



מטע"ד - הפלטת מטען יעודי מצוללת אוטונומית

PAYLOAD - Payload ejection from AUV



פרויקט תכן מוצר חדש

המנחה: מר גיורא גורלי

הלקוח

פרופ' ראובן כץ, הטכניון
ד"ר ארנון גילן, הטכניון

אלכס קזקוב, גרא קסלמן, סלבה טגר

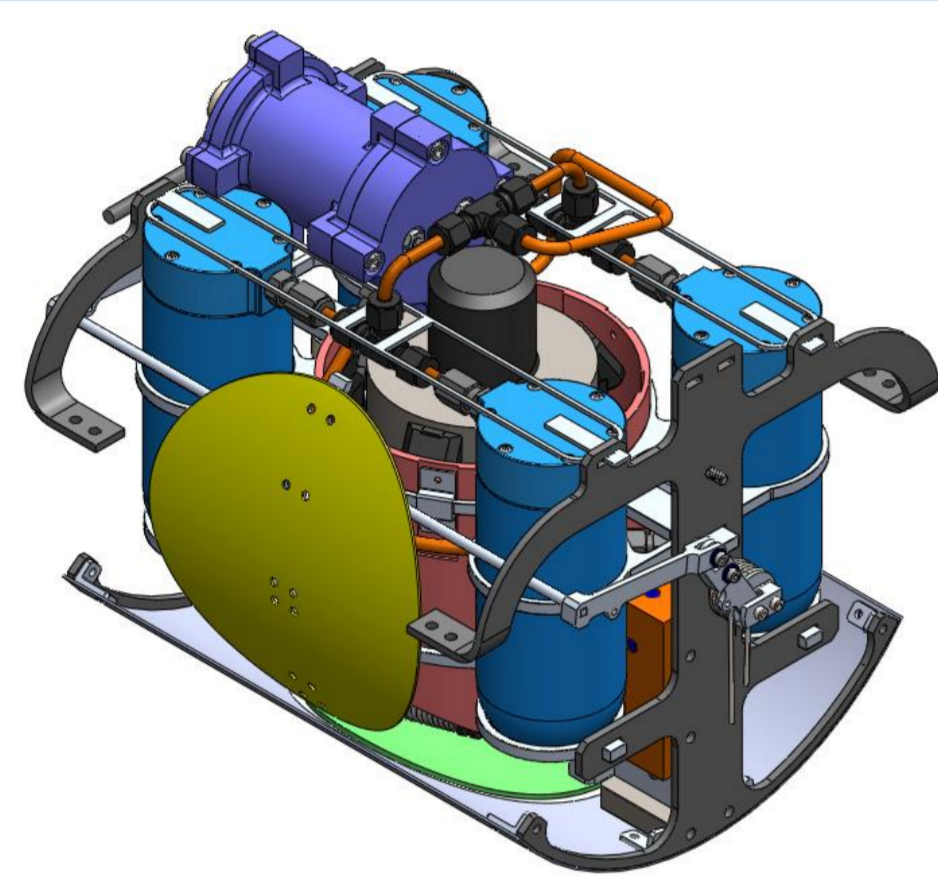
האתגרים

- במהלך התיכנון ופיתוח של הפרוייקט נחשפנו למספר אתגרים:
- תיכנון מכלולים ומכלולים אטומים עבור סביבה ימית.
- תכנון מכלולים ומנגנונים בתהחשבות הנפח הקטן של המקטע והתיחסות לשמירת איזון המקטע.
- שמירה על איזון ציפת המקטע לפני ואחרי ההפלטה של המטע"ד.
- שמירה על הידרודינמיות של המקטע לפני ואחרי ההפלטה של המטע"ד.
- אינטגרציה עם שאר הצוותים של הפרוייקט AUV.
- עמידה במסגרת התקציב.

