

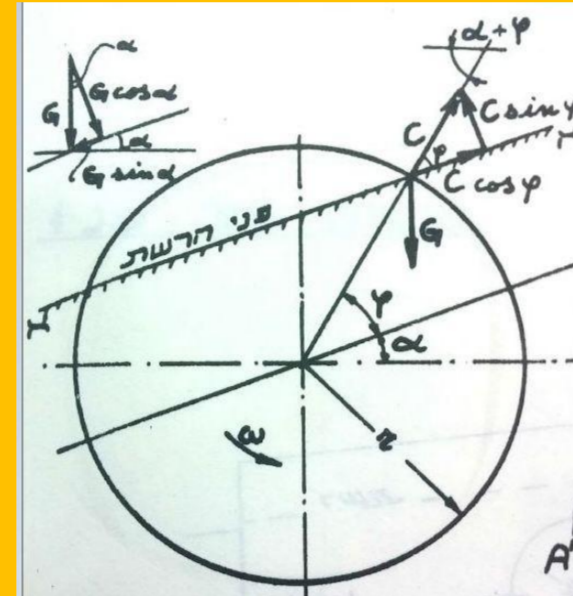
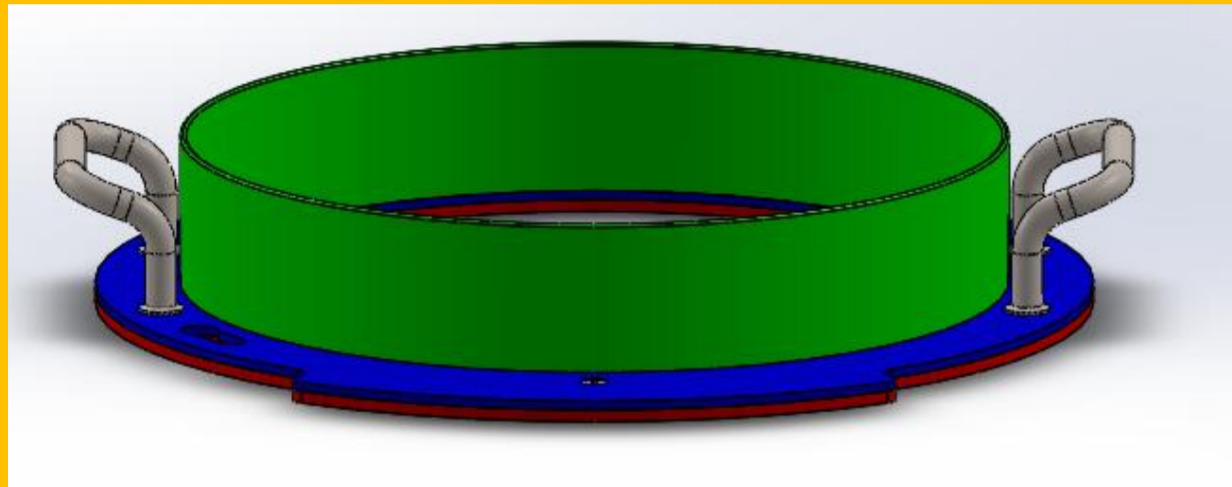
### רקע תיאורטי

המרכיב העיקרי במערכת הינו הנפה. תהליך ניפוי הינו תהליך מורכב וישנה תיאוריה שליומה המתמקדת אך ורק בתהליך זה וייעולו. נדרשנו ללמוד תיאוריה זו על מנת שנוכל ליישם את תהליך הניפוי בצורה המיטבית.

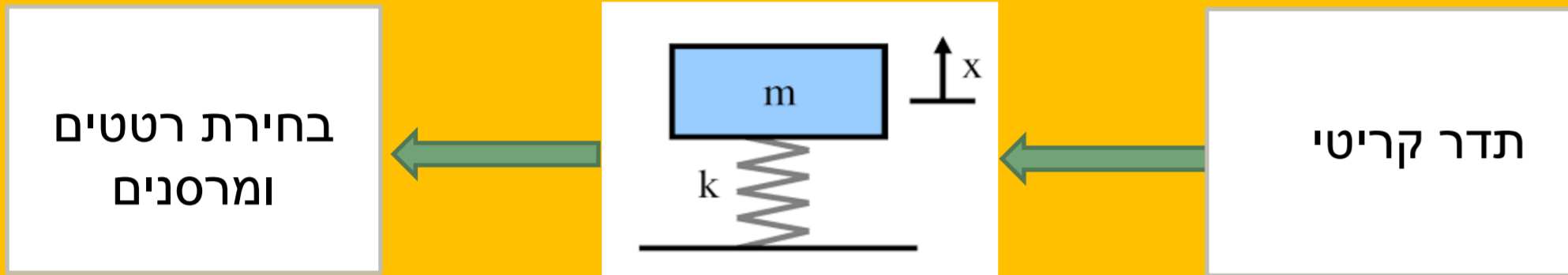
מתוך תיאוריה זאת חושבו הגדלים:

זמן סינון הוגדר על ידי הלקוח להיות עד עשר דקות עבור 50 ק"ג. מתוך הנוסחה  $m = I_{10} \prod K_i$  חושב רדיוס הנפה (R) כאשר הקבועים מייצגים את נתוני הנפה ונתוני הסביבה.

