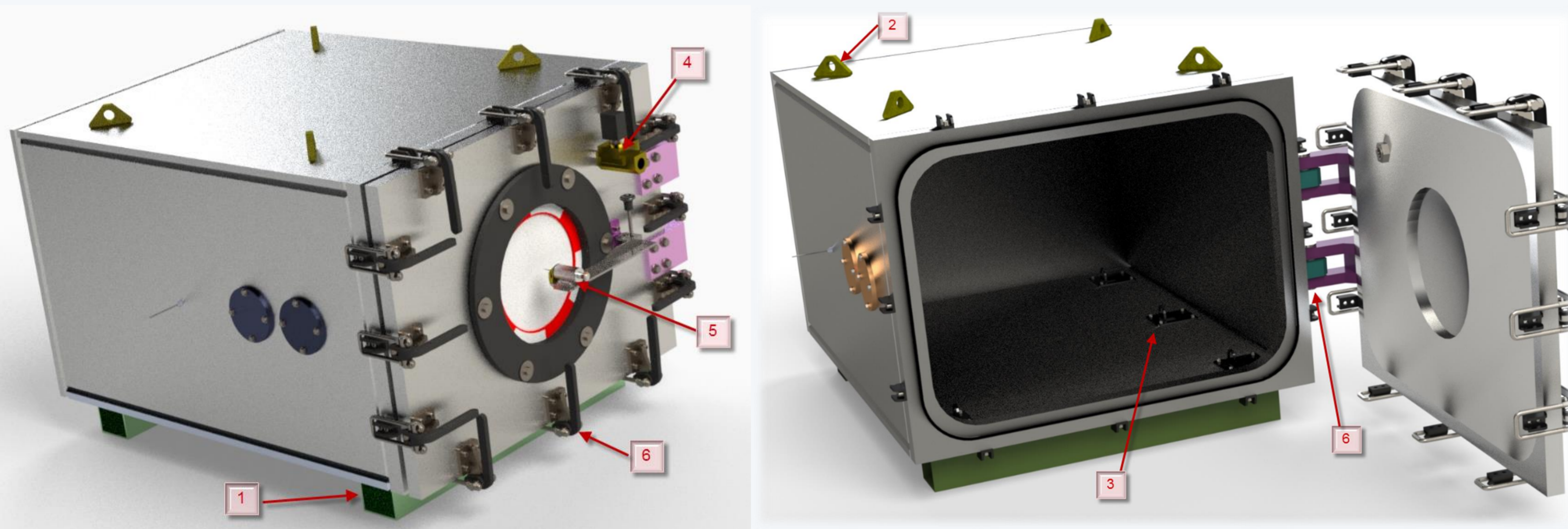


תיאור המוצר / הפרויקט

התא משמש לביצוע בדיקות Decompression של רכיבים בעלי גדלים לא ידועים ובמשקל של עד 100 ק"ג. על מנת לעמוד בדרישות המשקל, הנפח והמאמצים החומר הנבחר לייצור התא הינו **Aluminum 6061-T6**. משקל התא הכולל הינו כ- 350 ק"ג.

