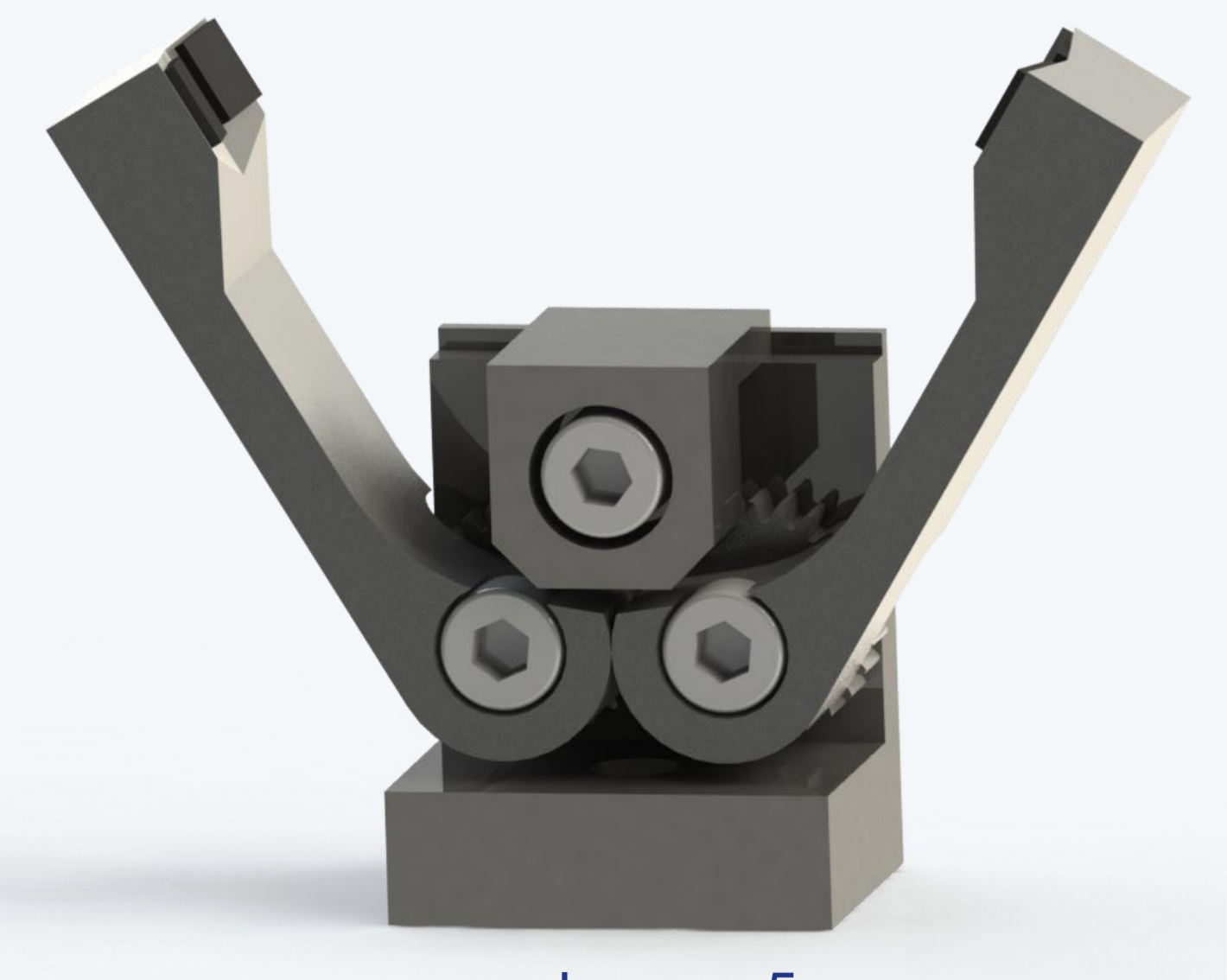
המתקן בנוי מסגרת אלומיניום אשר בצידה הפנימי מותקנים שני בסיסי זרועות למיקום וקיבוע הפאנל. בקצה הזרועות מחובר מתאם (משתנה בין כל פאנל) בעזרתו ניתן לשלוט בעומק הפאנל על גבי המתקן (תמונה 2).
על קדמת המסגרת ניתן לחבר עד 10 בסיסים לזרועות כך שבקצותיהן ימוקמו מפעילים לכפתורי לחיצה ולכפתורי סיבוב. הזרועות מגיעות בשני אורכים שונים לנוחות וכיסוי מלא של פנים המסגרת.
לחיצה קווית מתבצעת בעזרת מנוע המחובר לצייר (ספידל) אשר מסתובב ומניע אום אשר מבצעת תנועה ליניארית ע"י דחיפת מכסה לצייר. (תמונה 3)
לביצוע תנועה סיבובית תוכנן ויוצר תופסן בעל טווח משתנה לגדלים שונים של כפתורים. לאחידה טובה יותר הודבקו אל קצוות התופסן ריבועי סיליקון להגדלת החיכוך (תמונה 4, תמונה 5).
כל המנועים מחוברים אל בקר המתחבר בעזרת התקן USB אל מחשב ממנו ניתנת שליטה על תפעול הכפתורים בעזרת תוכנה ייעודית.



