

מושב הפתיחה - חקר החלל

תא"ל (מיל') א. אגמון

כבוד שר המדע, פרופ' הרב דניאל הרשקוביץ, ראש נאס"א, מר צ'ארלס בולדן, מפקד הפיקוד האסטרטגי של ארה"ב, גנרל צ'ילטון, ראש העיר הרצליה העיר שלנו, הגב' יעל גרמן, שגרירים נכבדים, ראשי תעשיית החלל הישראלית ונציגי תעשיות חלל מחו"ל, מפקדי חיל האוויר בעבר, מפקדים בכירים מצה"ל ומחיל האוויר, ראשי האקדמיה הישראלית, אורחים ואורחות נכבדים מחו"ל ויש לנו פה קבוצה גדולה של תלמידים מצטיינים מבתי הספר מכל רחבי הארץ, בהם נבחרות המשתתפות בפרויקט First שנאס"א הוא המוביל הראשי שלו ובארץ הפרויקט מנוהל תחת כנפי מכון פישר.

כבוד רב הוא לי לפתוח את כנס החלל הבינלאומי השנתי החמישי ע"ש אילן רמון. שבוע הכנס בכל שנה מעורר בנו התרגשות רבה המהולה בכאב גדול. ההתרגשות, על שום ההזדמנות להעלות לראש סדר היום הציבורי את נושא המדע בכלל והחלל בפרט.

מדינת ישראל יכולה להישען לאורך זמן רק על בסיס איכות ההון האנושי שלנו ואיכותו נמדדת באיכות החינוך שהוא מקבל, ביכולות שהוא מפתח, בטכנולוגיות שהוא מקדם ובתעוזה שיש לו לקחת סיכונים ובנכונות לצעוד לפני המחנה לטובת הכלל.

הכאב דוקר מחדש, כמובן, על אובדנו של אילן ובנו אסף שרצה ללכת בדרכו. אנחנו מצווים ורונה מובילה בכך, לפעול שהאובדן לא יהיה לשווא. אנחנו חייבים לפעול על מנת שהמנהיגים שלנו, בפוליטיקה, בכלכלה, באקדמיה ובין בני הנוער ימשיכו לחפש הרים גבוהים כדי לטפס עליהם, אופקים חדשים כדי להגיע אליהם ונכונות לחלום חלומות נועזים כדי להגשים, כי בכך תלוי עתידנו.

התעוזה לקחת סיכונים כדי להתקדם חייבת להנחות כל ארגון ופרט, ממסדי או חוץ-ממסדי, אם הוא רוצה להתקיים בביטחה, במיוחד באזור כה מורכב ומסובך כמו האזור שאנו חיים בו. אם טוענים שבני הנוער לא רוצים ללמוד מדעים וטכנולוגיה, מכורים לתוכניות ריאליטי או בורחים מעבודה קשה ואחריות, צריך למצוא את הדרך כדי לחשוף בפניהם את האתגר, היופי והכיף של עיסוק במדע וטכנולוגיה.

ישראל היא המדינה היחידה מחוץ לארה"ב וקנדה שהצליחה לבצע תוכנית אזורית למשיכת בני נוער לעסוק במדע וטכנולוגיה. בתוכנית המופעלת ע"י נאס"א במסגרת הפרויקט, For Inspiration and Recognition of Science and Technology - First, משתתפים השנה בישראל 51 בתי ספר תיכוניים ו-100 קבוצות מחטיבות ביניים, מקרית שמונה בצפון ועד ירוחם בדרום, בפרויקט מדעי וטכנולוגי מאתגר ומורכב שבשיאו מתקיימות תחרויות בהיכל נוקיה ביד אליהו בין רובוטים משוכללים שנבנו ע"י התלמידים תוך חונכות של מהנדסים מהתעשייה, מהצבא ומהאקדמיה.

הקבוצות הזוכות ייצגו את ישראל בגמר העולמי שיערך באפריל השנה באטלנטה ג'ורג'יה, בעידודו שלח נשיא ארה"ב מר אובמה.

יש לנו השנה תלמידים מבתי ספר יהודים, ערבים, דרוזים, בדואים, תלמידים מבתי ספר חילוניים, דתיים, חרדים, ישיבות, בתי ספר מהכפר, מהקיבוץ ומהעיר ובעיקר הרבה תלמידות שמתתפתות בקבוצות ובחלקן הן אף המנהיגות וראשי הקבוצה. כמו בתחום החינוך גם בתחומים האחרים אנחנו מנסים להפוך את הכנס הזה למנוף לקידום תעשיית החלל הישראלית וכמובן בהשלכות של עוצמת ישראל בחלל על החוסן הלאומי של מדינת ישראל.

בעקבות הכנס הקודם בו הוצג המחקר על מדיניות ישראל בחלל, שנעשה במכון פישר ובעקבות

פאנל ראשי התעשיות הישראליות שנעל את הכנס, נערכה ישיבה מיוחדת של ועדת המדע של הכנסת בנושא עתידה של תעשיית החלל הישראלית וכן הוקמה ע"י נשיא המדינה ועדת מומחים מיוחדת על מנת לדון בדרכים להמשך קידום ופיתוח טכנולוגיות החלל של מדינת ישראל. ראש נאס"א איימס, פיט וורדן, שהשתתף בכנס אצלנו לפני שנה הוביל מהלך - בעקבות ביקורו בתעשייה שלנו במסגרת הכנס - שבו חברה נאס"א איימס יחד עם התעשייה האווירית ונורתופ גרומאן להתמודד בפרויקט מדעי-מחקרי של נאס"א, לוין SAR שיקיף ויחקור את פני כוכב נוגה. ביקורו של נשיא אוניברסיטת החלל הבינלאומית, ה-I.S.U. בכנס הקודם, הביא לתחילת שיתוף פעולה חינוכי ואקדמי, חלקו קם במרכז המדעים של הרצליה וכן אפשרות לערוך את אחד מסמינרי הקיץ המיוחדים של ה-I.S.U. ה-S.S.P. כאן בישראל.

גם השנה נדון באפשרויות ללמוד ולשתף פעולה בין תעשיות החלל הישראליות וגופים העוסקים בפיתוח טכנולוגיה בכל התחומים עם מדינות, סוכנויות חלל ותעשיות מהעולם.

כאן המקום להדגיש את הקשר המיוחד שיש לנו עם נאס"א. מדי שנה מתייצבת כאן משלחת נכבדה של אסטרונואוטים ומדענים, המעשירים את הדמיון של כולנו ביצירתיות ובחלומות של כל אחד מהעוסקים במדע בכלל ובחלל בפרט. השנה זכינו לכבוד רב במיוחד כאשר ראש נאס"א, מר בולדן, הגיע להשתתף איתנו בכנס. אם הגדרת את תפקידך כ-National Dreamer של ארה"ב, הרי אני מבטיח לך כי בישראל תמצא רבים שיעשו הכל כדי להיות חיילים בצבא החלומות שלך. זוהי חלק ממורשת החלוצים שהקימו את המדינה הקטנה שלנו, זו מורשת החלוצים שמציעה את האנושות קדימה, פורצת גבולות ומקדמת אותנו למקומות שאפילו אנחנו, החולמים, לא חשבנו שנגיע אליהם.

כיהודי ישראלי שנולד כאן עם קום המדינה, קל לי להגיד זאת בהסתכלי אחורה, אפילו לטווח הקצר ולראות איפה היינו והיכן אנחנו עכשיו.

משפט שאימצתי מברכתו של נשיא המדינה, מר שמעון פרס, בכנס הקודם שלנו, אומר כי במדע וטכנולוגיה אין שורה שנייה. או שאתה בשורה הראשונה, בין החלוצים או שאתה נגרר מאחור, לא נחשב.

לכן עוד ארוכה הדרך, גבוהים המכשולים, אבל אין דרך אחרת ועל כן אנו מחויבים לאזור את הטוב בתוכנו, לשנס כוחות ולצעוד קדימה. ואתם בני הנוער, האסטרונואוטים והמדענים, ראשי התעשיות וכל מי שייצג בכנס הזה, היו כמוכם לפני שנים לא רבות, הם לא פחדו מהאתגר, מהצורך להתאמץ, להתגבר על כישלונות ואכזבות, התמידו והגיעו. קחו מהם את הדוגמה, בכס תלוי עתידינו. ואם מדובר על התמדה, כבר לפני חמש שנים, כשחיפשנו מרצה מרכזי בעל שיעור קומה לכנס שלנו, פנינו לגנרל ציילטון ומאז שנה אחרי שנה המשכנו בהתמדה לבקשו לכבדנו בכנס הזה. היום אני בטוח שתהיה לכם הדגמה שהתמדה משתלמת.

מהמעט שכבר הספקתי לקרוא בכתביו ולשמוע מדבריו של הגנרל ציילטון ברור לי, שמצפה לנו הרצאה מרתקת מאסטרונואוט מנוסה, היחידי שהפך גם לגנרל 4 כוכבים, מפקד מנוסה ומעל הכל אדם חכם מאוד, מאזין, חבר.

ברצוני להודות, קודם כל, לכל המרצים והמשלחות שהגיעו מקרוב ומרחוק, במיוחד לאלה שבאו מרחוק, מחו"ל. וכן, תודה מיוחדת נשואה למשרד המדע והטכנולוגיה, כבוד השר, המנכ"ל גרינבלום, ד"ר צבי קפלן, ניקול מורנו וכל שאר אנשי המשרד. תענוג להרים איתכם פרויקט ביחד.

תודה לצוות היכל אומנויות הבמה ובית חיל האוויר. ד"ר קפלן, טל ענבר, ראש מרכז החלל במכון פישר וד"ר דגנית פייקובסקי. תודות לצוות ההפקה של הכנס, רויטל וטלי עם אנשי המכון, בראשות שני, נחמה ונטע-לי.

ברכות

הרב פרופ' ד. הרשקוביץ - שר המדע והטכנולוגיה

רונה רמון, יקירת כולנו, המארחים הנכבדים מהארץ, ראש העירייה, יעל גרמן, מכון פישר, אסף אגמון. האורחים הנכבדים מחו"ל, צ'ארלי וג'קי בולדן, ר' נאסי"א, גרל צ'ילטון, ר' הפיקוד האסטרטגי, כל האורחים הרבים, כל המכובדים וכמובן התלמידים.

נשיא המדינה מבקר היום בברלין, ראש הממשלה מבקר היום בפולין ברשות משלחת גדולה של חברי כנסת. שר ההסברה נמצא היום באו"ם ועוד שרים במקומות שונים, כי היום הוא יום השואה הבינלאומי. לפני 65 שנה שיחררו הכוחות הסובייטים את מחנה ההשמדה אושוויץ. בתוך זמן קצר עמדו החיילים האמריקנים בשערי בוכנוולד והבריטים בשערי ברגן בלזן ומצאו אודים מוצלים מאש, אנשים שכאשר נפתחו שערי המחנות אף לא אחד מהם חלם על מדינה. כולם תהו אם האנשים ששרדו את המחנות בכלל ישרדו את החיים, הם איבדו את כל מה שיש להם. את בתיהם, את רכושם, את חינכם, וכמובן את משפחותיהם. הם איבדו את כל עברם. כלל לא היה ברור שעוד נותר להם טעם בחייהם.

שלוש שנים מאוחר יותר הם היו הגרעין, חלק חשוב מסה"כ 600 אלף יהודים שחיו בארץ ישראל, לפני 62 שנה, הם היו את הגרעין שכוון את מדינת ישראל.

בניגוד לכל הסיכויים, בניגוד לכל הגיון אנושי; עם 600 אלף איש שאפילו לא מדברים אותה שפה, אלה מדברים ערבית ואחרים יידיש, גרמנית, פולנית, הונגרית ולדינו. עם אנשים שכאמור לא זכו להשלים, לא רק חינוך אקדמי, אפילו לא חינוך תיכוני, בגלל תלאות המלחמה. ובתנאים קשים, כמעט ללא תמיכה בינלאומית, שלא לדבר על מקורות כספיים, במדינה נטולת משאבי טבע כמעט, מוקפים מיליונים של אנשים חמושים במיטב הנשק ובמיטב המשאבים ויש להם רק שאיפה אחת, לכלות את הישות שזה עתה נוצרה כאן. והמדינה הזאת, אותה קבוצה שהתחילה כ-600 אלף איש, קלטה עלייה, לא עלייה שמביאה איתה משאבים כלכליים, זו עליה שצורכת משאבים כלכליים כי צריך ליצור כאן כור היתוך, כי צריך לבנות כאן עם.

ובמשך 62 שנים המדינה הזאת קמה, כאשר הנחשולים השואפים לכלותה מעל פני האדמה לא פסקו. והמעגלים שרוצים לכלותה מתרחבים. והאיומים הקיומיים לא פוסקים. ונגד כל הסיכויים מתקמת לנגד עיני העולם המשתאה אחת היצירות המופלאות ביותר בתולדות האנושות. בתנופת בנייה אדירה, חברה שמובילה היום, אולי, את החקלאות המתקדמת ביותר בעולם. מדינה שנמצאת בחזית השורה הראשונה במדע ובטכנולוגיה בעולם. בעשור האחרון יש לנו יותר זוכי פרס נובל לנפש מכל מדינה אחרת בעולם.

מדינה שמובילה היום את המחקר במדעי החיים, מדעי הרפואה, שצופים פני עתיד בחקר תאי הגזע, מדינה שכאן, בחסות משרד המדע וטכנולוגיה של מדינת ישראל, נוצרה דיסציפלינה של ננו-טכנולוגיה שהיום פותחת אופקים חדשים, שנמצאת בחזית הידע העולמית ואולי הביטוי המוחשי יותר מכל להישגים המופלאים של המדינה הזאת שהיא חברה במועדון אקסקלוסיבי מצומצם מאוד, פחות מעשר מדינות בעולם, שיש לה כל היכולות בתחום החלל. כל טווח היכולות מיכולות שיגור, יצור לוויינים על כל מרכיביהם, מעטפת ומטעד ותקשורת ועיבוד. בחלק מהיכולות חזית הטכנולוגיה נמצאת כאן. אם זה לא נס, איני יודע נס מהו.

מטבע הדברים, כיהודי מאמין, אומר כי "מאת השם הייתה זאת, היא נפלאת בעינינו". כי קשה להסביר את הדברים במונחים אנושיים.

אני רואה כאן את יד ההשגחה, אבל להשגחה אלוקית יש שותפים. ושני שותפים גדולים ניצבים איתנו לאורך כל הדרך. השותף האחד הוא הגבורה. הגבורה של האנשים שעשו ועושים את זה. החל מגבורתם של אותם אלה שיצאו מן המחנות, ביניהם הוריי, שניהם ניצולי שואה, והמשך בגבורתם של אלה שמשך כל השנים האלה נושאים את הלפיד.

הדוגמה, אולי המאפיינת ביותר של אותה גבורה, היא של משפחת רמון. אילן ואסף שהלך בדרכו, זיכרונם לברכה. ורונה, תבדל לחיים ארוכים, הם דוגמה לגבורה נפלאה, שגם היא ניצבת מעבר לכל הבנה אנושית. היא מודל לכל אחת ואחד מאיתנו. היא מודל לא רק לנוער, זה מודל גם לנו, לדור המבוגר ביותר. זה מודל לנחישות, לדבקות, לציונות. למשפחה שבה אהבת העם והארץ היא לא סיסמה, היא מהותה.

נתן אלתרמן דיבר על מגש הכסף, מגש של כסף או מגש של זהב שעליו במשך כל השנים ניתנת לנו מדינתנו. זהו אותו גורם בכיר בנס שמתקם לנגד עינינו. והגורם השני - ידידות מופלאה, עם הידידה הגדולה של מדינת ישראל, המילה ידידה היא אולי קצת ממעיטה מערך הידידות. בעלת ברית איתנה של מדינת ישראל משחר קיומה ועד היום, הלוא היא ארה"ב של אמריקה.

שני הגורמים, הגבורה של משפחת רמון והידידות האמיצה, הקשר האמיץ, אותה חברות קרובה עם ארה"ב, שניהם מסומלים יותר מכל בביקורו המיוחד של ראש נאס"א צ'ארלי בולדן ושל הגנרל צ'ילטון היום בכנס זה. בראש ובראשונה מתוך רצון לכבד את זכרו של אילן רמון ושל בנו אסף, כמו גם לכבד את העשייה המיוחדת של החלל בארץ, עשייה שהרבה שותפים לה, החל מסוכנות החלל הישראלית, מטבע הדברים בצד האזרחי וצה"ל והתעשיות השונות וכולם ביחד עובדים כאחד. יש לנו אפוא שותפות של כל הגורמים האלה באותה מציאות מופלאה ואנחנו כולנו מאחלים לנו שהמדינה הזאת, ערש קיומו והבסיס לקיומו של עם ישראל בעולם כולו, תמשיך לשגשג ולהתפתח בעזרת ידידנו והודות לאנשינו. אנחנו מאחלים לכולם שיהיה כנס מיוחד ומועיל ואין לי כל ספק שהכנס הזה הוא אחת המחוות שמכבדות ביותר את זכרם של אילן ואסף.

בשם מקבלי המילגה

גב' אוה שגיא

משחר ההיסטוריה האנושית נשא האדם עיניו אל השמיים וחיפש תשובות. אולי משום שהשמיים ייצגו עבורו את השאלות הבלתי פתורות הגדולות ביותר. את הכוחות הנשגבים ביותר. את כל מה שלא ידוע ולא מוסבר.

תצפיות על השמיים הובילו אותנו מחוקי תנועת הכוכבים של קפלר דרך הדינמיקה הניוטונית אל תורת היחסות של אינשטיין.

החלל סימל תמיד את חזית הגבול הידע האנושי ובד בבד את החתירה להעמיק את הידע ולהרחיק את הגבול.

כיום אנו עומדים בפני מספר בעיות בלתי פתורות בפיזיקה ואחת השאלות הגדולות ביותר קשורה אף היא לתחום החלל. זו שאלת החומר האפל והאנרגיה האפלה. מסתבר כי איננו יודעים ממה מורכבים 96 אחוזים מהיקום שלנו. נתח נכבד זה של העוגה מתחלק בין רבע חומר אפל, או לחלופין, תורות גרייטציה אלטרנטיביות כמו זאת שאני חוקרת, ושלושה רבעים אנרגיה אפלה הגורמת ליקום כולו להאיץ את התפשטותו.

אני חוקרת מאפייני גלי כבידה ותורת גרייטציה חלופית. קיומם של גלי כבידה, אדוות במרחב זמן אשר נגרמות ע"י מסות מאיצות, נחזה כבר בשנת 1918 ע"י אינשטיין והניסויים הראשונים בתחום פעלו כבר בשנות השישים. עם זאת, עד היום האישור היחיד והעקיף לקיום גלי כבידה התקבל ממחקרם של הולס וטיילור אשר הראו כי מסלולו של כוכב ניוטרונים הוא פולטר דועך במידה המתאימה בדיוק לכמות האנרגיה הצפויה להשתחרר באמצעות גלי כבידה. על כך הם קיבלו את פרס נובל בפיזיקה בשנת 1993.

כיום, עולם המדע מצפה בנשימה עצורה לגילוי ישיר של גלי כבידה, בין אם באמצעות אחד המצפים הפועלים בארה"ב, באירופה ובין או באמצעות "ליסה", אחד המפעלים הטכנולוגיים האדירים ביותר שתוציא האנושות לפועל, אשר אמור להיות משוגר לקראת סוף העשור ע"י נאס"א, סוכנות החלל האמריקאית.

האתגר הטכנולוגי בגילוי גלי כבידה הוא אדיר, שכן מעברו של גל כבידה צפוי לשנות את אורכו של קילומטר אחד בפחות מאלפית הרדיוס של פרוטון.

הקמתם ותחזוקתם של מצפים לגילוי גלי כבידה כרוכה בהוצאות של מאות מיליוני ואף מיליארדי דולרים, הוצאות אשר מדינה קטנה כשלנו לא יכולה לעמוד בהם. עם זאת, יש לנו אפשרות לתרום למאמצים מדעיים מרתקים אלו וזאת באמצעות מוחותיהם של מיטב חוקרינו.

מדובר בתרומה לא פחות משמעותית וחשובה מהקצאת כספים לבניית לייזר רב הספק או תאי ואקום משוכללים.

המילגה ע"ש אילן רמון היא רק דרך אחת בה מצטרף משרד המדע למאמצים להעמיק את הידע האנושי ולהביא את השמיים קצת יותר קרוב להישג דינו.

אני רוצה להודות בשמי ובשם ינון למשרד המדע והטכנולוגיה על המילגה ע"ש אילן רמון.