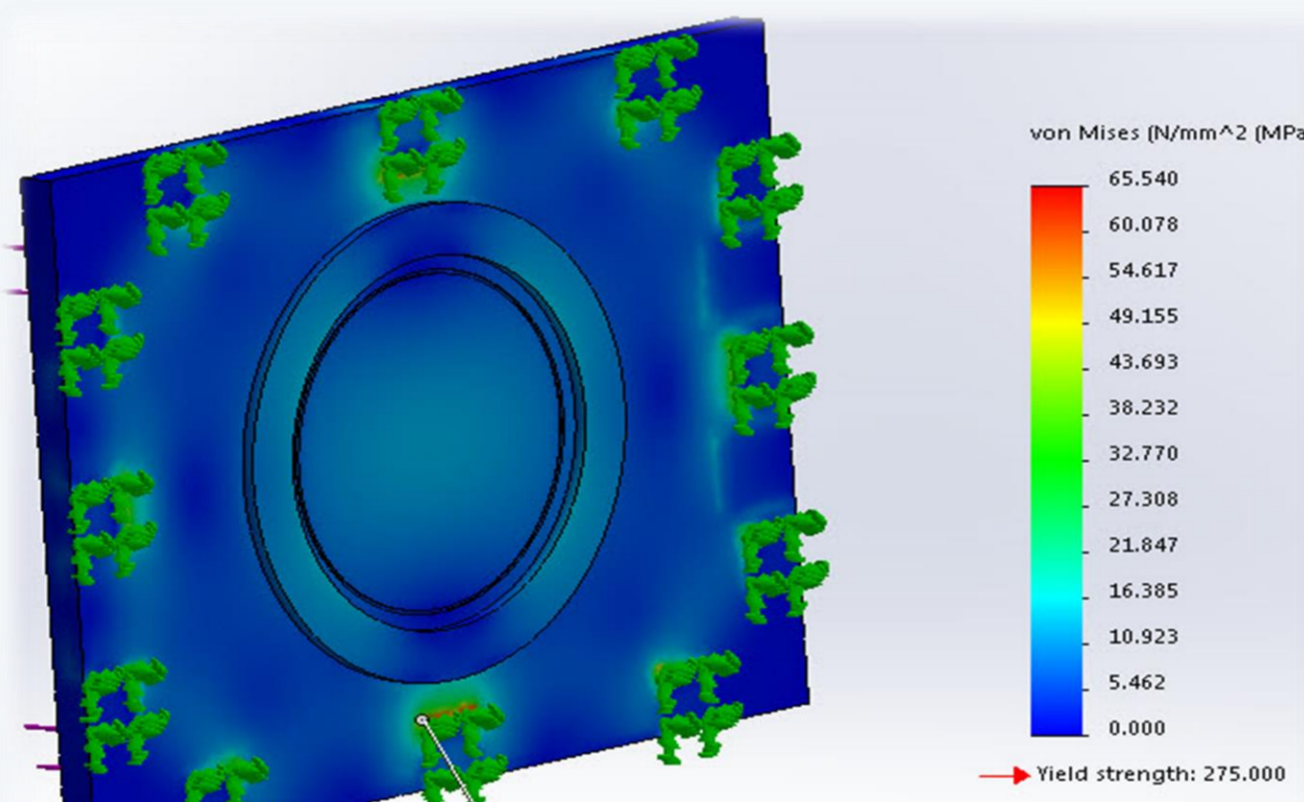
מרכיבי תכן התא:

1. מבנה תיבתי - מאפשר ניצול מקסימלי של נפח התא החיצוני שבתוכו ממוקם ובדיקת רכיבים בגדלים מקסימיים.
2. אוזני הרמה ופרופילי הגבהה - משמש להרמה התא על ידי עגורן ושינועו באמצעות מלגזה.
3. טבעות קשיחה - מיועדות לקיבוע הרכיבים הנבדקים באמצעות אמצעי העמסה.
4. ברז חשמלי - מאפשר את השוואת הלחצים בין התאים בתחילת תהליך הבדיקה.
5. מנגנון פריצה - מכיל סולנואיד חשמלי המנקב ממברנה עשויה פרגמנט על מנת לייצר את השוואת הלחצים המהירה. זמן השוואת הלחצים נקבע לפי גודל פתח הפריצה וניתן לשליטה על ידי החלפת פלטות הממברנה.
6. דלת התא - פתיחה וסגירת הדלת מתבצעת באמצעות ציר אובלי לטובת איטום סימטרי של התא. הידוק הדלת מתבצע באמצעות 12 לאצ'ים זוויתיים אל מול אטם.

