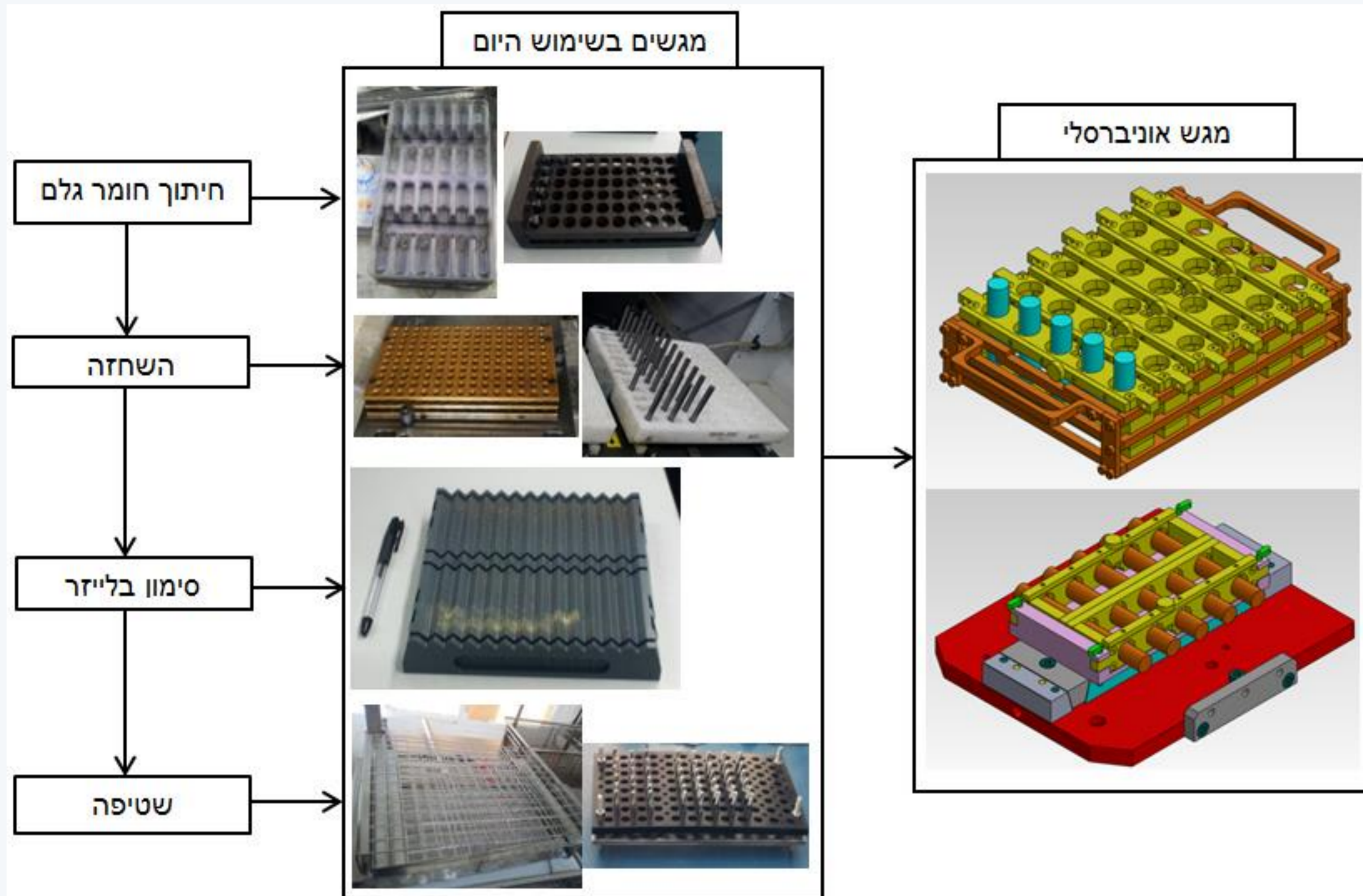
