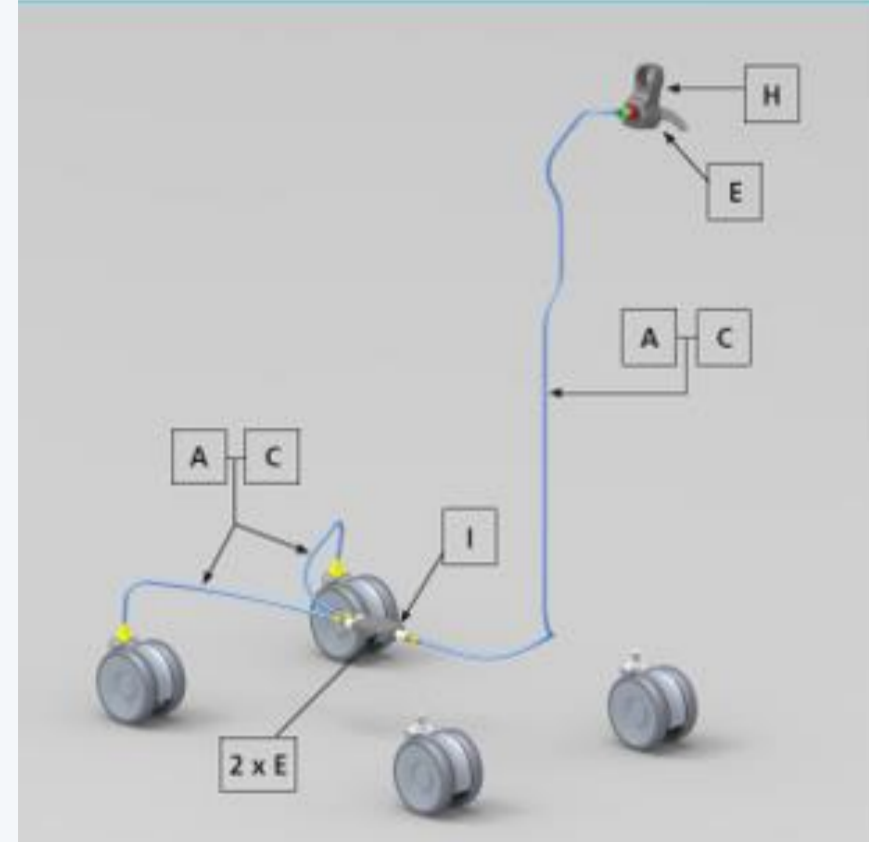


תיאור המוצר / הפרויקט

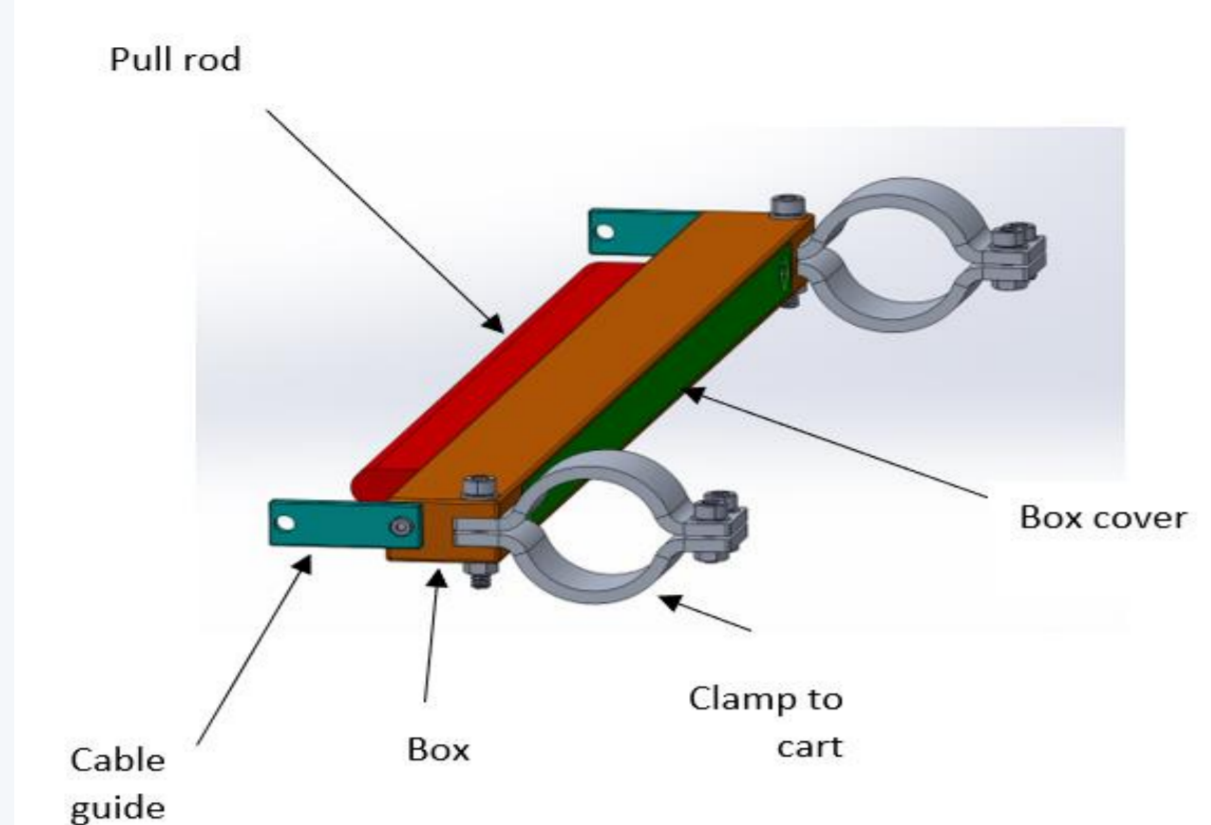
Cart Braking system

הפתרון הנבחר שמשלב ידית עם כבלים, כאשר המשתמש לוחץ על הידית, כבלי בלם גמישים מובילים כוח שמשחרר את מנגנון הנעילה. פתרון זה דומה לפתרון הנהוג באופניים מודרניים על מנת לבלום. עם זאת, בעקבות דרישות הלקוח, בעת