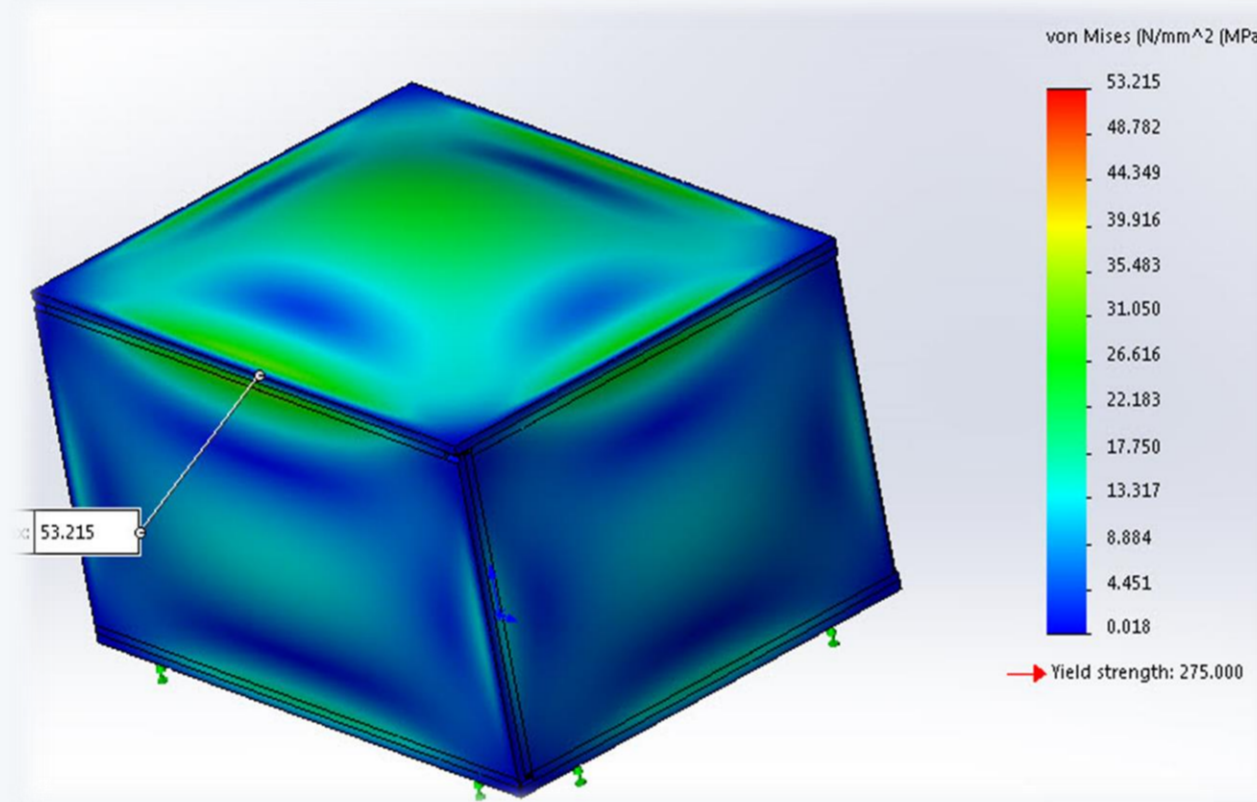


תוצאות הבדיקות והאנליזות

דרישות הלקוח הן מקדם ביטחון 2 לכניעה ו-4 לכשל. כמו כן עבור אמצעי ההרמה נדרש מקדם ביטחון 6 לכניעה ו-10 לכשל. להלן מספר דוגמאות לאנליזות שבוצעו לצורך בחינת תכן התא והמאמצים שמופעלים עליו:
אנליזה עבור דלת התא:



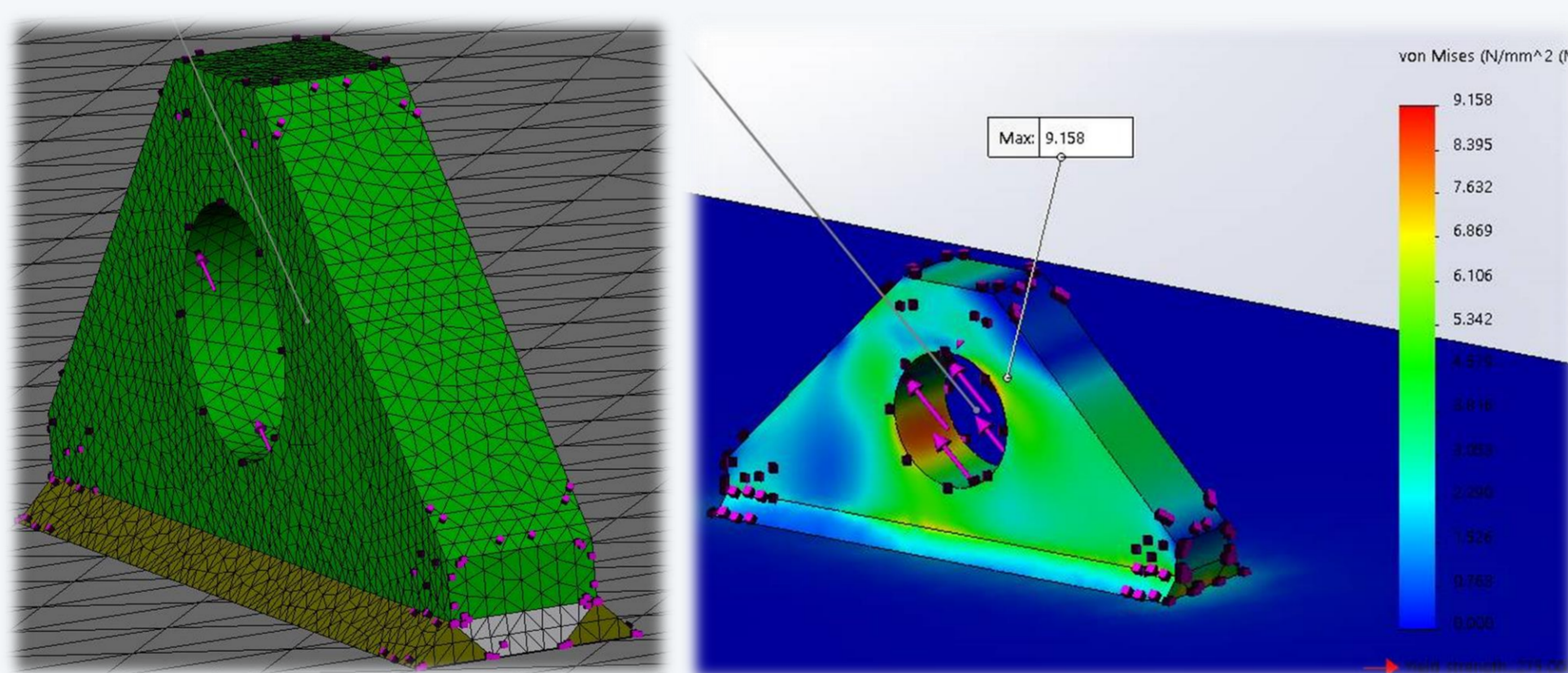
בחינת המאמצים המתקבלים על דלת התא בעת הפעלת עומס מקסימלי אל מול עיגוני הלאצ'ים.