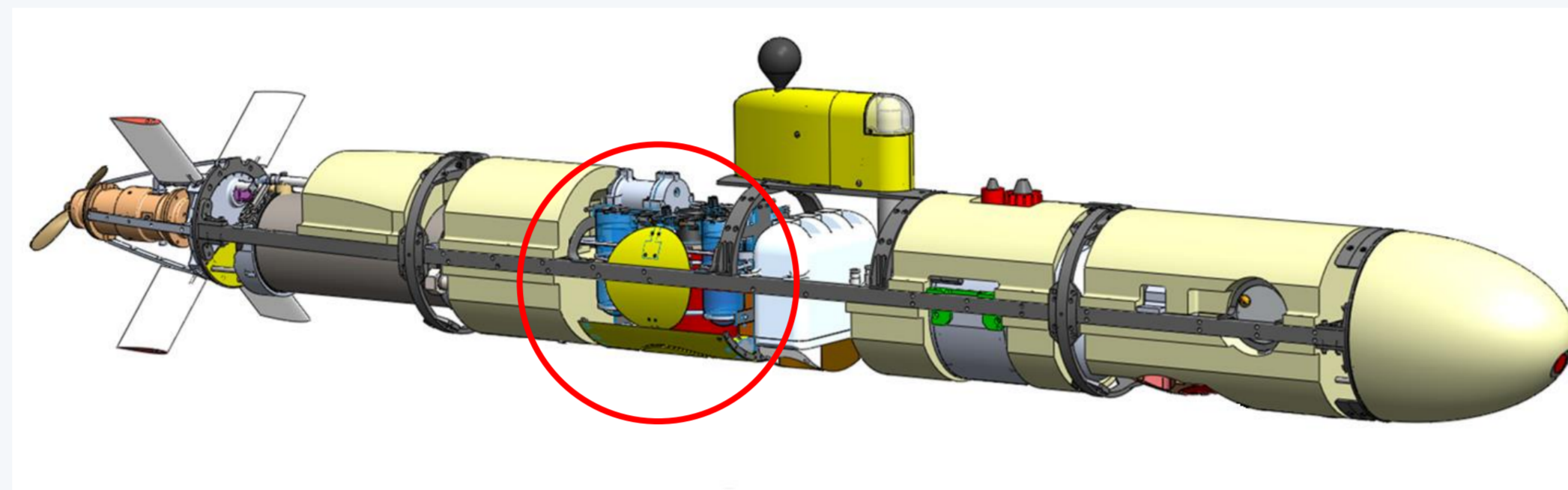
תקציר

מקטע מטע"ד (מטען יעודי) הינו מקטע יעודי מצוללת אוטונומית. במסגרת הפרוייקט פיתוח של צוללת אוטונומית נדרשנו לתכן מקטע יעודי המאחסן בתוכו משדר אקוסטי, והינו בעל יכולות הפלטה מהירה של המטע"ד וייצובו על קרקעית הים בצורה אנכית ולפרק זמן ממושך. הפרוייקט כלל פיתוח מנגנונים שונים לדפינה והפלטה של המטע"ד, פתיחה של דלת ראשית והסתתה ממסלול ההפלטה של המטע"ד, סגירה של דלת מישנית לשמירה על מבנה הידרודינמי, הפלטה מהירה ובטוחה של המטע"ד אל מחוץ לגוף הצוללת תוך שמירה על היציבות המטע"ד במשך הירידה ונחיתה על הקרקעית, שמירה על יצוב המטע"ד על הקרקעית בתצורת שידור אנכית תוך אחיזה בקרקעית במגוון תוואי שטח, תיקון כושר הציפה של המקטע עקב הפלטת המטע"ד ע"י מערכת פיצוי ציפה, אטימה של מכלולים שנדרשים להשאר יבשים לאורך כל פעילות צוללת.

