

דוכיפת בחלל

ד"ר זהר גורי ואורלי פיישר

דוכיפת 1 - על שם הציפור הלאומית של ארצנו. משקלו של הלוויין מעט פחות מק"ג אחד, צורתו קובייה במידות 10x10x10 ס"מ והוא מיועד לחיפוש והצלה. יעד נוסף הוא עצם היותו פלטפורמה חינוכית מדעית לתלמידים ברחבי הארץ.

הלוויין נבנה במסגרת פרויקט "לוויינים בחלל" - תוכנית לימודים הפתוחה בפני כלל תלמידי הרצליה והסביבה מכיתות ט' ועד י"ב. התלמידים בתוכנית ניגשים לבגרות ברמת חמש יחידות בהנדסה טכנולוגית. בניית הלוויין מאפשרת לא רק התנסות בפרויקט טכנולוגי מתקדם אלא גם היכרות מקרוב עם תעשיות החלל בארץ. התלמידים מקבלים הדרכה ממהנדסים מומחים בטכנולוגיות לווייניות מתעשיית החלל הישראלית.

הקבוצה האמונה על הפיתוח והשיגור מונה כ-40 תלמידים המחולקת לצוותים שאחראים על פיתוח חלקים שונים בלוויין, כמו צוות שאחראי על כתיבת התוכנה, צוות שאחראי על הבקרה התרמית, צוות התקשורת, צוות בקרת האנרגיה, צוות שאחראי על תחנת הקרקע, צוות המכניקה וההרכבה, ועוד.

תחנת הקרקע במרכז תאפשר לילדים לשלוח פקודות אל הלוויין בזמן שיוטו בחלל ולעקוב אחר האותות והמידע שיישלחו מהלוויין בחזרה אל כדור הארץ.

חיבור כל חלקי הלוויין מתבצע ב"חדר הנקי" שכולל מערכת

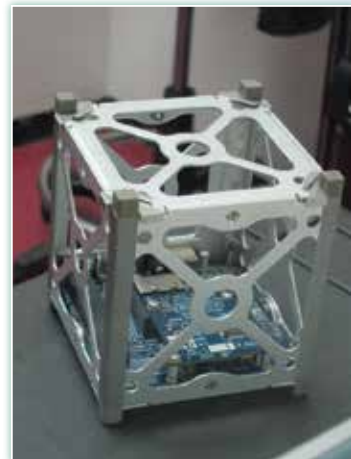
היוצרת עודף לחץ שמונע כניסת אבק ולכלוך, מוסתת את הלחות ומסננת את האוויר. כמו כן, בזמן העברת למעבדות חיצוניות לשם בדיקה ובקרה, נשלח הלוויין במזוודה מיוחדת ואטומה. בינואר הוא יועבר לבדיקות סביבה בתעשייה האווירית, ואם כל השלבים יעברו בשלום, הוא ישוגר מבסיס שיגור ברוסיה כבר באפריל 2014. כדי להזיל את עלות השיגור, הלוויין הזעיר מצטרף "כטרמפיסט" לשיגור של לוויין גדול. לאחר שישוגר הלוויין הגדול, ייפלט לאותו מסלול גם הלוויין הזעיר.

אך התלמידים לא מסתפקים בכך והם עמלים כעת על פרויקט נוסף, לוויין שגודלו כפול מהקודם (10x10x20 ס"מ) המיועד לשיגור ב-2015. לוויין זה

לפני תשע שנים עלה בראשה של ד"ר אנה הלר רעיון מבריק, לאפשר לתלמידי תיכון במגמה שלה לבנות ולשגר לחלל לוויין זעיר. כיום, הלה, ד"ר לאסטרופיזיקה, קרובה להגשמת החלום יותר מתמיד במסגרת תפקידה כמנהלת מעבדת הלוויינים והחלל במרכז המדעים הרצליה. המרכז שהוקם ביוזמת ראש עיריית הרצליה בזמנו, יעל גרמן, שם דגש על מצוינות וקידום החינוך המדעי והטכנולוגי. התלמידים מגיעים למרכז מתיכונים שונים ולומדים במסגרת זו נושאים מדעיים בהרחבה. מנהל המרכז, ד"ר מאיר אריאל שהוא גם מומחה לעיבוד אותות, מעורב בכל הפרויקטים המתנהלים במרכז ומקדם אותם, עבודה



דניאל ריבקיין בחדר הנקי



לוויין דוכיפת 1 בחדר הנקי

לא פשוטה בהתחשב במספר התחומים המדעיים הנלמדים במרכז: ביולוגיה, כימיה, פיזיקה, רובטיקה, מדעי המחשב, אלקטרוניקה ועוד.