בחינת עמידות עובי דופן התא, והמאמצים המתקבלים בריתוך בין הפלטות המרכיבות את גוף התא.

עבור אוזני ההרמה:

בחינת עמידות אוזני ההרמה המרותכות לחלק העליון של התא. הפעלת עומס המתחלק על 2 אוזניים ושווה למשקל התא כולל משקל רכיב מקסימלי (+100 ק"ג). בחינת עמידות הריתוך והמאמצים הפועלים עליו.



שימוש במספר אלמנטים מתאים עבור האזורים הנבחנים בהתאם לגודלם.

האתגרים

- אפיון הזרימה במהלך פריקת הלחץ עד להוצאת גרף המתאר את הקשר בין זמן הפריצה לגודל פתח הפריצה על מנת לאפשר ללקוח לשלוט בזמן בדיקת Rapid Decompression.
- שמירה על אטימות התא ולצורך כך מתבצעת בדיקת אטימות לאחר ייצור התא על ידי הכנסת לחץ של 3 אטמוספירות (פי 3 מהפרש הלחצים בפועל) לתא למשך של לפחות 30 דקות.

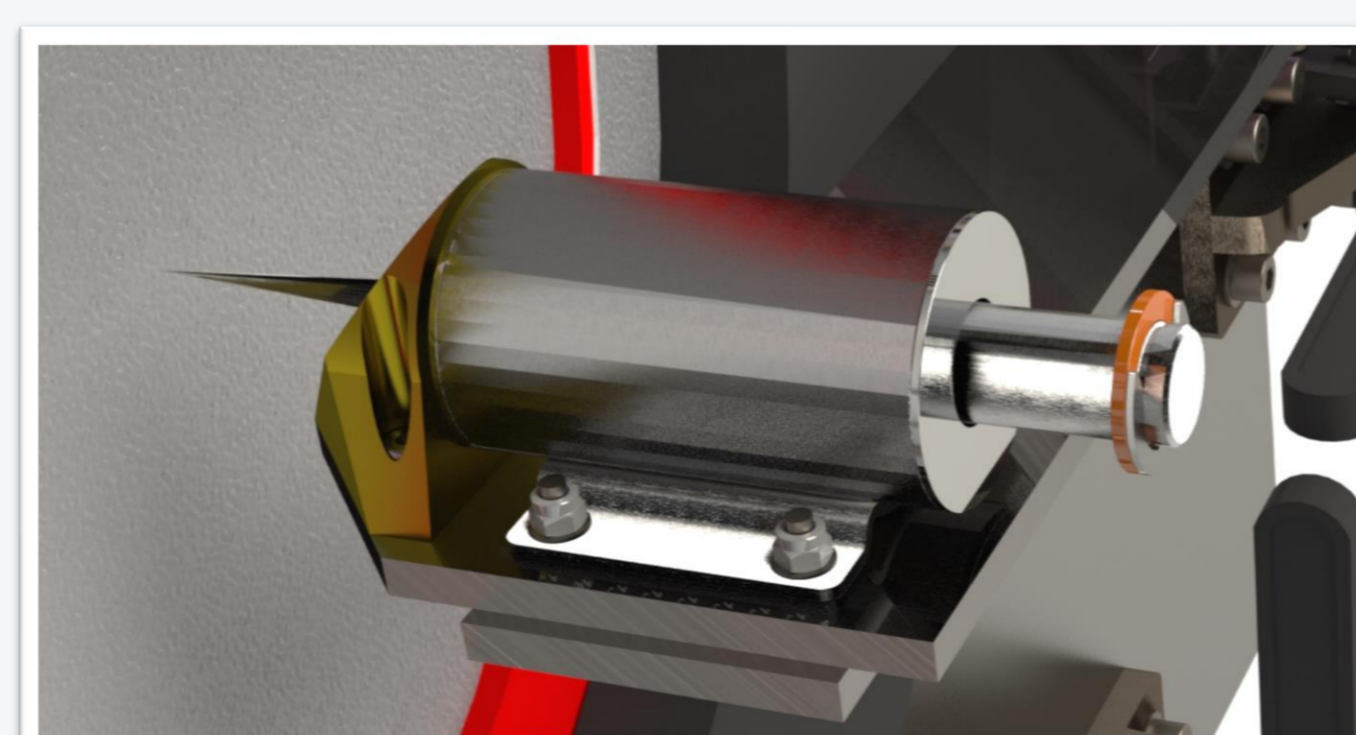
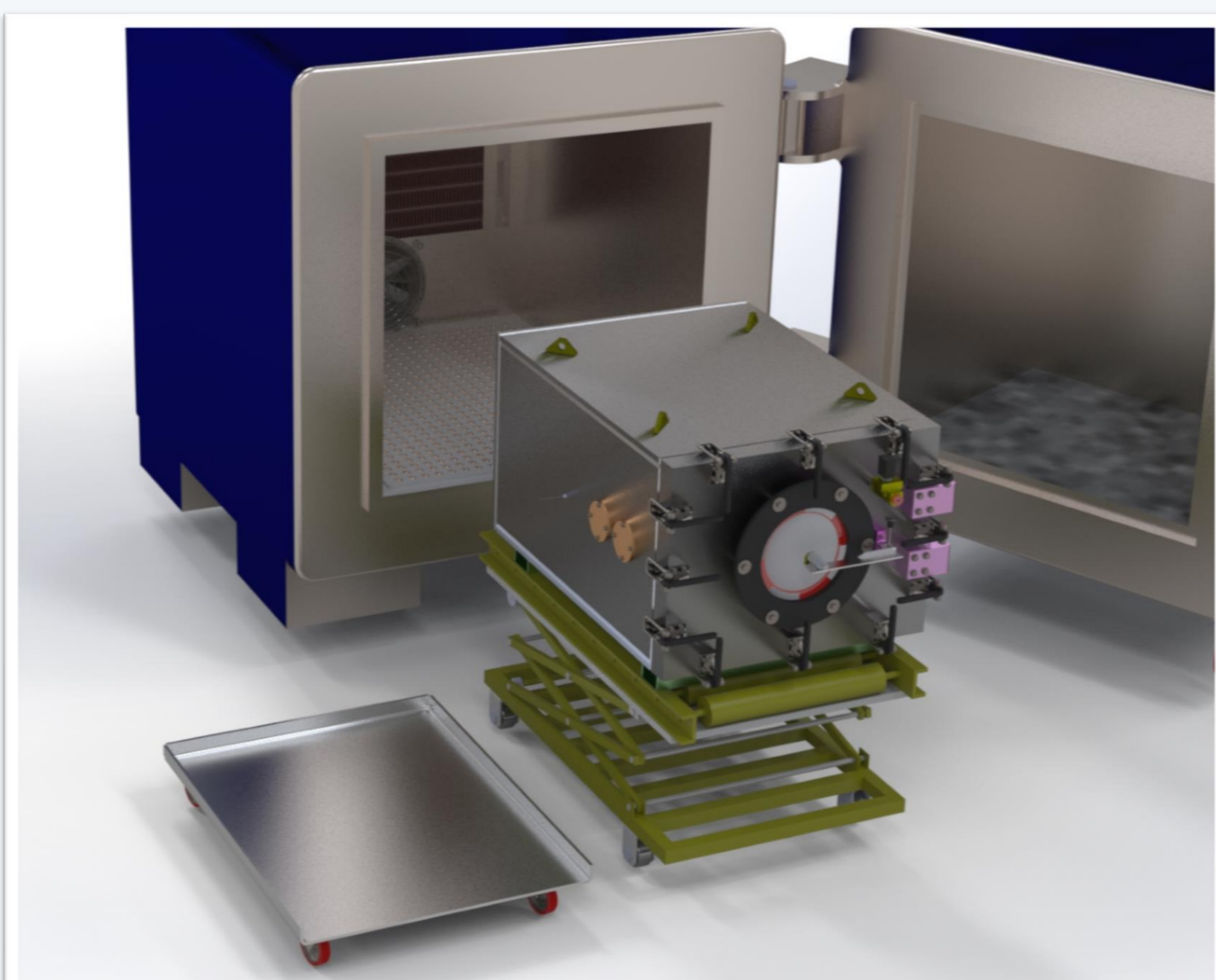
תודות