שינויי אקלים - מבט אחר

פרופ. ניר שביב, מכון רקח, האוניברסיטה העברית

אביא לכם עובדות בנושא ההתחממות הגלובלית, נושא בכותרות בארץ ובעולם. אומר דברים ש"שוחים נגד הזרם", ולכן אקדים ואומר, חברות הנפט לא משלמות לי, אני פשוט מדען, חוקר את מה שאני חוקר ומגיע למסקנות שהן לפעמים לא הכי נעימות. גדלתי בבית שקשור לחלל וקשור לסביבה, גדלתי בבית סולרי, אחד מהראשונים אולי במדינת ישראל, ואני גאה בזה שאיכפת לי מנושא של איכות הסביבה. אבל יש לדעת, הנושא של התחממות גלובלית הוא לא הנושא העיקרי שבעטיו אנחנו צריכים לפעול לאיכות הסביבה.

ראשית, אסביר מהן הבעיות בהתחממות הגלובלית. מה משפיע על כדור הארץ ואיך הדבר משתלב לתמונה יותר מורכבת, שהיא למזלנו הרבה פחות אפקליפטית ממה שאנחנו שומעים מדי יום בעיתונות.

התמונה הרגילה - אנחנו העלנו את כמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה, יש עדויות שמראות שהעלייה הזו היא בגלל פעילות בני האדם, מוכח ע"י מדידת ההרכב האיזוטופי של הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה. מצד שני רואים שהטמפרטורה במאה ה-20 עלתה, גובה פני הים עלה, יש פחות קרח בקטבים. המדידות מלוויינים הן נהדרות מהבחינה הזו כי הן אובייקטיביות הרבה יותר מאשר מדידות שנעשות מכדור הארץ ע"י אנשים. אבל מסתבר שאין שום טביעת אצבע, ולו אחת, שמראה שעלייה ב- CO_2 היא זו שגרמה בעיקר לעלייה בטמפרטורה במאה ה-20. אין אפילו עדות אחת לכך. יותר מזה, אם בוחנים סקאלות זמן אחרות בהן היו שינויים בכמות הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה, לא רואים שום עדות אמפירית אחת שאפשר בעזרתה לכמת את ההשפעה של הפחמן הדו-חמצני.

על סקאלות זמן גיאולוגיות ישנם שינויי טמפרטורה, רואים שינויים מחזוריים על סקאלה של מאות מיליוני שנים. במדידות עקיפות של הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה עולה שאין שום קורלציה בין כמות הפחמן הדו חמצני באטמוספירה לבין הטמפרטורה הגלובלית על כדור הארץ. לפני 450 מיליון שנים, למשל, היה פי 10 יותר CO_2 באטמוספירה אבל היה קרח יותר ממה שיש היום. בגלל חוסר הקורלציה הזו יכולים לשים חסם על ההשפעה של CO_2 והחסם הזה הוא יותר קטן ממה שה-IPCC, ארגון האו"ם, טוען.

אפשר לכמת את זה, אם נכפיל את כמות הפחמן הדו חמצני, הטמפרטורה תעלה במעלה אחת עד מעלה וחצי, ולא בין מעלה וחצי לחמש מעלות, שבהן מפחידים אותנו.

מראים לנו שאפשר להסביר את העלייה בטמפרטורה במאה ה-20 ע"י מודלים נומריים. אבל מסתבר שאי-הוודאות שיש במודלים האלה היא גדולה ולכן יכולים להתאים כל טיעון. המתמטיקאי פון נוימן אמר פעם "תנו לי ארבעה פרמטרים ואוכל להתאים לכם פיל, תנו לי פרמטר חמישי ואזי את החדק שלו". מסתבר שעם המודלים הנומריים אנחנו לא יודעים לנבא את הרגישות של כדור הארץ ולא יודעים האם, או כמה חיממנו את כדור הארץ, או בהסתברות מסוימת יכול להיות אפילו שקיררנו את כדור הארץ.

מסתבר שאם בודקים בציציות, הרבה מההתאמות היותר עדינות לא מתאימות. למשל, כשמסתכלים על ההתפרצויות הגעשיות בכדור הארץ, אם הר געש גדול מתפרץ - כמו הפינוטובו או קרקטואה - הוא מעלה ענן אבק גדול לאטמוספירה. האבק הזה יכול לשבת בחלק העליון של האטמוספירה שנה-שנתיים, בזמן שהוא שם הוא מונע מחלק מהקרינה של השמש להגיע לכדור הארץ, הוא מחזיר אותה לחלל והטמפרטורה על כדור הארץ תרד.

אותם מודלים שמסבירים את העלייה בטמפרטורה, מראים שהירידה בעקבות התפרצויות געשיות צריכה להיות, לפי אותם מודלים, בין 0.3 ל-0.5 מעלות. בעוד שבפועל, אם נבדוק מה הייתה הירידה הממוצעת בעקבות התפרצות הרי הגעש, הירידה הממוצעת היא 0.1 מעלה. המשמעות היא שהמודלים שמשמשים בהם בשביל לנבא מה יקרה בעתיד הם רגישים מדי, הם ינבאו לנו עתיד אפוקליפטי.

אם מנסים לבחון איפה צריכה להיות ההתחממות ב-30 השנה האחרונות בהן יש מדידות מלוויינים או מבלונים, הניבויים הנומריים קובעים שהאטמוספירה צריכה להתחמם בצורה די אחידה, כתלות בקו רוחב ובגובה, כאשר באזורים משווניים הטמפרטורה הייתה צריכה לעלות יותר ובגובה רב יותר מאשר בגובה פני הקרקע.

בפועל, רואים שההתחממות הופיעה יותר באזורים הסובטרופיים, ופחות באזורים המשווניים. הקרקע התחממה פי 2 יותר מאשר שאר האטמוספירה בניגוד לניבוי של המודלים הנומריים. למה בכל זאת להאשים את בני האדם ואת ה- CO_2 ? מסתבר שהסיבות היחידות שבעטיין אפשר להאשים את בני האדם הן שתיים:

1. כי אי אפשר להסביר את העלייה ע"י שום גורם אחר ולכן זה חייב להיות בני אדם.

2. העלייה במאה ה-20 היא כביכול חריגה.

הדו"ח של האו"ם קובע שהשחזור של הטמפרטורה היה די אחיד בזמן, ולפתע במאה ה-20 הטמפרטורה עלתה. בעיון במקורות אחרים עולה כי הטמפרטורה בכדור הארץ, על סקאלות זמן בינוניות וארוכות, משתנה. למשל, לפני כאלף שנים שררה כאן תקופת ה-*Optimum Medieval*. תקופת ימי הביניים האופטימלית. לעומת זאת במאה ה-17 היה קר, תקופת ה-*little Ice Age*. השינויים האלה נובעים בגלל פעילות השמש.

אוכיח לכם ששני הטיוונים האלה לא נכונים. ראשית, יש משהו אחר שמסביר חלק גדול מהשונויות, זוהי פעילות השמש. שנית, העלייה במאה ה-20 איננה חריגה.

נעשו נסיונות רבים לשחזר את הטמפרטורה לאורך ההסטוריה, בין השאר על ידי מדידה ישירה של הטמפרטורה בשכבות הקרח בעומקים שונים בגרינלנד. והתברר שבימי הביניים היה שם חם יותר משמעותית מימינו אלה. בימי הביניים ויקינגים התיישבו בגרינלנד וקראו לה גרינלנד, לא בגלל הקרח אלא מאחר והיתה ירוקה מדשא. כשהקרח נמס בגרינלנד מוצאים בפרמאפרוסט קברים של ויקינגים, הוכחה שניתן אז לחפור באדמה.

לגבי המושג רגישות אקלימית, מה המשמעות שלו ביחס להתחממות הגלובלית? נקח לדוגמה חדר רגיל. אנחנו יודעים לחשב יעילות של תנור או מזגן לחדר נתון. יודעים כמה וואט התנור צורך או מהו הספק הקירור של המזגן, אם רוצים לדעת בכמה תשתנה הטמפרטורה בחדר בשיווי משקל, יש לדעת כמה חום בורח דרך הקירות, איך החלפת האוויר בין החדר והחוץ וכו'.

כך גם בכדור הארץ. ניתן להעריך או לחשב בכמה אנחנו משנים את מאזן האנרגיה של כדור הארץ, למשל הכפלה של ה- CO_2 אקוויולנטית לשינוי מאזן האנרגיה בערך ב-4 וואט למטר מרובע, יחסית ל-240 שאנחנו מקבלים מהשמש.

אם רוצים לתרגם את השינוי הזה במאזן האנרגיה לשינוי בטמפרטורה, יש לדעת את ההתנהגות של המערכת האקלימית, להתנהגות הזו קוראים רגישות אקלימית.

מה זה אומר לגבי ההתחממות הגלובלית? לפי המודלים הנומריים, אנחנו בני האדם הפרענו למאזן האנרגיה וכדי להסביר את ההתחממות במאה ה-20 אנחנו מאמצים נתון של רגישות אקלימית גבוהה. זה אומר למשל, שכתוצאה מהכפלת הפחמן הדו חמצני, אותו שינוי יגרום שינוי יותר גדול

בטמפרטורה במאה ה-21.

אולם, עדויות גיאולוגיות ואחרות מראות שהרגישות האקלימית היא על הצד הנמוך. אראה לכם שלכדור הארץ יש תרומות נוספות למאזן האנרגיה.

השינוי הנוסף היא השמש, בצורה עקיפה. ראשית, יש להבין שהשמש הוא כוכב שמשנה את מצב הפעילות שלו. אם נסתכל על השמש בטלסקופ נראה אזורים שנקראים כתמי שמש, אלה אזורים עם שדה מגנטי חזק, שבכל 11 שנים משנה את הקוטביות שלו, הדרום והצפון המגנטי של השמש מחליפים קוטביות כל 11 שנים ובנוסף יש לנו איפנון ארוך טווח שלפעמים המחזור הוא יותר חזק ולפעמים יותר חלש.

עם המחזוריות הזו של 11 שנים ישנם שינויים בכמות האור האולטרה-סגול שהשמש פולטת, שינויים במספר כתמי השמש, בעוצמת רוח השמש, ועוד כמה וכמה שינויים נוספים שנובעים מפעילות השמש.

השמש משנה גם את עוצמת ההארה הכוללת שלה, אבל השינויים הכוללים בעוצמת ההארה הם רק 0.1 אחוז, שאינו מספיק בשביל להסביר את שינויי האקלים שרואים במקביל לפעילות השמש. בבחינת אקלים כדור הארץ נגלה שישנם שינויים במקביל לפעילות השמש. למשל, באלף שנים האחרונות, תקופת האופטימום של ימי הביניים או תקופת הקרח הקטנה או תקופות אחרות הסתנכרו עם שינויים בפעילות של השמש.

כשהשמש הייתה בימי הביניים במצב פעילות גבוה, כמו גם היום, אפשר לראות זאת בהסתכלות בפחמן 14 בחתכי גזעי עצים, עולה שכדור הארץ היה חם. במאה ה-17 היתה פעילות השמש נמוכה, במשך 50 שנה כמעט שלא ראו כתמי שמש ובשנים אלו היה בעולמו קר, תקופת הקרח הקטנה, נהר התמזה בלונדון קפא כל שנה.

פחמן 14 נוצר באטמוספירה מקרינה קוסמית, מאחר שהקרינה הזו מאופנת, היא משתנה ביחד עם פעילות השמש, כך ניתן לקבל מדד של פעילות השמש במשך אלפי שנים לאחור, ומגלים קורלציה מדהימה בין מדד אקלימי לפעילות השמש.

על סקאלה של 11 שנים יכולים לראות שינוי גדול במדד אקלימי. למרות שעל סקאלה של 11 שנים לא אמורים לראות שינויים גדולים בטמפרטורה של כדור הארץ, הסיבה היא שהאוקיינוסים מהווים מאגר חום ענק ולכן קשה לחמם ולקרר אותם.

אבל אם מסתכלים על מדד לכמות החום או לשינוי כמות החום, וזה ע"י הקצב שבו גובה פני הים משתנה כתוצאה מהתפשטות והתכווצות תרמית, יכולים לראות את קצב שינוי גובה פני הים. רואים שכל 11 שנים האוקיינוסים מתנפחים ומתכווצים - פרט לעלייה ארוכת הטווח של ההתחממות הגלובלית וההמסה של הקרחונים - במחזוריות של ה-11 שנים רואים כיצד השמש מחממת ומקררת את כדור הארץ, וכמות החום שנכנסת פנימה לאוקיינוסים היא לפחות פי 5 יותר גדולה מסתם שינויים בעוצמת ההארה של השמש, שינויים גדולים. הדבר הזה מאפשר לכמות את ההשפעה של השמש על כדור הארץ.

כיום, התיאוריה המקובלת להשפעת השמש על אקלים כדור הארץ, היא שהשמש משפיעה בצורה עקיפה, החלקיקים האנרגטיים שנקראים קרינה קוסמית מגיעים מחוץ למערכת השמש. הם מגיעים מסופרנובות או משרידים של סופרנובות. כאשר סופרנובה מת הוא משיל את השכבות החיצוניות שלו בפיצוץ גדול. כאשר המעטפת הזו פוגעת בתווך הבינו-כוכבי נוצרים גלי הלם שמאיצים את החלקיקים/הקרינה הקוסמית. החלקיקים האלה אנרגטיים ובעלי תפקיד מעניין.

כדי לדעת מה קורה לקרינה הקוסמית במערכת השמש, יש לברר מהי רוח השמש. רוח השמש

יוצרת את הזנבות של כוכבי השביט. יש להם זנבות שפונים הרחק מהשמש בגלל הרוח הזו. כשהחלקיקים האלה של הקרינה הקוסמית מסתובבים בתווך הבין-כוכבי הם עושים דיפוזיה, חלקם יכול להגיע לרוח השמש והוא צריך לשחות במעלה רוח השמש ולהגיע פנימה, אם הם רוצים להגיע לכדור הארץ.

כשרוח השמש יותר חזקה, החלקיקים האלה יאבדו מהאנרגיה שלהם כאשר הם מתקרבים אל מרכז מערכת השמש. מכאן - שכשרוח השמש יותר חזקה, פחות מהחלקיקים האלה יכולים להגיע לכדור הארץ.

החלקיקים האלה, היות והם אנרגטיים, הם יכולים לחדור את השדה המגנטי של כדור הארץ ויכולים לחדור את האטמוספירה. הם פוגעים באטמוספירה, יוצרים גשם של חלקיקים משניים שיכולים להגיע כל הדרך למטה. למעשה, כמות היונים באטמוספירה נשלטת ע"י הקרינה הקוסמית.

איך כל זה משפיע על אקלים כדור הארץ? מסתבר שהיוניזציה משחקת תפקיד חשוב בגדילה של גרעיני נוקלאציה. אם אוויר נקי לחלוטין מגיע למאה אחוזי לחות, ניתן לעבור את מאת-אחוזי הלחות ולא תיווצר התעבות של אדי מים. אולם ידוע כי ברגע שמגיעים למאה אחוזי לחות נוצרת התעבות ועננות. כי באוויר ישנם חלקיקים שמשמשים כגרעיני נוקלאציה. מעל היבשה ישנו אבק וזיהום של בני אדם שמשמש כגרעיני נוקלאציה, אבל מעל האוקיינוסים יש לגדל את החלקיקים האלה ממשוה ומסתבר שהתהליך גדילת גרעיני הנוקלאציה מושפע מכמות המטען החופשי שישנו באטמוספירה.

הכל תלוי בשינויים בעוצמת רוח השמש. כשרוח השמש חזקה מגיעים לכדור הארץ פחות חלקיקים של קרינה קוסמית משביל החלב ולכן ישנה פחות יוניזציה באטמוספירה. במקרה כזה נוצרת עננות פחות לבנה שתחזיר פחות קרינה לחלל, ותתקבל טמפרטורה יותר גבוהה. כלומר, שמש יותר פעילה, עננות פחות לבנה וטמפרטורה יותר גבוהה על כדור הארץ.

מדידות מלוויינים ב-20-30 השנים האחרונות הראו כי שטף הקרינה הקוסמית שהגיעה לכדור הארץ בהשוואה לפעילות של השמש ולשינוי בעננות של כדור הארץ, יוצרים שינוי במאזן האנרגיה שמתאים לכמות החום שנכנסת לכדור הארץ, הכל מתגבש לתמונה קונסיסטנטית.

על סקאלת זמן גיאולוגיות, כדור הארץ מסתובב סביב שביל החלב ומסתבר שכל 145 מיליון שנה בממוצע, עולמנו עובר דרך זרוע של שביל החלב באזור שיש יותר קרינה קוסמית. אפשר לשחזר את הקרינה הקוסמית בעזרת מטאוריטים ולראות את המחזוריות הזו ואפשר לשחזר את הטמפרטורה בעזרת מדידות גיאוכימיות על סקאלות זמן גיאולוגיות ולראות שרוב השינויים המשוניים, לפחות על סקאלות זמן גיאולוגיות, הן כתוצאה מהשינויים בשטף של הקרינה הקוסמית שמגיעה לכדור הארץ. זה אומר שהשמש משפיעה על אקלים כדור הארץ דרך גורם עקיף, אנחנו יודעים שבמאה ה-20 פעילות השמש גדלה יש תרומה נוספת לשינוי במאזן האנרגיה, עם התרומות של בני האדם, מתקבל אקלים פחות רגיש וביחד מקבלים תמונה קונסיסטנטית. אנחנו מנבאים שהעלייה במאה ה-21 תהיה הרבה יותר מתונה.

אם משווים את זה למה שה-IPCC אומר, העלייה במאה ה-21 תהיה הרבה יותר מתונה ממה שה-IPCC מנבא לנו.

אסיים בציטוט של אל גור שציטט את סמואל קלמנס, "מה שמכניס אותנו לבעיות או לצרות זה לא מה שאנחנו לא יודעים אלא זה מה שאנחנו חושבים שאנחנו יודעים, אבל שהוא לא נכון".

דבר מפקד חיל האוויר

אלוף עידו נחשתן

אנחנו חיים בסביבה מתפתחת ומשתנה במהירות. אנסה לסקור את ההתפתחויות מנקודת המבט של חיל האוויר, שקושרות את ההתפתחות האסטרטגית בסביבה, מול יעוד ומשימות מוגדרים ומתפתחים והולכים מחד, וכן את היישומים והשימושים שהחלל יכול לתרום כדי לפתור את הבעיות הנוצרות ומשתנות.

לא אוכל שלא להתחיל בזיכרון שיש לי מה-16 בינואר 2003 אחרי הצהריים, כמו כל עם ישראל צפינו בטלוויזיה, ראינו את השיגור של מעבורת החלל קולומביה. עמוד עשן מאוד מרשים, 8.5 דקות של דופק מוגבר, זה הזמן שלוקח לתאוצה להוציא את החללית אל מחוץ לאטמוספירה הקרובה. ואז יצאנו - כל עם ישראל, אני חושב - לחלל יחד עם אילן רמון ובילינו שם שבועיים וזה היה מסע החלל הלאומי הראשון שלנו. האישי.

ברמה הלאומית, תוכנית החלל הייתה באמת זריקת מרץ מאוד משמעותית, פלטפורמה למדע, לטכנולוגיה, השראה, ציון דרך מאוד חשוב. לנו, החברים של אילן מחיל האוויר, זה היה מקור לגאווה. לא מעט קנאה למי שיכול ורצה להיות שם, ואין מישהו שלא רוצה להיות שם. אני מניח שלאילן זה היה גם חלום חיים, זה היה שיא מתאים מאוד לקריירה ארוכה, ממושכת ומפוארת, עם הרבה ניסיון מבצעי, שעות טיסה וגם סיכונים לא מעטים שראה בימי חייו. לא שיערתי באותו יום של ינואר 2003 שיהיה מצב שאעמוד כאן, 7 שנים אחרי, בכנס חלל שנקרא על שמו. ביום שני הקרוב, ה-2 בפברואר נציין 7 שנים לנפילתו, על כך לא חלמנו. ולגודל האסון, לפני שלושה חודשים נפל גם בנו, אסף, בתאונה אימונים בחיל האוויר. יצא לי באופן אישי לטוס עם אסף את מבחן הסיכום בקורס הטיס ולראות אותו בשיא תפארתו על מגרש המסדרים לפני חצי שנה כחניך מצטיין, כמו אבא שלו.

חיל האוויר פועל בתוך סביבה אסטרטגית מאוד רחבה, מאוד תובענית ומשתנה. אנחנו צריכים להסתכל על הצד האסטרטגי בסביבת הפעולה הזאת ולדעת לתרגם אותו למשימות ותפקידים של חיל האוויר.

חיל האוויר הוא משתמש מרכזי בתוצרים המבצעיים שהחלל יכול לתת לנו, בפרט בזירות רחוקות אבל לא רק שם. בפרספקטיבה ארוכת שנים אפשר לראות שינוי במגמות האסטרטגיות של אופי המלחמות במזרח התיכון. עד מלחמת ששת הימים המלחמות פרצו כאן בגלל האיום הטריטוריאלי על מדינת ישראל. היה חשש ממשי לקיום המדינה, איום ממשי של צבאות סדירים, גדולים ומצוידים.