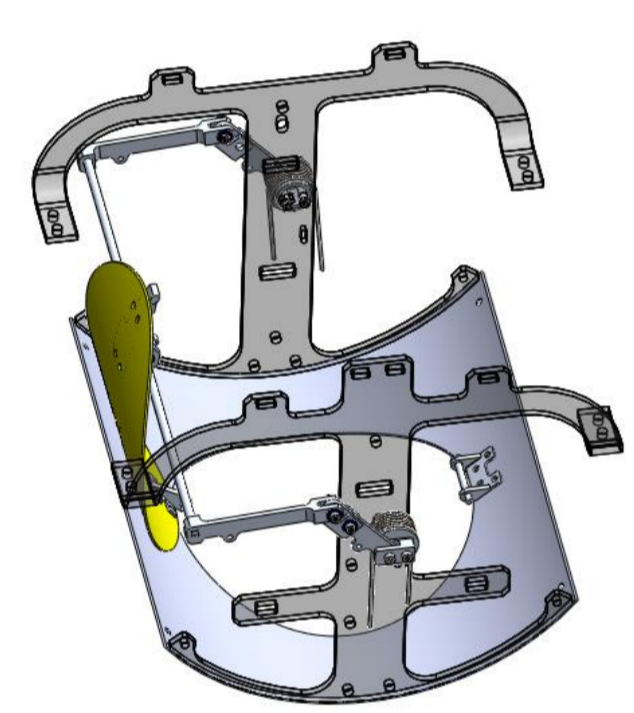
תיאור המוצר / הפרוייקט



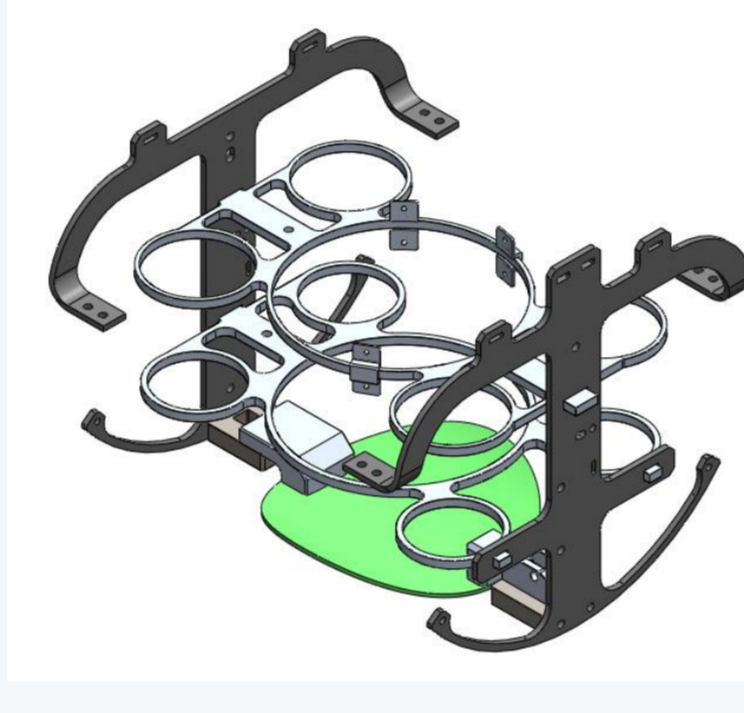
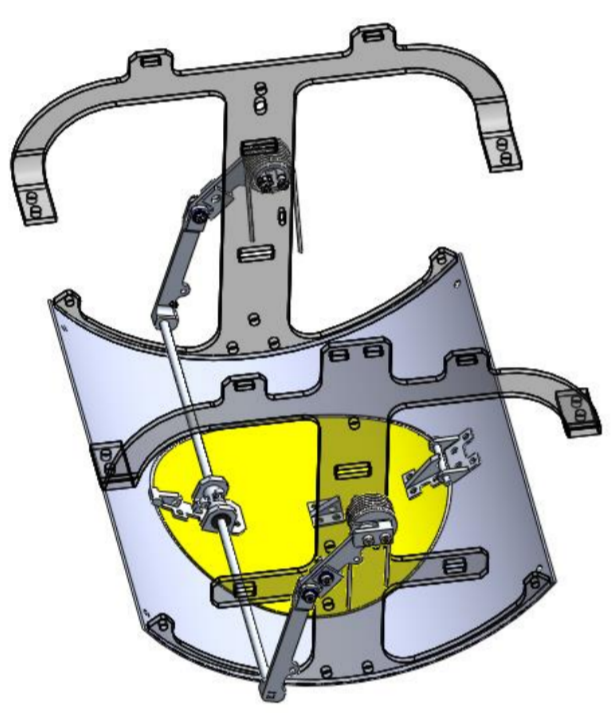
המטע"ד



