

# הנעת שחיין בנוזל צמיג

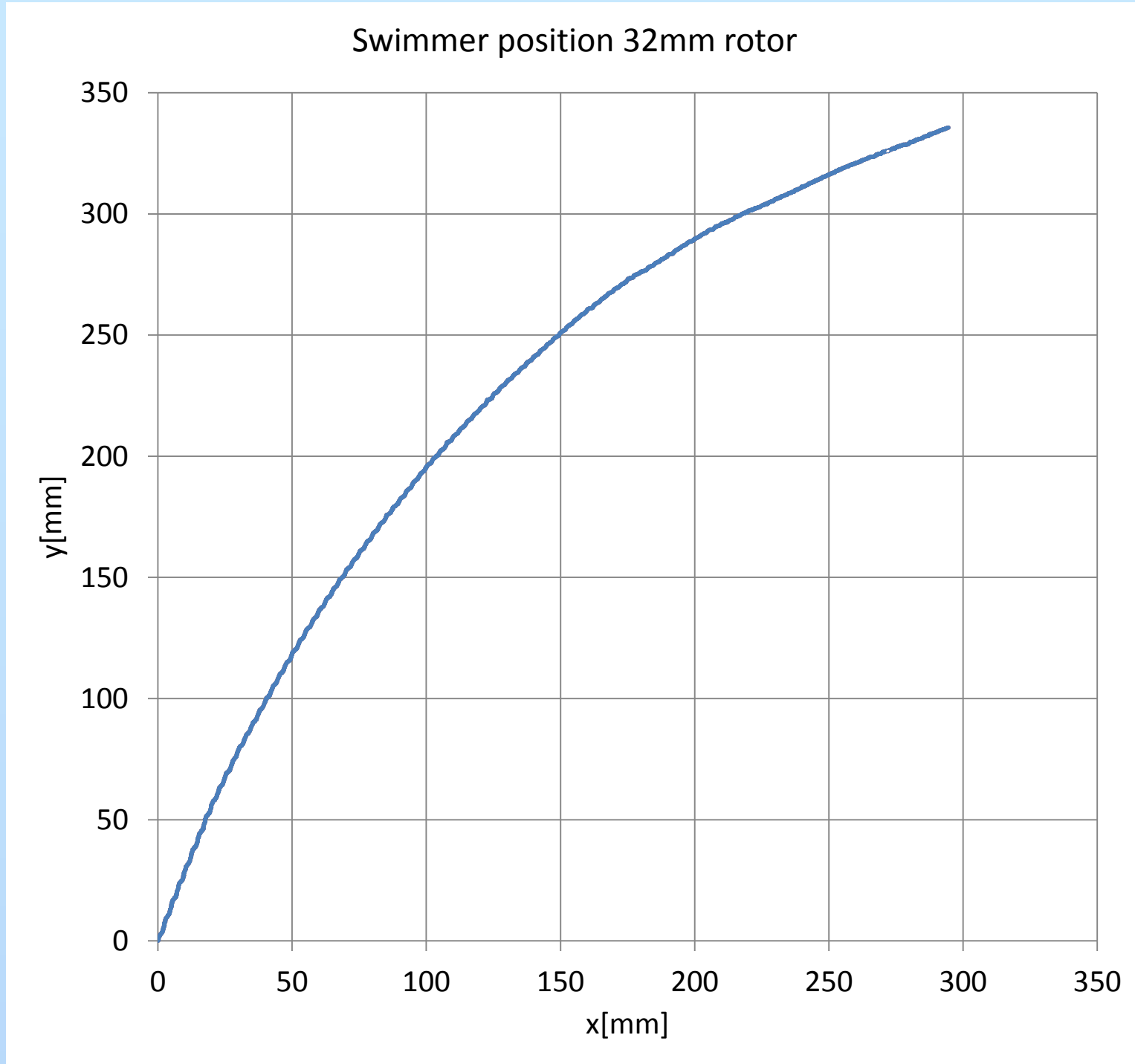
המנחה  
ד"ר יזהר אור



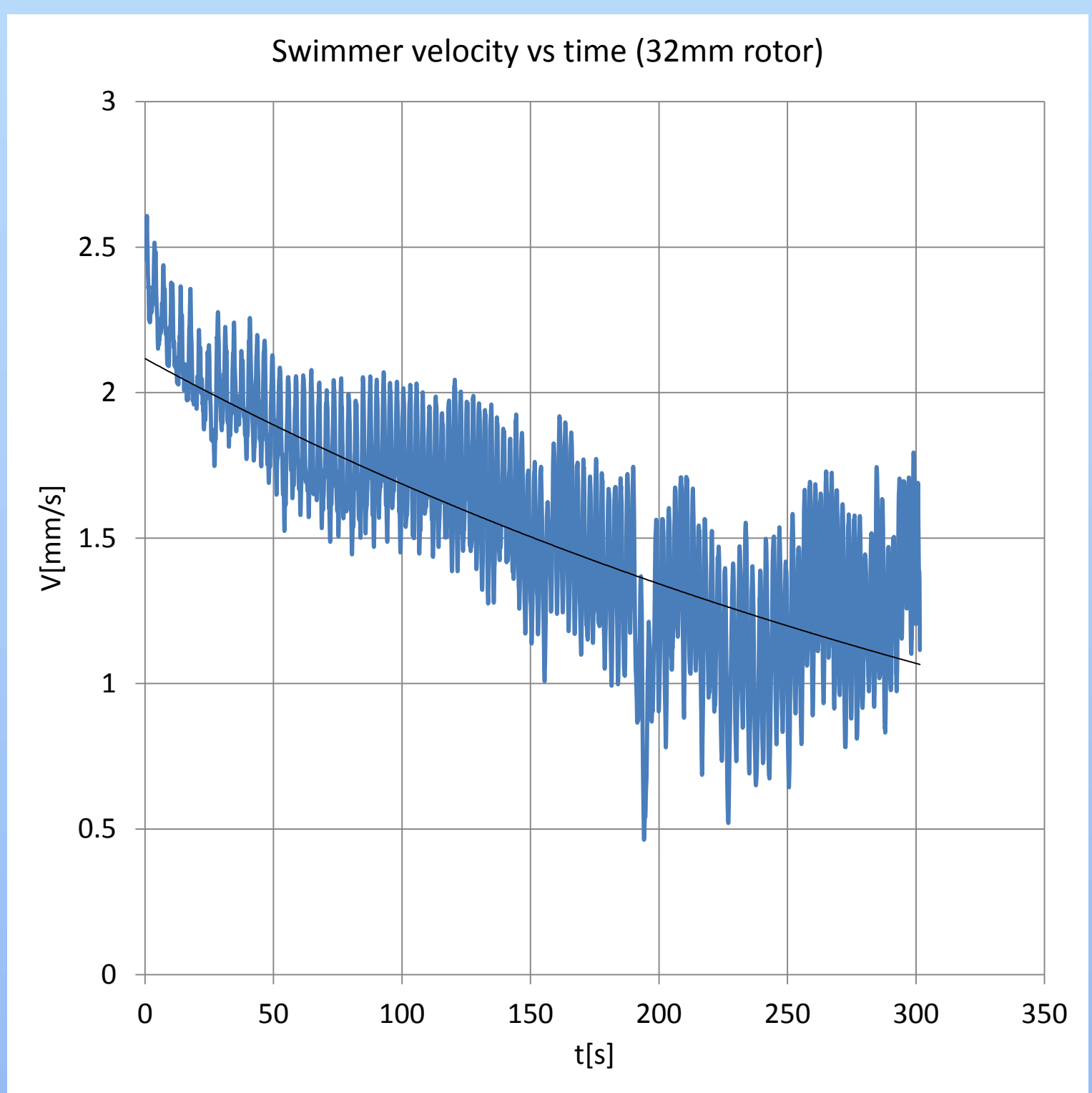