תדר ההרעדה האידיאלי חושב לפי הנוסחה  $\frac{R\omega^2}{g} = \frac{\sin(\alpha+\varphi)}{\cos(\varphi-\rho)}$ . [R-רדיוס התנועה המעגלית,  $\omega$ -תדירות מעגלית,  $\alpha$ -זווית הנטייה ביחס לאופק,  $\varphi$ -זווית הנטייה של החלקיק ביחס למישור הרשת,  $\mu$ -מקדם החיכוך,  $\rho$ -זווית החיכוך, g-קבוע הכובד].



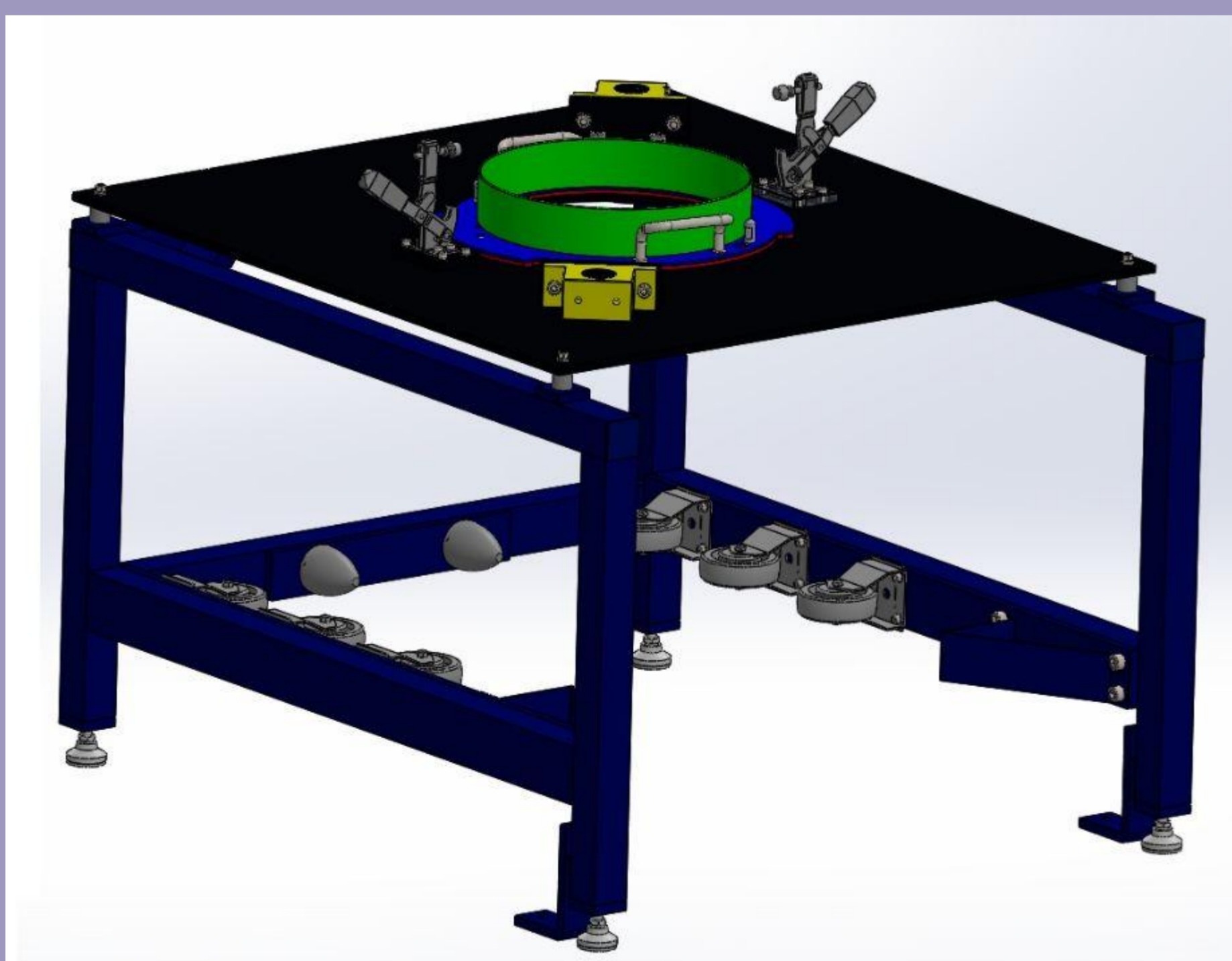
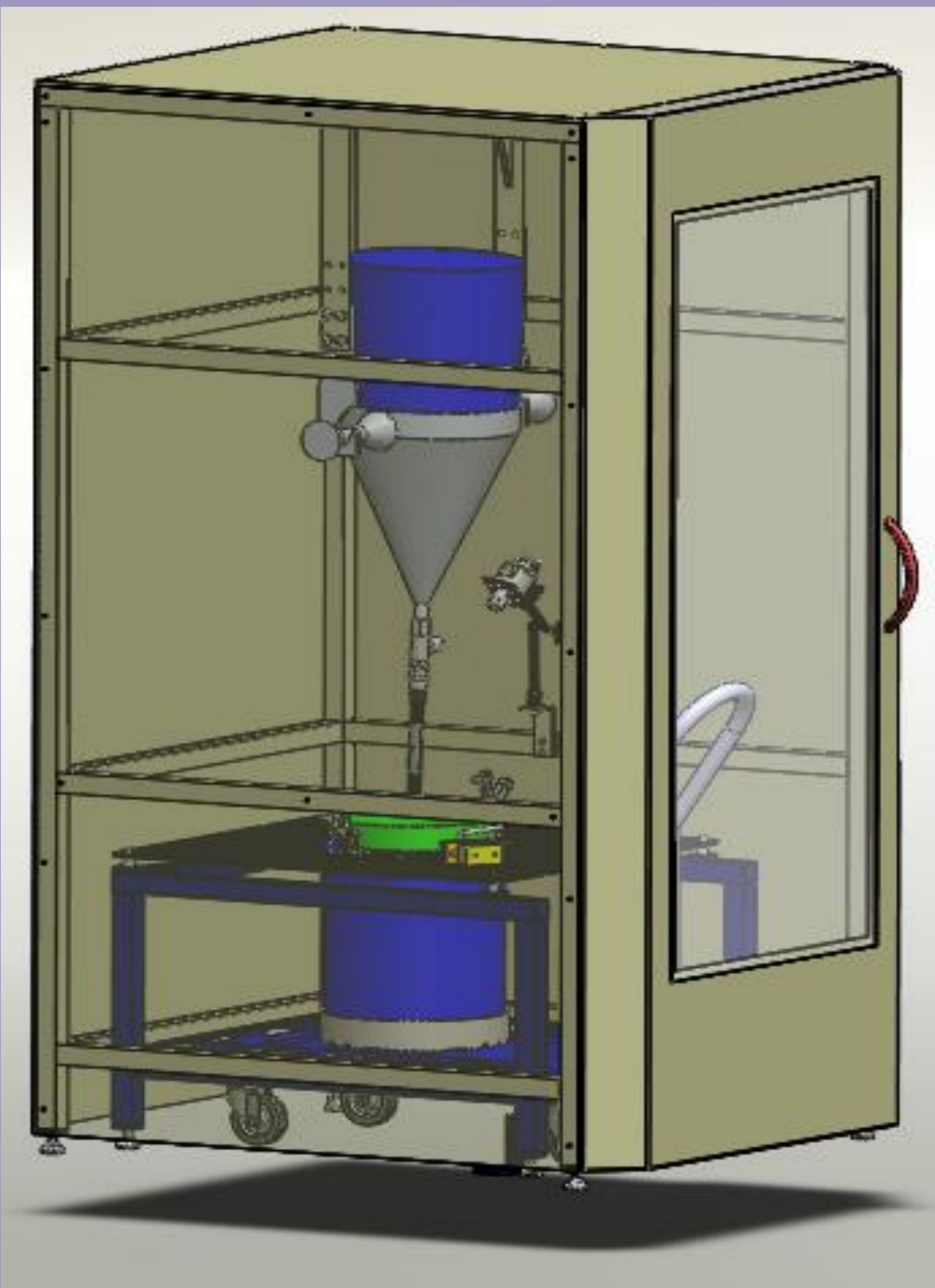
המערכת מודלה כמערכת של מסה וקפיץ עליה מופעל כוח אנכי ולאחר דג"ח וחישובים נבחרו רטטים פניאומטיים ומרסנים מתאימים.



בחירת רטטים ומרסנים

תדר קריטי

### המערכת



### תודות

תודה למנחה הקבוצה, ד"ר צבי פרוכטר, אשר תרם לנו מזמנו ומהידע הרב שצבר במהלך השנים. תודה למרצה הקורס, ד"ר חגי במברגר, על הרצאותיו ועל קורס מאורגן, מחכים ומגוון. תודה לחברת 'ישקר', ובפרט לדורון שחר, אריאל קוק וערן אברהמי, אשר תרמו לנו מניסיונם האישי.