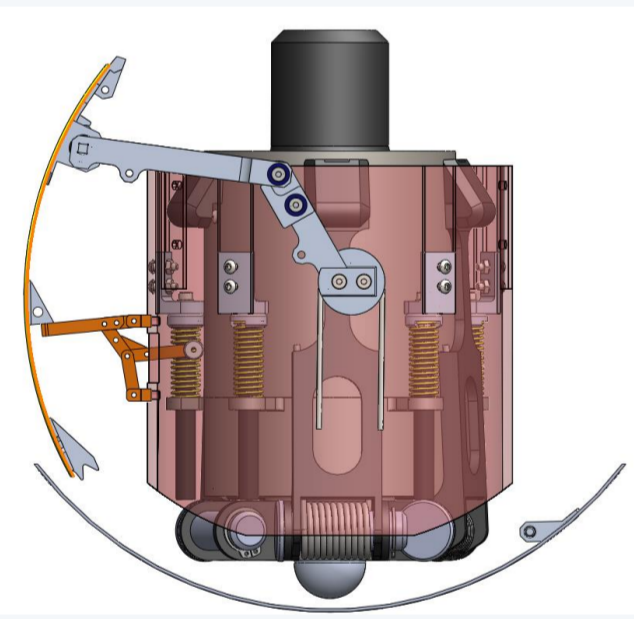
מיקום המטע"ד בצוללת



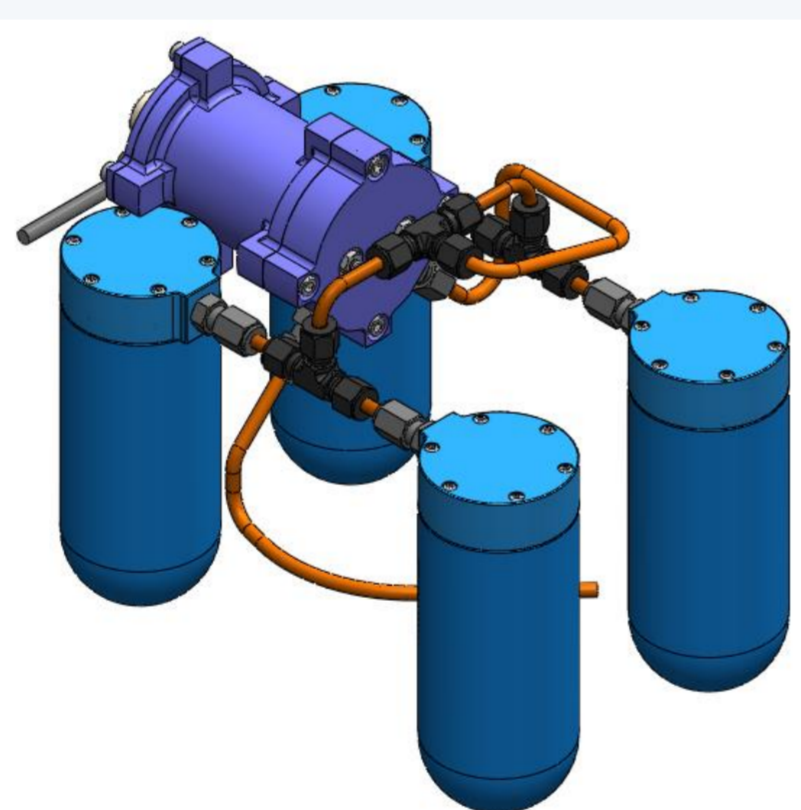
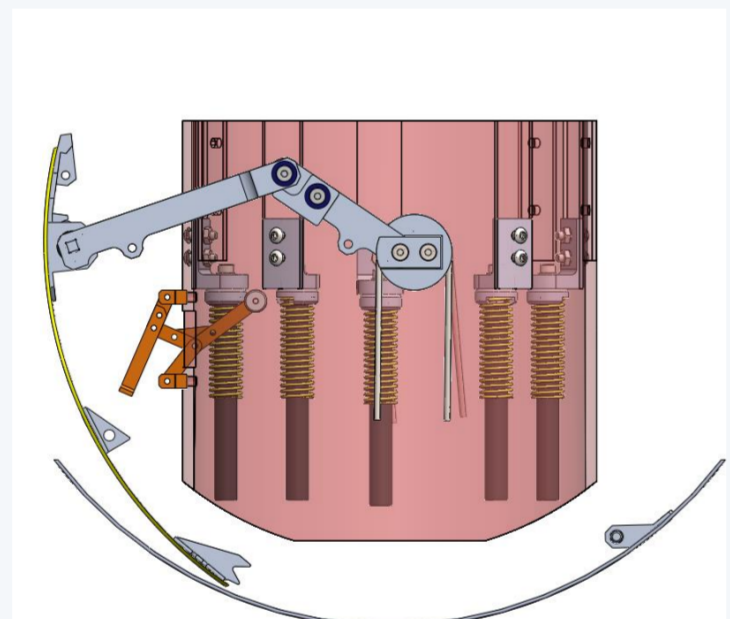
מנגנון סגירת דלת מישנית



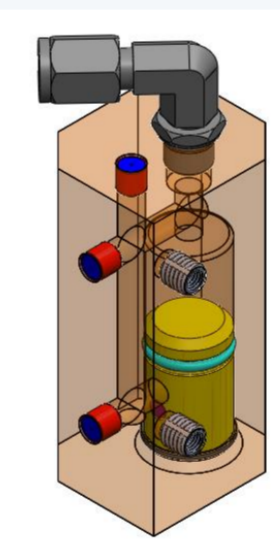
שלד המקטע



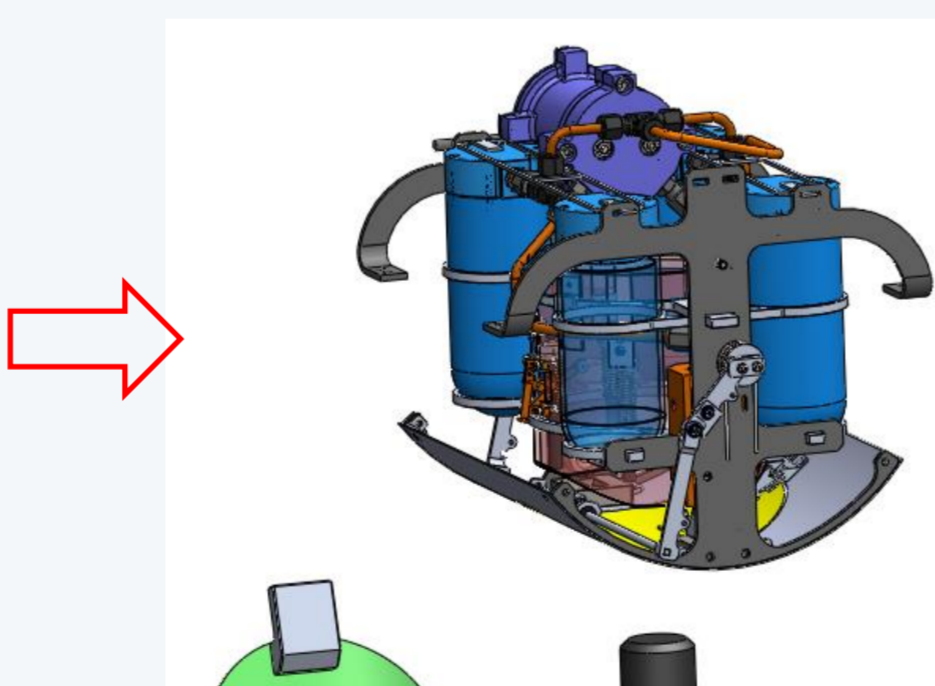
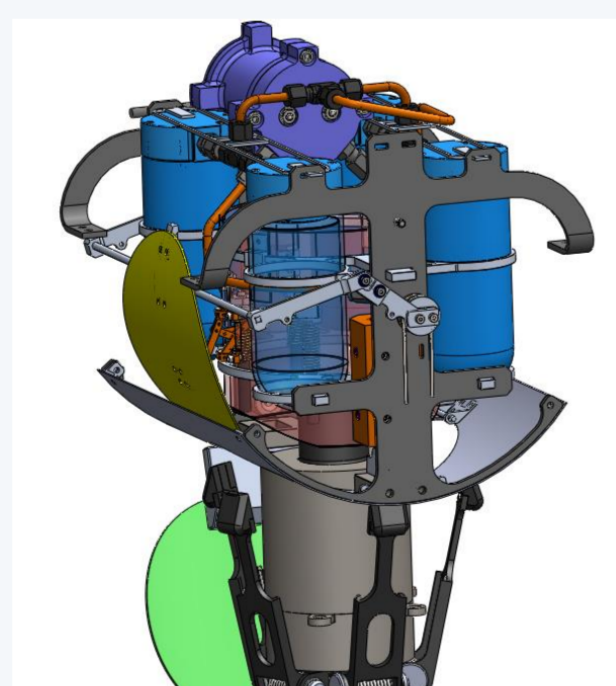
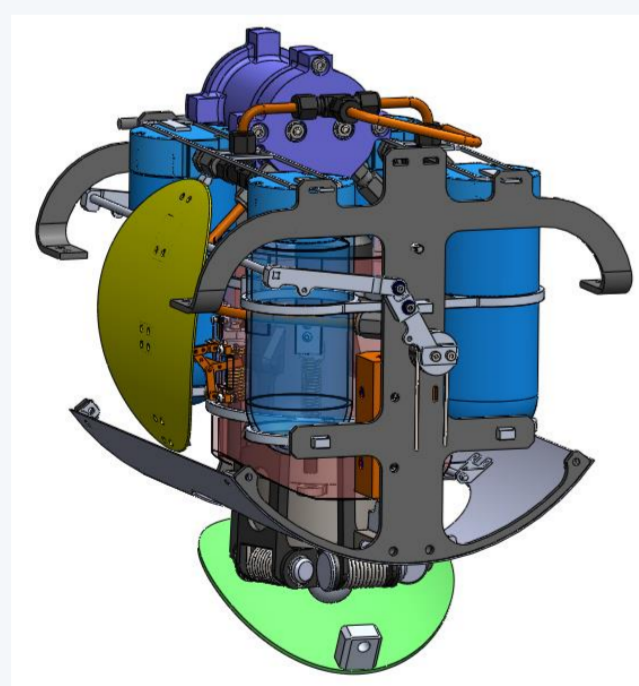
מנגנון החזקת דלת מישנית