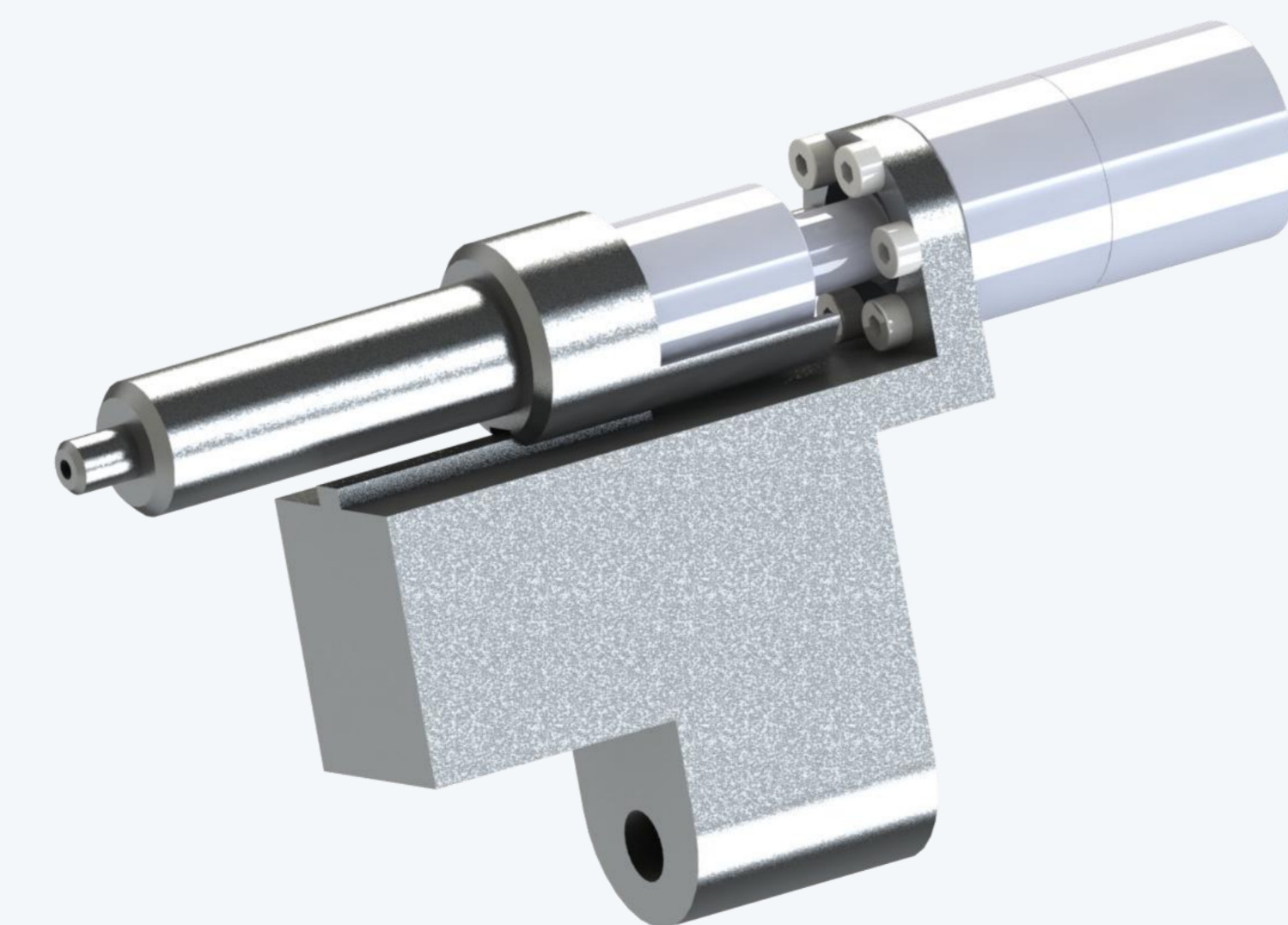
תמונה 4: מכלול מפעיל סיבובי



תמונה 2: מכלול חיבור פאנל



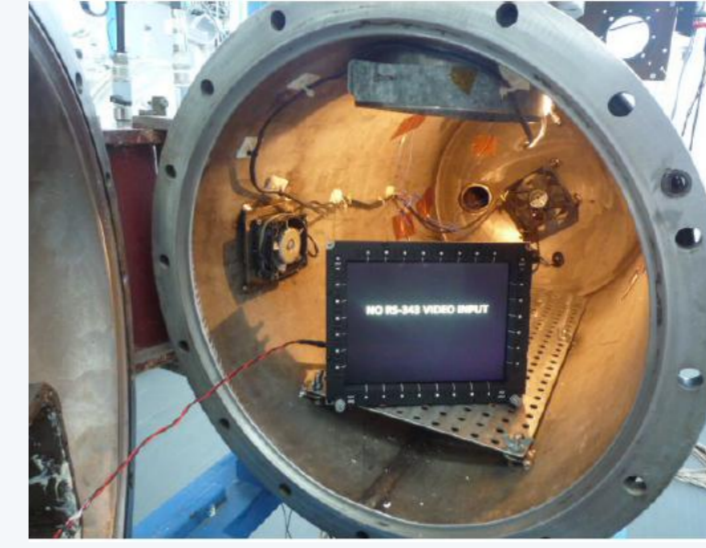
תמונה 5: תופסן לכפתורי סיבוב



תמונה 3: מכלול מפעיל ליניארי

תקציר

הפרויקט עוסק בתכנון מתקן לתפעול כפתורים ליניארי אוויר נפיעה. ניסוי זה מבוצע ליחידות המפותחות עבור פלטפורמות מוטסות, וכזוה הוא מהווה תנאי לאישור הסטה. מטרת הניסוי היא לוודא כי המוצר, בזמן תפעולו, אינו מייצר חום ו/או ניצוץ אשר תחת אוויר רוויה באדי דלק עלול לגרום לפיצוץ. הניסוי מתבצע במעבדות חרמון (בינימינה) בתא ואקום המדמה תנאי סביבת טיסה. כיום נבחנת פעולת הפאנל בניסוי באופן חשמלי בלבד, כלומר ללא מגע בכפתורים. ישנה דרישה ליצור מתקן המאפשר לחיצה וסיבוב של כפתורים למוצרי פאנלים וצגים בזמן ניסוי אוויר נפיעה.



המוצר מאפשר שליטה מרחוק על פי בחירת המפעיל ובהתאם לפאנלים שונים.

דרישות הלקוח ופונקציות עיקריות

1. המתקן יאפשר לחיצה וסיבוב פיזי של כפתורי הפאנלים/הצגים בזמן ניסוי אוויר נפיעה ויעמוד בתקן MIL-STD-810, method 511.
2. המתקן יאפשר שליטה מחוץ לתא ע"פ בחירת המפעיל המצוי במרחק של כ-2 מ' ממנו ומאחורי קיר מגן.
3. המתקן יהא מודולארי הן ברמת התאמתו לסוגים שונים של פאנלים והן ברמת מיקום שונה של הכפתורים הנבחרים.
4. המתקן יעמוד באילוצים מרחביים וממשקיים המהווים חלק אינטגרלי מתא הניסוי.
5. בטיחות המוצר - המתקן לא יגרום נזק לפאנלים ולצגים ויתאים לאילוצים המרחביים של התא כך שלא יזיק לתא. במוסף, המתקן בעצמו לא ייצור פיצוץ ויפעל תחת מעטפת טמפרטורה של 20-71°C וגובה פני הים עד לגובה של 50,000 רגל.

