

## תיאור המוצר / הפרויקט

**עקרון פעולה:** חיתוך ההדבקה מתבצע באמצעות תיל Inconel מחומם המושחל בהיקף החלון ומבצע תנועת ניסור. הנעת התיל מתבצעת על ידי 3 מנועים: 2 מנועים לתנועה אנכית ועוד אחד לתנועה סיבובית. תנועת התיל בעלת חופש בציר הרדיאלי כך שהמתקן יכול לשמש עבור גאומטריות שונות של חלונות.

### סדר פעולות:

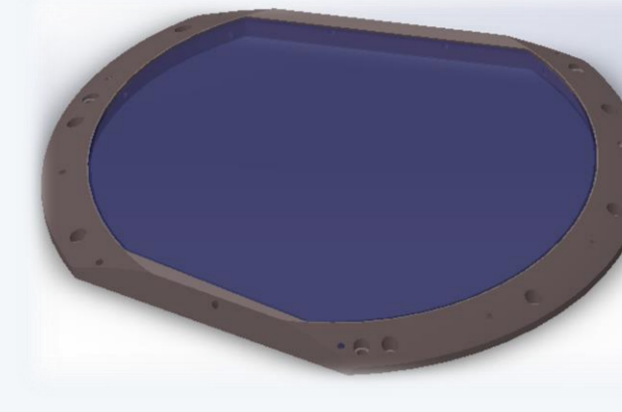
1. **טעינת החלון המיועד לפירוק** - המסגרת מחוברת למתקן באמצעות דפינה ייעודית שמטרתה להציב את החלון שנבחר לפירוק במצב אופקי.
2. **הכנת התיל** - גליל תיל מורכב על גלגלת במנגנון הגלילה העליון ומועבר דרך חתך קטן בהדבקה למנגנון הגלילה התחתון.
3. **חימום התיל** - קטע תיל מחומם על ידי מתח המועבר בשתי נקודות דרך תופסנים ייעודיים המאפשרים גם החלקה.
4. **הובלת התיל** - התיל מובל בהיקף החלון על ידי מכלול ההנעה הסיבובית כאשר חלקו התחתון עוקב בגלל המתיחות בתיל.
5. **חיתוך הדבק** - בנוסף לתנועה הסיבובית מנגנון הגלילה גולל את התיל בצורה מחזורית למעלה ומטה כך שנוצרת תנועת ניסור אשר חותכת את הדבק בצורה יעילה ומחליפה את התיל הבלוי מהחיתוך בתיל חדש ללא צורך בהתערבות המפעיל.
6. **הוצאת החלון:** הודות לדפינה המתחשבת בפרופיל הזייתי של החלון, הוא לא נופל בסיום החיתוך וניתן להוציאו ידנית על ידי דחיפתו כלפי מעלה.

## תקציר

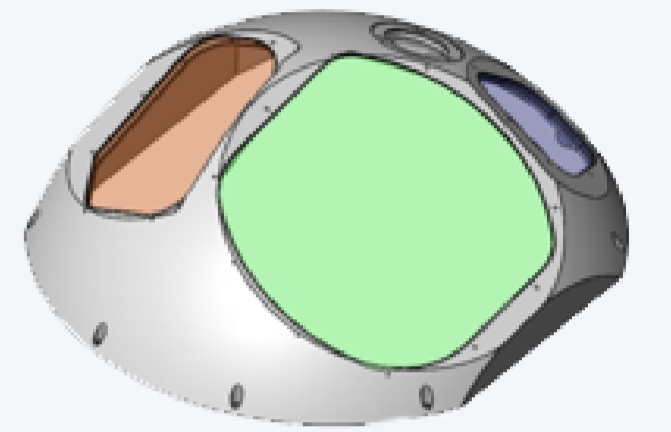
- בימים אלה מפותח ברפאל פוד תצפית חדש הכולל מכלול בעל חלונות אופטיים בצורות וגדלים שונים. החלונות מודבקים באמצעות **חומר אטימה** אל מסגרת מתכתית בעלת צורת כיפה.
- כתוצאה מבלאי ופעילות מבצעית, חלונות אלה ניזוקים ונדרשים בהחלפה. חלון תקול יחיד משבית מכלול שלם ובכך גורם להפסד כלכלי.
- **מטרת הפרויקט** היא לתכן מוצר שיסייע בנייתו של מכלול של החלונות השונים מהמסגרת המתכתית.