מערכת איזון ציפה



מנגנון שליפת פין דלת ראשית



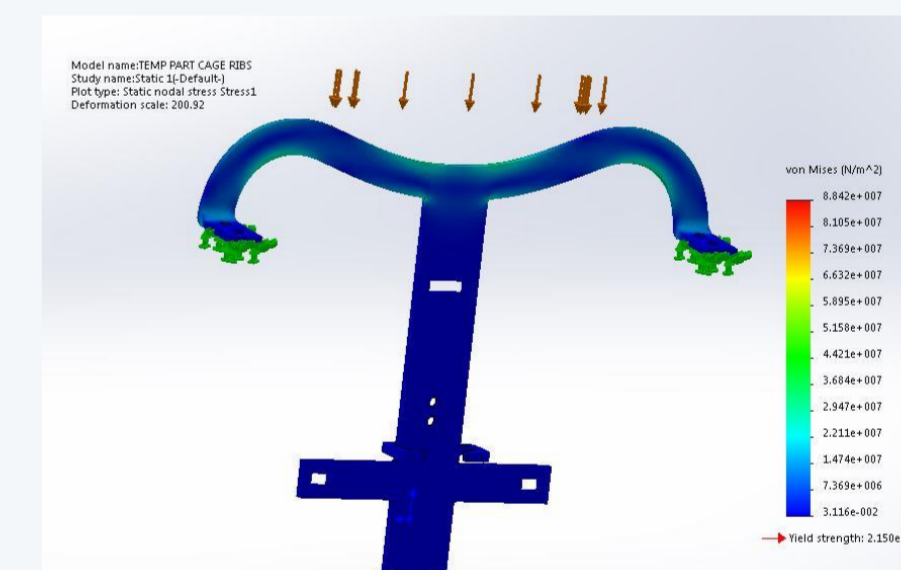
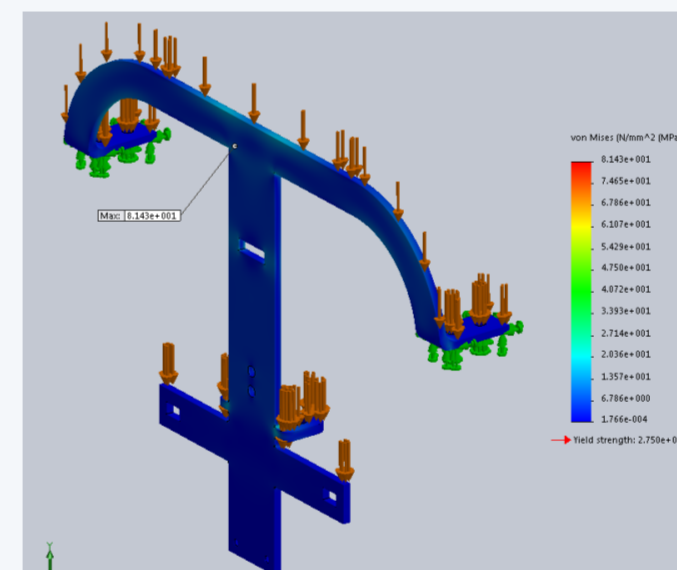
תהליך הטלת מטע"ד