הלחיצה מנגנון הנעילה מנוטרל, ובאופן ברירת מחדל הבלמים משולבים. מנגנון זה דורש תחזוקה מינימלית. הידית משתלבת עם פתרון קיים של חברת "Tente" – גלגלים משולבים בלם מסוג "זיז מכאני". תמונה של המנגנון הגלגלים מופיעה מטה.

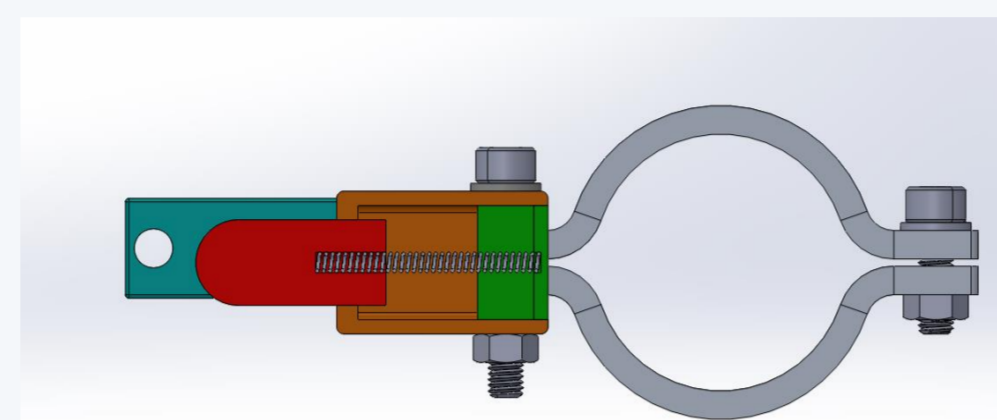
JNEA safety accessory kit
operating diagram for cart application



