Portable Assisted Mobility Device

PAMD ISRAEL

פרויקט תכן מוצר חדש – 034353/4

און לוי, קובי סוויסה.

המנחה
מר כפיר כהן

הלקוח
פרופ' ראובן כץ

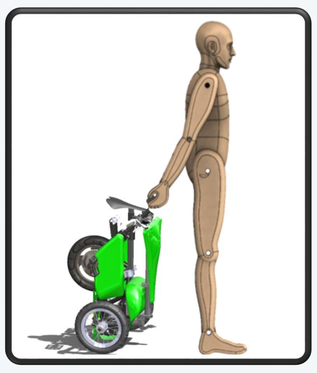
תקציר

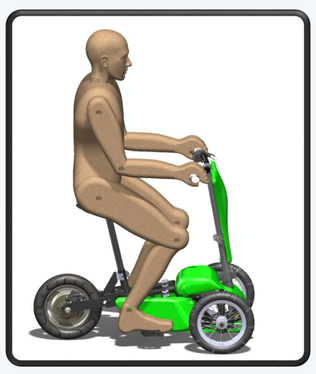
מטרת הפרויקט הינה לפתח כלי תחבורה אשר מיועד לגשר על המרחק בין התחבורה הציבורית ליעד ללא צורך בפעילות פיסית.

רקע: המגמה ההולכת וגוברת לצמצום זיהום אוויר ועומס בכבישים יצרה עידוד לשימוש בתחבורה ציבורית במקום ברכבים פרטיים. אחת הבעיות שמתלוות לשימוש בתחבורה ציבורית הינו נושא הניידות האישית, התחבורה הציבורית עוצרת בתחנות קבועות אשר לעיתים מרוחקות מהיעד.

על הכלי להתמודד עם האתגרים העומדים בדרך בין התחנה ליעד: מעבר מדרכות, דרך משובשת, עליות וירידות. כאשר הוא מקופל צריך לעבור במרווח בין דלתות, הכלי יהיה מותאם לנשיאה בתחבורה ציבורית, כגון רכבת ואוטובוס.

הרעיון אותו בחרנו לפתח הינו כלי תחבורה חשמלי ומתקפל, הנוסע על 3 גלגלים, ניתן לרכב עליו בישיבה, בנוסף ניתן לקפלו ולגרור אותו כמו מזוודה.