034340 פרויקט ברובוטיקה

פוזב אלכסנדר ואיגור גלפונד

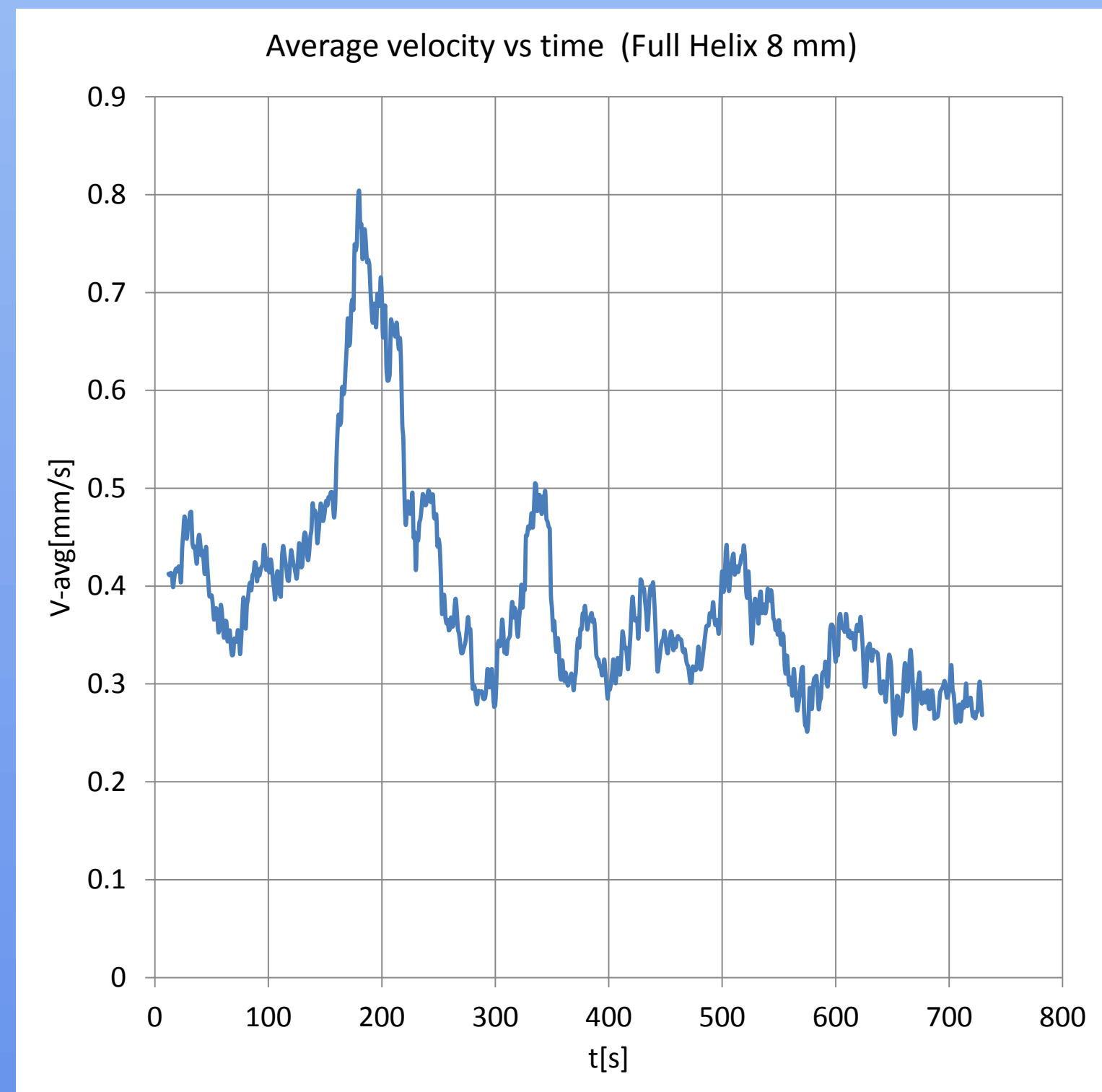
## תוצאות הניסויים



מסלול של שחיין עם רוטור, כמו מסלולים של כל המניעים הסיבוביים הוא עקומה, שרדיוס העקמומיות שלה יחסי למומנט פיתול שהם יוצרים.