דרישות הלקוח

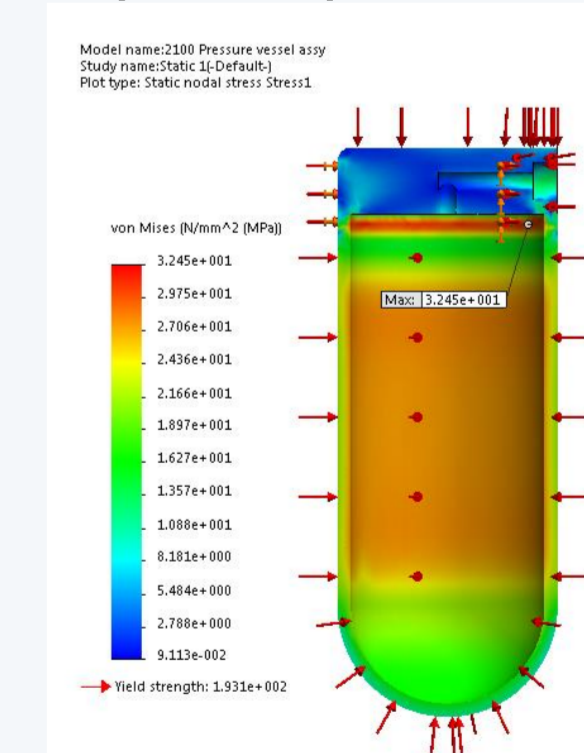
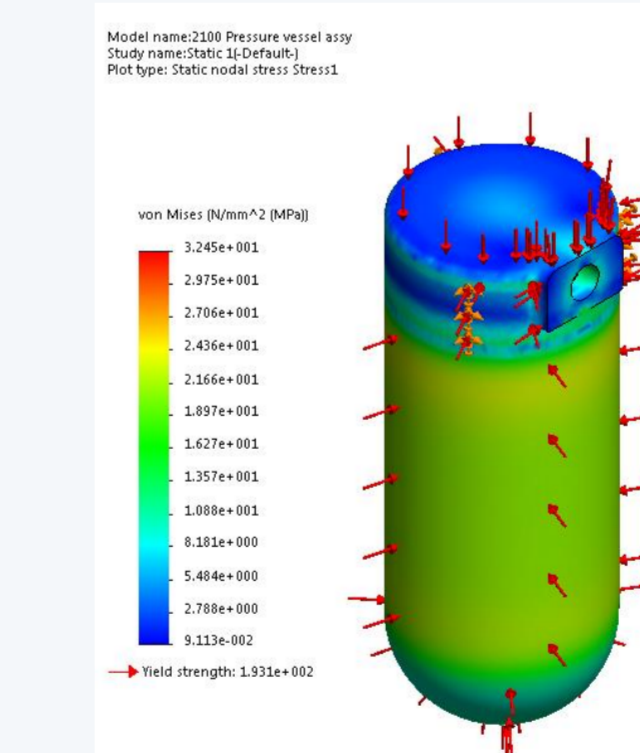
- קוטר חיצוני מירבי של המקטע – 272 [mm].
- אורך מירבי של המקטע – 337 [mm].
- משקל המקטע – יבש 8.5 ± 0.5 [kg], רטוב 2.7 ± 1 [kg].
- כושר ציפה של המקטע – 0.3% - 0.6%.
- משך הפלטת המטע"ד לא יעלה מעל – 1 [sec].
- ההפלטה לא תפר את איזון הצוללת.
- תהליך ההפלטה יתאפשר ב – Roll angle $\pm 6^\circ$, Pitch angle: $\pm 6^\circ$.
- ניתן יהיה להציב את מטע"ד בכל תוואי קרקע. סטייה מותרת – 20° .
- לאחר תהליך ההפלטה וסגירת דלת מישנית לא יגדל גרר ביותר מ-5%.
- המקטע יעמוד בתנאי הסביבה – טמפ' $0-34^\circ\text{C}$, מליחות מירבית PPT 36, משקל סגולי של מי ים 1.025 [kg/lit], עומק 200 [m] למשך 200 שעות.