בשנות ה-70 האיום הטריטוריאלי הצטמצם משהו, העליונות האווירית הלכה ותפסה מקום ניכר, עדיין התקיים עימות בין צבאות סדירים, גדולים ומשמעותיים.

בשנות ה-80 נראה שהתשובה לעליונות אווירית בדמות טילי קרקע-אוויר מאבדת מכוחה, לזירה הגיע שחקן חדש שלקח חלק במלחמת איראן/עירק - הטק"ק, טיל קרקע-קרקע. זהו נשק שקשה לפגוע בו, שמסוגל להפעיל לחץ ופגיעה בעורף. נשק זה מפחית במידה מסוימת איום טריטוריאלי אבל מייצר בעיות קשות אחרות.

משנות ה-90 רואים שינוי עמוק באופי המלחמות, שבא לידי ביטוי במספר דרכים: טק"ק ורק"ק, טרור וגורמים לא מדינתיים בעלי עוצמה צבאית משמעותית.

זהו שינוי שאופיו במידה מסוימת פוליטי ולא טכנולוגי. טק"ק הוא שינוי טכנולוגי, רקטות מכל הסוגים; טרור הוא טכניקה או טקטיקה צבאית, והמשמעות - ישויות לא מדינתיות עם עוצמות צבאיות משמעותיות. לחיזבאללה יש כוח צבאי חזק מאשר לצבא לבנון, החמאס הוא כוח שהולך ונבנה לא רק על אמצעי טרור אלא על אמצעים מדינתיים. חיזבאללה הוא מהצבאות החזקים בהשוואה לצבאות של מדינות.

השינויים האלה מייצרים לנו אתגרים חדשים, קשים ולא פשוטים. ישנו איום גובר ומכוון של אש רקטית על העורף הישראלי האזרחי, עם פחות איום על הטריטוריה. השינוי הזה מבטא ויתור על תמרון וכיבוש ובחירה בלחימה באש.

לאור הכישלון של הפעלת צבאות סדירים נגד ישראל מסתמנת "בריחה" מהמלחמות הרגילות, אולם עדיין קיימים האתגרים העתידיים של מתן ביטחון לאזרחי ישראל והאפשרות למדינת ישראל להמשיך ולהתקיים.

מתפתחות סביבנו נוספות. האחת - איום ממעגלים רחוקים. זהו תחום העניין והאחריות של חיל האוויר ובא לידי ביטוי קודם כל ביכולת שיגור-חימוש. רואים מדינות רחוקות שיכולות להיות מעורבות בחימוש והפעלת גורמי טרור או באספקת אמל"ח, ידע מבצעי, כסף, תמיכה וכו'. המימד השני הוא השינוי המהותי באמצעי לחימה ובאופן השימוש בהם בתוך סביבת הלחימה. מדובר באמצעים קטנים, ניידים, פשוטים וזולים. פעם משגר טק"ק היה רכב מאוד משוכלל, יקר וקשה להשגה, היום הוא צינור בפרדס או בבור באדמה. כל אחד יכול לשאת את זה בידים. ראינו כלי טיס בלתי מאוישים במלחמת לבנון השנייה, פריטים יחסית זולים, קטנים, ניידים, גמישים מאוד להפעלה, לא דורשים מערך של פיקוד ושליטה משוכלל.

גורם נוסף הוא הכניסה לתוך המרחב האורבני. המפקדות ואמצעי האש נמצאים היום בתוך המרחב האורבני. הדבר מקשה על צה"ל - שפועל בקודים אחרים - לפעול כנגד אויב מסוג זה. לחימה באויב מסוג זה דורשת מאיתנו דיוק ודרכים שונות לבצע מבלי לפגוע בבלתי מעורבים.

ההטמעות בסביבה האזרחית, ללא חתימה צבאית, מקשה מאוד למצוא את המטרות האלה. זהו אויב שלומד, מסתגל ומתאים את עצמו במהירות לכל דרך שצה"ל נוקט.

האויב הזה אינו ישות מדינתית ואוהב להתחמק מאחריות של מדינה, הוא פועל בתוך סביבה אורבנית, הוא יודע להפעיל אש לא מבוטלת שיכולה לפגוע באזרחי ישראל ופועל בתוך סביבה אזרחית שמקשה עלינו מאוד את התגובה.

מה המשמעות האופרטיביות של המגמות האלה? מה נדרש כדי להילחם בהן? הדבר הראשון והחשוב - מודיעין. חזק, נייד, מהיר תגובה, בכל מקום, שמחובר מהר וטוב לתהליכים מבצעיים. תהליכים מבצעיים הם תהליכים שסוגרים מעגל אש ויודעים לפגוע במטרות.

יש צורך במחקר מודיעין קבוע בשגרה. דרכו לומדים כי האויב מסתתר, מוטמע, לומדים את שגרת החיים שלו, צריך לעשות זאת יום-יום, אין להסתפק במודיעין חד-פעמי בעת לחימה. אנחנו רוצים עיניים פתוחות בכל מקום ובכל זמן, ביום, בלילה, ובמזג אוויר גרוע.

אנחנו רוצים לכסות שטחים גדולים ולדעת לעשות זאת ברציפות, כל הזמן. מאמצי ההסוואה וסביבות הפעולה דורשים מאיתנו מגוון סנסורים, לא הכל מגיע מסנסור אחד. אנחנו רוצים יכולת מענה מהיר לשיח מודיעיני, ואמצעים לתגובה מיידית. לא תמיד ניתן להגיב בכלי טיס, פה יש ללוויין בחלל יתרון ברור.

אנחנו רוצים להיות מסוגלים לאתר מטרות קטנות עם חתימה נמוכה בסביבה אורבנית, ברזולוציה גבוהה ובאיכות טובה וזקוקים לחיבור יעיל, מהיר למעגל האש. לחיל האוויר יש יעוד לסגור את המעגל המבצעי, לא רק דרך מחקר מודיעיני, אלא לתת פתרונות מבצעיים לבעיות שקיימות.

המשמעויות האופרטיביות הנגזרות בתחום ההתקפה הן ברורות, אנחנו רוצים אש מהירה, מדויקת, עם יכולת לפגוע במטרות בעלות זמן חיים קצר, לסגור מעגלים מהר. אנחנו רוצים כאמור לפגוע במדויק. עלינו לדעת להתאים את עצמנו טוב לסביבת הפעולה וגם לצמצם את הנזק הסביבתי ככל שאנחנו יכולים, לעשות את זה דרך אמצעים מתאימים ודרך מגוון נכון של אמצעים.

יש משמעויות אופרטיביות גם בתחום ההגנה, במיוחד בתחום ההגנה כנגד טילים, הגנה אקטיבית, תחום שהולך ומתפתח במדינת ישראל, חלוצה עולמית בתחום הזה. בידנו מערכת 'חץ' מבצעית, אליה הולכות ומתווספות בשנים הקרובות מערכות נוספות. השנה, אני מקווה שנשלים את תהליכי הפיתוח, מערכת הגנה לשכבה הנמוכה, 'כיפת ברזל', כנגד טילים ורקטות קצרי טווח יחסית, לעשרות קילומטרים.

מעליה קיימת שכבת הגנה נוספת של 'שרביט קסמים'. התפיסה מדברת על מערכת רב שכבתית שתיתן לנו אפשרויות יירוט אחדות כדי לפגוע בטילי אויב.

הכל מתחיל ביכולת זיהוי השיגור. גילוי השיגורים והטילים בדרך לכאן, היא כמובן כמעט בתחום הבלעדי של לוויין, עד שהמטרה מגיעה לטווח שמכ"מ רואה. אנחנו רוצים מודיעין מכל טווח. ממאות ואלפי קילומטרים ועד טווחים קרובים.

אנחנו רוצים לתת התרעה לאוכלוסייה, דבר שחשוב מאוד לשגרת החיים או לפחות להגנה על החיים כאן בעורף, זו משימה שהולכת ומתפתחת, היא משימה של חיל האוויר. דרך הסנסורים האלה ניתן לא רק להפעיל את מערכות היירוט אלא גם לתת התרעה לאוכלוסייה בזמן מוקדם ככל האפשר, שתהיה ממוקדת למקום שאליו הולך להגיע הטיל או הרקטה. לא פשוט לעשות זאת, אבל לשם אנחנו רוצים להגיע.

יש משמעויות אופרטיביות גם בהיבטי התקשורת. ללוויינות יתרונות רבים, שטח כיסוי גדול ומהירות ואנחנו רוצים זריזות בסגירת מעגלי אש, שליטה ופיקוד. כל הדברים האלה נמצאים בתוך ספקטרום המשימות של חיל האוויר, בהחלט לא חסומים בגובה 35 אלף רגל.

אנחנו רואים כיום בחלל נכסים אמיתיים, קיימים, בשלושת התחומים שצינתי. איסוף במגוון הסנסורים, התרעה משיגורים, בעיקר בהתבסס על לוויינים אמריקאים שנותנים לנו את ההתרעה הראשונית על שיגור טילים, ועל תקשורת, במקרה זה ברשותנו לווייני תקשורת ישראלים.

כיצד אני רואה את ההצטיידות בעתיד? במנותק מתקציב ומבעיות טכנולוגיות?

ראשית, לוויינים טובים, שיפור יכולות, שיפור רזולוציה, מגוון סוגים של סנסורים, היקף כיסוי לא מוגבל, עד כדי יכולות טקטיות. כיום לוויין מסמל יכולת שהיא בין אסטרטגית לטקטית או יותר קרובה לאסטרטגית, אני רוצה משהו טקטי, שיכול לספק במהירות את מעגלי המודיעין כדי לבצע את המשימה המבצעית.

אני רוצה זמינות גבוהה, אנחנו רוצים כאן ועכשיו לוויין. להציב לוויין בחלל זו משימה קשה, יקרה, ולוקחת זמן רב. הפתרון הוא במיקרו-לוויינים המשוגרים ונכנסים לפעולה תוך זמן קצר. המפתח נמצא באמצעי השיגור וביכולת לעשות את זה באמת זמין ומהיר. היינו רוצים להגדיל את זמני הגילוי או ההתרעה לאוכלוסייה וליירוט הטילים ככל שאפשר ולדייק בהם ככל שאפשר.

היינו רוצים תקשורת מהירה, לא חסומה. לא ברוחב סרט ולא במהירות תגובה ולא במקום כיסוי, ככל שאפשר. שלא כמו מדינות אחרות בעולם, אנחנו צריכים לפתח פתרונות בזמן הכי קצר שיש בעולם. אנחנו צריכים להיות אדפטיבים, צריכים לדעת להסתגל לדברים שמשתנים. מולנו ניצב אויב שעושה זאת טוב מאוד.

אני רואה בחלל מכפיל כוח מבצעי. קיימים בחלל היתרונות האסטרטגיים, הטקטיים, מרחב לאיסוף

מודיעין, מרחק לגילוי ויירוט טק"ק, מרחק לתקשורת, חשוב מאוד, רלוונטי בכל זירות הפעולה שלנו היום ואנחנו צריכים את כל הספקטרום שהוא יודע לתת לנו, בכל הטווחים, בכל המקומות. ישנו מימד אחד נוסף, הוא מתאים מאוד לתנאי היסוד של מדינת ישראל במובן זה שלמדינת ישראל אין עומק אסטרטגי, החלל הוא העומק האסטרטגי שלנו. אין לנו זמן התרעה. אפשר להשיג זאת ע"י היכולת להסתכל מעל ומלמעלה, רחוק, ולפחות במובנים של התרעה ומודיעין הוא נותן לנו עומק אסטרטגי מסוים שחסר לנו בשטח.

נתון יסוד של מדינת ישראל משחר קיומה הוא ההון האנושי והטכנולוגיה הגבוהה שיש במדינת ישראל. ולכן מדינת ישראל באמת יכולה להתגאות בעובדה שהיא נמנית על מועדון השמונה, שיודעים להציב לוויינים אפקטיביים אמיתיים בחלל, מכל הסוגים, זה מה שהיא עושה. כיום ברשותנו מספר מרשים של לוויינים. 9 לוויינים ישראלים נמצאים בחלל ויש לנו תוכנית גם להמשיך. לוויינות היא קידמה טכנולוגית ישראלית מקורית ואנחנו מייצרים אמצעים ישראלים מקוריים שמתאימים לצרכים שלנו. חלל ולוויינים הם חלק משמעותי וחשוב לחיל האוויר במענה שנדרש לשינוי באופי ובטבע המלחמות ובכלל. עלינו להמשיך ולהיבנות ולהתפתח ככל שאנחנו יכולים באופן גמיש ומסתגל לקראת אתגרי העתיד.

Responsive Space - מניעים, מגמות וטכנולוגיה

טל ענבר, ראש המרכז לחקר חלל וכתב"מ, מכון פישר

אחד הנושאים שראינו לנכון להתמקד בהם הוא תחום שאנחנו ובעולם מכנים Responsive Space. זהו תחום מורכב ואנסה לתת תמונה כללית מהו. כשמדובר על Responsive Space או על "Operationally Responsive Space" מתכוונים לתפיסה שנועדה לעשות את החלל יותר נגיש, יותר זמין, באמצעים שונים.

יש לציין שבמכון פישר היו מספר התייחסויות לנושא החל משנת 2004. במחקר שעסק בנושא של מיקרולוויינים ושיגור אוירי בראיה של תחום ה-Responsive Space וכן גרסה נוספת שעוסקת בנושא החלל ברמה הטקטית והוצגה מטעם המכון בכנס "Responsive Space" בארה"ב עוד ב-2006. ויש לנו עוד כמה כיווני מחשבה לעתיד.

התפיסה נועדה לתת תשובות ולקדם את נושא החלל בהיבט של מחיר וגם בהיבט של זמן שנדרש, ומזה נגזרים מספר היבטים טכנולוגיים.

כשמדברים על "Responsive Space" הכוונה ליכולת לפתח ולבנות, לשגר את הלוויין ולהכין את כל המערך הקרקעי הנלווה במהירות. בנוסף לנושא Launch on demand הכוונה, בין היתר, ניעור צורך כזה או אחר. אזכיר מספר צרכים אפשריים, לא רק בתחום הביטחוני, למרות שהתפיסה עצמה נולדה כצורך לתת מענה להיבטים שונים בתחום הביטחוני. מדברים על סטנדרטיזציה של רכיבים, על פריטים שהם טכנולוגיות מדף מוכנות וזמינות, ברמה הזאת אנחנו לא נמצאים היום בתחום החלל וגם לא בעתיד הקרוב, למרות שפה ושם יש כמה כיוונים מעניינים ומבטיחים. התפיסה הלכה והשתנתה במהלך השנים, כיום מדובר בארה"ב בעיקר על 3 נדבכים: הרמה הנמוכה ביותר היא נכסי חלל - לוויינות שכבר נמצאת בחלל, אבל המיקוד שלה באזורי עניין מסוימים צריך ויכול להיעשות מהר יותר על סמך הדרישות מהשטח.

הרמה השנייה - הנדבך השני, מדובר על המתנה לשיגור - נושא בווכוח, אזכיר שהוא קיים - כיצד משגרים לוויינים תחת הקונספט של חלל מגיב, Responsive Space, האם שיגור אוירי? כבד או קל? מהים או מהיבשה?

ואחרון, נכסים חדשים, ניעור הצורך ומרכיבים לוויין חדש. אם לא נערכים מראש בתחום התכנון, בתחום הבנייה של רכיבים, סטנדרטיזציה, בדיקות מהירות וכו', בלי לוותר על הבדיקות המקיפות שהלוויין צריך לעבור, אבל תהליכים שונים שאפשר לקצר אותם.

לפני מספר שנים נעשה בארה"ב נסיון להגדיר את הרמות השונות של הרספונסיביות, של יכולת הלוויינים לספק מענה על פי הצרכים. מדברים על מערכת שלמה, כלומר לוויין נמצא בתוך משגר, על כן השיגור או במטוס על המסלול, או אם תרצו בתוך ספינה, וממתין בכוננות לשיגור תוך פרק זמן קצר ביותר. מכאן נגזרים היבטים שונים שקשורים למה שמכונה Responsive Range, כל הנושא של אתרי שיגור. בנאס"א מובילים כל מיני מהלכים, החל מבדיקות עצמיות של הטיל ומערכות שונות שקשורות לשדה השיגורים כדי לקצר את הזמנים. להלן מספר רמות של רספונסיביות: רמה אחת, מדובר על מערכת מורכבת בכוננות, כאשר המשגר (אם מדובר בדלק נוזלי) לא מתודלק וכו'. במצבים כאלה אפשר לשמור על רמת כוננות לפרקי זמן ארוכים.

רמה שתיים, כפי שהוגדרה בארה"ב, מדברת על מערכת שנמצאת באחסנה, פרק הזמן שנדרש כדי להביא לוויין לחלל מתארך, יש לזה רמת משנה, שתיים A, אנשים לא בכוננות, ורמה נוספת - להרכיב תוך מספר ימים את הלוויין עצמו, כמובן תוך התחשבות בעובדה שהמטעדים, (מצלמה,

SAR, תקשורת) נמצאים ועברו את הבדיקות, רק צריך לבצע אינטגרציה באופן מהיר. כל אלה רמות של רספונסיביות למערכות שצריכות להיות משוגרות לחלל. יש רמות אחרות שנגזרות מהמכניקה המסלולית של מערכות שכבר נמצאות בחלל. לוויין שכבר נמצא בחלל, והתעורר צורך דחוף לבצע תמרון, בדרך כלל מדובר על שינוי בנטייה של הלוויין, באינקלינציה, כלומר בזווית בין מסלול הלוויין לקו המשווה. פה הוגדרו שלוש רמות-תמרון: גדול, תמרון יותר קטן, ותמרון ללא שינוי המסלול של הלוויין (אלא בתוך מסלולו כדי לדייק בכיסוי שלו).

ישנם הרבה מאוד אתגרים בנושא של ה-Responsive Space ואחת הבעיות היא כיצד לשגר לוויינים בצורה יותר מהירה. הכוונה היא לצמצם את הזמנים של האינטגרציה. ישנו סרטון, שהצגנו גם בשנה שעברה, שמדגים תהליך בניית לוויין מרכיבים מוכנים וכל פריט לעצמו הוא מערכת בדוקה, בניסוי שנערך בנאסא בשנת 2008 עשו זאת תוך מספר שעות.

אחד המניעים של תפיסת Responsive Space בשנים האחרונות בארה"ב הוא מה שמכונה ה-Global War on Terrorism, מיני מטרות שחיות פרקי זמן קצרים ביותר, שלא תמיד זוכים לכיסוי מספיק ע"י לוויינות. ראינו גם שאפשר להשתמש בלוויינות כדי לתת מענה למצבי אסון, ברעידת אדמה, הצפות, צונאמי וכיוצ"ב, מה שאנחנו קוראים בקיצור - Disaster Monitor and Control.

אף אחד לא יכול לראות בלוח השנה מתי תתרחש ברחבי העולם רעידת אדמה, ונצטרך כיסוי לווייני מסוים כדי לסייע בפעילויות חילוץ כאלה ואחרות.

אחד מהדברים שנבחנו ויכולים לתת מענה טוב למדי בהיבטים שונים של התפיסה הוא הנושא של טיסות מבנה וצבירים של לוויינים, בין היתר ניתן לשגר בשיגור יחיד מספר לוויינים ביחד. מיקרו לוויינות, יש לה מרכיב מסוים בתפיסה הזאת, בלי לקבוע עמדה אם חייבים או לא חייבים. והנושא של שיגור הוא בהחלט נושא קריטי, כי נכון להיום רוב המשגרים שקיימים בעולם הם משגרים לא מהירים ודורשים הרבה מאוד הכנה.

כשמדברים על Responsive Space מדברים גם על הורדת החלל מהרמה האסטרטגית, האופרטיבית, לרמה הטקטית. כבר ראיתי עיתונים שכתבו בעבר על לוויין לכל מג"ד או לכל מ"פ. אני לא מניח שזה מה שיקרה, הכוונה להביא תוצרים, מהר, ע"פ צורך שמאופיין מדרגי שדה כאלה ואחרים, אלה דברים חשובים.

אם מדברים על לוויינים טקטיים, בארה"ב ישנה תוכנית של לוויינים טקטיים עם מגוון של מטעדים, החל ממצלמות, SAR ותקשורת. חלק מהלוויינים האלה כבר שוגרו לחלל וביצעו את הפעילות שלהם בצורה משביעת רצון. ארה"ב בהחלט רואה, לפחות בהצהרה, בלוויין כמו 'טקסרי' לוויין שיכול לענות על הדרישות הללו של לוויינות טקטית אמריקאית. זו דוגמה ללוויין שמבחינת הגודל, משקלים, מחירים וכ"ו אנחנו מגדירים אותו כמיני לוויין ולא מיקרו לוויין.