האתגרים

הצגים והפאנלים הנבדקים מגיעים בגדלים שונים, כפתורים שונים ומיקומי כפתורים משתנה מפאנל לפאנל ועומדים בתקן MIL-STD-1472. מציאת קונספט למתקן כך שיתאים למגוון רחב של פאנלים וצגים בעלי תכונות גיאומטריות ותפעוליות שונות היווה אתגר משמעותי במהלך תכנון הקונספט.

בחירת מנועים – מציאת שילוב נכון בין גודל המנוע כך שתפעול כפתורים סמוכים יהיה אפשרי, הכוח הנדרש ע"י תקן, תנאי הסביבה המצויים בתא אוויר נפיעה ועמידה בתקציב היווה אתגר משמעותי. פשרה על אחד מתנאים אלו היה גורר אי עמידה בדרישות הלקוח.

תכן קורות – בתכנון הקורות הושם דגש על סיכוני הכפיפה והפיתול של הקורות בזמן לחיצה קווית והפעלת מומנט סיבוב. בנוסף, יש לוודא כי נעילת הצירים עומדת בכוחות ובמומנטים הפועלים עליהן.

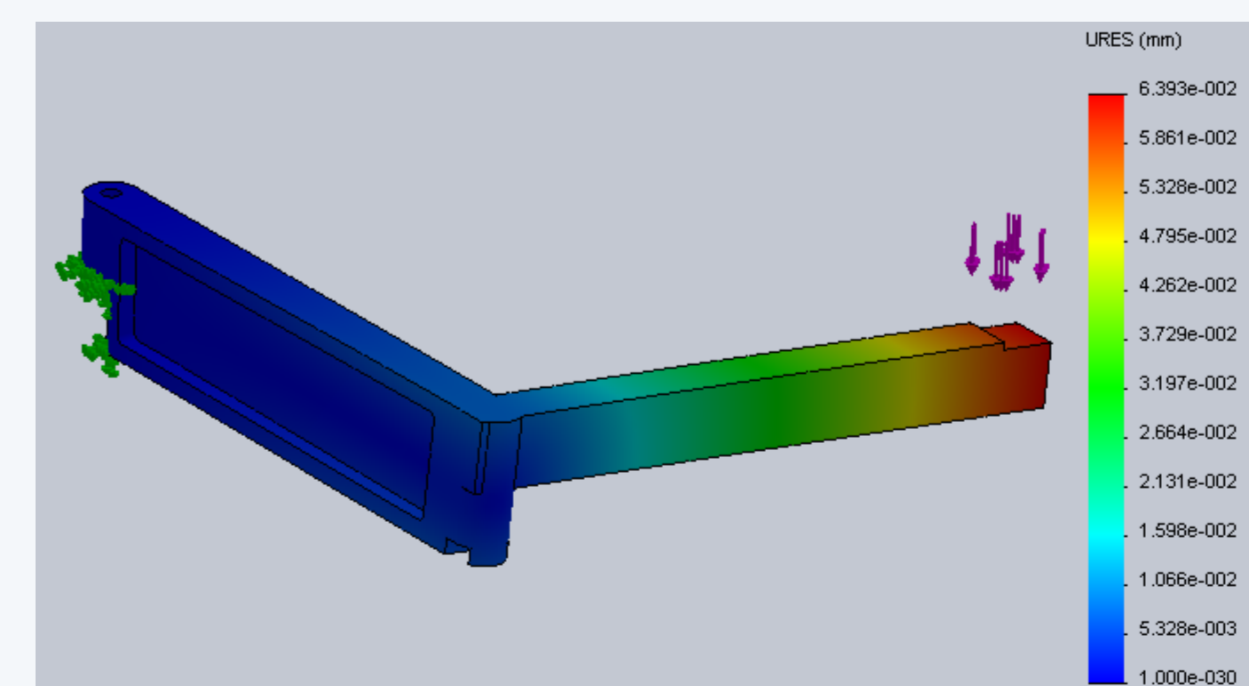
ממשק מתקן מחשב – המפעילים מחוברים אל בקר המאפשר שליטה על כל מפעיל בנפרד. קיים אתגר בבניית ממשק נוח ופשוט לתפעול ע"י המשתמש.