פוד תקיפה



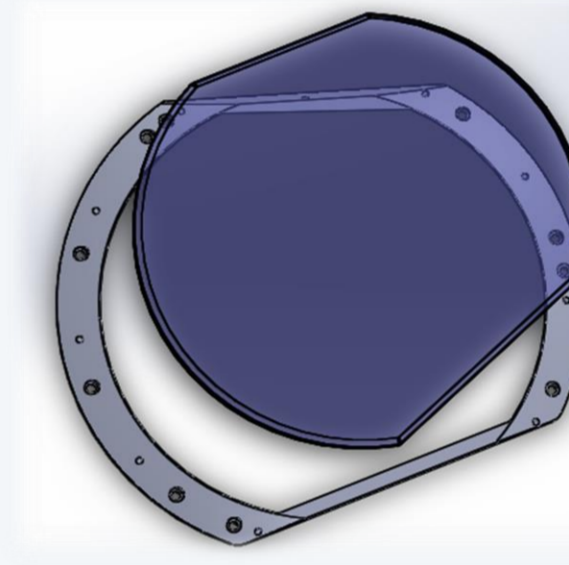
מסגרת קיימת



מסגרת כיפתית

## דרישות הלקוח ומפרט הנדסי

- **מימדים וסביבת עבודה:** עבודה במנדף במימדים 70\*140\*53 מ"מ (חימום חומר האטימה גורם לפליטה של גזים רעילים).
- **הגבלות:** אין לחמם את המסגרת המתכתית מעל 300 מעלות צלזיוס.
- **מאפייני מסלול החיתוך:** מהירות חיתוך של לפחות 50 מ"מ בדקה. אורך חיתוך נדרש 280-975 מ"מ. רוחב שכבת הדבק 0.5-0.8 מ"מ. עומק ההדבקה 8-12 מ"מ.
- **דרישות תפעול ותחזוקתיות:** מעורבות נמוכה של המפעיל בתהליך החיתוך. יכולת לפרק חלונות אופטיים בעלי גאומטריות שונות. שמירה על תקינות החלון האופטי והמסגרת המתכתית לכל אורך השימוש במוצר. יכולת לפרק חלון אחד בלבד מתוך מכלול כיפתי בעל חלונות מרובים. עמידות אמצעי החיתוך בנייתו של חלון שלם ללא צורך בהפסקת התהליך.