זמינות היא דבר חשוב, שיגור ע"פ דרישה, יכולת הסתגלות של הלוויינים, אלה דברים חשובים. דבר מרכזי הוא הנושא של סגירה מהירה של מעגלי אש ומודיעין בזמן אמת. נאמר באנלוגיה, מה שאנחנו יכולים לעשות עם כלי טיס בלתי מאוישים, להחזיק רציפות של כיסוי על אזור עניין, בתחום החלל אנחנו עדיין לא מסוגלים.

כשמדובר על שיגור על פי דרישה יש הרבה מאוד אלטרנטיבות. אישית, אינני מבין מדוע ישנם אנשים שנעולים רק על התפיסה של שיגור אווירי. נכון להיום יש משגר אווירי אחד בעולם, זהו 'פגסוס', יקר ולא רספונסיבי. תמיד צריכים לזכור שהיחס בין משקל מטעד של לוויין לעומת המשקל בהמראה של משגר, הוא יחס בעייתי וככל שהמשגר יהיה יותר קטן גם הלוויין יהיה צריך

להיות קטן יותר.

ישנם שאומרים שזה חוסך שלב, זה לא לגמרי נכון, יש אנרגטיות מסוימת בגובה ובמהירות של מטוסים, אבל יכול מאוד להיות שהפיתרון לשיגורים רספונסיביים הוא דווקא ממשגר קרקעי, אוטומטי ככל האפשר, למשל ה'פלקון', תפיסה של משגר חדש יפני.

אחד הנושאים המעניינים בתחום חלל מגיב הוא לוויין מפוצל או לוויין מבוזר, הכוונה למספר מכלולים שימצאו באותו אזור בחלל ולכל אחד משימה נפרדת, לא במסגרת צבר לוויינים שכולל את כל המשימות. הרעיון הזה בעל יתרונות מעניינים, בתחום של חסינות לשיבושים, ליירוטים בחלל ולשאר צרות שיכולות להתרגש על לוויינים, וכמובן אפשרות להחליף מדי פעם אחד המכלולים ולהעצים יכולות. למשל, להתקין או להחליף מצלמה חדשה ועוד.

זוהי תפיסה של Plug and Play, חבר והפעל, אפשר לראות זאת מודגם במוצר של התעשייה האווירית שפיתחה מרכב גנרי ללוויינים. בעת הצורך הלוויין הופך להיות לוויין מכ"מ, ואותו מרכב יוכל להיות לוויין צילום.

תפיסה מעניינת אחרת מדברת על "לא לחכות כאן אלא לחכות בחלל", אפשר לחכות במסלול גבוה, לרדת יותר נמוך כשצריך. אפשר לשגר מספר לוויינים קטנים שבינתיים ממתינים, עד שצריך אותם, על נושאת לוויינים, תפיסה שיש לה עדיין הרבה מאוד בעיות אבל מבטיחה אפשרויות מעניינות.

המסקנה פשוטה, צריך לחשוב על העניין ולראות מה באמת רוצים ולא ליפול למלכודת של פתרון שמחפש לעצמו בעיה. יש לנו צרכים אמיתיים, למדינת ישראל וגם למדינות נוספות שאפשר לענות עליהם בהקשר של חלל מגיב.

Responsive Space כחול לבן

סא"ל עופר לפיד, מינהלת החלל, משהב"ט

בפתח דברי אסביר מה הוא חלל תגובתי. לדוגמה, אפשר לקבל מהחלל מידע על תופעות טבע, אסונות טבע, מזג אוויר ועוד, ובמידע הזה להשתמש להערכת הנזק ולהתארגנות להצלה, למציאת דרכי גישה, ולצרכים שונים אחרים. ראינו זאת לאחרונה בהאיטי, שם הייתה בעייה של מפולות וכבישים שנעלמו, או באסון הצונאמי באינדונזיה.

בעייה שעדיין לא נפתרה הם הרי הגעש, לאו דווקא פליטת הלבה, אלא האפר שתוך דקות עולה לגובה המשמש מטוסי נוסעים ועלול לפגוע במנועים ולכבותם. חלל תגובתי מאפשר להגיב להתרחשויות שקורות. יש בערך 5 דקות להגיב, לראות שנפלט ענן אפר ולהתריע בפני מטוסי נוסעים שלא יכנסו לאיזור, קיימת מגבלה בלילה כי לא רואים את האפר. השימוש הקלאסי בחלל הוא טקטי, לחפש איפה האויב, מה הוא עושה ואיפה הוא נמצא. למשל, במקרה של חטיפת כלי שיט בים הגדול, כמעט ואין דרך אחרת להתבונן על הים הגדול אלא מהחלל.

חלל תגובתי-טקטי, משמש לגלות, לזהות, להגיב בזמן באמצעות אמצעים מהחלל. מחפשים את כל השלבים של תצפית, גילוי, זיהוי, יצירת ההתרעה, אפשרות למניעת נזק, אולי פעולה מקדימה, ואפשרות למזעור הנזק ע"י פעולת מנע. ולבסוף, הצלה ושיקום. תצפית מהחלל משמשת באופן מסורתי לאיסוף אסטרוטגי, אנחנו מתבוננים, אוספים את התמונות אחת לאחת ומהמכלול מנסים להגיד משהו חכם למרות שאנחנו מתבוננים מרחוק. כשעושים איסוף טקטי הבעיה היא של כאן ועכשיו, תמונה אחת לפעמים צריכה לייצר החלטה, הפללה. החלטה על ביצוע, אולי אפילו על הפעלת נשק.

תצפית מהחלל היא משימה מסובכת, לא ניתן לעצור במקום ולהתבונן. בניגוד לאפשרות איסוף רציף ממל"ט, קשה מאד לאסוף מידע רציף מלוויין. הלוויינים חגים במסלולם, מצלמים בזמן שהם עוברים מעל אזור המטרה, באופן מפתיע הם לא יכולים לחזור אחורה, ולכן נעסוק באיסוף בזמן רלוונטי, גם זה מספיק קשה. איננו שולטים בזמן שבו הלוויין מגיע כי זה דורש משאבים רבים, לכן מתכננים את האיסוף לפי זמן הלוויין. מאידך, אם הלוויין מאוד משוכלל אפשר להשיג כמעט רצף. לוויין אמריקאי חדש מסוגל לאסוף הרבה מאוד תמונות אחת אחר השנייה, בזמן המעבר, אבל ברגע שהוא כבר לא שם - הוא לא יחזור לשם ב-48 השעות הקרובות. הלוויין, בשל היותו קשור למסלול פיזיקלי יעבור מעל יעד נתון רק אחת ליומיים לערך וזה אומר שאיסוף טקטי לא בדיוק מתאים ללוויין בודד, אבל לעיתים, האיסוף האסטרוטגי הוא כל מה שאנחנו צריכים.

מהם היעדים לאיסוף מודיעין? במפרץ עדן, בסומליה, באיראן, בעתיד בפקיסטן, ושאלת השאלות - איפה בין-לאדן מתחבא? וכמוכן כשיש פגעי טבע וסיוע לנפגעים.

האם אנחנו רוצים לראות בלילה? האם אנחנו מרגילים את האויב שאנחנו מצלמים רק ביום ואז הוא יתרגל לפעול רק בלילה, או שאנחנו יכולים לראות בכל מצב, בכל מזג אוויר? האם אנחנו מחפשים פתרונות אורבניים או שאנחנו מחפשים שטחים פתוחים? מהן יכולות תת-קרקע? לא רק אצל האויב שלנו, עוד מימי וייאטנם, ברגע שהאויב יודע שיש תצפית הוא מתחיל לחיות באדמה. ומה עם הים הגדול? הברחות, טרור?

כדי להיות מסוגלים לבצע הפללה, איזו רזולוציה נדרשת? ככל שהרזולוציה גבוהה הלוויין גדול וכבד יותר, יקר יותר ולפעמים אין ברירה וכדי להפחית ולהחליט צריכים מודיעין ויזואלי.

הבעייה המרכזית היא כסף, שום דבר לא בא בחינם וכל אחד מהפרמטרים שמניתי קודם הוא פרמטר בעל משקל כספי לא קטן. השאלה היא במה להסתפק. האם רזולוציה של מטר מספיק טובה? האם לווין שעובר פעם ביום, מספיק טוב?

כל זה נעשה על ידי חיילים נפלאים ראויים לציון שמפעילים את הלוויינות של משרד הביטחון ושל צה"ל, עובדים קשה ונותנים פתרונות פנטסטיים לצורכי המדינה.

יש שתי דרכים מקובלות לשגר את הלוויינים למסלול בחלל. המסלול המקובל בלוויינים מסחריים עובר מקוטב לקוטב, מסונכרן לשמש. היתרונות שלו - שהוא מכסה את כל כדור הארץ, מאפשר למכור תמונות סביב כדור הארץ. עובר כל יום-יומיים מעל כל מטרה על פני כדור הארץ, בשעה קבועה, כאשר השמש פחות או יותר באותה זווית, מה שמאפשר לאסוף צילומים יפים. החסרונות יפורטו בהמשך.

הדרך האחרת - בה משתמשים לווויינים ישראלים ולווויינים אמריקאים היא לשגר את הלוויין למסלול נוטה, המסלול הנוטה אוסף רק בין קווי רוחב מסוימים אבל מכיוון שהוא אוסף פחות, באותו זמן הוא מכסה פחות שטח - יש יותר ביקורים. לאיסוף הזה יש בעיות כי לא יכולים לראות בכל יום את המטרה. יש מספר ימים בחודש שבהם לא רואים כלל. הפתרון המועדף עליי, הוא לווויינים במסלול נוטה שם מקבלים כפליים ביקורים באזור המעניין, מאותו מספר לווויינים. אם נשגר לווין למסלול בחלל, הוא עדיין לא לווין תגובתי, הוא לא לווין טקטי. איך נוודא שהוא יקבל את הפקודות שלנו? איך לוודא שהוא מבצע אותן בזמן? ואיך לוודא שנקבל את התמונות חזרה?

תפעול טקטי עוסק באיסוף מתוך אזור העניין ע"י תחנה ניידת שנמצאת באיזור הפעילות, הפקודות עולות ללוויין המתקרב לאזור העניין, הוא מצלם ומחזיר את התמונות מיד.

כדי לחסוך כסף נוהגים לשתף משאבים, לווין אחד משרת מספר לקוחות. הבשורה הזאת נקראת Dual Use לווין מסחרי שמבצע איסוף עבור צרכנים אחדים.

עבור ממשלות רבות זהו עסק משגשג, על מנת להפוך אותו אטרקטיבי לצבאות ולגורמים שדורשים חלל טקטי, המפעילים מוסיפים לו יכולות "טקטיות". כמו למשל, היכולת להשפיע על שגרת היום של הלוויין, לאסוף תמונות עבור מספר לקוחות בו זמנית, לאגור אותן אצלו בזיכרון, להוריד לכל לקוח את מה שהוא ביקש ואפילו לתעדף - אם אתה משלם יותר אולי תקבל יותר.

על מרבית הלוויינים ניתן לפקד בצורה ישירה ואף לקלוט בצורה ישירה, אולם משיקולים מסחריים של איכות תמונה ומשיקולים מסחריים של כיסוי שטח, כל הלוויינים המסחריים טסים באותו מסלול קוטבי מקוטב לקוטב, עוברים בשעות קבועות באזור והאויב האינטליגנטי ידע מתי לפעול ומתי להתחבא באדמה. לפיכך לא נוכל להשיג איסוף טקטי תוך הסתמכות על לווויינים מסחריים בלבד. זו המסקנה הראשונה.

הבעיה השנייה, מה עושים עם העננים המכסים את המזרח התיכון מספר חודשים בשנה? אנחנו צריכים לראות דרך העננים ואולי גם בלילה. על פי האפיון המבצעי שלנו, אנחנו רוצים לווויינים במסלול נטוי ורוצים מגוון: איסוף ביום ובלילה. 'טקסר' הוא לווין חדש שרואה דרך העננים, הוא רואה דרך מזג אוויר קשה ורואה גם בלילה.

ישנה בעיה של דמאים והטעיות, האויב יודע שאנחנו מסתכלים ורוצים מתמונה אחת להגיע למסקנה חותכת, להפללה, ויעשה הכל כדי להפריע לנו. אנחנו צריכים להתמודד עם הונאות והטעיות וזה לא פשוט. לעיתים לווין מכ"מ עוזר, לעיתים לווין מכ"מ לא מספיק.

הבשורה - מיקרו לווויינים. אלה לווויינים קטנים וזולים, בוודאי בייצור סידרת. הם מכילים

מצלמה קטנה וכדי לצלם ולהגיע לאותה רמה של מודיעין צריך להתקרב אל המטרה. כדי להתקרב טסים נמוך יותר, ואז עולה הגרר, אורח החיים מתקצר.

לויין קטן יכול לשאת פחות דלק ויחיה פחות זמן. מצד אחד הוא זול יותר, אנחנו מקווים לכך, עוד לא הוכחנו. מצד שני ברור לנו שהוא יחיה פחות זמן ומכוון שהוא טס נמוך הוא יחזור לעיתים רחוקות יותר אל אותה המטרה, זה אומר שנצטרך רבים מהם.

השאלה - כמה מיקרו-לויינים במיקרו-מחיר יחליפו מיני-לויין במיני-מחיר. אין לי תשובה וזו שאלה שראויה לדיון מעמיק.

השאלה השנייה - היבטי מימוש. שיגור על פי דרישה. הטענה - ניתן להזייל את המערך כולו אם פשוט לא נשגר אותו. כלומר, הלויינים ישבו במחסן ורק כשיווצר הצורך נשגר מתי שצריך וכמה שצריך. בארה"ב זה מאוד הגיוני, מדוע? כי ארה"ב פועלת בזירות לחימה אחדות ולא ניתן לדעת מראש היכן תצוץ הצרה הבאה, מהיכן תגיע הפקודה. יש קושי לשנות את המסלול, נדרשים משאבים רבים.

אם מדובר על שיגור על פי דרישה, נפתח ויכוח חדש - האם עדיף שיגור קרקעי, שיגור ימי, או שיגור אווירי? מתי משגרים על פי דרישה? נזכור, כל הפעולות המלחמתיות שנקלענו אליהם בשנים האחרונות, לא אנחנו יזמנו אותן, לא ביקשנו אותן, הן נחתו עלינו בהפתעה.

האם ברגע שבו אנחנו מתחילים לרדוף אחרי החוטפים בגדר הלבנון או ברגע שמתחילות לנחות רקטות על העורף שלנו, זה הזמן להתחיל לשגר לויינים? אישית אני לא בטוח אבל אני גם לא מחליט.

השאלה הכי קשה היא, מה עם המערך הקרקעי? האם אנחנו בונים אותו ומשלמים על מערך קרקעי שבנוי למקסימום הלויינים? זהו מערך יקר. אבל אם כבר בנינו אותו, בואו נהנה ממנו, בואו נציב את הלויינים במסלול והם יספקו מודיעין גם בשגרה.

זו שאלת מחקר לגיטימית למכון פישר או לכל מכון מחקר אחר, זו שאלה שכסף רב וזמן תלוי בה.

חלל טקטי תגובתי קשור לעתיד שלנו בחלל, כמו שהעיר ראש נאס"א. מזג האוויר החללי הוא דבר שמונע את המסע שלנו אפילו למאדים. בחלל ישנן התפרצויות שמש, לוקח בערך שעה מהרגע שהן קורות ועד שמגיעה כמות גדולה מאוד של יונים מסוכנים לאזור שלנו. זוהי סכנה ללויינים, ומסוכן לתשתיות על כדור הארץ, ידוע על הפסקות חשמל גדולות בארה"ב שנוצרו מהתפרצויות שמש. אם נרצה לשלוח אנשים למאדים או לכל יעד אחר בחלל, נהיה חייבים לתת התרעה בזמן מספיק לאסטרונוטים להתמגן. בתחנת החלל הבינלאומית, הדופן יחסית דקה והמקום היחיד שהאסטרונוטים יכולים להגן על עצמם הוא רכב המילוט "פרוגרס" שעוגן בתחנת החלל. כאשר יש התרעה כזו יש להם רבע שעה להיכנס לחליפות ולרוץ לרכב ולהתמגן, אירוע כזה קרה לא מזמן. האסטרונוטים צריכים להתמגן לא רק מסכנת קרינה אלא גם מהתמודדות עם הזבל החללי המסוכן, יותר לבני האדם מאשר ללויינים. ברגע שעצם פוגע באחר בחלל במהירות של 8 ק"מ בשנייה או 16 ק"מ בשנייה, תלוי בכיוון, זה הרסני.

נדרשות מערכות תצפית מהסוג של חלל תגובתי כדי לאפשר את המיגון. כיצד זה נעשה? מערכת לויין שנקראת "סוהו" ממוקמת בקירבת השמש, מיליון וחצי ק"מ מכדור הארץ. המערכת רואה את ההתפרצויות בשמש ונותנת לכדור הארץ התרעה בזמן אמיתי, בערך חצי שעה לפני שאותה התפרצות שמש יכולה לסכן את בני האדם במעבורת החלל.

סוהו לא נבנתה למטרה זו, סוהו היה לויין מדעי פשוט והמדענים שהפעילו אותו גילו לפתע

שאפשר להפוך אותו ללוויין תגובתי.

כמות הזבל החללי היא עצומה, גם ברצועה של הלוויינים הנמוכים ופלא שהלוויינים לא מתנגשים בעצמים המתעופפים בחלל. זכורה ההתנגשות של הלוויין הפעיל "אירדיום" עם שרידי לוויין "קוסמוס" רוסי, ההתנגשות הזו הוסיפה עוד אלפי פריטי זבל למאגר הזבל שמקיף את כדור הארץ. אם נרצה באמת לטוס בחלל ולצאת מזה בחיים נהיה חייבים לבנות יכולות תגובתיות שבהם הלוויינים יוכלו לתמרן ולדעת מראש על כל פריט זבל שמסכן אותם.

חישה היפרספקטרלית מהחלל

עופר בראון, ראש קו מודיעין ספקטראלי, אלביט-אל אופ

חישה מרחוק היפרספקטרלית, הוא מונח שבנוי משני מושגים. הראשון - חישה מרחוק שבהגדרתה היא איסוף מידע על כדור הארץ או על כל גוף אחר מבלי להיות במגע איתו. כאשר המשימה היא לגלות או לזהות מטרות שיש להן ערך צבאי או אזרחי, כמו זיהומים אטמוספריים, מינרלים וכדומה.

המונח השני הוא היפרספקטראלי. עקרונית, כאשר אור פוגש חומר, האור חוזר מהחומר אבל לא כל האור חוזר. חלק מהאור נבלע בתוך החומר וכמות האור שנבלעת באורכי גל שונים תלויה במבנה הכימי של החומר.

אם ננתח את האור שחוזר מהחומר ע"פ החוסרים שנמצאו באותו אור, נצליח לזהות את סוג החומר שעליו אנחנו מסתכלים. יש לדעת שאין שני חומרים בעולם שבולעים בדיוק אותה כמות אור ולכן הספקטרוסקופיה מאפשרת לזהות חומרים בצורה וודאית. על העיקרון הזה בנויה כל הטכנולוגיה ההיפרספקטראלית.

לטכנולוגיה הזאת מספר יתרונות: אנחנו מסוגלים לזהות מטרות, אנחנו אפילו מסוגלים לזהות מטרות שבטכנולוגיות אחרות - הן מכמ"יות והן אופטיות - לא ניתן לזהות. אנחנו מסוגלים לעשות זאת בצורה מהירה, לעיתים בצורה אוטומטית לחלוטין, ולא נסמכים על מפענחים, מבחינת המיומנות שלהם ומבחינת העייפות שלהם.

היתרונות הנוספים הם שאנחנו מצלמים ברזולוציות שהן יותר גרועות מהרזולוציות האופטיות הרגילות, כי החתימה הספקטראלית נשמרת בתוך הפיקסל גם כאשר גודל המטרה הוא קטן מגודל הפיקסל. כתוצאה מכך ניתן לכסות שטחים יותר גדולים מאשר מערכות אופטיות דומות.

כמובן שהיכולת לזהות מטרות מאפשרת גם למדוד את כמות החומר שאנחנו רואים, וכן אפשר גם לכמת את הזמן. מה הכוונה לכמת את הזמן? תהליך שרוצים לנטר, וידוע שלאורך התהליך נפלטם חומרים מסוימים, ויודעים לקשר בצורה חד ערכית בין חומר מסוים לבין שלב מסוים בתהליך, על פי זיהוי החומר הנפלט ניתן לדעת באיזה שלב נמצא התהליך מבחינת זמן, ואפשר בתמונה אחת בודדת לכמת את התהליך מבחינת הזמן, בניגוד לטכנולוגיות אחרות, בהן חייבים רצף של תמונות על ציר הזמן כדי לנסות להבין איך התהליך מתקדם.

לא פחות חשוב - אמינות הטכנולוגיה הזו שאותה כמעט בלתי אפשרי לרמות, משום שאנחנו מסתכלים על דבר שהוא פיזיקלי לחלוטין. להזכיר, אין שני חומרים שנותנים את אותה חתימה ספקטראלית. כתוצאה מכך, כדי להונות צריך להביא את החומר המקורי שמייצר את אותה חתימה ולכן קשה מאוד לעשות זאת.