תוצאות ובדיקות

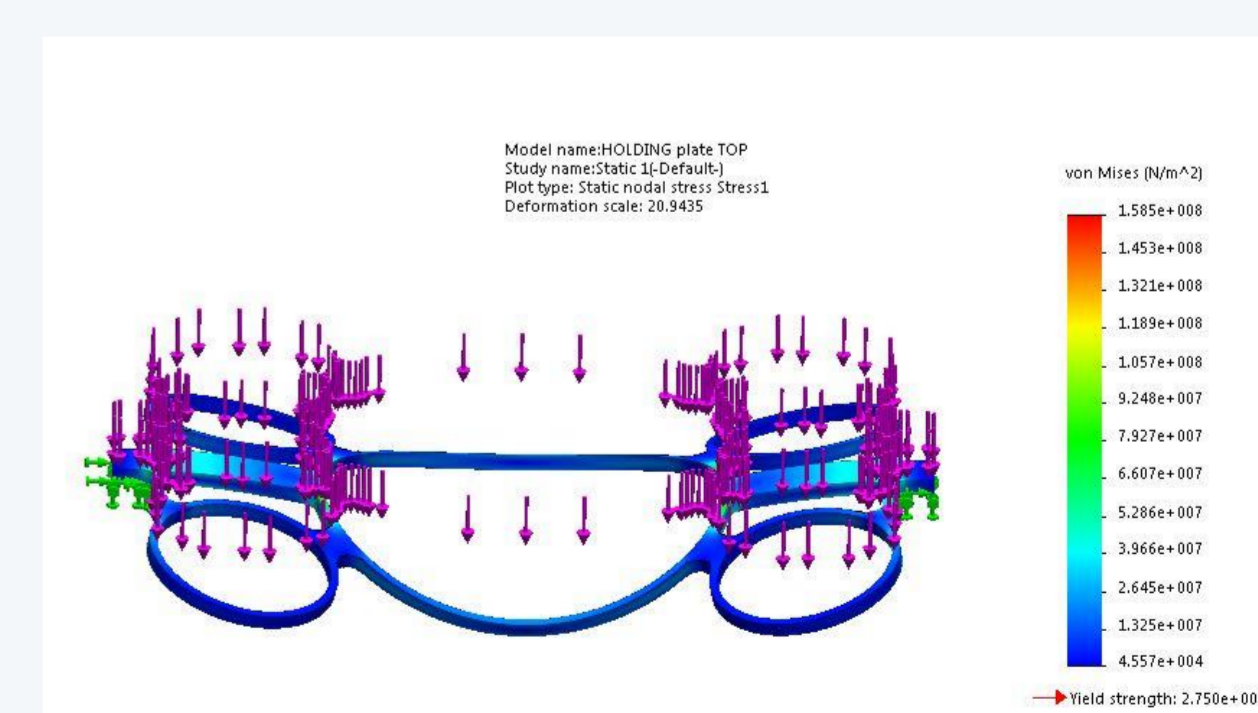
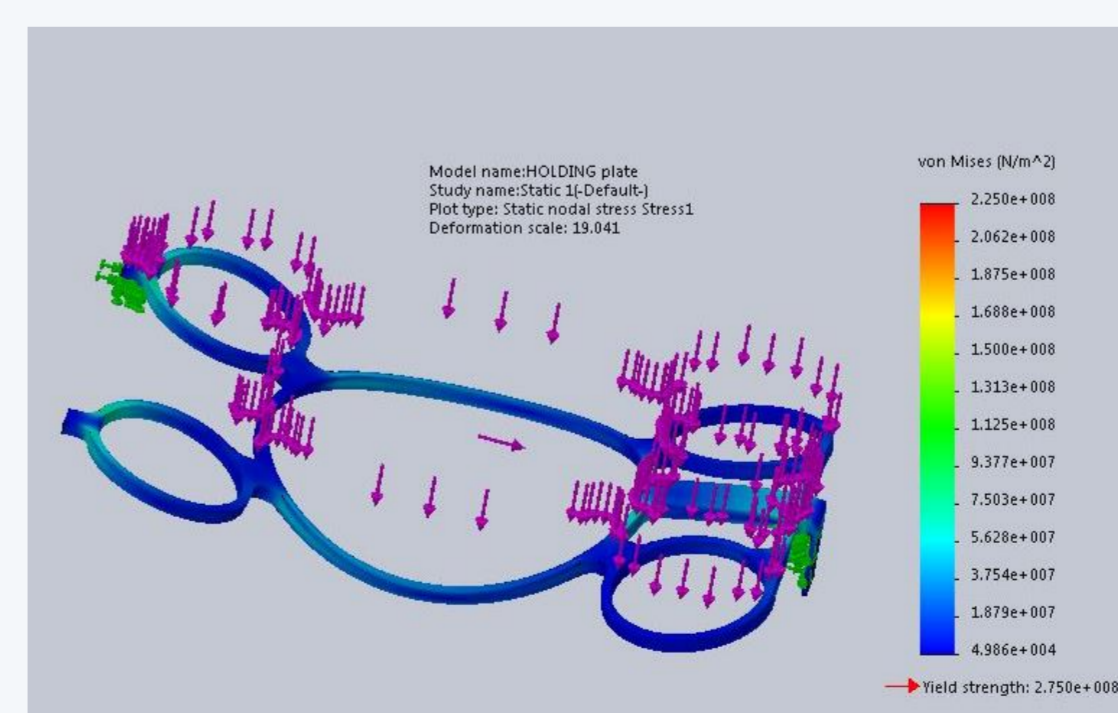
- אנליזות על הצלעות המקטע, כוח בדיקה – 400 [N] (בדיקה בעת שליית הצוללת מהמים):