פתרון של חברת Tente גלגלים משולבים בלם



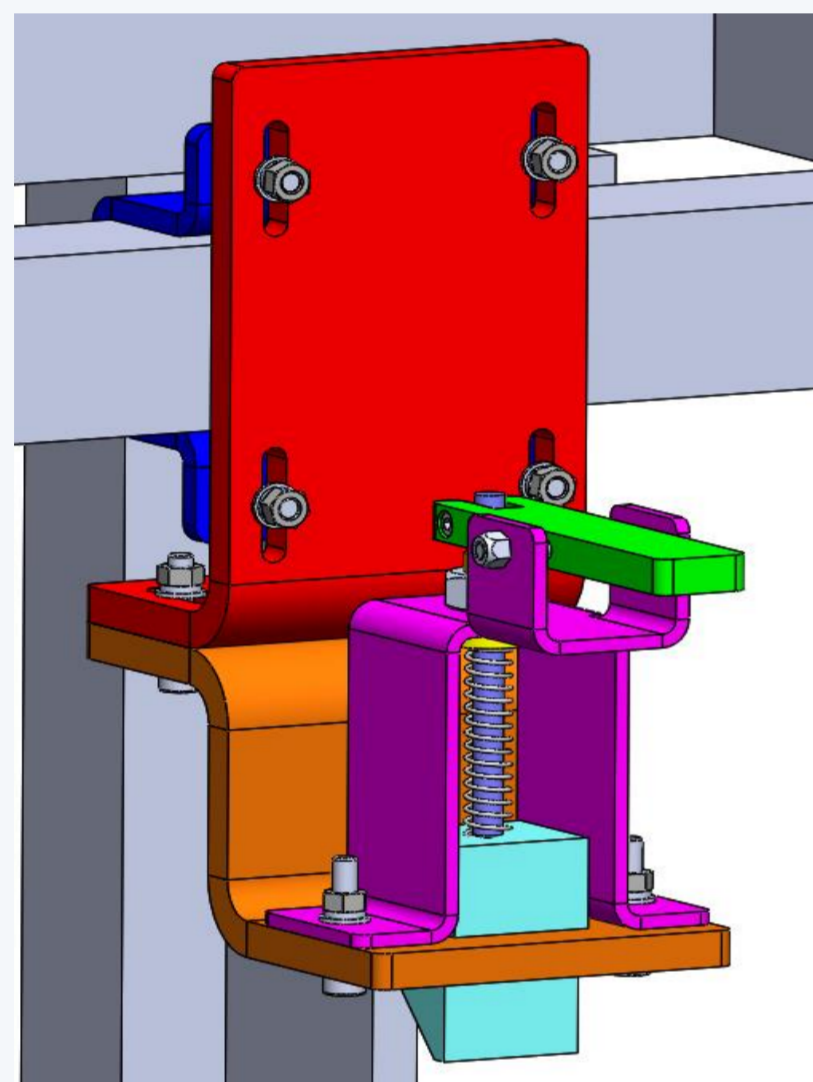
מכלול הידית



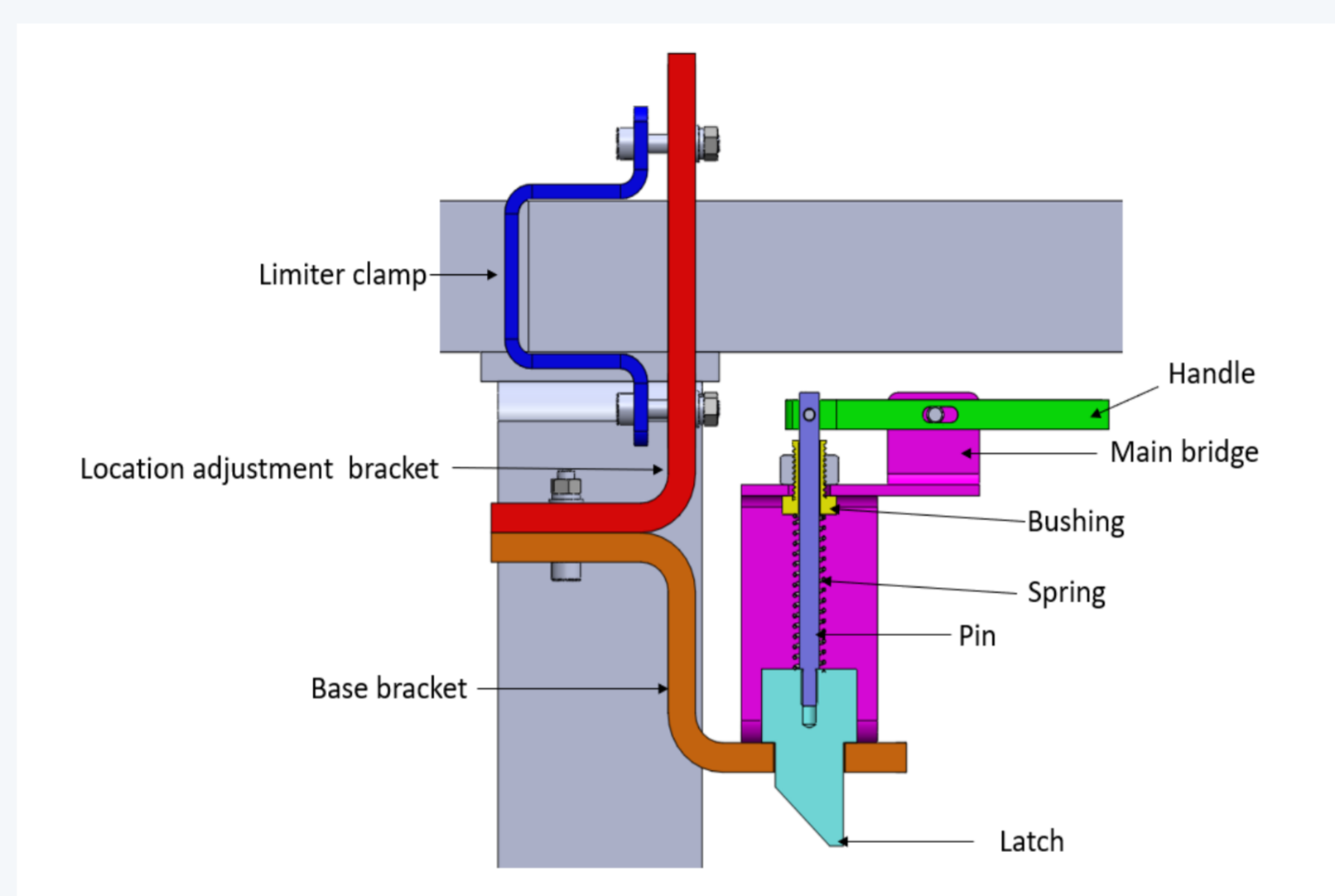
מבט חתך-צד של הידית

OHV on cart stopper

הפתרון הנבחר הינו מנגנון מכאני חד-כיווני. המנגנון מבוסס על זיז אשר בצידו האחד ישנו קצה משופע המאפשר את העמסת ה-OHV לעגלה מבלי צורך בהתערבות המפעיל. צידו השני של הזיז ניצב לכיוון התנועה ולכן אינו מאפשר את הוצאת ה-OHV בלי התערבות אקטיבית של המפעיל. שחרור המערכת מתבצע בעזרת ידית ההפעלה.