איך עושים זאת מלוויינים? הלוויין נושא מצלמה המצלמת את כדור הארץ כמו מצלמה אופטית רגילה. אלא שבו זמנית מצלמים את אותו תא שטח, כל פעם דרך פילטר אופטי צר מאוד. מסדרים את התמונות שנוצרו בצורה אנכית (שיטה שנקראת סופרפוזיציה) אחת מעל השניה, בצורה מדויקת ומקבלים קוביה שאנחנו קוראים לה קוביית מידע. אם ניקח פיקסל בודד בקוביה ונסתכל עליו, נסובב אותו ב-90 מעלות, נראה דוגמאות לשלושה חומרים שקיימים בטבע: קרקע, מים וצמחייה. החתימות הספקטראליות שלהם שונות וזה העיקרון שמאפשר לנו לזהות את החומרים.

הלוויינים האלה בדרך כלל נעים עם מערכות שמסתכלות בכמה מאות אורכי גל, כמות גדולה שיש לעבד אותה וממנה להפיק את הנדרש.

כדי לעשות את העבודה הזו צריכים מקור אור. אנחנו לא עובדים בלילה כרגע, למרות שיש מערכות היפר ספקטראלית תרמיות שמסוגלות לראות גם בלילה.

בתחום היום, ישנה השמש, מקור התאורה. האור ממנה עובר פעמיים באטמוספירה. פעם מן השמש אל האובייקט וחזרה ממנו אל המצלמה בחלל. האור חווה את כל הבליעות באורכי הגל שהאטמוספירה מכילה.

אנחנו עובדים היום עם מכשירים שדוגמים ב-1 ננומטר ומתקבל גרף ספקטראלי מדויק, בו ניתן לזהות את כל אותן הבליעות שנובעות מהתכונות הכימיות של החומר ולפתח את יכולת הפענוח שמאפשרת לזהות את החומר הזה בתמונות. מובן שבלוויינים לא כל אורכי הגל יהיו באותו רוחב, לא כל הלוויינים מכסים את כל תחומי אורכי הגל.

ישנם לוויינים המצלמים ברזולוציה של 30 מטר, ואחרים באורכי גל וברוחבי פס שונים. ישנם שמצלמים ברזולוציה של כ-250 מטר, חלקם ברזולוציה של 500 מטר לפיקסל וחלקם ברזולוציה של אלף מטר לפיקסל. אם עלינו לחקור אירוע שקורה על דונם אדמה (30 X 30 מטר) לא נצליח לראות זאת בפיקסל ברזולוציה של אלף מטר על אלף מטר.

ישנם לוויינים בעלי ערוץ אחד, אלה הלוויינים האופטיים ההי-רזולושן, וככל שעולים בכמות הבנדים עוברים מלוויין מולטי-ספקטראלי ללוויין היפר-ספקטראלי. בין אלה ישנם לוויינים בעלי 220 ערוצים עם רזולוציה של 30 מטר.

מה אפשר לעשות עם המידע הזה? ניתן לאתר אזורי בליעה של כל מינרל ומינרל ואת התופעות הפיזיקליות שכל אורך גל דוגם. ניתן לגלות קשרים כימיים מסוימים בעלי בליעות ספציפיות. אפשר לקבל גרף של מינרל שהשונות בגרף הזה נגזרת מגודל הגרגיר. גודל גרגיר של המינרל נמדד במיקרונים. המדובר בלוויין שמסתכל ב-30 מטר רזולוציה, ומסוגל לתת אינפורמציה על גודל של חומר שנמדד במיקרונים.

לכן, אפשר לזהות סוגים שונים של צמחיה ואפשר לזהות מצבים שונים של מינרלים, אם הם יבשים, רטובים ואפשר לזהות מצבים שונים של מים. ניתן גם להקיש על שימושים צבאיים - איך התכונות האלה באות לידי ביטוי במצבים צבאיים.

דוגמה לשימוש אזרחי נפוץ: במיפוי דיגיטלי לוקחים תמונה - לדוגמה של לוויין מעל אזור מרכז אפריקה - שמאפשרת פענוח ובניית מודל גבהים טופוגרפי של השטח. בהתאם לקווי הגובה מנתחים מבחינה ספקטראלית מתוך הלוויין את האזורים שמכוסים בצמחיה ואת האזורים שמכוסים במים. מצרפים את כל שלוש השכבות האלה אחת מעל השנייה ומייצרים מפה דיגיטלית עדכנית של תא שטח, במקר של "לאנסאט" המכסה 185X185 ק"מ, מתקבל תא שטח של כ-34 אלף קמ"ר, בקנה מידה של 1:100,000 תוצאה שבשיטה אחרת יהיה קשה ביותר להשיג.

מדינות רבות משקיעות משאבים רבים בלנתח את משאביהן, קרקע, שטחים של צמחיה, שטחים רטובים, סוגים שונים של צמחים, נשירים, לא נשירים וכדומה. היינו מעורבים בפרויקט במסגרתו מיפינו 80 אלף קמ"ר בדרום אפריקה במסגרת פרויקט לאומי למפות את כל דרום אפריקה, ששטחה 1.2 מיליון קמ"ר.

מיפינו אזור מכרות זהב בדרום אפריקה, העשיר מאוד במינרל אורניום. הפסולת שנוצרת מכריית זהב מכילה אורניום ומיפינו את הזיהומים האלה. מיפינו לצורך ניתוח פוטנציאל לכריית עפרות, במקרה הספציפי זהב, באזור מסוים שבו נדרשנו לפענח פוטנציאל לגילוי זהב. המיפוי מאפשר לבעל הזיכיון לאתר את המוקדים בהם הוא צריך לקדוח. חסכון גדול בכסף בתהליך האקספלורציה. באזור אחר באפריקה, מיפינו אובסט שהוא חומר רעיל.

ראינו שהוספת ספקטרום פותחת בפנינו מגוון גדול מאוד של אפשרויות. השלוש החשובות הן - זיהוי חומרים, יכולת של כימות חומרים ויכולת של כימות תהליכים בזמן. הפענוח הפיזיקלי הוא לא פענוח צורני, ולכן הוא לא דומה לפענוח שנעשה בעיבוד תמונה סטנדרטי. אלה תהליכים שונים לחלוטין, הרבה יותר רובוסטים בהיבט של זיהוי החומרים מאשר בצורה צורנית שהרבה יותר קל להונות בה.

מפת הדרכים של חלל תקשורת- מלוויין תקשורת יחיד לחברה סמי גלובלית

מר אורי און - סמנכ"ל תפעול ושירות לקוחות בחברת חלל תקשורת

חברת חלל תקשורת, ספייס קום, מספקת שירותי תקשורת לווייניים באירופה, במזרח התיכון, בחוף המזרחי של ארה"ב ולאחרונה גם ביבשת אפריקה. החברה מפעילה כיום שלושה לוויינים שבבעלותה משתי נקודות שמיים.

ההתחלה הייתה ברעיון למיזם לווייני בינלאומי של חזי כרמל ז"ל והאלוף מאיר עמית ז"ל. הם התחילו בפעולות גיוס הון למיזם הלווייני שתיכננו ושנועד לספק שירותי תקשורת לאזור הים התיכון ואפריקה. המיזם נקרא אז AMS, ראשי תיבות ל- African Mediterranean Satellite מיזם ה-AMS לא התרומם ואז פנה מאיר עמית ליו"ר התעשייה האווירית דאז, האלוף דוד עברי אשר נתן את ברכתו לתוכנית ולכניסת התעשייה האווירית לתחום.

על בסיס הרעיון של מאיר עמית הוקמה חברת חלל (חברה לתקשורת לוויינים) במטרה לשווק את שירותי הלוויין שהתעשייה האווירית תבנה. כדי לגייר את הלוויין הוסיפו את האות O לשם AMS וכך נולד השם AMOS. התעשייה האווירית ביקשה מהמדינה רשת ביטחון כלכלית לפרויקט והנושא נתקע תקופה ארוכה עד ששר האוצר דאז, שמעון פרס, ראה למרחוק ואישר את הערבות שהתבקשה. ההחלטה של הנשיא פרס להענקת ערבות המדינה איפשרה לגייס הלוואות לתוכנית ולהתניע בתחילת שנת 1992 את פרויקט עמוס 1. באותם הימים קיוונו לבנות שני לוויינים. דוד פולק שבהמשך מונה לסמנכ"ל חברת חלל תקשורת גויס ע"י התעשייה האווירית ובעזרתו קשרו בהונגריה נחתם הסכם למיזם הונגרי-ישראלי משותף בשם "מגיארסאט".

ממשלת הונגריה נתנה ערבויות למיזם "מגיארסאט" בדומה לערבויות ממשלת ישראל לעמוס 1, בסופו של דבר הביאה נפילת השוק הרוסי בתחילת שנות ה-90 לנפילת השוק במרכז ומזרח אירופה ולא הצלחנו לגייס הון לתוכנית. למרות שהמיזם עם ממשלת הונגריה נכשל, הפעילות בהונגריה נמשכת ועדיין משמשת בסיס חיוני לפעילות השיווקית שלנו באירופה. חל"ל תקשורת פעלה אז כמעין מפיץ של שירותי הלוויין בארץ ובשוק הבינלאומי. למרות המאמצים עמוס 1 שוגר ב-1996 ללא התקשורת עם לקוחות כלשהם. גם בזק העדיפו להישאר על אינטל-סאט למרות שניסינו לפרוט על הרגשות הפטריוטים שם. רשות השידור הייתה הראשונה שלקחה סיכון ובנינו לה במיוחד תחנת שידור. באירופה HBO הייתה הצלחה ראשונה וקריטית שסיפקה לנו את הלגיטימציה שהיינו זקוקים לה. בהמשך הקימו הכבלים בארץ על עצמם את Yes בכך שלא סיפקו כיסוי לכל המדינה. ב-Yes עמדנו בתחרות קשה מול המפעילים הגדולים והצענו מנגנון של תשלום ע"פ מנוי, דבר חסר תקדים בזמנו ודוגמה על יצירתיות וגמישות עסקית. המתחרים הענקים לא היו מסוגלים להתמודד מול הצעה כזו.

השירות ל-Yes חייב תוספת רוחב סרט מעבר לעמוס 1 ושיגור לוויין נוסף לכל נקודת שמיים, לגיבוי במקרה של כשל לוויין. זה היה בסיס הצורך בלוויין נוסף, עמוס 2. אחרי הצלחת שיווק עמוס 1 פנינו לתעשייה אווירית בהצעה לתוכנית המשך, אבל התעשייה האווירית לא הייתה מוכנה לבנות לוויין נוסף לעצמה. השותפים בחברת חל"ל נכנסו לחברה עם סיכון קטן ומנדט מוגבל של שיווק לוויין של התעשייה האווירית. הם מצאו עצמם לפתע מול אתגר של גיוס כ-150 מיליון דולר או עצירת הפעילות. לבעלים לא הייתה יכולת מימון וגם שוק ההון בארץ באותה תקופה לא הבין בלוויינות.

הגיוס הושלם ע"י הלוואה בנקאית גדולה, אשראי ספקים מהתעשייה האווירית והנפקה של אג"ח

סחיר שחייבה תשקיף והפכה אותנו לחברה ציבורית. בתחרות מול 'יוז' להספקת לווין עמוס 2 התעשייה האווירית הייתה יקרה הרבה יותר, עצם התחרות חייב אותה להתכנס מעט במחיר. בסוף החלטנו לרכוש את עמוס 2 מהתעשייה האווירית במחיר גבוה בכ-10 אחוזים מההצעה המתחרה. יכולנו להצדיק את ההפרש הזה ביתרונות ללווין ישראלי בשוק הישראלי.

עמוס 2 תוכנן כלוויין גדול בכ-50 אחוז מלוויין עמוס 1, כולל אלומה לארה"ב והרחבה במזרח אירופה. הצלחנו למכור את עמוס 2 מהר כאשר אחד המפתחות להצלחת הפעילות שלנו בחו"ל הוא שיתוף הפעולה שבנינו עם גורמים מקומיים, דבר שנותן לנו יתרונות יחסיים על פני החברות הגלובליות שפועלות לעיתים ביהירות מול המקומיים. באותו זמן נדרשנו לחשוב על לווין מחליף לעמוס 1. צריך לזכור את זמן התכנון והבנייה הארוך של כל לווין ולכן התכנון חייב להתבצע כ-5 שנים קדימה. את עמוס 3 תיכננו בגודל פי 2 מעמוס 1, עם עמוס 3 גם נכנסנו לתוך ה-KA ולשימוש באלומות ניידות. לקוחות העוגן של עמוס 3 היו לקוחות עמוס 1 וממשלת ישראל. מבחינת מודל ההתקשרות עם הממשלה בעמוס 2 יש לנו הסכם הכירה ארוך טווח ובעמוס 3 הממשלה רכשה מראש חלק ממטעד הלווין.

מימון עמוס 3 בוצע בעזרת הון עצמי שגויס מהציבור בהנפקה ראשונית, IPO והנפקת אג"ח. בתקופה זו בחיי החברה הפכה יורקום בראשות שאול אלוביץ' לבעל מניות דומיננטי בחברה והיא נותנת לנו כיום גב כלכלי להמשך מימון תוכנית הצמיחה. אפריקה היא יבשת ענקית, כמעט ללא תשתית תקשורת קרקעית ובתהליך צמיחה מואץ אבל נדרש להגיע מהר לשוק כיוון שכולם זיהו את ההזדמנות והחלו לפעול שם זה מכבר. היכולת שלנו לשרת את אפריקה מהנקודה הקיימת ב-4 ווסט מוגבלת. אולם האימפריאליזם אולי הסתיים על הקרקע אבל נמשך בחלל. המעצמות הקולוניאליסטיות של פעם השתלטו על נכסים בחלל ורובם תפוסים. זיהינו הזדמנות לרכוש נקודת שמיים טובה מעל אפריקה, 17 איסט, מהמפעיל הרוסי הבינלאומי אינטר-ספוטניק. כדי לחדור לשוק מוקדם יותר רכשנו לווין קיים מחברת אסיה-סאט ואנחנו מתחילים להפעילו בשם עמוס 5I מנקודה 17 איסט כבר בימים אלו. חשוב לנו לתת שירות בכל אפריקה וגודל היבשת מכתוב לווין בגודל בינוני לפחות. כלומר, פי 3 לערך מעמוס 3.

כשמדברים על גודלי לווין ומתכוונים לקטן, משמע שני קילוואט, בינוני - 6 קילוואט בערך, וגדול בין 10 ל-15 קילוואט.

התעשייה האווירית לא פיתחה ולא הייתה לה יכולת לספק לנו לווין בגודל המתאים. היה ברור שנדרש פיתוח לווין חדש שהוא תהליך ארוך ויקר מאוד. הרוסים, לעומת זאת, נתנו לנו הצעת מחיר אטרקטיבית ולוח זמנים לשיגור שעומד בדרישות. עמוס 5 הוא לווין שיאפשר לנו לתת שירות בכל אפריקה ולקשר תחת אלומה אחת את כל אפריקה, דרום אירופה והמזרח התיכון. הוא ישוגר ב-2011. מימון עמוס 5 בוצע ע"י הון עצמי והלוואה גדולה מחברות ביטוח. חתמנו מספר חוזים על עמוס 5I שחלקם ימשיכו גם לעמוס 5 וכפי שצפינו השוק מקבל את הלוויינים החדשים שלנו מעל אפריקה בהתלהבות.

סם החיים של מפעיל לווין הוא הרחבת שווקי היעד וביזור סיכונים. עמוס 4 ייתן לנו יכולת לפעול בנקודת שמיים נוספת מעל הודו ואת האפשרות לספק שירות בכל אסיה. שיתוף הפעולה עם הממשלה בעמוס 4 דומה לזה שבועמוס 3, אם כי ביחסים הפוכים והממשלה משתמשת בעמוס 4 בחלק הגדול יותר של משאבי הלווין. חשוב לזכור שאת עמוס 2, עמוס 3 ואת עמוס 4 הזמנו מהתעשייה האווירית, כאשר את מרבית הכסף קיבלנו משוק ההון. אחד ההישגים הבולטים שלנו כחברה הוא גיוס מקורות מימון בשוק ההון לתחום הלוויינות בארץ. עם עמוס 4 מיצינו את

הפוטנציאל העסקי-מסחרי של שירותי לווין בישראל ולכן ברור לנו שבהמשך הרחבת הפעילות חייב להתמקד כמעט אך ורק בשוקי חו"ל.

מהן התוכניות שלנו לעתיד, מעבר לעמוס 4 ועמוס 5 שבבנייה? ללוויינים הראשונים שלנו, עמוס 1, עמוס 2, עמוס 3 היה כיסוי אירופאי מוגבל למרכז מזרח אירופה. הסיבה הטכנית לכך היא חוסר בהספק בלוויין כדי לכסות את כל אירופה. שיווקית רצינו בזמנו לתת שירות ברמה טובה מהמתחרים בשוקי מזרח אירופה, שם זיהינו אפשרות כניסה לשוק ופוטנציאל צמיחה. שם המשחק כיום הוא אירופה המורחבת, איחוד אירופה יצר הגירה פנימית וצורך בשירות פן אירופאי. היום אנחנו כבר בעמדה שאנחנו מתחרים במפעילים ענקיים שיש להם 20-30 לווויינים גדולים ופעילות מבוססת בשוק הבינלאומי. עמוס 6 יהיה לווין גדול משמעותית מקודמיו ויאפשר לנו יותר קיבולת ושירות בכל אירופה. הטכנולוגיה הלוויינית מתפתחת ומאפשרת לתת שירותים שלא היו אפשריים בעבר בצורה אפקטיבית ורווחית. אנו מנצלים זאת ועמוס 6 מתוכנן לספק גם שירות אינטרנט לווויני לבתים ע"י שימוש בטכנולוגיית מולטי-בין בתחום ה-Ka.

פתחנו בהליך מכרז על עמוס 6 מול מספר ספקים כולל התעשייה האווירית. יש לזכור שאנחנו חברה ציבורית שמחויבת לפעול בשקיפות ולטובת בעלי המניות שלה כולל הציבור הרחב. אנחנו מאוד מעוניינים שהתעשייה האווירית תעמוד בתחרות ותזכה.

למרות שרק לאחרונה התחלנו לפעול באפריקה, קצב ההזמנות על עמוס 5I ועל עמוס 5 טוב ואנחנו צריכים לחשוב איך מתקדמים הלאה בשוק זה.

בתהליך התכנון האסטרטגי שלנו אנחנו נדרשים לאזן בין הצורך בחיזוק נקודות שמיים קיימות והפיכתן לנקודות חמות, לבין הפעלת נקודות שמיים נוספות המאפשרות הרחבת הכיסוי לטריטוריות חדשות.

עמוס 7 מתוכנן להרחיב את הקיבולת שלנו מעל אפריקה וגם ירחיב את סל המוצרים שלנו שם עם שירות אינטרנט לווויני. אנחנו חברה דינמית ומחפשים כל הזמן שיתוף פעולה עם חברות אחרות בתחום, על מנת לנצל את היתרונות היחסיים של כל אחד מהצדדים. זיהינו את דרום אמריקה כשוק עם פוטנציאל צמיחה עבורנו ואנחנו עובדים על תוכנית עמוס 8 כמיזם משותף עם חברה זרה הפועלת מנקודת שמיים הטובה לכיסוי דרום אמריקה.

חברת חל"ל תקשורת שהחלה את דרכה תחת המנדט של שיווק משיבי לווין עמוס 1 של התעשייה האווירית הופכת בימים אלו לבעלים ומפעילה של 5 לווויינים משתי נקודות שמיים ולספקית שירותי תקשורת לווויינים בישראל, אירופה, אפריקה ואמריקה.

החל מ-2012 אנו מתכננים לפעול גם באסיה וברום אמריקה באמצעות שלושה לווויינים נוספים ומשתי נקודות שמיים חדשות.

אנחנו עוברים תהליך צמיחה מואץ ויש לנו תוכניות שאפתניות להמשך. הצלחנו לייצר ערך לבעלי המניות של החברה ולספק מקור הכנסה לעובדים רבים בתעשייה המקומית. הצלחנו לגייס מימון לתעשיית הלוויינות בארץ ממקורות שוק ההון, עם זאת חשוב במקביל להמשיך ולקדם מודלים לשיתוף פעולה מסחרי-ממשלתי. תעשיית הלווייניות בארץ הייתה הבסיס להקמת החברה ולשלבים הראשונים שלה. תעשייה זו והאנשים בה חשובים לנו מאוד.

את התמיכה הבסיסית במו"פ ותשתיות צריכות לספק ההנהלות הבכירות בתעשייה והממשלה. אנו מצידנו פועלים ונמשיך לפעול לשימור היכולות ולצמיחה אם תישמר היכולת הבסיסית הזו.