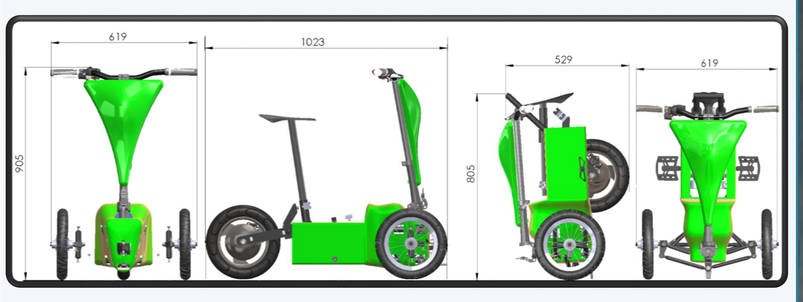


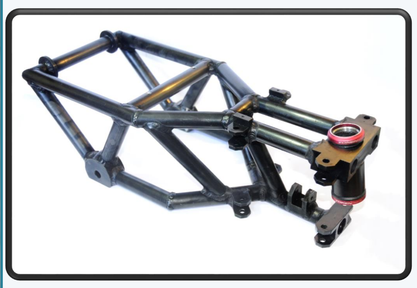


דרישות הלקוח

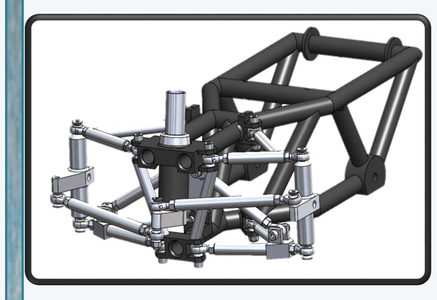
- טווח מינימאלי: 10 קילומטר בין טעינות
- מהירות מקסימלית: 12 קמ"ש, לפי החוק.
- משקל מקסימלי 20 קילוגרם.
- טווח גילאים רחב – 18-50.
- השמת דגש על עיצוב ונוחות נסיעה.
- יכולת תמרון טובה (גם מקופל וגם פתוח)
- דרישות עומס: משקל רוכב וכלי: $140Kg$
- עומס לתכנון: $140Kg \cdot 1.5 = 210\ Kg$
- מקדם בטחון: 1.5.

תיאור המערכת

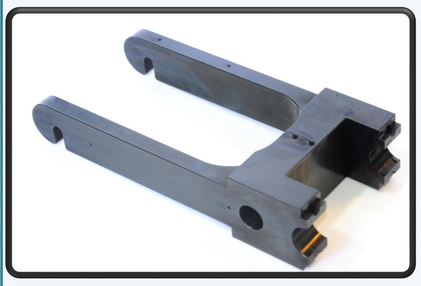




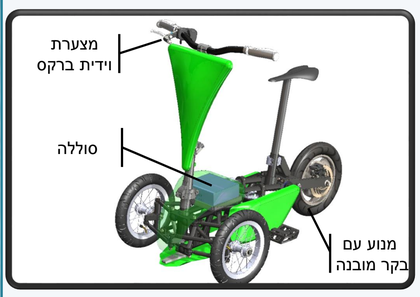
השלדה תוכננה כך שתתממשק עם מערכת המתלים, המזלג האחורי, חשמל, רכיבי השליטה והחיפוי. את השלדה בחרנו לייצר מצינורות אלומיניום, 6061 T651. בתכנון הושם דגש על פונקציונליות התאמה למערכות, פשטות ייצור, שימוש בכמה שיותר חלקים זהים.



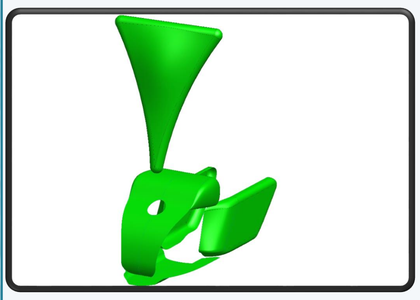
מערכת המתלים מקשרת בין הגלגלים הקדמיים לשלדה ולמערכת השליטה. תפקידה: לאפשר היגוי, הטיה ונשיאה בעומס הרוכב.
תחילת תכנון המערכת התחיל בדג"ח על מנת להבין מה הכוחות הפועלים בכל מוט.



המזלג האחורי מקשר בין הגלגל המניע לשלדה, הוא מאפשר קיפולו לתוך השלדה בעת נשיאת הכלי ומקבע אותו במקום בזמן נסיעה. על מנת לענות על דרישות החוזק בחרנו לייצר את המזלג מאלומיניום 7075 T651, זאת מאפשר מכיוון שאין ריתוכים בחלק זה.



מערכת החשמל מורכבת ממנוע, סוללה, בקר מובנה, מצערת וידית ברקס. המערכת נבחרה כך שתענה על הדרישות הבאות:
-מהירות מקסימלית: 12 קמ"ש.
-טווח נסיעה: 10 קילומטר.
-שליטה על המהירות באופן רציף.
-ניתוק המנוע בעת העצירה.



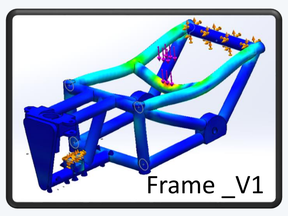
חיפוי הכלי נועד להקנות לכלי מראה מושך ואטרקטיבי ולהגן על מכלולי הכלי. החיפוי מתחבר לשלדה באמצעות חבקים קפיציים, והוא מאפשר מעבר של ממשקים דרכו אל השלדה: מתלים, היגוי, מערכת קיפול. הסוללה נמצאת כולה תחת החיפוי ואינה חשופה. החיפוי מיוצר מסיבי פחמן.

