נחיר וקטורי ומבער אחורי – פרויקט סטודנטים

מנחה: פרופ' ישעיהו לוי

חברי הקבוצה:

דורין אבסעיד

תמיר בן נחום

אלון דהאן

יונית זסלבסקי

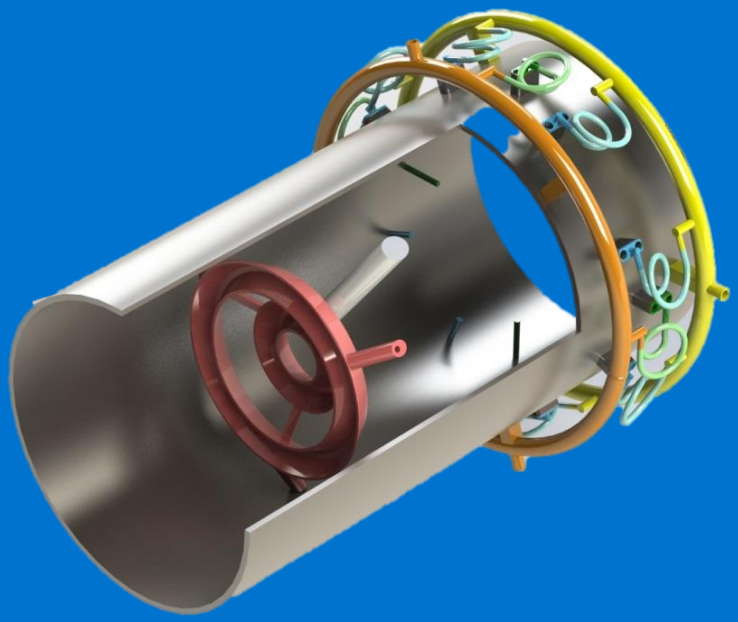
תומר יחזקאל

מיכאל פרסמן

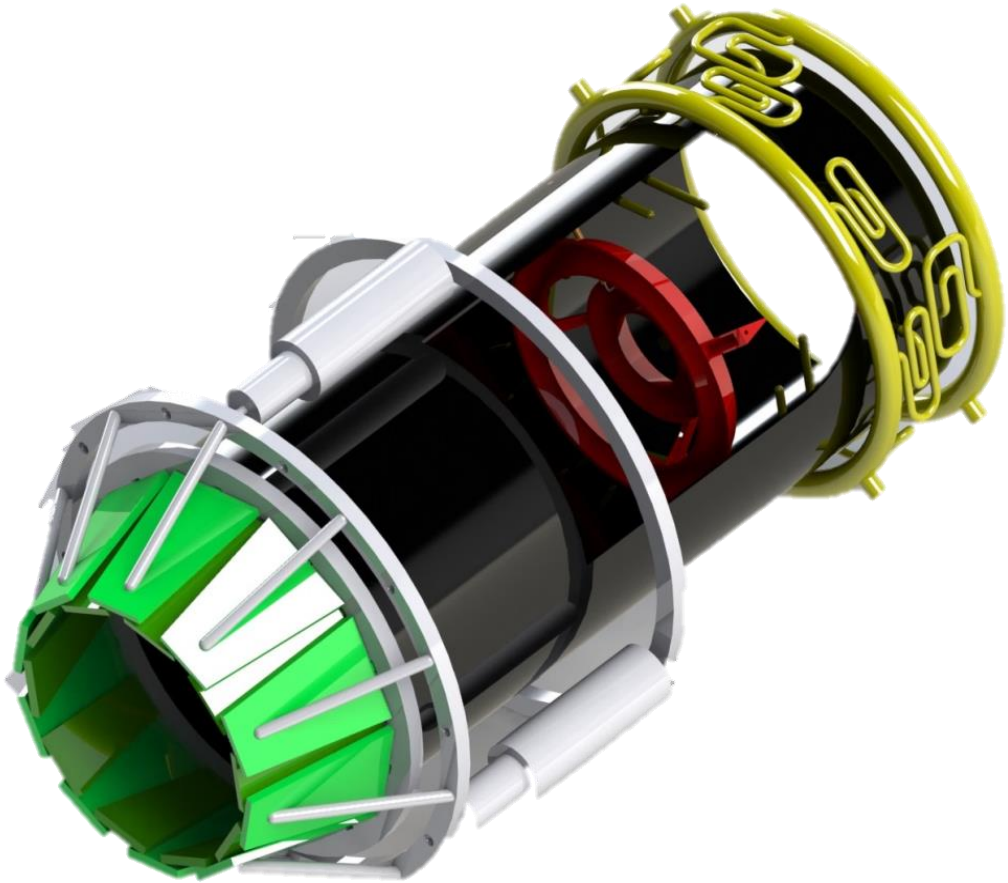
דור שטרית

מאור שקולניק

חלק ראשון - מבער אחורי



תוכן



- מבוא ומוטיבציה לפרויקט
- מטרת הפרויקט ודרישות כלליות
- תכן מפורט מבער אחורי
  - תכן רכיבי המבער
  - אנליזות
- ניסויים – מבער אחורי:
  - הזרקת דלק
  - ניסוי בעירה
- תוצאות ומסקנות הניסויים

מוטיבציה

יתרונות פעולת מנוע עם מבער אחורי:

- **<u>טמפ' יציאה גבוהה יותר ⟵ מהירות יציאה גבוהה יותר ⟵ דחף גדול יותר!</u>**

ומכאן:

- תוספת זריזות