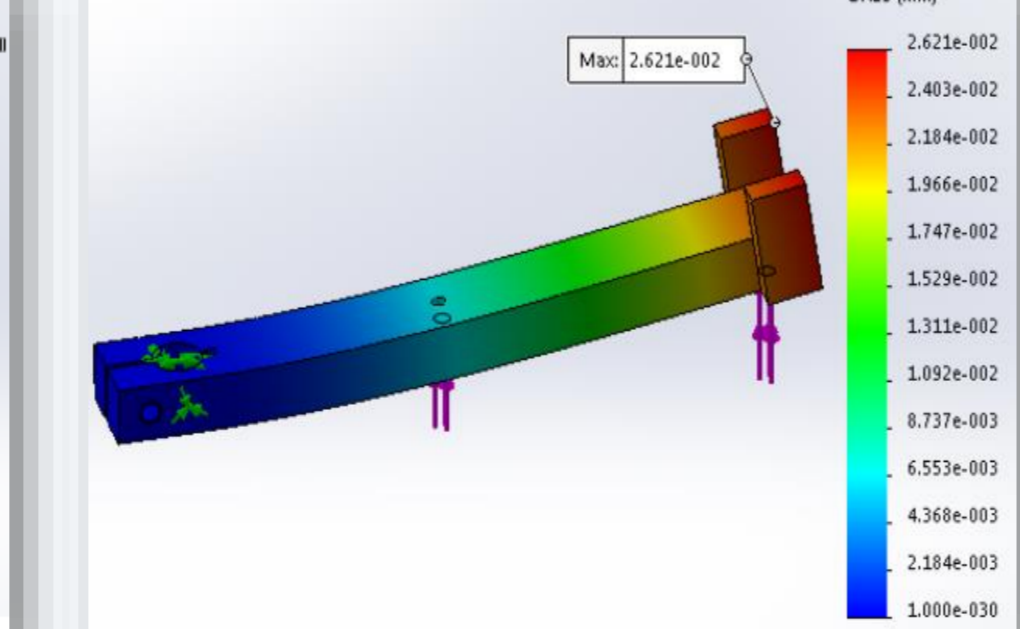
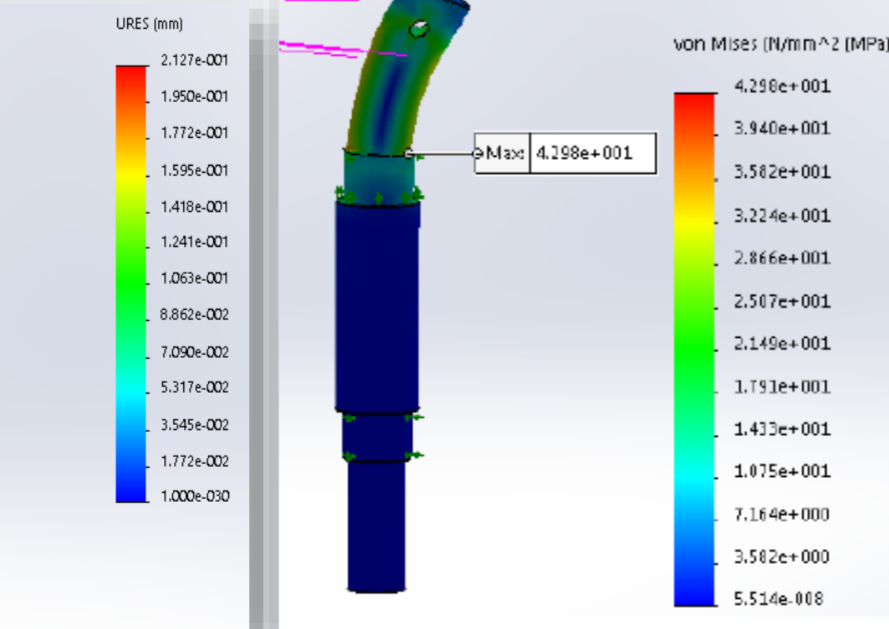
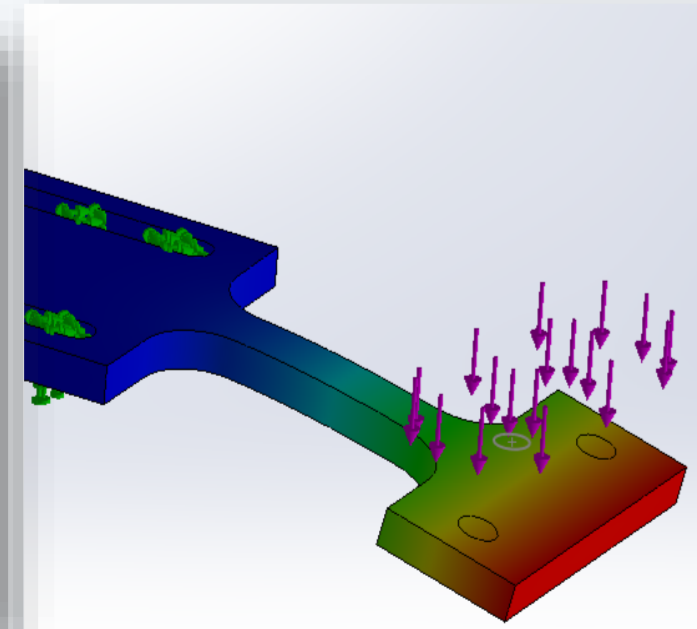