מהירות קווית של שחיין המחושבת בגזירה נומרית. לכל המניעים מתקבלת תאוצה שלילית ממושכת.



כדי להנחית רעשים ניתן לסנן את התוצאות דרך מסננים מתמטיים. המהירות הקווית של שחיין עם מרחף Filt-Filt מלא סוננו ע"י

## מסקנות ביניים

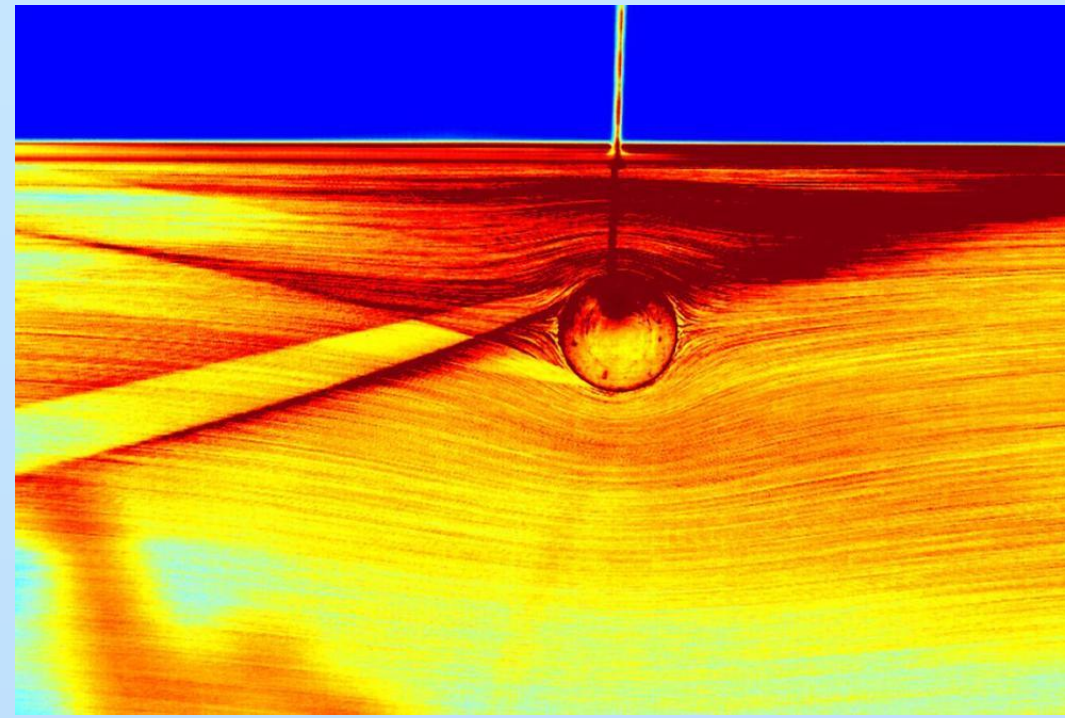
- יעקב שלילת סיבות מובהקות לירידת מהירות ממושכת, השאלה נשאר פתוחה ונצטרך מחקר נוסף כדי שנוכל לענות עליה.
- כגלגל מומנט פיתול משמעותי המתפתח בזרוע, על מנת לקבל וקטור דחף קווי טהור בדו-מימד נדרשים שני מניעים סימטריים במישור הנפרס ע"י נרמל למישור התנועה ווקטור הדחף הרצוי. לתנועה קווית בתלת-מימד דרושה מערכת של ארבע מניעים סימטריים סביב ציר הדחף הרצוי.