- יכולות תמרון והמראה ממסלול מקוצר
- האצה לקראת מטרה

חסרונות:

- דורש שטח חתך יציאה של הנחיר על מנת לא לחנוק את הזרימה ולגרום להזדקרות של המנוע
- מגדיל את תצרוכת הדלק הסגולית

מטרות ודרישות

- מבער אחורי:
  - תוספת דחף של כ $100[N]$ (35%)
  - מינימום הפסדי לחץ סטגנציה
  - נצילות גבוהה בהשוואה למבערים קיימים
- קריטריונים:
  - בעירה יציבה
  - מימדים ריאליים ביחס למימדי המנוע הקיים.

התכן שהתקבל:

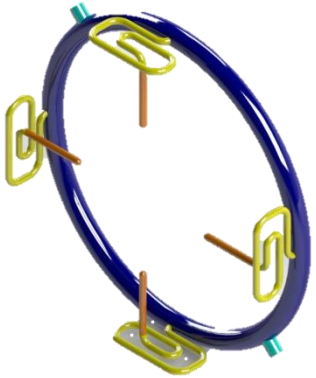
- מבער:

- **אוחזי להבה:** בשיטת בחירת חלופות, נבחרו שתי טבעות בעלות חצי זווית פתיחת ה-V של 30°

- **מזרקים רדיאליים**

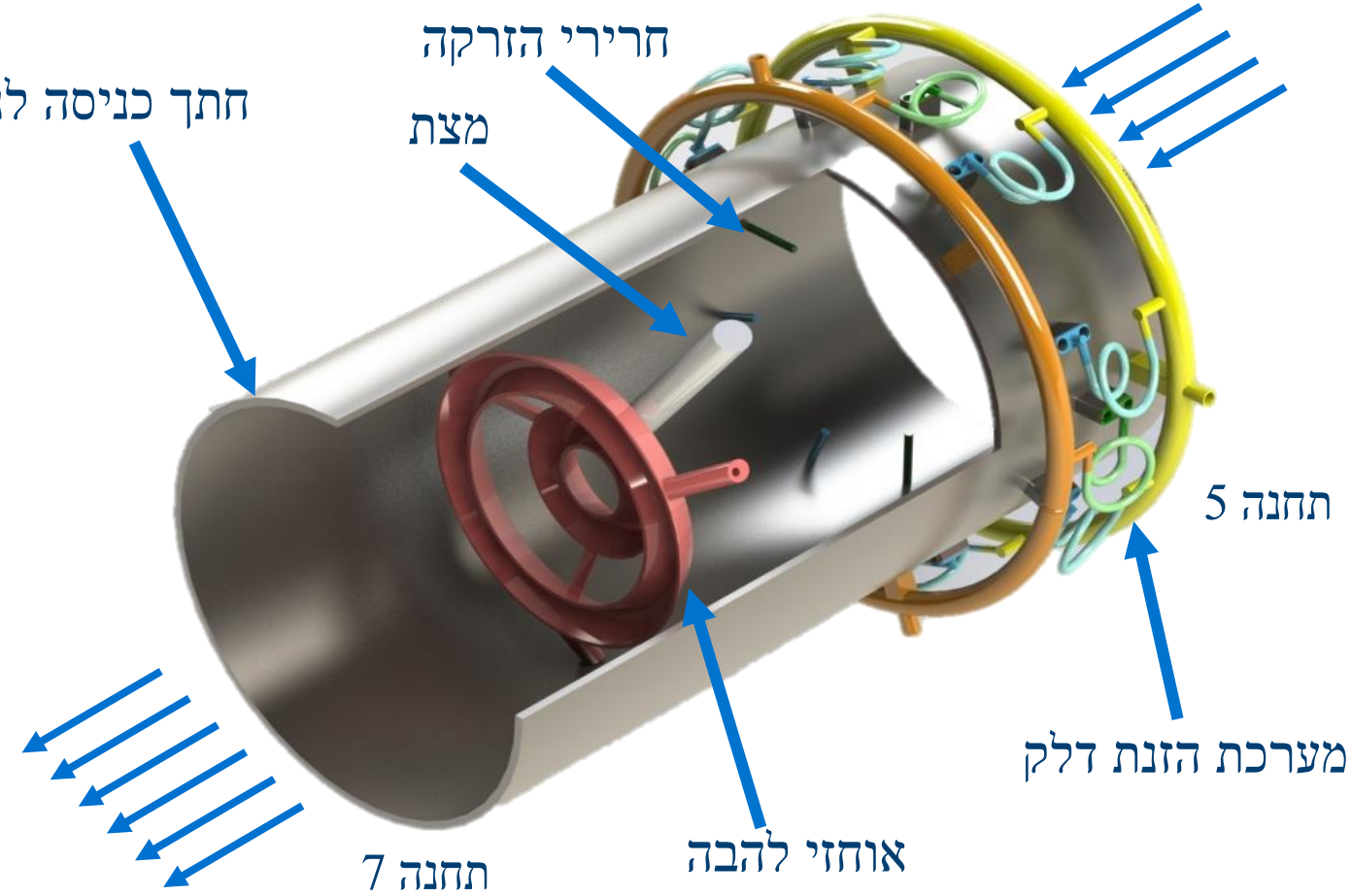
- **מנגנון הצתה:** הצתה בעזרת ניצוץ חשמלי (Spark).