מעבדת החלל היא אחת המעבדות המבוקשות ביותר, אך כפי שהתלמידים מספרים, ד"ר הלר מחפשת את אלה עם הברק בעיניים. במסגרת זו נדרשים התלמידים להשקעה רבה, הרבה מעבר לשעות הלימוד המקובלות. אך הנבחרים עושים זאת בהצטיינות ובהתרגשות רבה. במרכז גם קיימת תחנת קרקע לקליטת שידורי לוויינים מה שמאפשר לתלמידים לעקוב אחרי מסלולי כל הלוויינים המשייטים בחלל ולתקשר עם חלקם בזמן שהם חולפים מעל ישראל.

לאחר שנתיים של עבודה מאומצת השלימו התלמידים במעבדה את בניית הלוויין הזעיר הישראלי הראשון ששמו



לוויין התיכונים הישראלי הראשון



מימין לשמאל: רעם פיאטקובסקי, עידן פדידה, ים אשבל, דניאל ריבקין וג'ונתן כץ

הינו חלק מפרויקט של האיחוד האירופי שבמסגרתו ישגרו לחלל 50 לוויינים זעירים. הישג אדיר לתיכונים של מרכז המדעים, בהתחשב בעובדה ש-49 המוסדות הנוספים השותפים לפרויקט הם מוסדות הנדסיים אקדמיים. הבעיה העיקרית הניצבת כרגע בפני המרכז היא גיוס כספים לשם השלמת הפרויקט.

מאחר שהשם דוכיפת 2 קשה להגייה בפי האירופים, כינו התלמידים את הלוויין בשם Hoopoe, שהוא השם האנגלי לדוכיפת... מטרת פרויקט דוכיפת 2 היא מדעית: בדיקת חלקיקים בתרמוספירה התחתונה והשתתפות בחקר תהליכי פינוי פסולת חלל. משימת הלוויין דוכיפת 2 תהיה קצרה למדי - כשלושה חודשים בלבד, ולאחריה יחדור לאטמוספירה ויישרף. בביקורנו במעבדה פגשנו מספר

תלמידים מחברת המופלאים של מרכז המדעים הרצליה השוקדים על מלאכת הלוויינים.

לחלל על גלי הרדיו

אם היו כאלה שהזדרזו להספיד את חובבות הרדיו וסברו שבעידן האינטרנט אין מקום לחובבות מסוג זה, הרי שהם יכולים, כמו שאומרים, לאכול את הכובע. הצעירים שפגשנו הם ההוכחה לכך. פגשנו כמה מהם בערב חורפי קר בתחנה הקרקעית הלימודית שבקמפוס. מדבריהם התברר שהמומחיות והיצירתיות הן לאו דווקא במסגרת



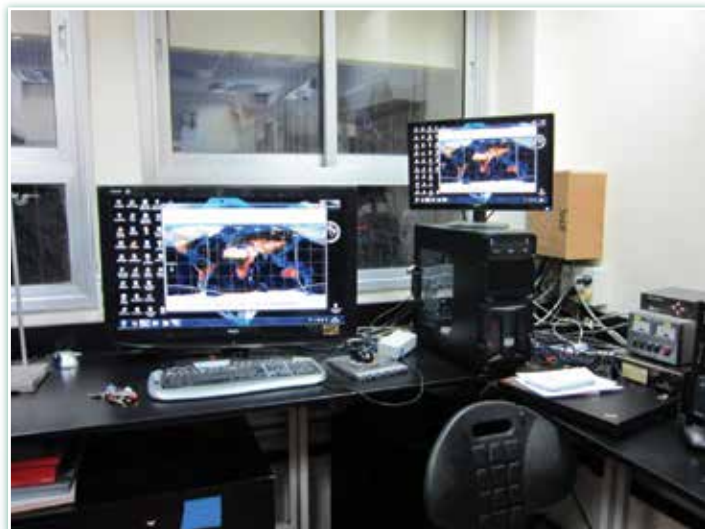
מכשיר הקשר שבעזרתו נשלחים אותות מצוקה

החיצונית של הלוויין אלא במה שמכניסים לתוכו כדי שיוכל למלא את המשימות שמתוכננות לו.

"גובה ההקפה של הלוויין 'דוכיפת 1' הוא כ-600 קילומטרים מעל פני כדור הארץ. בהיותו בחלל הוא אמור לתת שירותי הצלה וחילוץ", מספר ים אשבל, תלמיד כיתה י"א. "חוקרים ומטיילים במצוקה יכולים לשלוח הודעת מצוקה גם

באזורים מבודדים שבהם אין קליטה סלולרית ורק לוויין שחולף מעליך יכול לקלוט את ההודעה, להעביר אותה לתחנת הקרקע בהרצליה, ותהליך ההצלה ייכנס לפעולה". מים למדנו שהלוויין שלהם יהיה השלישי בלבד שיכול לקלוט אות מצוקה בתדרי חובבי רדיו. ים החל להתעניין בפרויקט בתחילת כיתה ט' ונשאב לנושא. הוא מבלה בתחנה ארבעה ימים בשבוע וכמות מרשימה של שעות מדי יום. ה'רווח' שלו, מעבר לסיפוק ולידע הן 5 יחידות במדעי הנדסה.