## תודות

רחמטולה (רומן) שמסוטינוב  
בית המלאכה במרכז ייצור ורובוטיקה  
בית המלאכה מפעל "לוג" (קיבוץ אשדות יעקב)  
"טיסן חיפה"

## רקע תיאורטי

הניסוי מבוסס תיאורטי על שיטה אמפירית של ג'ורג' סטוקס, המתארת את התנועה של גוף כדורי בנוזל עם מספר ריינולדס נמוך, המושפעת בעיקר משלושת הכוחות הבאים:



כוח הכובד  $F_g = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g$

כוח ציפה  $F_A = \frac{4}{3}\pi r^3 \tilde{\rho} g$

כוח גרר  $F_d = 6\pi\mu r v$

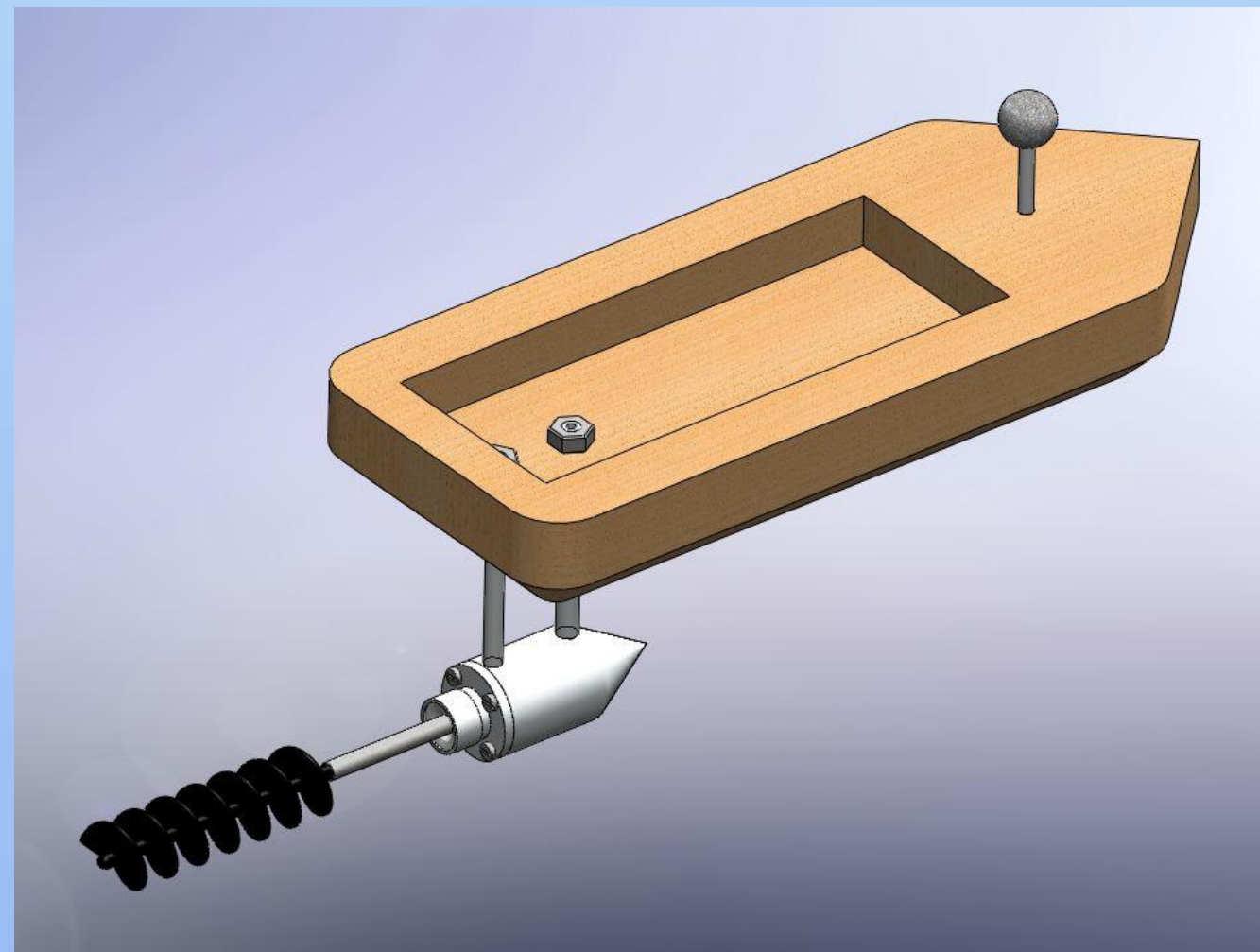
$\mu$  - צמיגות דינאמית,  $V$  - מהירות הגוף  
 $\rho$  - צפיפות הנוזל,  $\tilde{\rho}$  - צפיפות הכדור