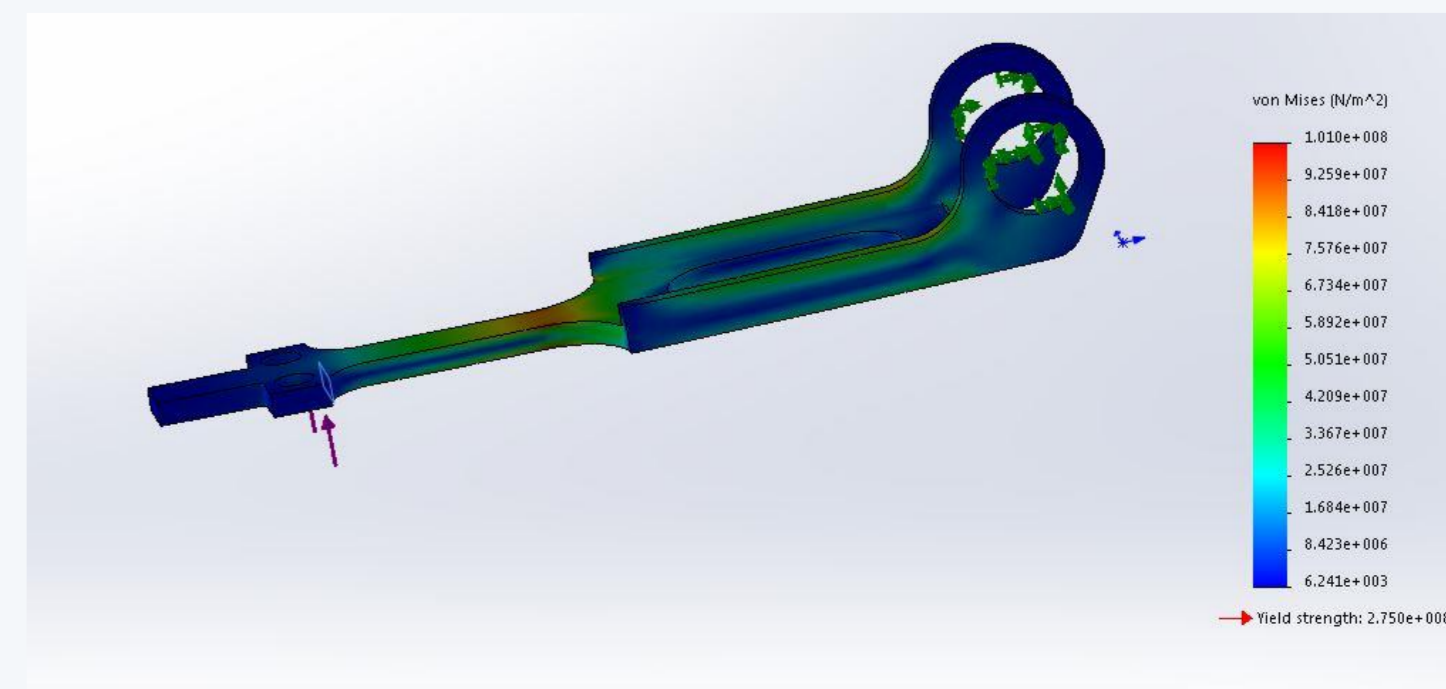
- אנליזות על מיכלי המקטע, לחץ בדיקה – 3.6 [MPa]:



- אנליזות על פלטות קיבוע של המקטע, כוח בדיקה – 400 [N] (בדיקה בעת שליית הצוללת מהמים):



- אנליזות על רגליה של המטע"ד, כוח בדיקה – 48 [N] (בדיקה בעת נחיתה המטע"ד על הקרקעית):



תודות

- מר גיורא גורלי על הליווי הצמוד לאורך כל הפרוייקט. העידוד הרב שקיבלנו להשקיע ולהתמודד עם הבעיות והקשיים בכוחות עצמנו, הליווי המקצועי, והדברון לחשוב מ"חוץ לקופסא". התרומה הרבה של גיורא מהידע האישי המקצועי והנסיון הרב שלו ילוו אותנו לאורך דרכנו המקצועית לאורך שנים.
- ד"ר ארנון גילן אשר עזר בתכנון הכללי והותוות הדרך לביצוע תהליך תכן נכון.
- פרופ' ראובן כץ אשר עקב אחרי ההתקדמות שלנו לכל אורך הפרוייקט, הביעה עניין, שימש כיועץ ומדריך מקצועי.
- ד"ר חגי במברגר על הדרכתו הרבה דרך הקורס "פרוייקט תכן חדש" ועל מתן הכלים הדרושים לנו לביצוע הפרוייקט וההתמודדות עם הקשיים שמלווים פרויקט כל כך מסובך ומאתגר, כלים שילוו אותנו במהלך חיינו המקצועיים.
- ד"ר מורל גרופר אשר תרם רבות מהידע המעמיק שלו בתחום הכלים הבלתי מאוישים והת-מימיים. מורל סייע לנו בסבלנות רבה בתכן מערכת איזון הציפה של המקטע, בתכן קופסאות האטימה ובבחירת רכיבים הקשורים למערכות אלו.
- מר כפיר כהן על עזרתו הרבה והמסירות שלו לטוודנטים ככלל ולנו בפרט, על השעות שהשקיע במענה על שאלות ועזרה בפרוייקט, הרבה מעבר לשעות העבודה.
- לאה שטרן על העזרה ברכישות והעבודה מול הספקים.