עמוס 4 - לוויין תקשורת מתקדם

גיורא עירן, ראש תוכנית עמוס 4, התעשייה האווירית

בתחום תקשורת הלוויינים פועלים כיום כוחות שוק שיוצרים לחצים על המימד הטכנולוגי. פרויקט עמוס 4 נותן פתרונות טכנולוגיים חדשניים לאותן בעיות. מבחינת הניסיון המוכח שלנו בחלל, עד היום בנינו בהצלחה 14 לוויינים, 11 לווייני תצפית, 3 לווייני תקשורת. יש לנו באופן מצטבר יותר מחמישים שנות חלל או תפעול לוויינים בחלל ויש לנו מאה אחוז הצלחה בלוויינים שהגיעו לחלל. עמוס 4 הוא לוויין תקשורת שנמכר לחברת חלל תקשורת. העסקה נחתמה ביולי 2007 והלוויין מתוכנן להיות משוגר ברבעון השלישי של שנת 2012. אנחנו מספקים לחברת חלל לוויין בחלל אחרי בדיקות קבלה כולל המערך הקרקעי שתומך בו. הלוויין יתופעל במשך 12 שנה וימוקם במיקום שמיים 65 איסט.

במבט על מפת הדרכים של התעשייה האווירית בתחום החלל רואים משהו מעניין. בדר"כ יש הפרדה בין לווייני תצפית ללווייני תקשורת. במערכת עמוס 4 נעשה שימוש בטכנולוגיות, בטכניקות ובפתרונות שעד היום היו יחודיים ללווייני תצפית בלבד.

הלוויין עמוס 4 אינו עוד לוויין בסדרה של העמוסים, הוא אחר לגמרי וממנף יכולות שפותחו בלווייני התצפית. זה בא לידי ביטוי בהתמחות שלנו לתכנן ולבנות לוויינים מאוד יעילים במשקל, כי בתחום החלל המשקל הוא שיקול מאוד מהותי.

היכולת לייצר מערך אוטומטי של שליטה על משימה, ובקרת וניהול משימה באופן אוטומטי, אלה נושאים שעד היום היו מוכרים רק בלווייני התצפית ולא היו בלווייני התקשורת, עמוס 4 הוא הלוויין הראשון שמממש את הטכניקות האלה בגובה 36 אלף קילומטר.

במסגרת פרויקט עמוס 4 התעשייה האווירית עשתה את הצעד הראשון לקטגוריה של הלוויינים הבינוניים במשקל 4 טון. בלווייני עמוס 1, 2, 3 היינו בקטגוריה של לוויינים קטנים, שוק קטן של לוויין או שניים בשנה בכל העולם. שוק ה-4 טון הוא המרכזי בשוק לווייני התקשורת ובעזרת עמוס 4, נכנס לשוק המרכזי.

עמוס 4 אינו לוויין, זו מערכת שכוללת את המקטע החללי ואת המקטע הקרקעי. לראשונה אנחנו מעמידים מערך קרקעי שהוא רב שכבתי, אנחנו נותנים פיתרון קצה ללקוחות, שמאפשר להם לבצע תכנון, הקצאה וניהול של משימה, וכן בקרה של משימה בכל שרשרת השליטה ובקרה, חסר תקדים, מאוד חדשני.

בשנים האחרונות מתפתחת תקשורת ניידת, דו כיוונית, רחבת סרט בשווקים בינלאומיים. הדבר הזה יוצר לחץ על הספקטרום.

על פי פרסומי משרד ההגנה האמריקאי לגבי שימוש בתקשורת, עולה כי במלחמת עיראק הראשונה, סך כל השימוש היה מאה מגה ביט per second ואילו במלחמת עיראק השנייה, 12 שנה יותר מאוחר, היה 3.2 גיגה-ביט per second, פקטור של פי 32 על זמן מאוד קצר.

כל זה נובע מהניידות של התקשורת, אבל כמובן שהשוק המסחרי לא מפגר אחרי השוק הצבאי, גם הוא יוצר את הלחצים האלה.

הלחץ הזה על הספקטרום גורר שני דברים: האחד, הוא ניווד לתחום תדר חדש, תחום ה-Ka, והאחר - נושא הגלובליזציה, אזורים ללא כיסוי וקיימת דרישה להגיע אליהם.

תחום ה-Ka הוא האתגר הטכני הראשון. כדי לכסות את אירופה בתחום C band ו-Ku band נדרשת אלומה של 7.5 מעלות, וניתן לביצוע בקלות.

אם רוצים להגיע לכיסוי מתאים באנטנה עם גיין דומה בתחום ה-KA מתברר שרוחב האלומה מגיע לחצי מעלה, כדי לכסות את אירופה צריכים עשרות אלומות, אלומות עפרון. משימה בעלת אתגר, נתקלים בתופעות מסדר שני בחלל בתחום של הדינמיקה של הלוויין והדינמיקה של המסלול. אם לא מטפלים בתופעות האלה, מאבדים את הכיסוי הרציף ונוצרים חורים בכיסוי.

ללוויין עמוס 4 אנטנה MBA מרובת אלומות עם רפלקטור יחיד. 52 אלומות, שהן למעשה 52 אנטנות, בכל אחת מהן צריך לטפל. ללוויין יכולת לניוד כדי למצות את הביצועים בצורה אופטימלית וכדי למקד את אנטנת המולטי-ביס לאזור מסוים ולמקסם את הביצועים שלה. גם את האנטנה עצמה ניתן לנייד בפני עצמה. למרות שאנחנו ממזערים את בעיות דיוק ההצבעה עדיין נשארות תופעות מסדר שני ושלישי שיש לטפל בהן ואתן אנחנו פותרים באמצעים מערכתיים, כלומר באמצעות האוויוניקה של הלוויין, המערך הקרקעי, אלגוריתמיקה על הקרקע ואלגוריתמיקה בחלל. אנחנו מבצעים באופן מתמיד כיוולים של המערכת, מדידות עם משואה קרקעית על מנת למדוד ולשערך את אי-היציבות בהצבעה ומבצעים תיקון on the fly, בחלל, כדי להגיע לכיסוי רציף ללא חורים.

זוהי פעילות בחזית הטכנולוגיה. יש לפתור את הבעיה הזו בלויינים העתידיים, כרגע אין לויין בחלל שנותן לזה מענה. בעיה אתגרית ממדרגה ראשונה, בעמוס 4 כבר עובדים על הפתרון במימון עצמי שלנו.

ברגע שהכנסנו אנטנת MBA ללוויין, כמות רבה של אלומות "מנפחת" את הלוויין. סביב האנטנה יש הרבה מאוד חומרה, נוצרת בעייה - כיצד לבצע העברה של כל ביט שתהיה הרבה יותר זולה, דבר שדורש השקעה בכל האלמנטים של שרשרת תקשורת לויינים. בעמוס 4 נוגעים בכל האלמנטים האלה ונותנים להם פתרון.

האלמנט הראשון, אלמנט הפלטפורמה. בלוויין תקשורת או בכל לויין שהוא, הלקוח מתעניין במטעד. ככל שנגיע ליחס פלטפורמה מטעד יותר יעיל כך יתאפשר החזר השקעה מהיר. המשימה היא להגיע לפלטפורמה דקה ורזה כדי לאפשר למטעד לגדול או לקבל אורך חיים יותר גדול. האופייני הוא יחס פלטפורמה/לוויין או יחס מטעד/לוויין של 35 אחוז, (35% מהלוויין הוא מטעד, 65% פלטפורמה) בעמוס 4 אנחנו נמצאים בנקודת עבודה הרבה יותר טובה, אנחנו קרובים מאוד ל-50%, שיפור משמעותי ביכולות.

מתוך עשר אנטנות ישנן אנטנות מיוחדות בלוויין. האחת היא אנטנת המולטי-ביס 52 אלומות ושתי אנטנות נוספות דואל בנץ' שפועלות בתחום ה-Ku ו-Ka רחבות סרט. גם זהו נושא טכנולוגי בחזית הטכנולוגיה.

חברת חלל פיתחה את תכונת הפיילוד הגמיש, אפשר לנייד את האנטנות, אפשר להתאים את תחום התדרים, אפשר לנתב קיבולת באופן גמיש לשוק ולאפשר לחברת חלל למקסם את הפוטנציאל של החומרה ולהגיע ליעילות גבוהה של המטעד.

האלמנט הבא, כשמדברים על לויין כה מורכב וכה גמיש, עם רמת גמישות כל כך גבוהה של ניוד אנטנות, של ניוד קיבולת בין אנטנות, ניוד תדרים גמיש, החוכמה חייבת להיות על הקרקע כדי לאפשר את כל הגמישויות האלה. המערכת צריכה להיות responsive, גמישה.

מיישמים זאת בשתי שכבות, שכבת השליטה ובקרה ללוויין והשכבה של שליטה ובקרה למטעד. השליטה על הלוויין היא אוטומטית לגמרי, דומה ללווייני התצפית. 99% מהתפעול נעשה ע"י המערכת באופן אוטומטי.

לחברת חלל יש מספר לקוחות אסטרטגים ביבשות שונות, ביכולתה לחלק משאבי לויין בין

הלקוחות שלה, האחד יקבל שתי אנטנות, השני יקבל שלוש אנטנות, הרביעי יקבל אנטנה אחת לפי חלוקה שנדרשת, כל אחד יקבל את המשאבים שלו. כל אחד יקבל לידיו מערכת שתאפשר לו לשלוט על המטעד הווירטואלי שלו.

אנחנו במחקר ופיתוח לפרויקטי המשך. עד עכשיו היינו בתחום מטעדים אנלוגיים, מטעדי מיקרוגל אנלוגיים. עכשיו אנחנו בעיצומו של פיתוח והנדסה של מטעד דיגיטלי ומתחילים לעבוד על נושא של מטעד פוטוני.

המטעד הדיגיטלי מאפשר לנו לטפל לא רק באלומות כניסה רחבות סרט אלא לקחת מאלומות כניסה רחבות סרט גלים נושאים ברוחבי סרט מוגבלים ולעשות עליהם מניפולציות כדי לשפר את היעילות של מטעד המיקרוגל.

לדוגמה, כניסה מאנטנה מרובת אלומות כאשר מאלומות שונות באים מקטעי רוחב סרט מוגבלים. בלוויין מיקרוגל אנלוגי רגיל, אם רוצים לקלוט משהו מאלומת קליטה ולהעביר לאלומת שידור, ניתן לקחת טרנספונדר שלם, גם אם הטרנספונדר הוא מאה מגה הרץ ויש להעביר רק עשרה מגה הרץ, ונוצרת סיטואציה של חוסר יעילות. בעזרת המטעד הדיגיטלי ניתן לגשת לכל אלומה, לקחת ממנה את המקטע ודר שמעניין אותנו, ולארוז אותם ביחד לתוך אלומת שידור באופן שממקסם את אמצעי המיקרוגל, את ההספק, את המטעד המיקרוגלי. זו אפליקציה ראשונה.

אפליקציה שנייה - עולים לשידור מאלומת קליטה אחת ורוצים להפיץ אותה למספר מקומות. למשל, רשת טלוויזיה צרפתית רוצה להפיץ שידורים לאפריקה ולדרום אמריקה. כיום מעלים שני carriers. באפשרותנו להעלות carrier יחיד מצרפת, בלוויין עצמו, לבצע את המניפולציה הנדרשת ולשדר באלומות שידור להיכן שנדרש, ולהתאים את העוצמות. כיוון שבאפריקה יורד הרבה גשם, נדרש יותר הספק, ניתן לאותו carrier יותר הספק כדי להבטיח לו את ה-quality of service הנדרש, כך שכל carrier יקבל את הטיפול שנדרש לו. יתרון במיקסום משאבי הלוויין.

בשלב הבא, שלב הסטאדי נכנס נושא פוטוניקה. המגמה היא לייעל את המטעד במובן של משקל. להוריד את המשקל של הגלבואים, של הקווקסים, של כל האלמנטים של הצנרת והאינסטלציה, לעבור לתחום הפוטוניקה ולאפשר מטעד עם ביצועים גבוהים אבל קל משקל. יתרון שיאפשר החזר השקעה גבוה.

בתעשייה האווירית עוסקים בכל התחומים של יעילות העברת הביטים במדיה החללית, לא הזכרתי את חברת אלתא שפועלת בתחום של הטרמינלים ומגיעה להישגים יפים. עמוס 4, כמו שציינתי, הוא פלטפורמה יעילה. מערכת ניהול קרקעית דינמית ורספונסיבית ומטעד גמיש. ולא נשכח את הפעילויות העתידיות בתחום הדיגיטלי והפוטוני.

אפליקציה של תקשורת חלל להגנת המולדת

ארז ענתבי - גילת מערכות

חברת גילת עוסקת בתקשורת לוויינים מעל 20 שנה. החברה עוסקת רק בצד הקרקעי, אנחנו מטפלים רק במערכות הנמצאות על הקרקע ונותנות תקשורת, נתונים, טלפוניה, וידאו, דרך לוויינים גיאו-סטציונרים. זוהי חברה ציבורית, נסחרת בנסד"ק ובת"א ומאז היווסדה סיפקנו עד היום בערך כ-750 אלף נקודות קצה שמשמשות בתקשורת לוויינים.

בימינו יש כמעט בכל בית טכנולוגיות קרקעיות של DSL וקצבים מאוד מהירים, למה בכלל להשתמש בתקשורת באמצעות לוויינים גיאו-סטציונרים?

ראשית, בגלל כיסויי אחיד. מאחר ולוויין גיאו-סטציונרי רואה או מאיר מדינה שלמה או אפילו יבשת שלמה, אפשר לקבל את התקשורת הנדרשת, תקשורת רחבת סרט, מדובר בקצבים דו כיווניים של מגהבייטים, עשרה מגה בייט לשנייה וכו', בכל מקום ללא שום תלות ברשת הקרקעית, זהו יתרון מעניין.

שנית, אפשר ליצר התקנות מהירות, בעיתוי שצריך את התקשורת, באיזה נקודה שצריך, כמעט ללא אמצעים, להגיע לנקודה ומאותו רגע יש תקשורת ולא חייבים לפרוס שום תשתית בין המרכז לאותה נקודה.

שלישית, הרשת היא אחידה לחלוטין, אין מצב - כפי שקיים ברשתות קרקעיות רגילות - שבנקודות מסוימות מקבלים איכות גבוהה יותר ובנקודות אחרות איכות הרשת נמוכה יותר, האיכות אחידה. אפשר להגדיל את מספר הנקודות ללא הגבלה, וגם להוסיף אפליקציות מרוחק. מאחר והטכנולוגיה הזאת התפתחה למצב שבו אנחנו יודעים לטעון את כל התוכנה של המודמים ויחידות הקצה דרך הלוויין, אנחנו יודעים לשדרג את היכולות של היחידות האלה מרחוק מבלי להגיע אליהן. אנחנו גיילים ברשתות לווייניות לדבר על זמינות של 99.95 אחוז וזה יתרון גדול.

מערכות של גילת פרוסות כיום בכל העולם, יש לנו מערכות בכ-90 מדינות. ברשותנו כ-21 משרדים ברחבי העולם, ואנחנו מוכרים בעיקר לאופרטורים וממשלות ברחבי העולם.

לחברה יש חטיבה טכנולוגית בשם GNS וגם שתי חטיבות שירות, אחת בארה"ב ואחת בקולומביה ופרו. העובדה שאנחנו חברת שירות במדינות אחרות מאפשרת לנו להבין את הצרכים האלה היטב ולהכניס את זה לתוך התכנון של הטכנולוגיה בדורות הבאים. הטכנולוגיות שאנחנו עובדים איתן פותחו למגזר האזרחי. הויסא"טים (ויסא"ט הוא טרמינל תקשורת לווייני עם אנטנה בגודל ממוצע 1.20 מטר ובמקרה הקיצון 1.80 מטר) פותחו לשימוש אזרחי, בעיקר לתקשורת נתונים בין הבנקים או בין חנויות-רשת כמו בתי מרקחת וכו'. יש עדיין מיליוני כפרים ברחבי העולם שאין להם קו טלפון, לא נייד ולא נייד, הכוונה היתה להביא את קו הטלפון הראשון למקומות האלה. צבא ארה"ב משתמש כיום הרבה בתקשורת לוויינית. הוא התחיל להשתמש בזה לפני כעשר שנים, וכיום הוא מוביל בתחום הזה בעולם.

בשנתיים-שלוש האחרונות קיימת התעוררות בכל העולם לצרכים של הגנה, צבא, אבטחה, איך אפשר להשתמש בתקשורת לוויינית לצרכים האלה?

סיבה אחת היא - הזירה משתנה מדי פעם, האמריקאים פועלים באפגניסטן, לאחר מכן בעירק ולפני שבועיים צריכים לעבוד בהאיטי. הדברים האלה מצריכים לפרוס תקשורת רחבת סרט, מאוד אמינה, בזריזות, בכל מיני מקומות.

יש רשימה גדולה של גופים שרוצים להשתמש בתקשורת כזאת; צבא, משמר גבול וגם רשויות הגירה, מדברים על סגירת הגבולות, זו לא בעיה של רשויות ההגירה רק בארה"ב. בקניה צריך לסגור את הגבול בין קניה לסומליה, גבול פרוץ בהרבה מהגבול בין ארה"ב למקסיקו, אין שם תקשורת בכלל. צריך להביא למקום חייילים ושוטרים שישמרו לאורך הגבול הזה, הם זקוקים למחנות קבע, ויש להביא להם תקשורת.

היתרון הוא שבתקשורת לוויינית אפשר לחבר כל נקודה למרכז ולהעביר מידע בקצב גבוה. מדובר בוידאו לשני הכיוונים באיכות גבוהה ונתונים נוספים. אפשר לעבוד בין המטה לשטח, בין היחידות בשטח לבין עצמן וגם בין גופים שונים של אותה מדינה.

שימוש עיקרי בתקשורת לוויינים הוא באינטרנט אחרת, במקום שאינו מכוסה ע"י סלולר, DSL בוודאי שלא מגיע. זהו פתרון טוב למצבי חירום - כאשר התקשורת הקרקעית שאולי הייתה שם כבר לא בשימוש - וניתן לביצוע בפריסה מהירה באזורים חדשים שבהם לא הייתה פריסה קודם. למשל, בשטחים כבושים בעת מלחמה או ביישומים אזרחיים חדשים, כולל הרחבה של הרשת הקרקעית הקיימת באזורים נידחים, וניתן לחבר לרשת התקשורת הסלולרית הרגילה על ידי שימוש בתקשורת לוויינית.

יישום נוסף הוא כגיבוי במקרה של תקלה ברשת הקרקעית. לצורך זה מתקינים מערכת גיבוי של תקשורת לוויינית, אפשר לבצע מיתוג אוטומטי. הראוטר שיושב בנקודה הזאת חש בתקלה בתקשורת הקרקעית ומיד ממתג לרשת הלוויינית. כאשר הקו הקרקעי חוזר לעבודה ממתג חזרה לקו הקרקעי.

לאחרונה, באפליקציות רבות נדרש מוניתורנג של וידאו, כדי לראות בעין מה קורה באתרים שונים ומרוחקים. לדוגמה, אם רוצים לראות מה קורה בעשרות מאגרי מים או בתחנות כוח באמצעות קווים על הקרקע, יש לחבר קו תקשורת קרקעי לכל אחד מעשרות המאגרים, למצלמה שנמצאת ליד כל אחד מהמאגרים האלה או למספר מצלמות בכל מאגר.

ברשת קרקעית חייבים לפרוס קו לכל נקודה ונקודה כדי לאפשר קצב של כמה מגהבייטים. ברשת לוויינית לא כך הדבר, כיוון שכל רוחב הסרט מנוהל מרכזית, אפילו למאה מצלמות פרוסות צריך רוחב סרט שמשפיק לאירוע אחד או לשני אירועים של וידאו סטרימינג אמיתי וזה כל מה שצריך להקצות בלוויין. איזו נקודה תקבל את רוחב הסרט הזה? זה תלוי במי שמזהה בעיה ומחליט שהוא רוצה לראות תמונת וידאו חיה מאותה נקודה.

יישומים בתחבורה אווירית - הרבה מדינות, בעיקר גדולות כמו קזאחסטן ומונגוליה, משתמשות בתקשורת לוויינית כדי לחבר בין האתרים שמתקשרים עם המטוסים. המרחקים גדולים ובהם שדות תעופה קטנים ולא מאוישים. במקום שאין פקח טיסה ואף אחד לא רואה מה קורה ולא ברור מי נוחת ומי ממריא. תקשורת לוויינית נותנת אפשרות לשים שם מצלמות וידאו, לפקח על המקום ולראות מה קורה מרחוק. היחידות האלה יודעות לעבוד בהספקים נמוכים, כי במקומות כאלה נידחים לא רק שאין תקשורת, גם אין אנרגיה. אין קו 220 וולט. יש להפעיל את המערכת ע"י אנרגיה סולרית, אנרגיית שמש עם תאים פוטואלקטריים, או לפעמים באנרגיית רוח. העובדה שויסא"ט יודע לצרוך רק כ-30 וואט מאפשר לעשות את זה בהשקעה יחסית מאוד סבירה.