הלקוח - מר רועי סויסה.

המנחה הפרויקט - ד"ר יהודה רוזנברג.

מהנדס ייצור - מר כפיר כהן.

מרצה הקורס - ד"ר חגי במברגר.



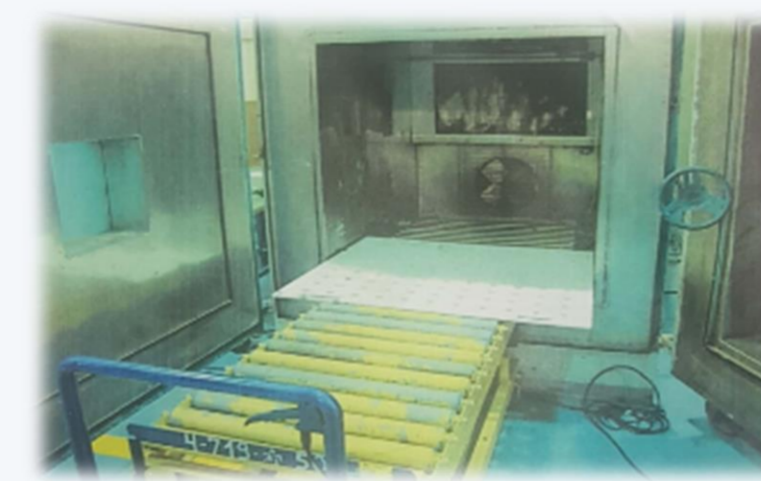
תקציר

מטרת הפרויקט הינה תכנון, פיתוח וייצור תא המדמה ירידת לחץ מהירה עבור בדיקות גובה Rapid and Explosive Decompression למוצרים שונים.

התא מיועד לשימוש במעבדת תנאי סביבה ברפאל, כאשר במהלך הבדיקה נדרש לוודא כי לא נוצרים סדקים ודפורמציות מבוניות במוצר הנבחן, וכן שבזמן הפריצה ואחריה המוצר שומר על תפקודו הפונקציונאלי.

במהלך הבדיקה התא הנ"ל מוכנס לתוך תא גובה גדול יותר הקיים במעבדה, שואבים את האוויר משני התאים ע"י מערכת הואקום של התא החיצוני עד לתת לחץ של 750 מיליבר. ברגע זה, סוגרים את הברז החשמלי המשמש כפתח להשוואת הלחצים ההתחלתית ושואבים את האוויר מהתא החיצוני עד ללחץ של כ- 70 מיליבר. כעת קיים הפרש לחצים בין התא החיצוני לפנימי. באמצעות ניקוב ממברנה מתבצעת השוואת לחצים מהירה לתת לחץ של כ- 180 מיליבר.

מהירות השוואת הלחצים נמצאת בטווח של 0.1-15 שניות וניתנת לשליטה ע"י בחירת הפתח בגודל המתאים לזמן הדרוש.



#	פעולה	תא גובה חיצוני	תא פנימי
1	אקלום לטמ' הרצויה	-20°C	-20°C
2	המראה	750mbar	750mbar
3	סגירת התא הפנימי	750mbar	750mbar
4	נסיקה	70mbar~	750mbar
5	התייבבות	70mbar~	750mbar
6	פתיחת התא הפנימי	180mbar	180mbar