- **מערכת הזנת הדלק:** מערכת עצמאית ממערכת המנוע.



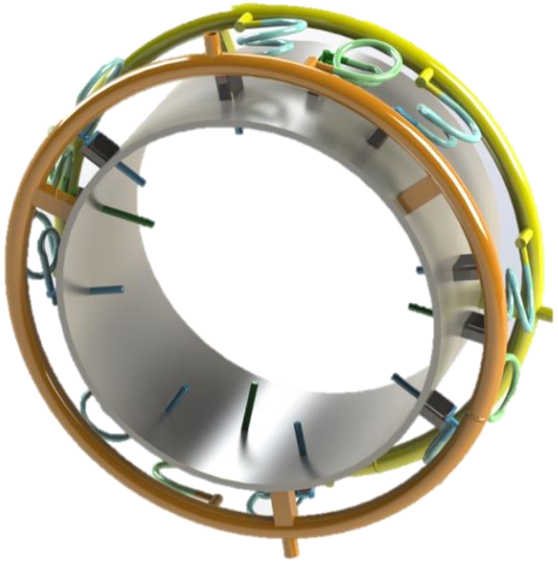
מבער אחורי – סכמה כללית:

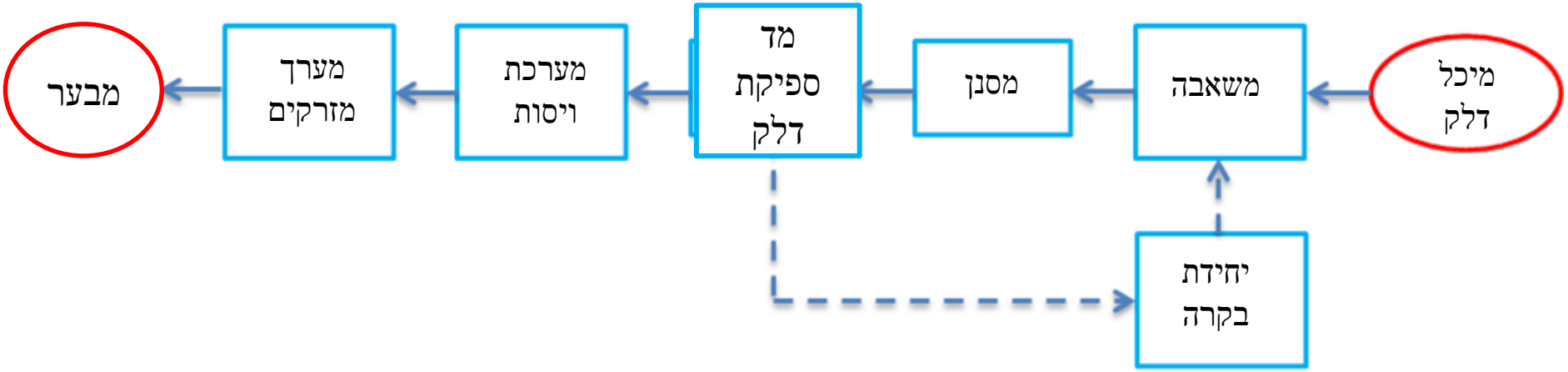
רכיבי המבער כפי שנבחרו בתכן הראשוני:



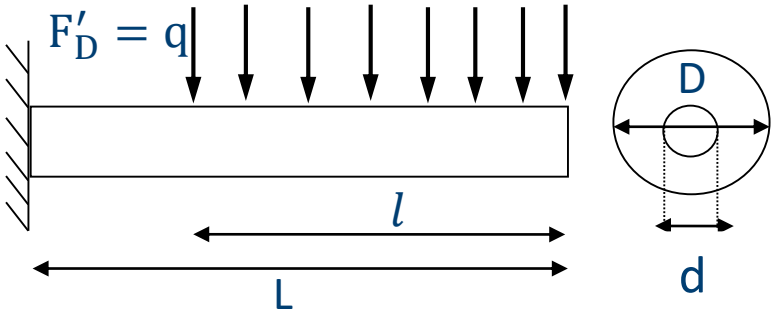
מבער אחורי – מערכת הזנת הדלק:

- מורכבת מארבעה תחומים עיקריים:
  - משאבת הדלק
  - מערכת ויסות
  - יחידת בקרה
  - מערך מזרקים





מבער אחורי – אנליזת חוזק:



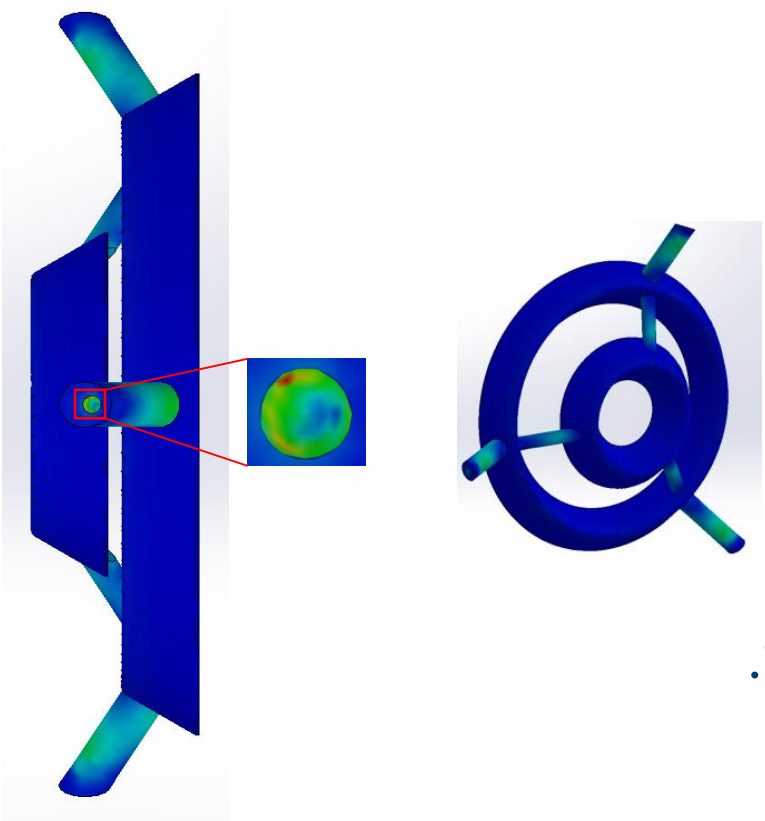
אנליזת חוזק לשני רכיבים עיקריים:

עומס על המזרקים הגליליים:

- גרר על גליל: $F_D = \frac{1}{2}\rho V^2 A \cdot C_D$

עומס על אוחזי הלהבה:

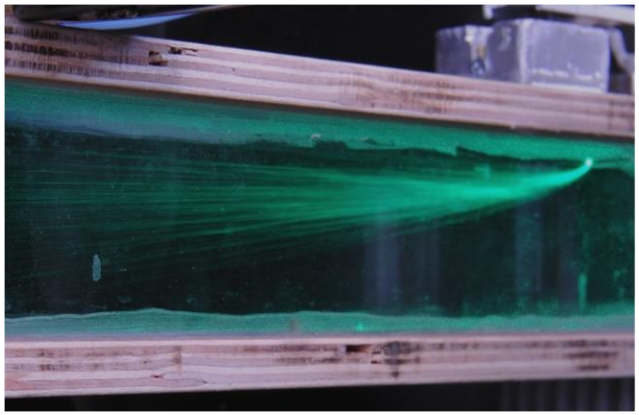
- משימוש באלמנטים סופיים, מתקבל מאמץ Von-Mises מקסימלי בחיבור לגוף.



- כתלות בטמפ' משווים למאמץ הכניעה של החומר.

מבער אחורי – הוכחת נוסחת הזרקה

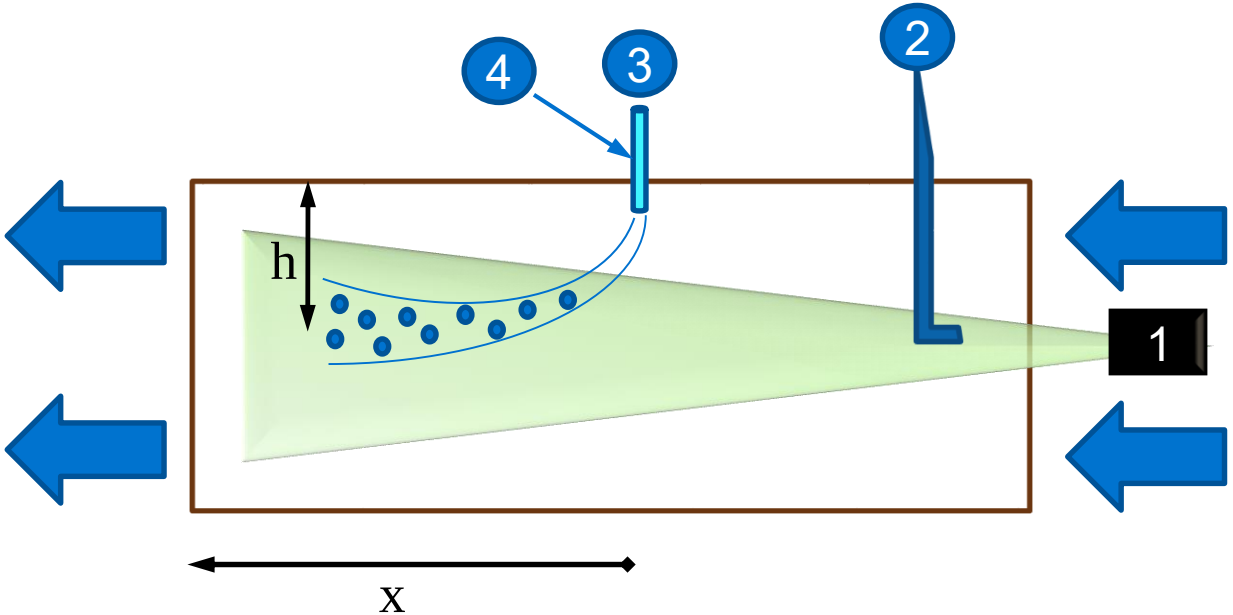
- מטרת הניסוי: הוכחת הנוסחה לעומק חדירת הסילון