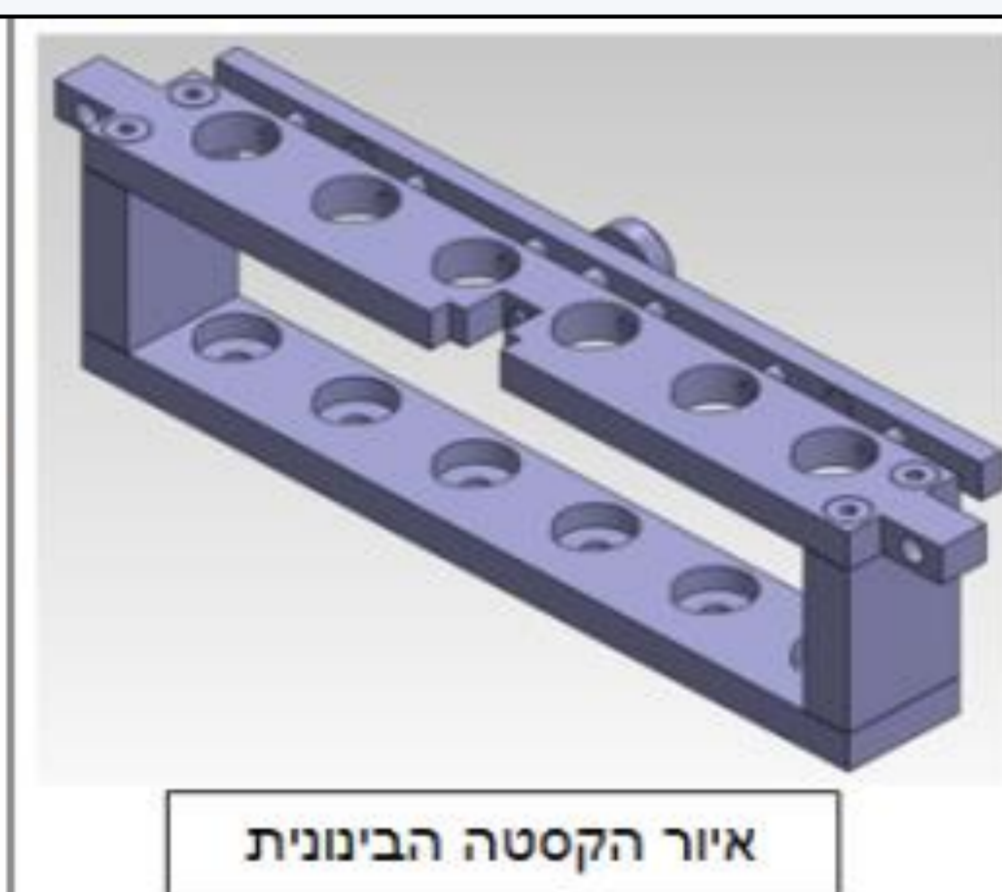