תוצאות הבדיקות והניסויים

בדיקות התכן כללו אנליזות וחישובים לעמידות הקורות והמתקן בכוחות ובמומנטים המופעלים בזמן תפעול הפאנל. בנוסף נבדקה השפעת הטמפר' בזמן הניסוי על תפקוד המתקן.

מהאנליזות עלה כי העיבור המקסימאלי לכפיפה היווה 0.0093 מ"מ מהשפעת הטמפר' עלה כי העיבור המקסימאלי היווה 0.2 מ"מ.

מאנליזות אלו עלה כי לא קיים סיכון לפעולת המתקן תחת הכוחות והמומנטים המצויים.



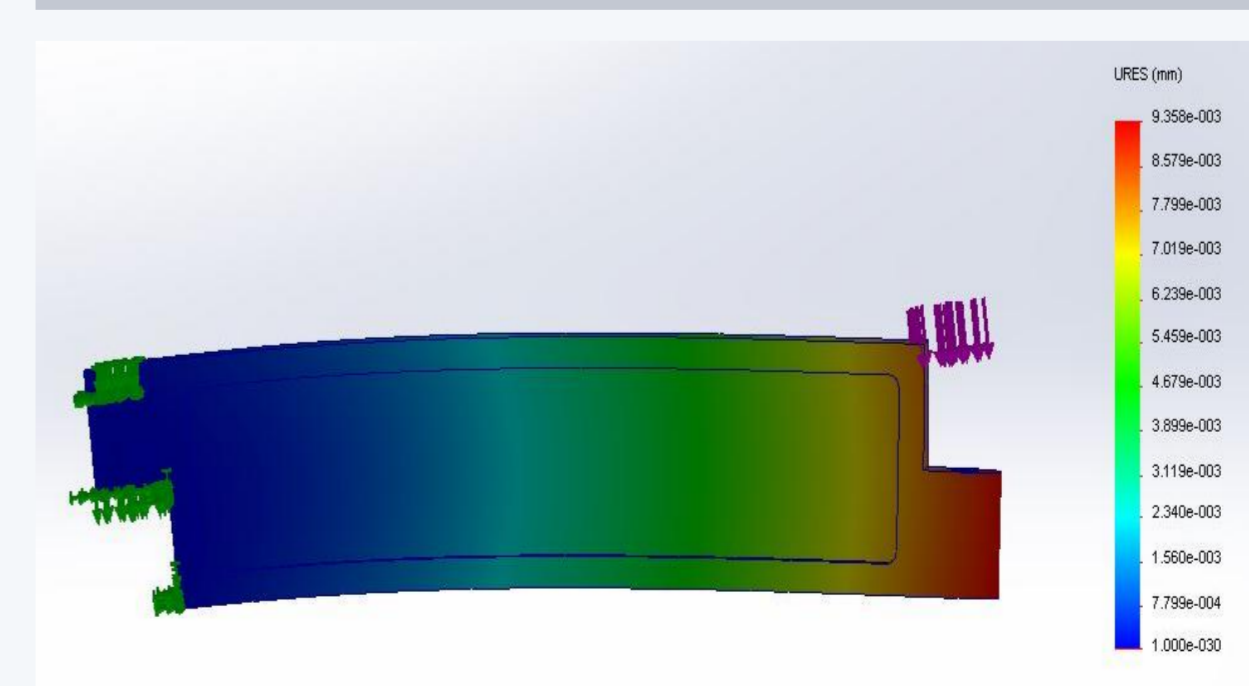
$$\Delta L = L \cdot \alpha_L^{Aluminum5052} \cdot \Delta T$$