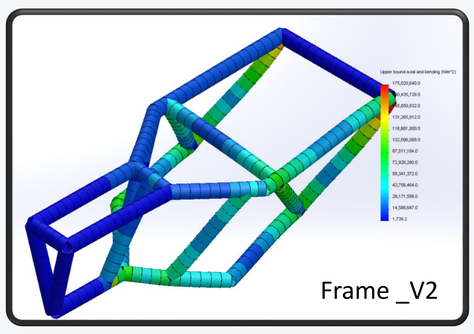
אנליזות וחישובים

לכל מערכת בכלי נערכו חישובים ואנליזות לבדיקת עמידה בעומס לפי הדרישות.

השלדה נבדקה כאשר היא מועמסת על ידי הרוכב בישיבה, עמידה, סיבוב, רק על הגלגלים הקדמיים, רק על הגלגלים האחוריים.

מתוצאות האנליזות הסקנו מסכנות ומבנה השלדה שופר על מנת לעמוד בדרישות.

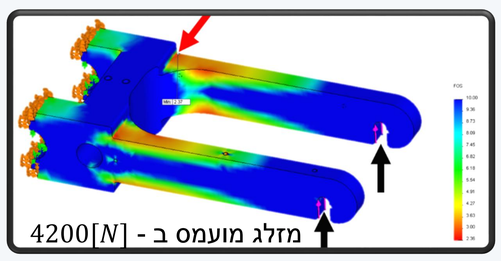




מערכת המתלים מורכבת מקורות אשר מופעלים עליהם כוחות מתיחה ולחיצה. נבדקו העומסים על המערכת ובוצע חישוב לקוטר המינימאלי של הקורות בעומס זה, וכמובן נבדק שהמוטות עומדים בקריסה. המוטות נבחרו לבסוף בקוטר 16מם, כך שנוכל לנעול עליהם את מסבי הקצה (M8)

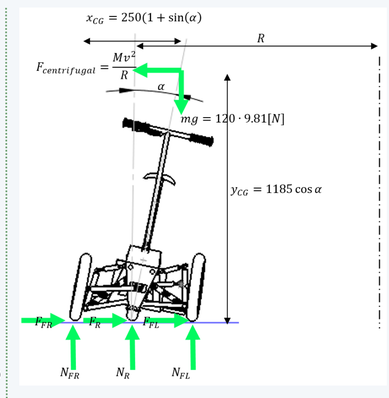
המזלג אחורי מחבר את המנוע אל השלדה וכאשר הכלי מקופל עליו להביא אותו למקומו בתוך השלדה. המזלג נושא בעד- 70% ממשקל הנוסע.

בדיקה לאנליזה:



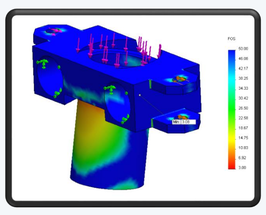
$$n = \frac{s_y}{\sigma} = \frac{s_y}{\frac{My}{I_x}} = \frac{503}{\frac{185 \cdot 4200 \cdot 20}{\left[\frac{15 \cdot 40^3}{12}\right]}} \cong 2.5$$

התהפכות בסיבוב:



מהירות $\left[\frac{km}{hr}\right]$		הטיה $[°]$	רדיוס מינימלי: $[m]$
מהירות מקסימלית	12	9	4.58
	12	5	4.92
	12	0	5.36
מהירות ממוצעת בעיר	5	9	0.79
	5	5	0.85
	5	0	0.93

אנליזות לחלקי שלדה קריטיים



מרחק עצירה:

$$\frac{1}{2}mv^2 = F\Delta x = \mu N\Delta x \rightarrow \Delta x = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{\mu N}$$

כאשר הנורמל נלקח מדג"ח כללי על המערכת, מקדם החיכוך נלקח מטבלאות רלוונטיות. נבדקו תנאים יבשים ורטובים.