## האתגרים

- מציאת אמצעי חיתוך אופטימלי עבור התהליך.
- התמודדות עם חלון בעל זווית בחתך ההדבקה, חתך של 30 ו-45 מעלות במישור ההדבקה.
- תכן המתחשב בצורך להתמודד עם צורות שונות של החלונות.
- צורך למקם את החלון אופקית על מנת למזער את בלאי התיל.
- תכנות תנועת ובקרת המנועים על מנת לאפשר פעולה אוטומטית.
- השגת תנועת "ניסור" של התיל כנגד הדבק.
- מציאת פתרונות להגנה על המתקן ואמצעי החיתוך במקרה של תקלה בזמן פעולת המכשיר.

## תוצאות הבדיקות והניסויים

**ניסויים לבחינת אמצעי חיתוך:** נבחנו שתי חלופות עיקריות לחיתוך: סכין מנתחים ותיל. נבחנה היעילות החיתוך, נמדדו כוחות אופייניים ונבדקה השפעת חימום כלי החיתוך על מהירות החיתוך. התוצאות: התיל והסכין הצליחו לחתוך במהירות הדרושה. חימום אמצעי החיתוך מאיץ את התקדמותו. **ניסויים למציאת הכוחות בחיתוך עם תיל:** בוצעו על חלון ניסוי במנדף. נבחנו תיל מחומרים וקטרים שונים. נמדדו הכוחות שיש להפעיל על התיל, מתיחות התיל והמתח הדרוש לחימומו להצלחת החיתוך. המסקנה העיקרית מהניסוי: החיתוך מתאפשר רק בתנועה משולבת של ניסור והתקדמות בהיקף החלון. **תוצאות אנליזות:** לבחינת עמידות המערכת בתנאי העבודה בוצעו אנליזות חוזק וחישובים לרכיבי הדפינה, הגל והקורה במכלול R-Theta. עבור המנועים - חישובי מומנט עבודה דרוש ועומסים על ציר המנוע.



אנליזת שקיעות

אנליזת מאמצים

אנליזת שקיעות

## תודות

- **מר שלמה נזר**, על אדיבותו, סבלנותו, תמיכתו בפרויקט לכל אורך הדרך והתרומה מניסיונו המקצועי.
- **מר סער זומרשטיין ואביחי לוי (רפאל)**, על המוכנות התמימית לעזור, הגישה החיובית, התמיכה והעניין בכל שלבי הפרויקט.
- **מר כפיר כהן**, על הנכונות ליעץ ולסייע בכל עת, העצות הנהדרות ועזרתו בזירוז תהליכי הרכש.
- **ד"ר חגי במברגר**, על העשרתנו בידע על תהליך פיתוח פרויקט משלב הרעיון ועד למוצר הסופי.
- **פרופ. ראובן כץ**, על האפשרות שניתנה לנו לקחת חלק בפרויקט מאתגר זה.
- **מר רומן שמוסטינוב**, על היעוץ והסיוע בתחום המנועים והאלקטרוניקה.
- **גב' לאה שטרן**, על ליווי והוצאה של תהליכי ההזמנות והרכש.
- **לספקי הרכיבים והחלקים:** האחים חורי, קונולוג, אבירי טכנולוגיות, ג'י-ג'י ירום, חמלני וגלבורג.

## מכלולי המתקן