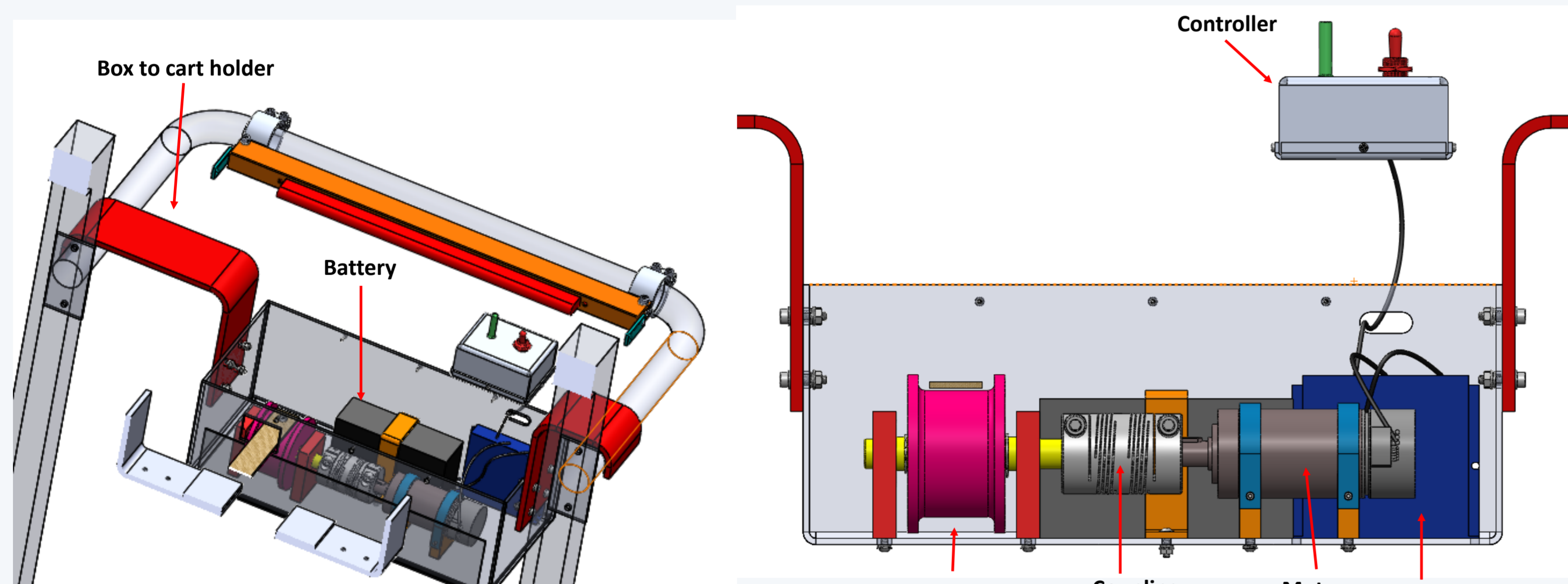
מבט איזומטרי



מבט חתך צד

OHV Loader

הפתרון הנבחר הינו מנגנון של כננת המבוססת על מנוע ששולט על ידי בקר אוטומטי ושולט ידני. המשתמש מפעיל מנוע שעל צירו מחוברת גלגלת המסתובבת ומלפפת סביבה כבל. בעקבות הליפוף הכבל מושך את ה-OHV המחובר בצידו השני ומטעין אותו על העגלה עד שה-OHV נעצר במנגנון ה-OHV on cart stopper.