מדינות שואפות לנטר את הגבולות. גדר, מצלמות קרקעיות או מל"טים כבר אינם פותרים כליל את הבעיה, תקשורת לוויינית נותנת את הפתרון היעיל.

בצבא ארה"ב יש שימוש של כל הזרועות בתקשורת לוויינית; רק"מ, רכבים רכים, תקשורת, וגם בכוחות מיוחדים שנכנסים לשטח זר או בחיל הים וכ"ו. לאחרונה פותח מארז שחיל נושא על גבו

(כולל האנטנה, המודם וסוללה) המספק בקצב של עשרות מגהבייט תקשורת דו-כיוונית למפקדה, ומאפשרת דיבור וגם להעביר ולקבל וידאו מהמפקדה.

הצעד הבא - איטגרציה. ישנם סוגים רבים של יחידות תקשורת בשטח, תקשורת לוויינית. חלקם הם ויסא"טים שיודעים באופן אינהרנטי לקפוץ בין תדרים וקצבים שונים, חלקם ACPC, תקשורת נקודה לנקודה לרוחבי סרט יותר גדולים. הכיוונים החדשים שמתפתחים - לעשות אינטגרציה של כל היחידות האלה תחת מערכת ניהול מרכזית אחת שמאפשרת מיתוג מהיר של קיבולת גבוהה של הלוויין ממקום אחד לשני, כולל מערכת ניהול שמאפשרת לדרגים יותר בכירים לקבל עדיפות בהקצאה ע"פ דרישה או בעדיפות שנקבעת מראש. מדובר על קצבים בין חצי מגה ל-20 מגה לכל מקום שרוצים בזירה.

כמה מילים על מקרי אסון ותגובה מהירה. בחברת גילת מתבקשים מדי פעם לסייע במקרי אסון. עזרנו בעת פריסת בי"ח במקסיקו לאזור נגוע בוירוס שפעת החזירים. האזור היה ללא תקשורת, הגענו לשם עם תקשורת לוויינית.

בזמן רעידת אדמה במרכז סין לפני שנים אחדות קרסו כל המערכות הקרקעיות, הדרך היחידה ליצור תקשורת במקום הייתה להביא לשם תקשורת לוויינית.

כיום כבר לא מאמינים בכוח עליון ולוקחים בחשבון שמקרי אסון יקרו, בצורה בלתי צפויה כמובן, וצריך להיערך לתת סיוע שכולל תקשורת לוויינית כי זו השיטה הטובה במקרים אלו. לצורך העניין בנינו מוצר ביחד עם חברת סיסקו שנקרא אייקום, instant communication, מין מארו שנכנס לתוך רכב, בעל אנטנה שנפרסת בלחיצת כפתור ומתכווננת לבד ללוויין הגיאוסטציונרי, יש לו מדפסת, פקס, מחשב, כמה קווי טלפון וכו'. הרכב מגיע לשטח ובלחיצת כפתור מספק תקשורת על כל מרכיביה, בכל מקום ובכל זמן.

מדינות, ממשלות וגופים נערכים מראש, מכינים את הציוד המתאים ומשתמשים בו. ברעידת האדמה בהאיטי פרסנו ביחד עם חברת השירות שלנו בארה"ב כמה נקודות תקשורת שאיפשרו לכוחות ההצלה לפעול, לקבל ולהעביר מידע. וכך גם בזמן רעידת אדמה בפרו ובמקרים אחרים נוספים.

תקשורת לייזר ללוויינים נמוכי מסלול

עמית ברגמן, מינהלת החלל, רפאל

תקשורת לייזר בחלל היא דרך להעביר מידע על גבי קרן לייזר בין נקודה אחת לנקודה שנייה על ידי איפנון הלייזר. איפנון היא פעולה ליצירת הפרעה מבוקרת על קרן הלייזר, הפרעה שניתן לפענח אותה בקצה הקולט.

אפשר לחלק את תקשורת הלייזר בחלל לשני חלקים. חלק אחד בסביבות כדור הארץ: בין לוויינים, לווייני גיאון, לווייני ליאון, מטוסים, תחנות קרקע, וחלק שני לדיפ-ספייס, פרובים שנשלחים לחלל, נשלחים לירח, למאסר, מביאים משם אינפורמציה ומשדרים אותה חזרה לארץ באמצעות לייזר. היום אגע רק בתקשורת לייזר שמאופנת מסביב לכדור הארץ. רוב המידע שמגיע מהלוויינים לכדור הארץ מגיע ב-RF, אז למה לטרוח ולעשות תקשורת לייזר? למה תקשורת הלייזר טובה? תקשורת לייזר טובה מכמה סיבות. ראשית, ישנה אפשרות לשדר מידע בקצב הרבה יותר גבוה. אם אנחנו מדברים היום על שידורים מלוויינים בקצב מידע של 400-600 מגה ביט לשנייה, בתקשורת לייזר אפשר להגיע לסדר גודל אחד יותר גדול. ביצעו כבר ניסוי בחלל בסדר גודל של 5.5 גיגה ביט לשנייה.

שנית - הרבה פחות מסה. תקשורת לייזר משדרת בסדר גודל של שני וואט, היום תקשורת RF מגיאו לקרקע היא בסדר גודל של 10 וואט ויותר, יש לזה השלכה על המשקל, ועל צריכת ההספק, לכן תקשורת לייזר הרבה יותר מהירה.

שלישית - חסינות. תקשורת לייזר הרבה יותר חסינה מתקשורת RF, שמפזרת את ההספק על שטח גדול וכל מי שנמצא בתוך שטח האלומה יכול להקשיב, לשמוע, לצותת ואולי גם להפריע.

תקשורת לייזר עובדת באלומות צרות מכוונות אחת לשנייה, המידע עובר על הקו שמחבר בין טרמינל אחד לטרמינל שני, וזה נותן חסינות גבוהה לתקשורת הלייזר. בחגורת הגיאון יש רגולציה של תדרים, יש שם הרבה מאוד לוויינים, כל לוויין דורש רוחב סרט משלו. רוחב הסרט הכולל מוגבל לכן נדרשת רגולציה. תקשורת לייזר עוברת ברוחבי סרט אחרים לגמרי שאין עליהם רגולציה, ניתן להכניס כמה טרמינלים שרוצים ולשגר, כך שיש לתקשורת הלייזר יתרונות לא מבוטלים. מה בוצע בעולם בנושא תקשורת הלייזר? בשנת 2001 לוויין צרפתי בשם ארטמיס עלה לחלל לכיוון חגורת הגיאון, וביצע שני ניסויים. האחד הוא תקשר, שלח תשדורת לייזר לכיוון תחנת קרקע שנמצא בטנריף. אירוע שני - הוא שידר לכיוון לוויין ליאון ספוט 4, קצב התקשורת לכיוון הלוויין הליאון 50 מגה ביט לשנייה, בשנת 2006 אותו לוויין הגיע כבר לחגורת הגיאון ושיגר למטוס שני בגובה של 6-10 קילומטר בקצב של 50 מגה ביט לשנייה והניסוי המעניין והיפה מכולם היה ב-2008, האמריקאים והגרמנים שידרו אחד לשני משני לוויינים - טראסר איקס ואנפייר, בקצב מדהים של 5.5 גיגה ביט לשנייה.

חשוב לראות את קצב הגידול. מתחילים ב-2001 בשני מגה ביט לשנייה, וב-2008 ב-5.5 גיגה ביט לשנייה. זהו קצב גידול מדהים.

מה אפשר לעשות עם תקשורת הלייזר? בתקשורת לייזר אפשר למסר בין לוויין ליאון ללוויין גיאון, לתחנות קרקע, למטוסים, בין לווייני ליאון לבין עצמם, בין מטוסים ללוויין גיאון, אפשר למסר ולהעביר תשדורות בקצב מאוד מהיר.

ישנם שימושים שאפשר להתמקד בהם, טיסות מבנה של לווייני ליאון הוא דבר שמדברים עליו כבר די הרבה זמן, בטיסות מבנה חשוב מאוד להעביר מידע בין הלוויינים אבל גם חשוב מאוד לשמור

על המבנה. צריך למדוד מרחק, תקשורת לייזר גם יודעת למדוד מרחק כחלק אינהרנטי מהמערכת. יש אתגרים בתקשורת הלייזר, לא הכל פשוט וקל, אחד הדברים החשובים בתקשורת לייזר הוא הדיוק. מכיוון שעובדים בהספקים נמוכים וחייבים לרכז את האנרגיה על הגלאי, זה לא דבר פשוט, צריכים לעבוד באלומות צרות.

כדי לכוון אלומות צרות מאוד אחת אל השנייה וכדי שהמידע יעבור, חייבים לשמור על דיוק הכוונה גבוה. כשאני אומר גבוה אני מדבר על עשרה מיקרו רדיאן, כדי להמחיש מה זה עשרה מיקרו רדיאן - כמו לפגוע במטבע של שקל שהקוטר שלו בערך 20 מ"מ ממרחק של שני קילומטר. ברור לגמרי שזה דבר קשה וצריכות פה להיות מערכות בקרה מדויקות מאוד. אתגר נוסף שיש להתמודד איתו הם ניחותים. האטמוספירה יוצרת ניחותים עד כדי הסתרות, באזור מעונן כל האזור מוסתר ואנרגיית הלייזר לא יכולה לחדור מהמשדר למקלט, כתוצאה מכך אין תקשורת. הדרך להתגבר על ניחותים היא לפזר תחנות קרקע במספר אזורים, כך שהסבירות שכל תחנות הקרקע תהיינה מכוסות בעננות, היא סבירות יחסית נמוכה, לפחות תחנת קרקע אחת תוכל לקלוט את המידע.

יש להתמודד עם אפקטים טורבולנטיים, האסטמוספירה גורמת לטורבולנציה. כל מי שנסע על כביש שחור חם נתקל בגלי אוויר חם שעולים מהקרקע, זוהי שבירה של קרני האור בגלל אפקטים טורבולנטיים וזה קורה גם לקרן הלייזר שהיא קרן אור, אפקטים טורבולנטיים גורמים לכך שהקרן נפתחת וחזית הגל לא חלקה כפי שהיינו רוצים שתהיה. מה שגורם לשגיאות ולירידה בקצב התקשורת.

ברפאל התחלנו לעסוק בנושא תקשורת הלייזר כי מצאנו שתקשורת הלייזר זהו תחום עתידי, תחום שכדאי להשקיע בו. תחום שצפוי להתפתח, יש לנו ברפאל קבוצות שעוסקות בתחומים שתקשורת הלייזר מעורבת בהם, כמו למשל קבוצה שעוסקת בתקשורת RF וניתן ליישם חלק נכבד ממה שהיא עושה בנושא של תקשורת הלייזר. ישנה גם קבוצת אופטיקה שפיתחה מערכות אופטיות מעורבות בלייזר. וקבוצות בקרה לכל המערכות שאנחנו מפתחים בדיוקים גבוהים. כתוצאה מזה חוקרים מרפאל ומהטכניון התניעו לפני מספר שנים פרויקט שנקרא קרלייל שהוא קונספט חדשני לתקשורת לייזר. קרלייל (קומיוניקיישן אנד רייגינג לייזר אינטרסאטליי לינק), זאת מערכת תקשורת מבוססת לייזר לתקשורת ולמידת טווח בין לוויינים, בין מטוסים ותחנות קרקע.

האם המערכת הזו יותר טובה ממערכות אחרות? זו מערכת אוטונומית, שההכוון שלה הוא בלתי תלוי בהכוון של הפלטפורמה, שיכולה להסתובב, יכולה לצלם, או כל פעולה שהיא. זוהי מערכת אוטונומית, צריכה להתכוון לכיוון הטרמינל הנגדי ויכולה לעשות זאת בלי תלות בהכוון הפלטפורמה הנושאת. זאת מערכת שהיא דלת משקל, דלת מימדים ומשיגים את זה באמצעות המפתח האופטי של המערכת המשמש לכל מה שנדרש, כלומר הוא משמש לשידור, לקליטה, להכוונה, הוא משמש לקליטת הביקוון, אותה קרן שעליה מתכוונים כדי לכוון לטרמינל הנגדי, כך חוסכים הרבה משקל והספק.

זו מערכת שהיא דו כיוונית. משתמשים בשני אורכי גל של לייזר, אחד לשידור והאחר לקליטה, כתוצאה מזה יכולים בעת ובעונה אחת לשדר וגם לקלוט. המערכת מדויקת מאוד, את הדיוק הגבוה משיגים כי מכוונים את הקרן היוצאת לכיוון הקרן הנכנסת.

דרושים תנאי התחלה בשביל ליצור תקשורת, ההכוון והמהירות ידועים בשני הטרמינלים, זה דבר התחלתי. כל טרמינל חייב לדעת מה עושה הטרמינל השני, מה המהירות שלו ומה ההכוון שלו. הטרמינלים לא מכוונים אחד לשני, זה מצב התחלתי וחשוב לציין שכל טרמינל יודע לשלוט על רוחב האלומה שלו. קיים מנגנון שבו האלומה יכולה להתחיל כאלומה רחבה ולאט לאט להצר

ולהגיע למצב של אלומה צרה. מרגע זה אנחנו עוברים דרך שלושה שלבים: Pointing, Acquisition ו-Tracking.

Pointing - השלב הראשון, אף טרמינל לא מסתכל לשני, מקבלים הנחיה להעביר תקשורת. כל טלסקופ מתחיל לחפש היכן נמצא הטרמינל הנגדי ולהפנות אליו את הטלסקופ. מערכת ההכוונה מתבססת על מערכת ההכוון של הפלטפורמה הנושאת.

התהליך הזה מסתיים כאשר מתחילה חפיפה בין האלומות ואז נוצר מצב שבו אנרגיית לייזר מטרמינל אחד נופלת על הגלאי של הטרמינל השני, הטרמינל הקולט. תהליך דו כיווני.

מרגע שנוצרת חפיפה ואנרגיית לייזר מטרמינל אחד מגיעה לטרמינל השני מתחיל תהליך שנקרא Acquisition - בתהליך הזה הקרניים מתחילות לכוון את עצמן אחת אל השנייה ובעת ובעונה אחת להצר את עצמן, ולהגיע למצב שבו צפיפות האנרגיה על גבי הגלאי הנגדי היא מספיק גדולה. התהליך הזה נגמר כאשר הקרניים צרות מספיק וכמות האנרגיה שמגיעה לגלאי הנגדי עוברת סף מסוים, אנרגיה שמאפשרת להעביר מידע בקצב גבוה. רק כשהקרניים צרות ומכוונות אחת אל השנייה, רק אז ניתן להעביר מידע בקצב גבוה.

איך המערכת הזו אמורה להראות? פלטפורמה שיכולה להיות לוויין, מטוס, תחנת קרקע. על הפלטפורמה ראש אופטי מגומבל כדי שהמערכת תוכל להיות אוטונומית ולנוע לאן שהיא רוצה. בתוך הראש האופטי ישנם מנגנונים ששולטים על הקרן הנכנסת ועל הקרן היוצאת, מודדים ומאפשרים להניע את הראש האופטי.

מאחורי המנגנון של הראש האופטי ישנה אלקטרוניקה, מקבלת נתוני הכוון ומעבירה וממירה את המידע לקרן לייזר. קולטת מהקרן הנכנסת ומשדרת, ומעבירה את המידע לפורמט של לייזר. הראש האופטי רגיש לשינויים תרמיים, מערכת האלקטרוניקה מייצרת חום ולכן אינה צמודה לראש האופטי. הלייזר שנוצר בתא האלקטרוניקה מועבר לראש האופטי דרך סיבים.

כל מה שאמרתי עד עכשיו היה טוב ויפה אילו הלוויינים היו עוצרים בחלל, תלויים בחלל במקום קבוע, אבל בחלל המרחקים גדולים, הלוויינים נעים במהירות ואם נשדר את הקרן היוצאת לאותו כיוון שממנו קיבלנו את הקרן הנכנסת, כשהקרן היוצאת תגיע ללוויין הנגדי הוא כבר לא יהיה שם, ולכן צריך לתת זווית קידום - פוינט א הדי.

השלב השלישי הוא ה-Ground Demonstrator, Ground Demonstration - השלב שבו אנחנו נמצאים עכשיו בבניית מדגים קרקעי. רוצים להדגים יכולת לשדר בקצב גבוה, 1 גיגה בייט לשנייה, אומנם בתוך האטמוספירה ועל הקרקע אבל מתכוונים להגיע לקצב גבוה. זה בוודאי לא הקצב המירבי שניתן להגיע בטכנולוגיה זו.

התוכנית כולה נמשכת כבר כ-3 שנים בקצב נמוך, אנחנו לא נמצאים בעדיפות, בוודאי לא של התוכניות הגדולות של רפאל ומתקדמים בקצב יחסית איטי. אנחנו בונים כרגע את המדגים ומצאים כרגע בשלב של אינטגרציות, יש לנו כבר כמעט את כל החומרה הנדרשת, וברבעון הראשון נבצע ניסוי שבו לוקחים טרמינל אחד, שמים על גג ברפאל, טרמינל שני שמים על גג במרחק שני קילומטר ממנו ונעביר את המידע.

תקשורת לייזר, להערכתך, היא הדרך הכי יעילה להעברת אינפורמציה בחלל. בגלל שאין שם אטמוספירה אפשר להגיע לקצבים גבוהים מאוד וזה הדבר הכי יעיל. מערכת קרליייל או מערכת תקשורת לייזר בכלל היא מערכת שמעורבים בה הרבה מאוד אלמנטים מאוד חדשניים וטכנולוגיה חדשנית. הצגתי לכם רק חלק מהרעיונות החדשניים, על קצה המזלג, כי המערכת הרבה יותר מורכבת ומסובכת, אלה רק העקרונות הבסיסיים.

יוזמות החינוך בתחום הפיזיקה והחלל.

ד"ר נצח פרביאש - מרכז אילן רמון לנוער שוחר פיזיקה

מרכז אילן רמון נמצא בתוך אוניברסיטת בן גוריון ובקמפוס החינוכי בית יציב, והוא מפעל משותף לקרן רש"י, משרד החינוך, עיריית באר שבע והאוניברסיטה ומנוהל ע"י בית יציב. הפעילויות הכלליות כיום כוללות מעל 20 אלף משתתפים, והמספר היותר חשוב מבחינתי הם 25 מוקדי פעילות שמהווים רעיון מרכזי במהות של מרכז אילן רמון.

זהו מרכז מצוינות במדעים שמהווה מודל והתמקדות בשתי נקודות עקרוניות. הנקודה העקרונית הראשונה, להגיע אל כלל הילדים. אנחנו מגיעים אל ילדים מגיל הגן ועד לסוף התיכון. למצטיינים יש תוכניות נוספות. הכוונה היא להגיע לכולם, זאת נקודה משמעותית, איננו רוצים לאבד ילדים שיש להם פוטנציאל להגיע ולהיות מדענים, חוקרים או אסטרונוטים, לאבד אותם כי אף אחד לא הגיע אליהם וסיפר להם שנושאי מדע, פיזיקה, חלל, הם נושאים מעניינים. וחשוב גם ההמשך. אם רק נחשוף את האנשים לעניין ולא נמשיך, נעמיק ונפתח קבוצות של תלמידים מצטיינים, אנחנו מחמיצים מטרה. ולכן שמים דגש מאוד משמעותי על פעילות המשך.

נדבך השני - מודל לוויינים, לאו דווקא לוויינים במובן החלל, אלא מרכז שנמצא בתוך אוניברסיטה שיש בו הרבה מאוד כלים, הרבה מאוד ידע, יש בו גם מכשור מתקדם וציוד שאין במקומות אחרים, למשל הפלנטריום הכי משוכלל בארץ ואחרים. אנחנו רוצים שהמקום הזה יהווה לא רק מקום שאליו מגיעים כמו למוזיאון, אלא גם מקום שממנו יצא הידע, יצאו המדריכים שיודעים את החומר, ילכו אל הישובים השונים ויסייעו לחזק את המרכזים המדעיים בישובים השונים, יסייעו להפעלת תוכניות שונות ואל מרכז אילן רמון יגיעו לימי שיא, לפעילויות מיוחדות, כאשר הדברים האלה לא ניתנים להשגה או לביצוע בישובים השונים.

אנחנו מתחילים מגן הילדים, איננו מצפים שמכל גני הילדים שאליהם הגענו נקבל בסופו של דבר דוקטורנטים לאסטרו-פיזיקה, אבל רוצים להגיע אל כל בעלי הפוטנציאל ולתת להם הזדמנות שווה.