### תקציר

מערכת ממוכנת לסינון אבקת מתק"ש הינה מערכת אשר מחליפה את העבודה הידנית לעבודה אוטומטית. בפרויקט זה, למען הפרדה בין הרטט של השולחן ולמען הגנה מיטבית, נעשה גם זיווד חיצוני, וכך נוצרו שני חלקים אשר יוצרים מכונה אחת שלמה. עבור אינטגרציה של כל חלקי המערכת נעשה שימוש במערכת בקרה. ישנו בקר המבקר את פעולת הרטט וקיים חיישן אשר בודק את זרם האבקה ומודיע על סיום פעולת הסינון ועצירת הרטט. בחלק העליון נמצאת חבית המקור ובה האבקה אשר נשפכת ומסוננת בשולחן הסינון אל חבית היעד, שנמצאת על העגלה. אבקה זאת תשמש לאחר מכן בתהליכים שונים במפעל לפי הצורך והיעוד המקורי שלה.

### דרישות לקוח עיקריות

- סינון אבקת מתק"ש ללא פגיעה באיכותה, ללא דחיסה וללא התערבות של חומר אחר.
- החומר הנכנס צריך לצאת במלואו ללא איבוד חומר בתהליך, ובנוסף האבקה היוצאת צריכה להיות הומוגנית ואווירית ללא גושים.
- מערכת אוטומטית, מינימום התערבות של המפעיל.
- מתקן אוניברסלי, המתאים לסינון כל סוגי הגריידיים של האבקות.
- זמן סינון של חבית במשקל 50 ק"ג הינו עד 10 דקות.
- מתקן בטיחותי.

המערכת שתוכננה עומדת בכל דרישות הלקוח, מגבירה את בטחון המפעיל ומונעת פיזור אבקה המזהם את הסביבה.

### מטרות הפרויקט ודרישות נוספות

מטרת הפרויקט: פיתוח מערכת ממוכנת לסינון אבקות מתק"ש לצורך קבלת אבקה הומוגנית.

- עד היום, תהליך סינון האבקות בוצע על ידי עובד באופן ידני לחלוטין. תהליך זה איננו בטיחותי, שכן האבקה יכולה להתפזר, מה שעלול לגרום לזיהום סביבתי ובכך לסכן את בריאות העובד. בנוסף, תהליך זה גורם לבזבז כוח אדם.
- מכיוון שתהליך זה מיושן, עלה הצורך להחליפו בתהליך מודרני. המערכת שפותחה מסננת את האבקה כך שמתקבלת אבקה אחידה ללא פגיעה במבנה החומר ומבצעת את התהליך בצורה יותר מהירה, בטיחותית ויעילה.
- יכולת העמסה של חבית במשקל של עד 50 ק"ג תוך התחשבות במקדם ביטחון.
- מניעת הצטברות אבקה על אלמנט הסינון.
- מתקן אוניברסלי, מתאים לסינון כל סוגי הגריידיים של האבקות.
- היכולת לדעת שכל האבקה עברה מחבית המקור לחבית היעד.
- מערכת אוטומטית עם מינימום התערבות של המפעיל.
- זרימת האבקה תחול רק לאחר סגירת תא הסינון.
- מתקן בעל בקרה פשוטה וחישיבה על הנדסת אנוש.
- מידות המערכת הינה כ- 1[m]\*1[m]\*2[m].
- האבקה המסוננת תרוכז בחבית הסטנדרטית שבשימוש כיום.
- ניתן להשקיף על איזור הסינון בעת פעולת המכונה.
- רעש עבודה נמוך ככל הניתן. (פחות מ 80דציבל).
- תנאי הסביבה: טמפ' החדר 20°C-22°C, לחות 40%.
- המערכת שתוכננה עומדת בכל דרישות הלקוח, מגבירה את בטחון המפעיל ומונעת פיזור אבקה המזהם את הסביבה.

### האתגרים

האתגרים העיקריים נבעו מחוסר ידע של תהליך הסינון עצמו, הפרמטרים השונים של המערכת הרוטטת וכן התאמתה לספיקה הנדרשת לכדי עמידה ביעדים. כל אלו ועוד נפתרו בעזרת חקר מעמיק בספרות הקיימת המתבססת על ניסיון רב שנים בתעשייה, פרסומים של תוצאות ניסויים וכן חישובים מתאימים והגעה לקריטריונים הנכונים שאיתם היה הניתן להשתמש בבחירה של הרטט, גודל נפה וכד'. אתגר נוסף היה עמידה בזמנים ותקשורת עם ספקים, שכן אנו חסרי ניסיון, ועל כן, זירזו התהליכים נעשה בעזרת המהנדסים ב'ישקר', אשר עזרו לנו לזרז את ההתקשרות עם הספקים לעמידה בזמני היעד של הפרויקט.