$$\alpha_L^{Aluminum5052} = 23 \cdot 10^{-6} [1/^{\circ}C]$$

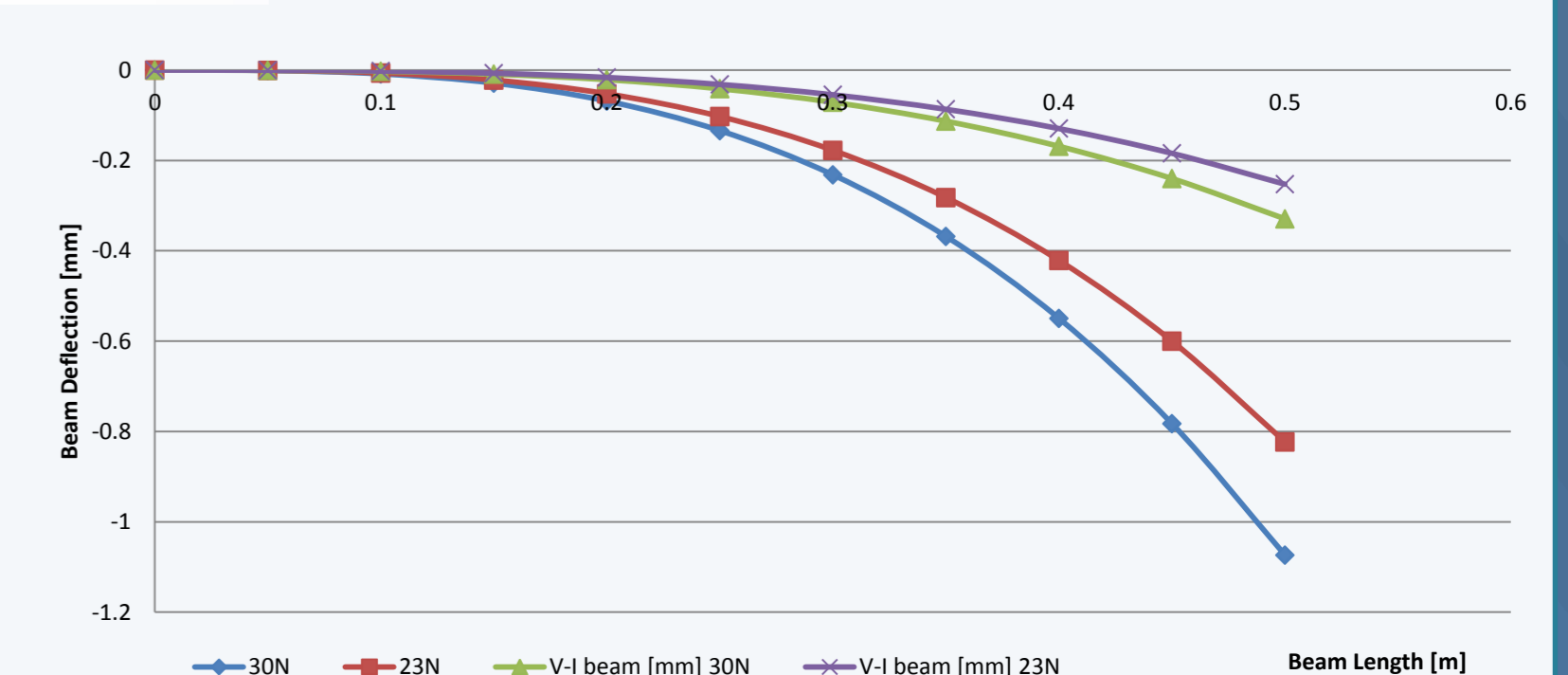
$$L = 180 [mm]$$

$$\Delta T = 71 - 20 = 51^{\circ}C$$

$$\rightarrow \Delta L = 0.18 \cdot 23 \cdot 10^{-6} \cdot 51 = 0.2 [mm]$$



Beam's Deflection VS Beam's Length



תודות

מנחה הפרויקט: ד"ר צבי פרוכטר
פרופ' ראובן כץ
ד"ר חגי במברגר
Elbit Systems Ltd.: ישראל מאזנר, יאיר רייטמן, עופר הרשקו ועידו אברהם
ELECTRONDART Ltd. (מנועים ובקרים): עזרא לוי
B.R.F Engineering Ltd.: רביע איברהים
Electo Habash Ltd.: שי ריטבלט