במצב מתמיד מאזן תנע קווי  $\frac{4}{3}\pi r^3 \rho g = \frac{4}{3}\pi r^3 \tilde{\rho} g + 6\pi\mu r v$

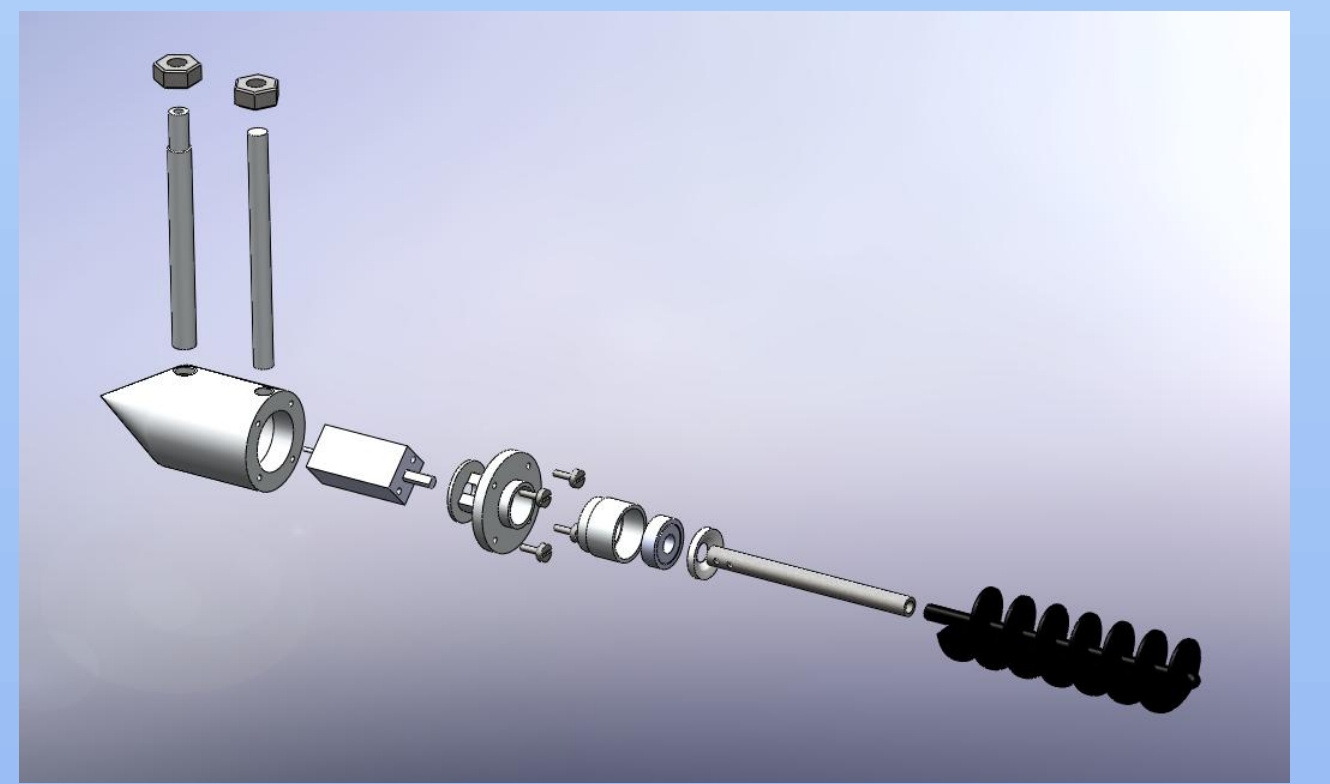
## מטרות הפרויקט

המטרה למצוא את המניע האופטימלי מבחינה אנרגטית לשחינים מסקלת מיקרו בנוזלים. לשם כך נערכים ניסויים על שחיין מאקרו בנוזל צמיג.

## תיאור הפרויקט

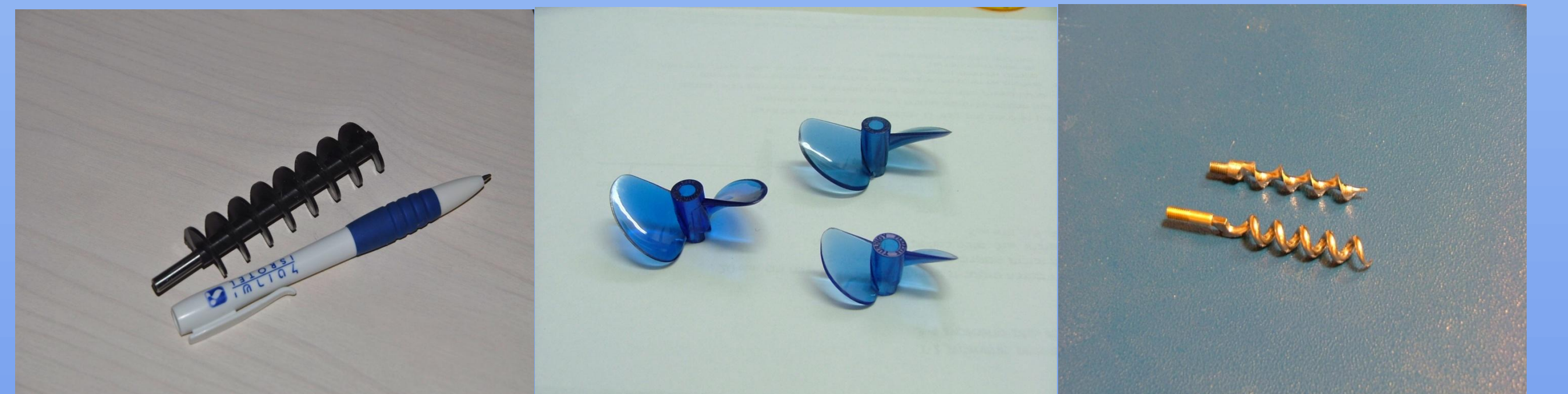


על מנת לערוך ניסויים למניעים שונים נבנה שחיין



הניסויים נערכים בשמן סיליקון בעל צמיגות דינאמית: 60000 CSt

הניסויים נעשו גם למניעים שונים לגמרי מבחינה גיאומטרית וגם למניעים שונים רק מבחינת גודל אופייני



מדידות מיקום נעשות ע"י מצלמת XY אינפרה-אדום דיגיטלית, תצפיות מעובדות ב-MATLAB לקבלת מהירות ותכונות נוספות

נבחן היחס בין האנרגיה מכנית מתקבלת כתנועה לבין האנרגיה הנצרכת ע"י המנוע

$$\eta = \frac{F \cdot \Delta x}{V \cdot I}$$

מכיוון שהמשוואות הדינמיות נקבעות ע"י יחסים על-מימדים נוכל תוך כדי שמירה על גדלים אלו לבנות מודל מאקרו בעל דינאמיקה זהה לשחיין מיקרו (עיקרון הדמיות)