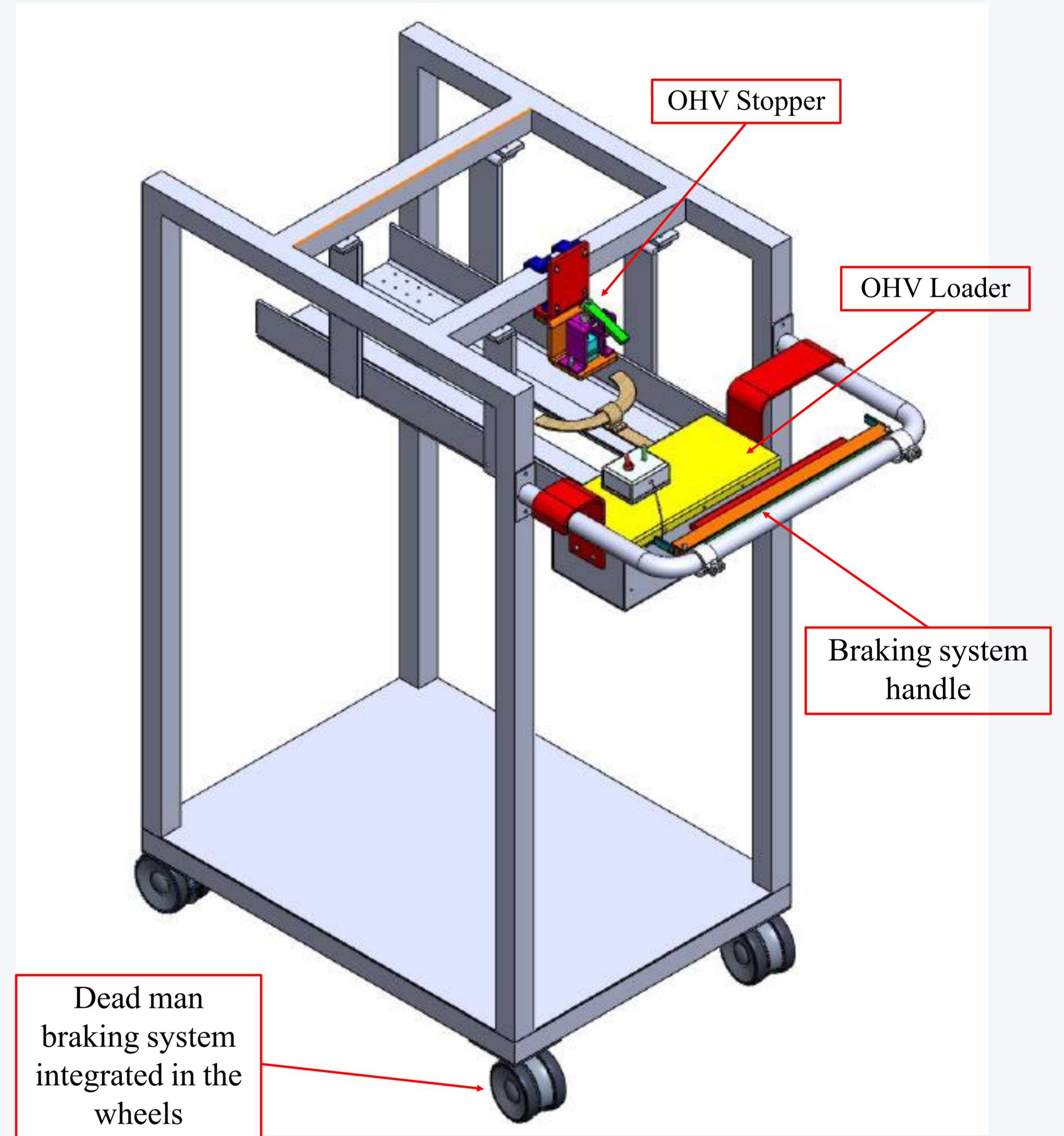


מבט איזומטרי

מבט חתך צד

מודל המוצר

המודל הסופי של המוצר:



דרישות הלקוח ומפרט הנדסי

- תיכון מערכת בלימה לעגלה המבוססת על עקרון "Dead-man" כלומר מערכת בלימה המופעלת כבירית מחדל.
- תיכון גובל המשתלב באופן אוטונומי אשר תפקידו לבלום את רכב ה-OHV כאשר הוא מועמס על העגלה.
- תיכון מערכת העמסת רכב ה-OHV אל העגלה.
- עמידה בתקן חדר נקי Class 1000.
- תחזוקה בתדירות נמוכה, פרק זמן מינימלי של שנתיים לפחות בין טיפולים.
- על המוצרים להשתלב בתכנון הקיים של העגלה ללא שינויים בעגלה הקיימת.
- המוצרים נדרשים לא לחרוג מגבולות העגלה הקיימת במעל 5 ס"מ.
- על התכן החדש לאפשר את תחזוקת ה-OHV מבלי להפריע לגישה נוחה.
- ידית שחרור הבלם תדרוש מהמפעיל כוח מקסימלי של עד 145 ניוטון.
- התכן נדרש לתמוך במשקל ה-OHV של 110 ק"ג ובמשקל עגלה של 40 ק"ג.
- זמן טעינת ה-OHV לעגלה יהיה 10-20 שניות.