-20°C, 180 mbar

-20°C
180mbar

-20°C, 70 mbar

-20°C
180mbar

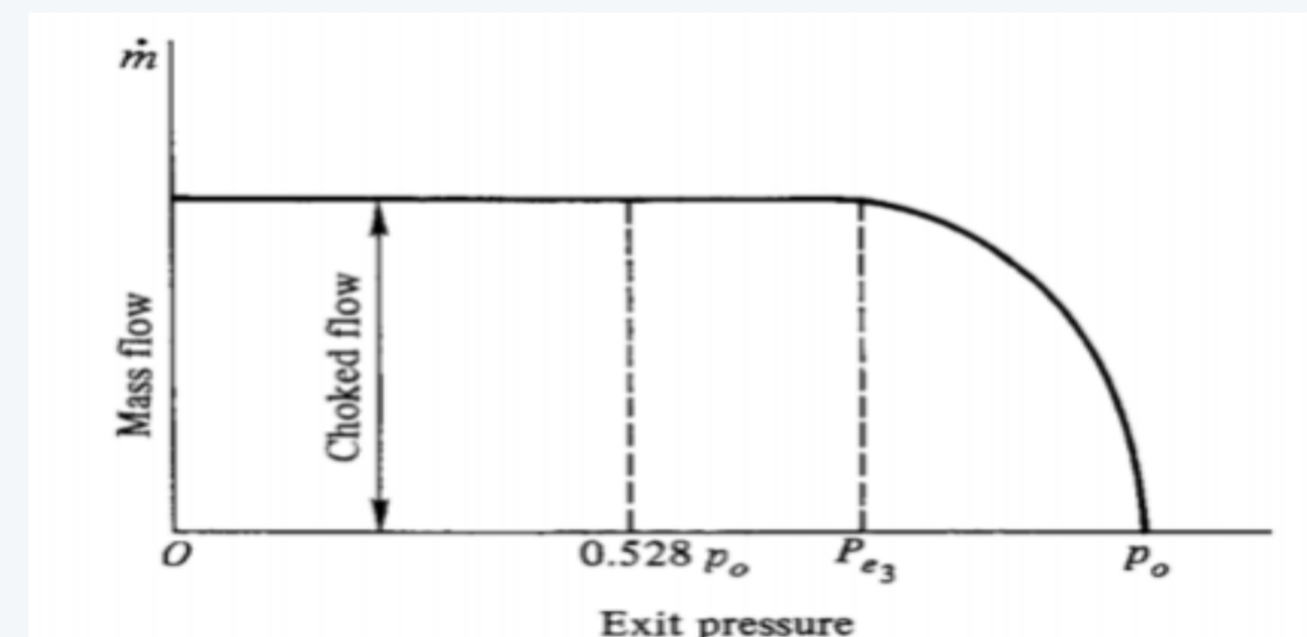
רקע תיאורטי

באת המתואר מתרחשת זרימה מהירה של אוויר (זרימה דחיסה) מלחץ גבוה לנמוך. מהירות הזרימה משפיעה על אופייה.

זרימה דחיסה הינה תחום במכניקת זורמים שצפיפותם משתנה באופן משמעותי תחת שינויי לחץ. אחת התופעות הבולטות בזרימה דחיסה היא זרימה חנוקה (Choked flow).

זרימה חנוקה מתרחשת כאשר זורם עובר דרך הצרה לאזור עם לחץ נמוך יותר. כאשר זורם נע מלחץ גבוה לנמוך מהירותו גדלה. מעבר לגבול מסוים מתרחשת זרימה חנוקה וספיקת המסה לא תגדל עם הקטנת הלחץ במורד הזרם.

עבור אוויר, במידה ויחס הלחצים הנ"ל קטן מ-0.528 הזרימה חנוקה ולהיפך. בבדיקה המתוארת מרחשת זרימה חנוקה בתחילת תהליך עד לשלב מסוים.