### תיאור המוצר



החלקים המרכזיים במוצר הסופי הם:

- מעמד** – בסיס המוצר הסופי, ניתן לחיבור לכל המכונות בשרשרת ייצור של הכלים.
- מתאם למכונת סימון בלייזר** – נותן מענה לשלוש דרישות: חיבור מעמד למכונת סימון בלייזר, שינוי מצב דפינת הכלים ממצב אנכי למצב אופקי, האצת קצב העבודה בתחנת סימון בלייזר.
- קסטות** – 3 סוגים, כל סוג מתאים לטווח כלים בקטרים שונים. במהלך שינוע קיים מנגנון נעילה לכלים בתוך הקסטה. הבליטות בצידי הקסטות מאפשרות הוצאה/הכנסה נוחה מ/למעמד ונעילה נוחה בתוך מתאם למכונת סימון בלייזר.



### תוצאות הבדיקות והניסויים

#### הערכת סדר גודל כח אחיזה

$$m = \rho \times V = 8000 \times 3.58 \times 10^{-5} \approx 0.2865 [kg] = 286.5 [gr]$$

$$M = m \times g = 0.2865 \times 9.81 \approx 2.82 [N]$$

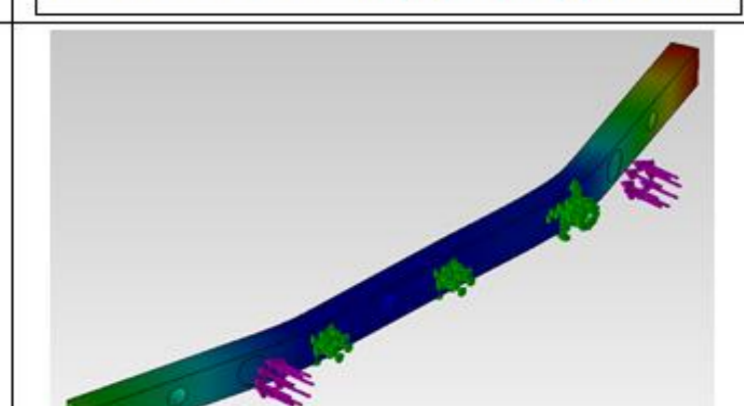
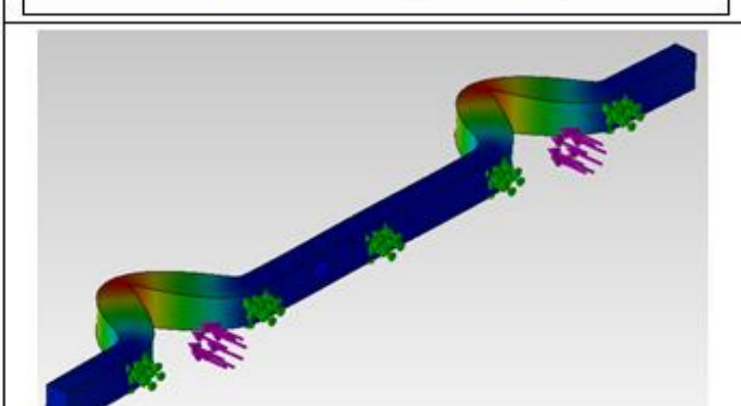
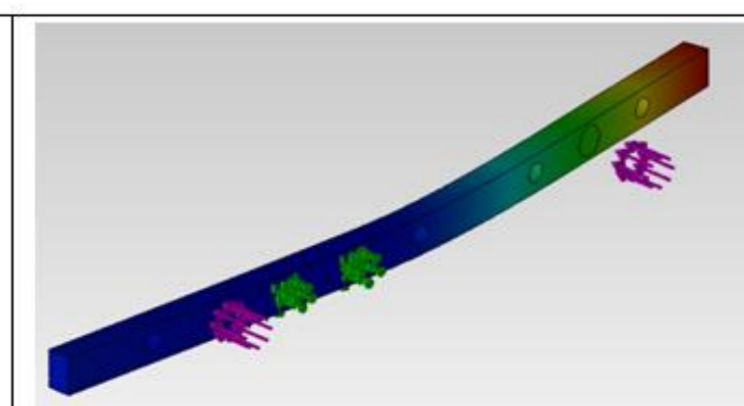
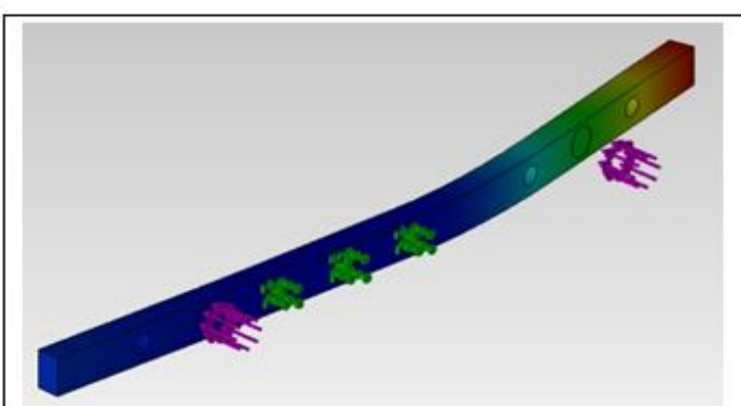
מסת כלי בודד:  $m = \rho \times V = 8000 \times 3.58 \times 10^{-5} \approx 0.2865 [kg] = 286.5 [gr]$   
 משקל כלי בודד:  $M = m \times g = 0.2865 \times 9.81 \approx 2.82 [N]$   
 מקדם חיכוך בין סוגים שונים של פלדות נמצא בתחום של 0.5-0.8, אבל כיוון שהכלים עוברים תהליך שטיפה ונמצאים רוב זמן הייצור בסביבה נוזלית ניקח מקדם חיכוך הרבה יותר קטן של 0.15:  $f = \mu \times N \rightarrow N = \frac{f}{\mu} = \frac{2.82}{0.15} \approx 18.8 [N]$   
 כדי שהכלי ישאר במנוחה, כוח החיכוך צריך להיות שווה למשקל הכלי. לכן, לפי חוק שלישי של ניוטון כוח אחיזה שאנחנו אמורים להפעיל יהיה שווה לכוח הנורמל.