האתגרים

- מרחק גיאוגרפי – המפעל ועגלת התחזוקה ממוקמים בקריית גת, דבר אשר הצריך נסיעות רחוקות.
- COVID-19 – האט משמעותית את זמינות היצרנים והספקים דבר אשר האריך את זמן הייצור בצורה משמעותית.
- דרישה לעמידה בתקן חדר נקי צמצמה את חומרי הגלם איתם ניתן היה לעבוד והצריכה אישורים רגולטוריים.
- עגלת התחזוקה הינה באחריות של קבלן משנה אשר לא היה מוכן לספק שרטוטים מפורטים ומודלים של העגלה. כתוצאה מכך נדרש היה לבצע מדידות באופן ידני על העגלה הקיימת.

תודות

- למרצה, ד"ר חי אזולאי.
- למנחה, מר שלמה נזר.
- אחראי המעבדה לייצור בטכניון, מר כפיר כהן.
- ללקוח, מר יניב קרן.
- מהנדס ייצור אינטל, ליאור אמר.

חישובים מובילים ואנליזות

חישובי חוזק בגובל

$F_{sh} = 110 \cdot \frac{1}{2} \cdot 9.82 = 540.1 [N]$
 $L_1 = 134 [mm], L_2 = 17 [mm]$
 $\sum F = 0 \rightarrow F_{sh} = \int_0^L f_{ax} dx = f_{ax} \cdot (L_2 - L_1) = 540.1 [N]$

The most dangerous section is in $y = L_1$

The most dangerous point in the section is b:

$M = F_{sh} \cdot (L_1 + \Delta) = 540.1 \cdot (0.134 + 0.03) = 88.5 [Nm]$
 $\sigma_b = \frac{M \cdot y}{I} = \frac{88.5 \cdot (4 \cdot 10^{-3})}{80 \cdot 10^{-12} \cdot (8 \cdot 10^{-3})^3} = 103 [MPa]$
 $S.F. = \frac{\sigma_{allow}}{\sigma_b} = \frac{240}{103} = 2.3$

חישובים עבור גל, מערכת המעמס

Finding the moments in every section of the shaft as function of X:

$$M_2 = \begin{cases} 0 & 0 < x < L_1 \\ -R_{12}(x-L_1) & L_1 < x < L_1 + L_2 + L_3 \\ -R_{12}(x-L_1) + F_{p1}(x-L_1-L_2-L_3) & L_1 + L_2 + L_3 < x < L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 \end{cases}$$

$$M_3 = \begin{cases} 0 & 0 < x < L_1 \\ -R_{12}(x-L_1) & L_1 < x < L_1 + L_2 + L_3 \\ -R_{12}(x-L_1) + F_{p2}(x-L_1-L_2-L_3) & L_1 + L_2 + L_3 < x < L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 \end{cases}$$

Define: $r = \frac{D}{2} - \frac{h_{key}}{4}$ distance from shaft axis to the force activation point

$$M_1 = \begin{cases} -T_0 & 0 < x < L_1 + L_2 + L_3 \\ -T_0 + F_{p3} \cdot r & L_1 + L_2 + L_3 < x < L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 \end{cases}$$

The total moments: (when a – is the alternating torque and m is average torque)

$$M_a = \sqrt{(M_1)^2 + (M_2)^2}; M_m = 0$$

$$T_a = 0; T_m = |T|$$

The safety factor for infinite lifetime by Goodman:

$$n = \frac{d^3 \pi}{32} \left(\frac{(K_f M_a)^2 + \frac{3}{4} (K_f T_a)^2}{S_e} + \frac{(M_m)^2 + \frac{3}{4} (T_m)^2}{S_u} \right)^{-1}$$

We will find the safety factor in every end of key and in the rings:

For case b: max torque T=15Nm
 $n = [3.1, 1.2, 1.1, 2.8]$

For case a: nominal T=5Nm
 $n = [9.2, 3.5, 3.4, 8.4]$

חישובי כליבה בידיתי

General case:

Case 1:

$$2 \cdot \frac{3}{12} = 0.5 \pm 0.3$$

Case 2:

$$2 \cdot \frac{3}{12} = 0.5 \pm 0.3$$

Hence, no jamming will occur for both cases.