לשיחה מצטרף עידן פדידה שתפקידו בכוח משימת הלוויין הוא בצוות התקשורת וצוות התכנות שאחראי על כל מערכת הפעולה של הלוויין. "בונים דגם דיגיטלי של הלוויין, מדויק לגמרי, ומזינים את החומרים שמהם



בתחנת הקרקע לקליטת שידורי לוויינים



תלמידי מרכז המדעים בהרצליה מציגים את הפרויקט במסגרת אירועי ליל המדענים בטכניון

אשד, מאבות תעשיית החלל הישראלית, וד"ר מאיר אריאל כדי לאפשר לילדים מוכשרים שאינם תושבי מרכז הארץ להשתתף בפרויקט היוקרתי. אל הפרויקט הצטרפו תלמידים מן הנגב שכולם, בדומה לחבריהם מהרצליה, אוהבים את התחום המרתק של חקר החלל ושואפים למצוינות. בעזרת התלמידים החדשים הוקמו שתי קבוצות מחקר ופיתוח נוספות: קבוצת בקרת ההכוון מביה"ס מקיף עמל 1 באופקים וקבוצת תלמידות ממרכז המדעים בירוחם שתהווה את צוות התכנון המכני. עיסוקם זה של התלמידים בכל שלושת המרכזים מסייע להם כאמור בבגרויות וגם סולל את הדרך לרובם אל העתודה האקדמית ואל יחידות העלית הטכנולוגית של צה"ל כמו יחידה 8200, ותלפיות. בפרויקט בכללו יש נכון לעכשיו שני לוווינים וכ-60-50 תלמידים, שכולם חברים ועוזרים זה לזה. כדאי לציין שהם רואים את עצמם כמורי דרך וכרכזים להרחבת הפרויקט לכל הארץ.

קרדיטים:

שמאי אופפר - מנהל קבוצת התקשורת ותחנת הקרקע אריאל יפה - מנהל קבוצת התוכנה
 מידד פריינטא, מנכ"ל חברת ספייסאיליסט - מהנדס המערכת של דוכיפת 1
 מיכאל לופט - מהנדס החומרה של דוכיפת 1
 דניאל ברק - מדריך קבוצת ירוחם וקבוצת אופקים

הוא עשוי מריצים את הסימולציה הדיגיטלית ומבצעים אנליזות תרמיות, לחץ, רטט, ועוד סוגים שונים של אנליזות, מספר עידן, תושב הרצליה.

דניאל ריבקין, תלמיד כיתה י"א, צריך לקום בבוקר מוקדם יותר שכן הוא גר במודיעין וצריך להספיק להגיע בזמן ללימודים. אנו רואים אותו בחדר הנקי עם חלוק לכן וכובע המכסה לגמרי את ראשו. לידו ניצבים אופק תמרי ורעם פיטקובסקי המגיע מתל אביב כל בוקר. אופק ורעם שייכים לצוות התקשורת אך כבר עוסקים בלוויין השני 'דוכיפת 2' יחד עם ג'ונתן כץ תלמיד כיתה י'. ג'ונתן הוא חבר בצוות שאחראי על המטען המדעי של דוכיפת 2 מספר על שלוש קבוצות חיישני הלוויין. האחת בוחנת את צפיפות היונים בשכבת התרמוספירה (בהתאם לגובה שבו מצוי הלוויין), חיישן נוסף הוא חיישן תרמי הממוקם בדפנות הלוויין ואמור לבדוק את החום בסביבת הלוויין, וקבוצת חיישנים נוספת, ובהם חיישני אור שמש ומגנטיות, מאפשרת לדעת היכן נמצא הלוויין בכל רגע נתון. בחבורה מספרים ש'דוכיפת 2' הוא חלק מהמיזם האירופי הכולל 50 לוווינים והם אחראים על התקשורת בין הלוויין לתחנת הקרקע. מערך התקשורת במיזם האירופי מורכב למדי שכן הוא כולל בנוסף ל-50 הלוויינים גם כ-100 תחנות קרקע שכל אחת מהן יכולה לקבל מידע מכל אחד מן הלוויינים.

פרויקט דוכיפת 2 הורחב לאחרונה ביוזמת פרופ' חיים