$$F_{\text{אחיזה}} = N \approx 18.8 [N]$$

אנליזת כפיפה של סרגל צד למניעת תופעת הכליבה

#### הערכת מסות סופיות של מגשים במקרה הקיצוני ביותר

סוג המגש:	מספר כלים שאפשר להכניס	סוג כלי שעבורו בוצע החישוב	מסה סופית [kg]
מגש מלא בכלים קטנים	42	קוטר 8 מ"מ אורך 80 מ"מ	≈ 7
מגש מלא בכלים בינוניים	36	קוטר 14 מ"מ אורך 92 מ"מ	≈ 9.1
מגש מלא בכלים גדולים	30	קוטר 20 מ"מ אורך 114 מ"מ	≈ 13.2



### תודות

צוות הפרויקט רוצה להודות לאנשים הבאים על תרומתם בביצוע הפרויקט:  
 מר שלמה נזר – מנחה הפרויקט.  
 מר צור כהן – לקוח הפרויקט.  
 ד"ר חגי במברגר – מרצה הקורס.  
 מר כפיר כהן – משקיף במהלך סקר SRR.  
 מר גיורא גורלי – משקיף במהלך סקר CDR.

### תקציר

הפרויקט התנהל בשלבים הבאים:

- ✓ קבלת הבעיה, ביקור ראשון במפעל הלקוח. למידת הנושא, הכנת מפרט דרישות ותוכנית העבודה. ביצוע סקר SRR וכתובת הדו"ח.
  - ✓ עבודה על תכן ראשוני של המוצר, ביקור שני במפעל הלקוח. העלאת חמישה רעיונות לפתרון, השוואה ובחירה של הרעיון המוביל. ביצוע סקר PDR וכתובת הדו"ח.
  - ✓ ביצוע תכן מפורט לרעיון המוביל למוצר הסופי וביקור שלישי במפעל הלקוח. ביצוע סקר תיכון קריטי, הסקת מסקנות וטיפול בהערות. כתיבת דו"ח פיתוח סופי ודו"ח הבטיחות.
  - ✓ הכנת תיק ייצור ויציאה לייצור אב טיפוס.
- תוצאת העבודה:** במקום 5-6 סוגי מגשים שונים עם הטענה ידנית בין התחנות, מגש אחד עם קסטות המוטענות פעם אחת.

### רקע תיאורטי / מודל

מתכת קשה היא חומר העשוי מקרבידים קלויים בתהליך סנטור (sintering) ונקרא מתק"ש או וידיה. בתהליך הסנטור (מטלורגיות האבקות) מתאפשרת יצירת מוצר המורכב ממתכות שונות בעלות נקודות היתוך שונות ותכונות שונות, שאי אפשר ליצרן בשיטה אחרת. התוצאה כלי חיתוך המתאפיין בעיבוד במהירות חיתוך גבוהה, עמידות בטמפרטורה גבוהה, ומנגד בעל צפיפות נמוכה.