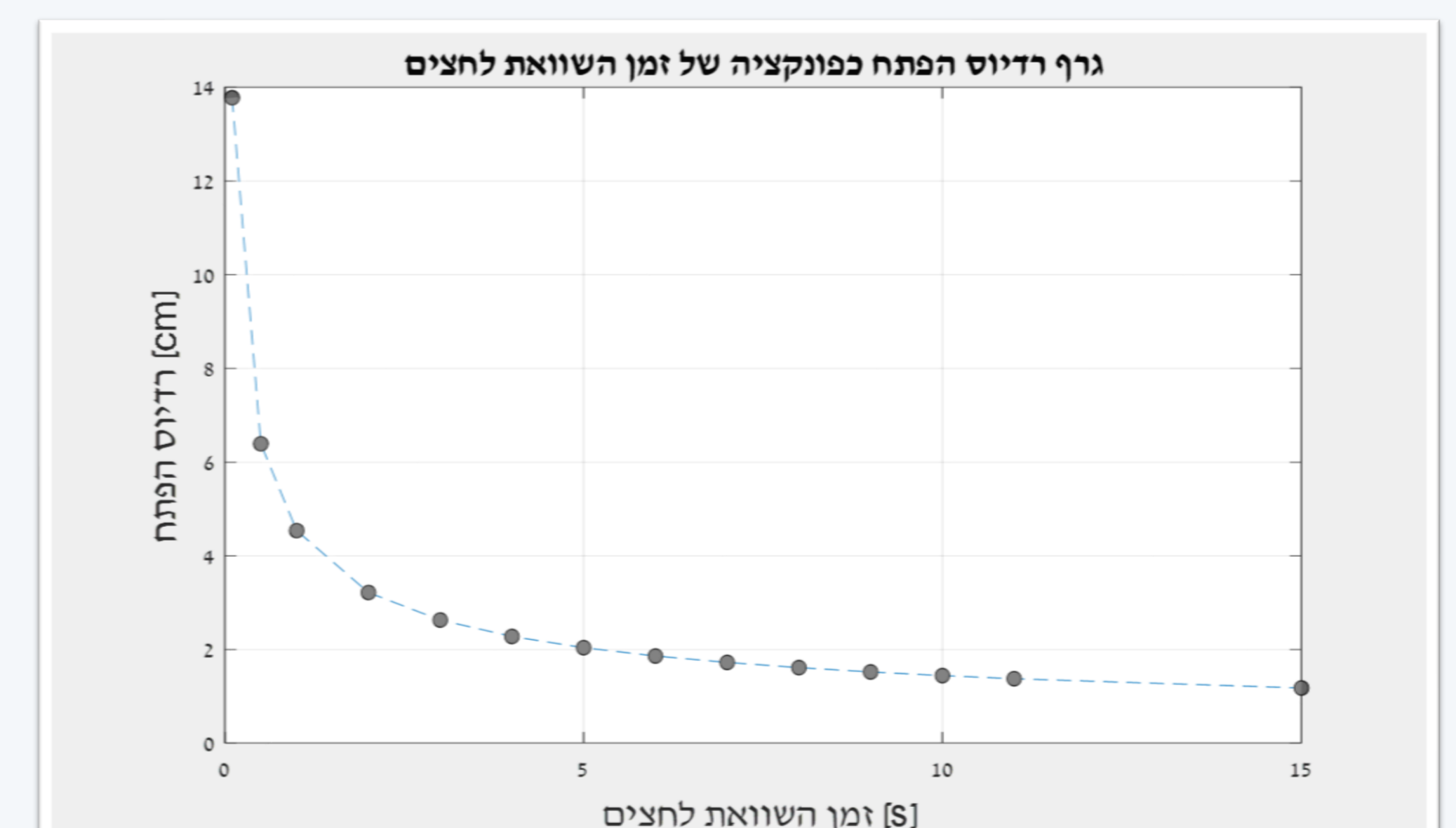


$$\frac{P_{out}}{P_{in}} < \left(\frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa - 1}} = 0.528$$

$$\kappa = 1.4$$

ספיקת מסה בזרימה חנוקה כתלות בלחץ במורד הזרם כאשר הלחץ והטמ' במעלה הזרם קבועים, ספיקה הולכת וגדלה עד הגעה ללחץ קריטי

בעזרת שימוש ב-MATLAB בוצעו חישובי זרימה עבור מקטעי זמן קטנים למציאת פרמטר הזרימה החנוקה. לאחר מספר רב של איטרציות עבור שטח פריצה משתנה ודרישה לזמן השוואת לחצים מסוים קיבלנו את הגרף הבא המתאר את הקשר בין זמן פריקת הלחץ כתלות בקוטר פתח הפריצה:



זמן השוואת לחצים [s]	0.1	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	15
קוטר הפתח [mm]	275.59	127.86	90.80	64.38	52.61	45.58	40.79	37.24	34.48	32.27	30.42	28.86	27.52	23.56

דרישות לקוח עיקריות

- משקל התא עד 400 ק"ג (תא גובה חיצוני יכול לשאת עד 500 ק"ג, גוף נבחן עד 100 ק"ג).
- גודל התא החיצוני המאחסן הינו 2500X1200X1200 מ"מ ולכן גודל התא המתוכנן נדרש להיות קטן יותר.
- המתקן יאפשר הכנסת גוף בעל ממדים מקסימיים ככל הניתן.
- יצירת תת לחץ באופן מהיר, בין 0.1 ל-15 שניות עבור מפל לחצים של [mBar] 180-750.