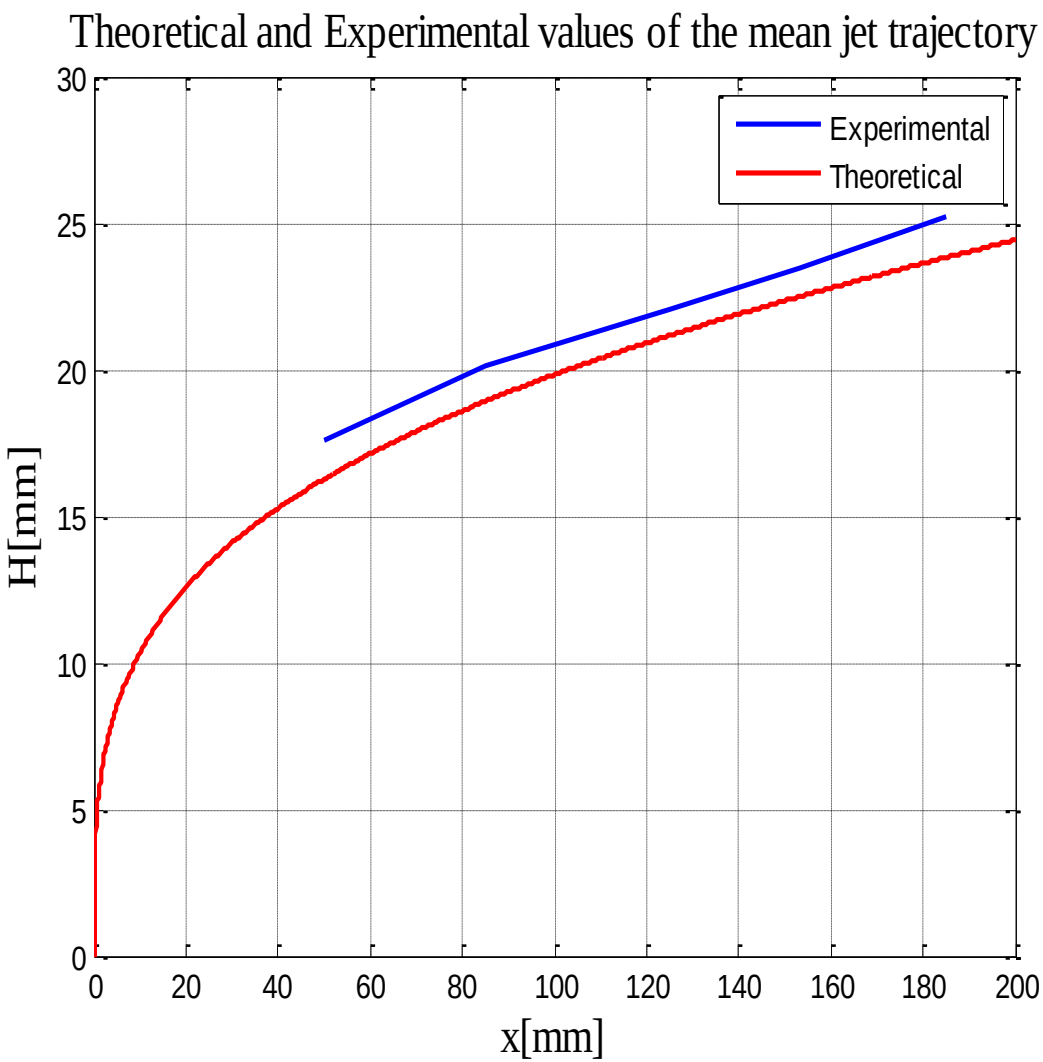
- $h = 2.05 \cdot rd_j \cdot \left(\frac{x}{rd_j}\right)^{0.28}$, $while\ r = \frac{\rho_j U_j^2}{\rho_a U_a^2}$

- מערכת הניסוי:

1. לייזר
2. צינור פיטו
3. מד לחץ
4. מזרק



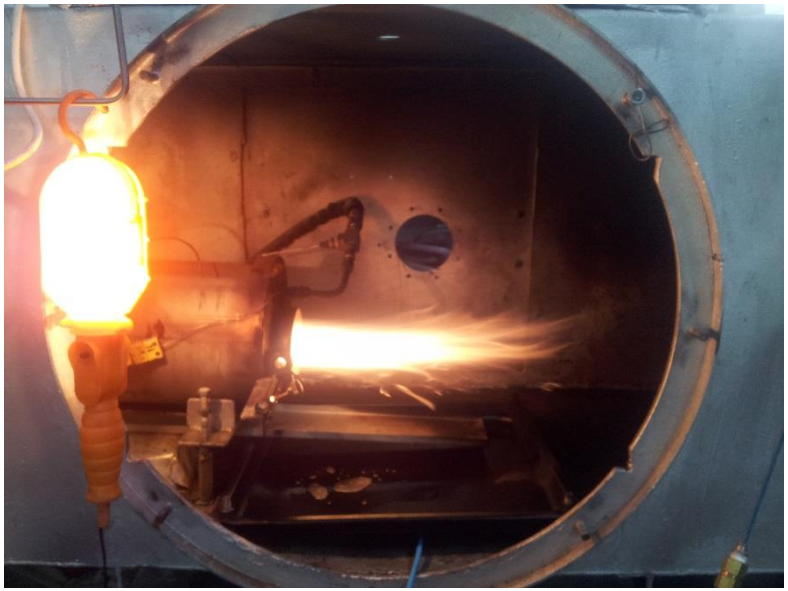
מבער אחורי – הוכחת נוסחת הזרקה



- תוצאות הניסוי:
- לאחר התחשבות בגרביטציה שגיאה מקסימלית של 8.1%

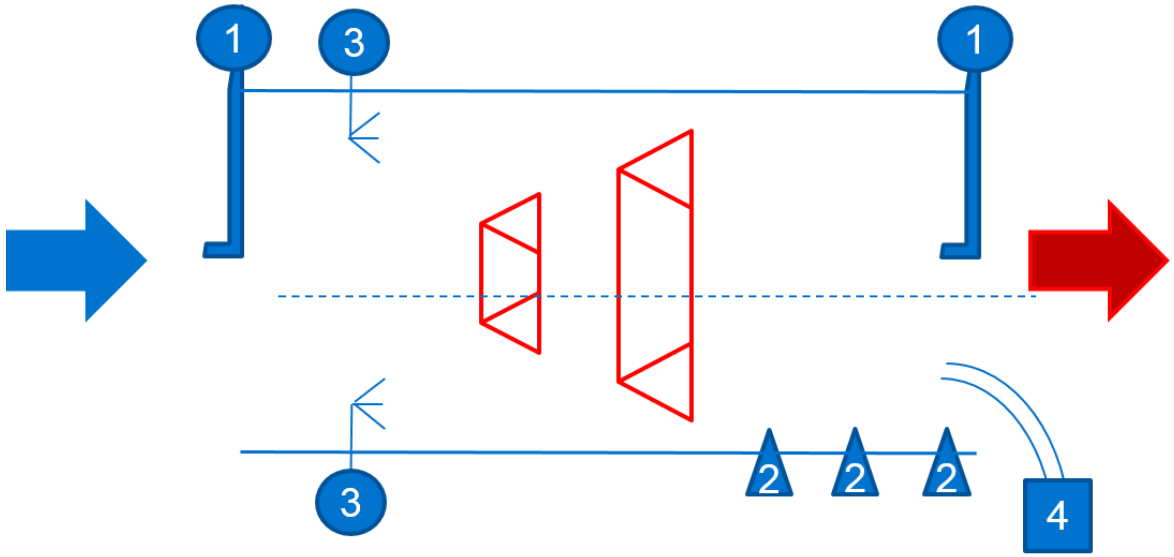
X[mm]	50	85	125	153	185
Error[%]	8.1	6.3	4.4	4.3	5.9

מבער אחורי – תכן ניסוי:

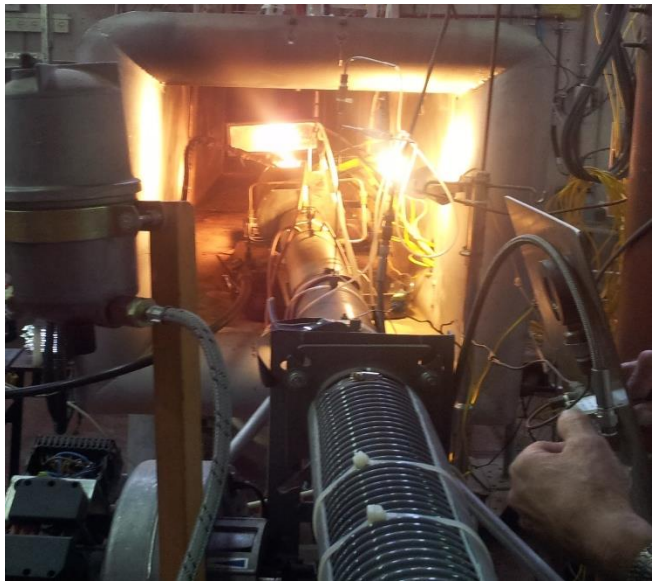


- <u>מטרת הניסוי:</u>
  - בדיקת ביצועי המבער –
    - יציבות הלהבה
    - עליית טמפרטורה
    - איבודי לחץ במבער
    - נצילות בעירה
- <u>תנאי הניסוי:</u>
  - ניסוי בטמפרטורת החדר

מבער אחורי – מערכת הניסוי:



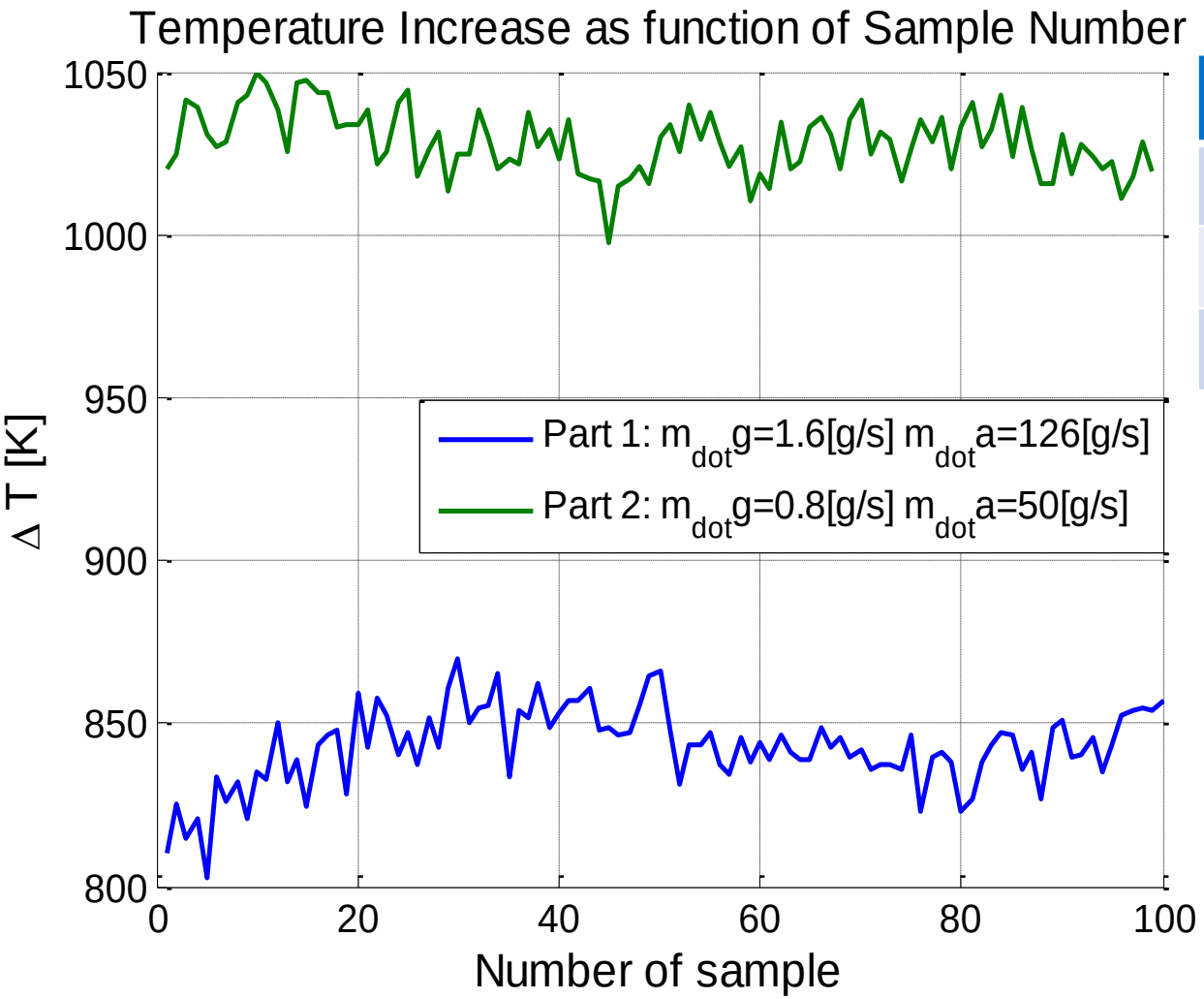
1. מד לחץ (ספיקה)
2. מדי טמפרטורה
3. מזרקי דלק
4. Gas Analyzer



מבער אחורי – הערות

- נעשתה התאמת מספר ריינולדס בין תנאי המנוע ותנאי המעבדה (ע"י שינוי ספיקת האויר במעבדה) ע"מ להעלות את מהימנות הניסוי.
- חישוב הנצילות בעזרת ה-Gas Analyzer: נצילות כימית.
- התבצע כיול של התרמוקאפלים תוך התחשבות במעבר חום בקרינה, הולכה והסעה. $T_{flow} > T_{tc}$
- בוצע חישוב זמן השהיית ההצתה עבור זורם שלא נכנס לעקבה.

מבער אחורי – תוצאות הניסוי



ערך	פרמטר
$1030K$	ΔT
0.9	η_c
$154[Pa]$	ΔP_0

$$\Downarrow$$

$$\Delta F = 100[N]$$