מתק"ש מתאפיין בשבירות גבוהה ואי יכולת לעמוד במכות פתאומיות (הלמים פתאומיים), ולכן הפלה או פגיעה של כלי בכלי במהלך העברה ממגש למגש או במהלך שינוע בין תחנות מהוות בעיה. ריבוי תחנות, כמו חיתוך חומר גלם, השחזה, שטיפה, סימון בלייזר ועוד רק מחמיר את העניין. בנוסף, במהלך הייצור הכלים באים במגע עם הרבה נוזלים, כמו נוזלי קירור, שטיפה ועוד, אשר מקטינים את מקדם החיכוך ובכך תורמים לאפשרות של החלקת כלים מידי העובד.



### מטרת הפרויקט/ דרישות הלקוח

מטרת הפרויקט היא ייצור מגש אוניברסלי לכלים עגולים, שיחליף את כל המגשים הקיימים היום ויעמוד בדרישות הבאות:

- ✓ מסת המגש לא תעלה על 5 ק"ג.
- ✓ המגש צריך להיות ארגונומי (נוח לשימוש האדם במקום עבודה).
- ✓ התאמת מגש לכלים בקטרים שונים, טווח של 4-20 מילימטר.
- ✓ צורת מגש צריכה לאפשר חיבור למכונות בתחנות עבודה שונות, כולל מכונות השחזה, שטיפה וסימון בלייזר.
- ✓ תכולת מגש היא ל-30 עד 50 כלים בהתאם לקטרים.
- ✓ עלות ייצור סדרתי למגש צריכה להיות באיזור ה-300 שקל.
- ✓ המגש יוצר מחומר גלם שאינו סופג גלי אולטראסאונד ועמיד בשאר תנאי ייצור הכלים. עדיפות תינתן לנירוסטה 316 או פלסטיקים ממשפחת הבקליט.
- ✓ צורת מגש תאפשר זרימה חופשית של נוזלים במהלך תהליך שטיפת הכלים.
- ✓ צורת המגש תאפשר ניצול מלא של שטח סימון של מכונה לסימון בלייזר (170x170 מילימטר) ותתאים למהלך העבודה של המכונה בציר אנכי Z (250 מילימטר).
- ✓ המגש יכלול מנגנון שיאפשר אוריינטציה נכונה של כלים בקטרים קטנים בתוכו.
- ✓ המגש יכלול מנגנון שיאפשר שינוי מצב דפינת הכלים ממצב אנכי למצב אופקי ללא שימוש באמצעים מיוחדים וללא פגיעה בכלים.
- ✓ המגש יכלול מנגנון לנעילת/תפיסת הכלים בתוכו במהלך שינוע וביצוע כל פעולה אחרת שלא דורשת נידודת הכלים.

### האתגרים

- ✓ פיתוח מנגנון מעבר של הכלים ממצב אנכי למצב אופקי לקראת שלב הסימון בלייזר וחזרה למצב אנכי בסיום שלב זה.
- ✓ פיתוח מנגנון לקביעת האוריינטציה של כלים בקטרים קטנים. (4-8 מ"מ).
- ✓ בחירת חומר גלם שיתאים לשימוש בתנאים של תחנות עבודה שונות.
- ✓ ממשקיות – מציאת צורה ודרך בה המגש האוניברסלי יתחבר למכונות בתחנות עבודה השונות במפעל ויתפקד בצורה מיטבית.
- ✓ התמודדות עם כלים בטווח קטרים רחב (4 - 20 מ"מ).
- ✓ התמודדות עם צורות וגבהים שונים של כלים.
- ✓ הורדת משקל המגש עד כמה שניתן.
- ✓ עיכוב בייצור אב טיפוס.