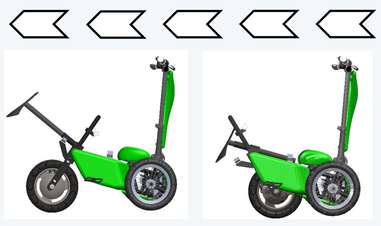
	μ	$M_{[kg]}$	$\theta_{[°]}$	$\Delta x_{[m]}$
.1	0.8	120	0	1.3
.2	0.8	120	-10	2
.3	0.25	120	0	4.1
.4	0.25	120	-10	6.3

שימוש במערכת

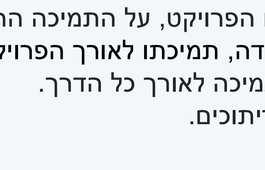
נסיעה בכלי מתבצעת בישיבה, כאשר הרגליים מונחות על הפדלים לצדי הכלי.
השליטה על הכלי מבוצעת מהכידון:
תמרון באמצעות סיבוב הכידון, האצה על ידי המצערת ליד יד ימין והאטה באמצעות המעצור- גם הוא בצד ימין.
על מנת לאפשר התאמה בין רוכבים שונים ניתן לכוון את גובה הכידון וגובה המושב.

קיפול הכלי:

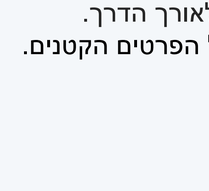
פתח את החבקים והרם את ידית הקיפול בכיוון החץ



פתח את השחרור המהיר של הכידון וקפל אותו למקומו



הרם את הכלי עד שיעמד על הרגלית.



נשיאת הכלי מתבצעת כמו גרירת מזוודה.
ישנה רגלית המאפשרת לכלי לעמוד כאשר הוא מקופל.
כאשר רוצים לחזור למצב נסיעה יש לבצע את הפעולות בסדר ההפוך.

האתגרים

האתגר העיקרי היה לבחור קונספט שהוא גם מינימליסטי בעיצוב, משקל, ממדים, וגם נוח לרכיבה, יציב ומתאים לטווח גילים רחב. לבסוף התכנסנו לקונספט הנבחר שבו הרכיבה ונשיאת הכלי נוחים וביצועי הכלי עומדים בדרישות.
בנוסף, ניתן משקל לבחירת קונספט חדשני לעומת המוצרים הקיימים בשוק.
נדרשנו לשלב מספר מערכות בכלי דינמי קטן ממדים ומשקל תוך זמן קצר ללא מרווח זמן לטעויות.
האתגר האחרון היה עיצוב המוצר, היה עלינו לעצב את הכלי בעצמינו על אף שתחום זה זר לנו לחלוטין.
ייצור החיפוי נעשה גם הוא על ידינו ונדרשנו ללמוד את תהליך העבודה עם סיבי פחמן.

תודות

תודתנו הכנה והערכתנו המלאה נתונות למספר אנשים, אשר בלעדיהם לא היינו מצליחים במשימה

- פרופ' ראובן כץ - ראש מגמת תכן ולקוח הפרויקט, על התמיכה הרבה והאמונה בנו לאורך הדרך.
- מר כפיר כהן - מנחה, על הנחייתו הצמודה, תמיכתו לאורך הפרויקט וההסתכלות על הפרטים הקטנים.
- אריה לוי - עזרה רבה בתכנון, בייצור ותמיכה לאורך כל הדרך.
- יעקב ברנדלשטיין - עזרה בכל הנוגע לריתוכים.
- מר יעקב האוזר ועובדי הייצור בטכניון.
- גב' לאה שטרן - עזרה אדמיניסטרטיבית.
- מר שמסוטדינוב (רומן) רחמטולה- ייעוץ בתחום האלקטרוניקה.
- א.א. דניאל עיבוד שבבי בע"מ.
- ויטלי, מיכאל ובני, על עזרה בתכנון וייצור החיפוי.