תוכנית שנקראת "מדעודס" - כל גני הילדים בבאר שבע מקבלים תוכנית שכוללת חמישה ביקורים של ניידת מדעים של המרכז. הילדים נחשפים לאסטרונומיה בסיסית: כדור הארץ, הירח, השמש. מדהים לראות את הדברים האלה מתרחשים, מרשים בצורה בלתי רגילה.

פיתחנו תוכנית לכיתות מדעיות, לא מדובר על כלל בתי הספר אלא על תלמידים שמאותרים כיום בבית ספר אחד בנתיבות, אוכלוסיה לא פשוטה, הנושא של כיתות מדעיות היה רעיון אטרקטיבי לחזק את בית הספר, יום בשבוע במקום ללכת לבית הספר הילדים באים למרכז המדעים. הם מקבלים תוכנית שכוללת שמונה שעות לימוד. זה בית ספר דתי, יש שעתיים קודש, שעתיים מחשבים וארבע שעות מדעים, אבל כל שמונה השעות האלה כרוכות יחד. אם מדברים, למשל, בנושא ירח, ידברו בשעורי הקודש על לוח השנה העברי. הילדים מצביעים ברגליים ואני שמח לבשר לכם שלהרשמה של השנה הבאה הביקוש יותר גדול מהאפשרות שלנו לתת מענה. זו בעיניי בשורה, כי אנחנו מסוגלים לחבר דברים שלכאורה שונים. בתוך בית ספר דתי להכניס באופן קבוע כיתה מדעית שעוסקת במדעים.

השנה אנחנו עם כיתות א' ו-ב'. כיתה ב' בשנה הבאה תצמח ותהיה כיתה ג' והכוונה היא שבכל בית הספר יהיו כיתות מדעיות. אני מספר לכם על חלום שיש לי, שנראה בכל בית ספר במדינת ישראל כיתות מהסוג הזה.

התחלנו בבית יציב במרכז האסטרונומיה לפני קצת יותר משלוש שנים, בתוכנית שנקראת "חשיפה לאסטרונומיה", נתנו מענה לנושא שלא נלמד בפועל בבתי ספר למרות שהוא מופיע בתכנים שמושרד החינוך מציע ללמוד, נושא מדעי כדור הארץ והיקום. מביאים תלמידים ל-25 שעות לימוד, חמישה מפגשים שונים בני יום לימודים שלם, בהם לומדים מדעים בצורה מיוחדת, חווייתית. אנחנו יודעים זאת, כי הם שוכחים לצאת להפסקות ואף פעם לא מתעכבים כשהם מגיעים. הם יורדים מהאוטובוס ורצים אל כיתות הלימוד, צריך לגרש אותם כדי שיחזרו הביתה. אלה ילדים שנהנים ממה שהם עושים.

כל תלמידי כיתות ה' בבאר שבע משתתפים בתוכנית הזאת, הרעיון הוא שהחשיפה הזאת למדעים היא לכולם. מתוך התלמידים שמגיעים אנחנו מאתרים את הטובים והמתאימים במיוחד למדעים, המתעניינים במיוחד בנושא אסטרונומיה, ונותנים להם מענה במחנות קיץ באסטרונומיה ומדעים וגם בתוכנית המשך.

בחטיבת הביניים, שם אנחנו מנסים להגיע לתלמידים מצטיינים, בולטים, מדובר על פרויקט של תלמידים שנוסעים לביקור בנאס"א בפלורידה. מאז הקמתו של מרכז אילן רמון מתבצע תהליך של הכשרה לאותם תלמידים, הכשרה משמעותית בקיץ שכוללת שבועיים שבהם מדברים על הפרויקטים שמתבצעים היום, כדי שידעו כאשר הם נוסעים על מה מדברים איתם. כשאנחנו מסתכלים היום על תלמידי כיתות ה', אנחנו כבר חושבים על תלמידים בכיתה ט' - מי מהם ייסע? אנחנו רוצים שהנסיעה לא תהיה סתמית, אלא שיווצר תהליך מתמשך.

כשהחבריה האלה חוזרים במהלך כיתה ט' מהביקור בנאס"א, הכוונה שהם יתחילו להחזיר חזרה לחברה את כל מה שהם קיבלו בדרך, כי אנחנו משקיעים בהם רבות. פה נכנסים לנושא של מנהיגות מדעית.

כיום אנחנו מפעילים כ-100 מדריכים צעירים בתוכנית שנקראת "מנהיגות מדעית" ב-14 מוקדים שונים בנגב, והתוכנית הזאת במגמת גידול משמעותית. מדובר באותם חבריה מאוד איכותיים עם אוריינטציה למדעים. הם מבצעים פעילות הדרכה לכ-1000 תלמידים צעירים כאלה. כולל במגזר הבודאי, בשגב שלום, בנתיבות, ובישובים דתיים. הנוער הזה עושה עבודה משמעותית ומרשימה. יש לדבר הזה משמעות דרמטית ברמה של החינוך, ברמה הערכית, וגם בנושא של כניסה יותר עמוקה לתחום המדעים.

שנת שירות - אנחנו מבקשים מהחבריה הצעירים האלה, שלפני הגיוס לצבא יתנו שנה אחת, יתרמו לנו מזמנם, כדי לחזק מוקדי מדעים שונים שחלקם פועלים בתוך בתי ספר יסודיים, ויסייעו בכל מה שקשור בלימוד, בתהליכים הלוגיסטיים הרלוונטים ויעזרו לנו לשפר ולקדם את החינוך המדעי. נוצר חיבור טבעי, כבר יש לנו דוגמה אחת כזאת, בוגרת של התוכנית למנהיגות מדעית שהדריכה אצלנו את שנת ההתנדבות שלה, הולכת ועושה תואר בהנדסה ומשמשת כמדריכה.

אספר לכם בקצרה על הנושא של "חושבים ומחשבים". תוכנית שאומנם לא קשורה בחלל ישירות, אבל חלמנו עליה ואפשר להגשים אותה, התוצר בעיני משמעותי. מדובר בתוכנית שבה הילדים מקבלים מחשב נייד, בכוונה בחרנו מחשבים שמבוססים על "לינוקס" כי לא רצינו שום מעורבות של שום גוף מסחרי בעניין, רצינו שהדברים האלה יהיו פשוטים וזולים להפעלה. הדגש שניתן בתוכנית הזאת הוא על חשיבה אלגוריתמית. כשהצגתי את התוכנית לראשונה שאלו אותי "מה ילמדו בתוכנית?" ואז שאלתי את מי ששאל, אמרתי לו "כשאתה הולך הביתה ורוצה להדליק את האור, מה אתה עושה?" אתם מתארים לעצמכם איזה מבטים מוזרים קיבלתי כששאלתי את השאלה. אמרו לי "כשאני רוצה להדליק את האור אני מדליק את האור, איזה מין שאלה זאת?"

אמרתי "ואם האור דולק, אתה מדליק אותו בכל מקרה?"
"לא, אם הוא דולק אז אני לא מדליק".

אמרתי "אז רגע, אז יש כאן איזשהו תהליך, אתה בודק האם יש אור או אין אור ורק אז אתה מפעיל את המתג",
"וודאי" הוא ענה.

"ואם האור לא נדלק מה אז אתה עושה?"

ושאלות כאלה שגורמות למחשבה על התהליך שאנחנו מבצעים כשאנחנו רוצים לפתור בעיות. נדמה לי שאחת הבעיות הקשות היום היא שתלמידים שמסיימים תיכון נדמה להם שהחיים מתחלקים לשאלה, נוסחא ופתרון. וזה לא עובד ככה.

עלינו לדעת לקחת בעיה, לפרק אותה לגורמים, להבין מהם השלבים השונים שיש בדרך, לנסות לפתור כל אחד מהשלבים, ובסוף אולי נצליח לפתור את זה. לא תמיד זה יעבוד, לפעמים נצטרך לחזור אחורה, להבין טוב יותר את השלבים השונים, מה לא עשינו נכון בפיתרון, איפה ניתוח הבעיה היה לא נכון, ורק אז לקבל הבנה יותר עמוקה ויותר רחבה על העניין.

לא חלמנו שיהיו לנו כל כך הרבה תלמידים, עצרנו ב-500 כי שם נגמר התקציב. יש לנו 500 תלמידים במגוון ישובים בדרום שלומדים את נושא החשיבה, פיתוח חשיבה אלגוריתמית, פירוק של בעיה לגורמים ואתם צריכים לראות את אותם חבריה יושבים ופותרים בעיות לגמרי לא פשוטות.

סיפרתי לכם על הדברים שאנחנו עושים במסגרת החינוך הפורמלי והלא פורמלי. מי שמכיר את ההגדרות היבשות, חינוך פורמלי - בשעות הלימודים, הלא פורמלי - בשעות אחר הצהריים. לדעתנו, בחינוך ובלימוד אין דבר כזה פורמלי או לא פורמלי, יש חינוך ויש לימוד, כל הזמן.

במסגרת הזאת אנחנו מוצאים חשיבות עצומה לתת פעילויות גם לקהל הרחב, לא רק לתלמידים בתוך מסגרת בית הספר או במסגרת חוגית, ולכן אנחנו שמים דגש על פעילות שבועית קבועה, לילות אסטרונומיה שכולם מוזמנים לבוא, בכל יום שלישי בשבע בערב מתקיימת פעילות בפלנטריום, כולל הרצאה שקשורה באסטרונומיה ותצפית בטלסקופ. מתקיימים אירועים מיוחדים כל הזמן, הרצאות או תצפיות וימי שיא. גולת הכותרת מבחינתנו היא פסטיבל המדע שמתקיים בכל שנה בבית יציב בחול המועד סוכות, הפסטיבל האחרון היה השלישי במספר, השתתפו כ-4000 איש שהגיעו מאילת ועד קריית שמונה. היה מאוד מרגש לראות אנשים שמגיעים לבאר שבע מכל רחבי הארץ בשביל מדע.

ב-15 בינואר היה בישראל ליקוי חמה, החלטנו לשתף באירוע את כל תלמידי ביה"ס, מעל 700 תלמידים יחד עם ההורים. בשמונה בבוקר כל הקהל הגיע. בבאר שבע סובלים מחוסר גשם, אבל דווקא בנושא של תצפיות אסטרונומיה זה מקל עלינו את החיים וכשבשאר הארץ היו עננים לנו הייתה ראות מצוינות, היה ליקוי מרשים ביותר ואני יכול להבטיח לכם שהרבה תלמידים באותו בוקר של ינואר הפכו להיות תלמידים מתעניינים בנושא חלל ואסטרונומיה.

אני רוצה לסיים בזה שנכריז בפורום המכובד הזה על התחרות הארצית השנייה באסטרונומיה וחלל על שם אילן ואסף רמון לתלמידי בתי הספר היסודיים. קיימנו את התחרות הזאת בשנה שעברה, יוזמה משותפת של מרכז אילן רמון ועמותת ראש גדול, העמותה שמוציאה את העיתון ראש גדול.

זוהי תחרות יחידה במינה, אין תחרות כזאת לתלמידי בתי ספר יסודיים, כאמור, אני מאמין גדול שהחינוך למדעים מתחיל בגיל הרבה יותר צעיר ממה שנהוג לחשוב. החידון הזה מתקיים בשלושה שלבים. השלב הראשון הוא שלב שפתוח לכלל תלמידי בתי הספר היסודיים בארץ מכיתות ד' ועד

ו', הכניסה לחידון המקוון באמצעות אתר האינטרנט. ממלאים סדרה של שאלות. אנחנו בוחרים את מאה התלמידים שהשיגו את התוצאות הגבוהות ביותר ומזמנים אותם לשלב השני של החידון שמתקיים באוניברסיטת בן גוריון וכולל יום מאוד מעניין, שבו גם סדנאות בפיזיקה, באסטרונומיה וביום זה התלמידים ממלאים חידון נוסף וגם כותבים חיבור. מתוך המשתתפים האלה יבחרו עשרת התלמידים המובילים, אלה שהשיגו את התוצאות הטובות ביותר, שיגיעו לשלב הגמר שמתקיים גם הוא באוניברסיטת בן גוריון. נשיאת האוניברסיטה כיבדה אותנו בנוכחותה בשנה שעברה וגם השנה יהיו נוכחים אישים חשובים. אני מאמין שתחרות מהסוג הזה, יש בה כדי לקדם גם את ההכרה בחשיבות נושא האסטרונומיה והחלל.

יזמות חינוך באסטרונומיה ופריקטי מחקר תצפיתיים

ד"ר מוסטפה עספור, מנהל מצפה הכוכבים בנצרת

המייחד את האסטרונומיה מכל שאר הנושאים, שהיא יכולה להכיל את כל המקצועות: פיזיקה, מתמטיקה, ביולוגיה, כימיה, כל נושא אפשר להכניס תחת מטריית האסטרונומיה והחלל. אני מגדיר את האסטרונומיה "הכתר של המדע".

מצפה הכוכבים בנצרת הוקם לפני עשר שנים, ומטרתו להביא את הציבור הרחב ואת המגזר הערבי והיהודי לעולם המסתורי הזה, לעולם המופלא ולהתפעם מן המורכבות והמסתורין. המצפה מספק את השירות לכל הגילאים, מהגיל הרך עד גיל הזהב, כולל כמובן השתלמויות מורים, ספרים וסיפורים לגיל הרך ובכל נושא שניתן ואפשר לתרום, אנחנו עושים זאת בשמחה רבה. בעיניי, הדבר החשוב ביותר שצריך לחנך, לקבל את האחר, ללמוד את הדברים שנעשו בעבר, לבדוק אותם ואולי אפשר גם לתקן אותם, במידת הצורך כמובן. ואז כמובן צריך להפעיל את היצירתיות. זה הדבר החשוב בעיני. "מי שדואג באמת לשנה זורע ומי שדואג לעשור נוטע, מי שדואג לדור - מחנך".

אני פוגש תלמידים ומורים, שאינם ששים לעסוק במתמטיקה ובפיזיקה, אבל ברגע שאני מכניס את אותן נוסחאות תחת מטריית האסטרונומיה, אז הדברים נראים אחרת לחלוטין. בדורנו, כמעט לא ניתן להסתדר ללא שעון ובלי כל המכשור המודרני, ולכן נפלא לגלות את הדבר המרתק, איך הקדמונים ידעו את לוח השנה ואיך ידעו מה השעה. חשוב לי ביותר שהתלמיד ידע שלפני השעון הדיגיטלי היה קודם לכן שעון פרמיטיבי אמנם, אבל אמין, שעון השמש. אנחנו מדגימים כי ניתן ללמוד רבות דרך הסתכלות על כיפת השמים. אפשר לדעת את קו הרוחב דרך הכוכבים, לדעת את השעה דרך הכוכבים, את הזמן, את העונה ואת החודש או אפילו את היום דרך הכוכבים.

במצפה יש לנו ציוד משוכלל, טלסקופ שמש וטלסקופים רגילים ובנוסף לכך כיפת שמיים ואביזרים, כאשר המטרה להביא את התלמיד ואת הקהל הרחב במגע עם כיפת השמיים, לראות ולהתפעל. אם אתה רוצה להבין את משמעות העולם הגדול הזה, את היופי שבעולם הזה ואת החשיבות של העולם לכדור הארץ, צריך להרים את הראש למעלה, להביט בשמים, לקשור מתמטיקה בפיזיקה ובביולוגיה ואז אולי התמונה של הפאזל המרכיב את היקום תראה ברורה יותר.

אנחנו מנסים דרך האסטרונומיה לחנך את הנוער, דרך מטריית האסטרונומיה לחנך לערכים, לחנך למדע ולעניין אותם במדע כאשר מבצעים כל מיני מדידות ורואים את יופי הבריאה. איני רוצה שהתלמיד ילמד רק נוסחאות ומספרים, המטרה לתת לו להרגיש את תנועת כדור הארץ דרך הכוכבים, אסטרונומיה אם תרצה או לא תרצה זורמת בדם שלך. אסטרונומיה זה הגיל שלך, אורח החיים שלך, הכל בנוי על אסטרונומיה. אורח החיים שלך בנוי על סיבובו של כדור הארץ. מהו הגיל שלך, איך הוא נמדד? על פי הסיבוב של כדור הארץ סביב השמש. הסתכל מסביבך ותראה, אתה טבול באסטרונומיה.

אנחנו מנסים דרך מטריית האסטרונומיה להביא את הנוער להכיר אחד את השני, ללמוד מקצועות טכנולוגיים מדעיים, לכבד את האחר.

השאיפה שלנו לתת לתלמידים נסיון והיכרות מן הנעשה בתחום זה בחו"ל. איני חושב שצריך לבחור רק את התלמידים הטובים בנושא הזה, אלא לתת הזדמנות לכולם. אולי האסטרונומיה זה דווקא הכלי, הניצוץ הראשון שישנה את התלמיד שהיה מוגדר בעבר כתלמיד שלא תוציא ממנו

שום דבר, יש לי הרבה דוגמאות לכך. בכל הפרויקטים שאני מבצע, אני לא מסתכל בכלל על מצוינות. אני מדבר על מוסר, על אדיבות ומסתכל על התעניינות במדע. זה מספיק מבחינתי שאקבל אותך ותשתלב בכל התחומים הללו.

לומדים אצלנו על מעבורות חלל, על סימולטורים של אסטרונואוטים, על מאדים, בביולוגיה למשל, על הצמחיה וגידול צמחיה בחלל החיצון בהיעדר גרביטציה וכמובן סימולטורים אחרים למיניהם. מטרתנו לאפשר לתלמידים לפתח את המחשבה, את היצירתיות שלהם, במידה ואנחנו נוחתים על ירח או על מאדים. רעיונות שמובילים את התלמיד למנהיגות, לשאל, להתייעץ וללמוד. לעצב את האישיות שלהם כאישיות טובה מאוד כי אלה פרחי המדע שיהיו המנהיגים בדור הבא. המטרה לא רק לספק לך מידע, לספר לך על קוטרו של כדור הארץ ומרחקו של כדור הארץ מהשמש, המטרה שלי לכוון אותך, לעורר בתוך המוח שלך את השאלות, לגרות אותך לדברים האלה, זה התפקיד שלי. אני משתתף במחנות חלל בנאס"א, בסוכנות החלל האמריקאית מ-2003, ואני לומד כל פעם מחדש.

התלמידים מגיעים גם לביקור בנגב, ומבלים כל הלילה במדבר. עושים תצפיות, לומדים ביחד, אחד מגבה את השני, לומד מהשני, מבקרים במצפה כוכבים.

אני חושב שאסטרונומיה היא כלי יעיל, השאלה אם אנחנו משתמשים בו בצורה נכונה על מנת להביא את הנוער ולגרות אותו לחשוב, לנטוש את דברי היום-יום הקטנוניים ולהסתכל למעלה. תביט בשמים ותראה לאן אתה יכול להגיע, השמים הם כבר לא הגבול.

מהשומר הראשון לאסטרונאוט הראשון - חינוך לאור דמויות של פורצי דרך

תא"ל רמי בן אפרים, ר' להק כוח אדם בחיל האוויר

אתחיל בחלל, באילן, בחינוך כמשימה, שמשפיעה על המשימות המבצעיות של חיל האוויר. ארחיב על חיל האוויר, על הצרכים והעשייה שלו שמקרינים על מה שקורה במדינה ואתאר אחד הפרויקטים בו אנחנו עוסקים, שנקרא "מהשומר הראשון לאסטרונאוט הראשון".

ביוסטון הבין אילן את גודל הרגע. הוא ישב וכתב הרבה, חשב הרבה והעביר אלינו מסר רב. הוא הבין שמדינת ישראל היא מדינה קטנטנה של כעשרים אלף קילומטר מרובע, מדינה שראה אותה מתוך מטוס בארבעים אלף רגל, וקיווה שבגובה של מאות אלפי רגל הפרספקטיבה תהיה אחרת. הוא דיבר הרבה על החלל, על הקשר בין חלל לנוער ועל הקשר בין חלל לחינוך. אקריא לכם קטע שכתב: "העיסוק בחלל וחינוך הילדים והנוער יונקים האחד מהשני וחיים יחד תחת קורה אחת. הילדים והנוער נמשכים אל החלל בהיותו רחוק, לא ברור, מגרה הדמיון, הילדים והנוער הם עתיד ההתקדמות בחקר החלל בעיקר מכיוון שהם פתוחים לרעיונות חדשים, יצירתיים ולא שבויים בדעות קדומות. אם לפני מאות שנים עסקו בחקר ימים, גילוי יבשות חדשות וכדומה, בדור שלנו לצעירים זה החלל." דמויות כמו אילן הן דמויות שמסעירות את הדמיון ומהוות דוגמה אישית. הרבה מאוד צעירים רואים אנשים כמו אילן ושואפים להיות כמותו, אחד מהם היה הבן שלו, אסף.

בשבוע הבא נערוך אזכרה לאילן בבית הקברות בנהלל, זו תהיה הפעם הראשונה שנעמוד מול שני קברים. האזכרה והכנס הזה מיוחדים באופן חריג מהשנים הקודמות.

מדובר על דמויות לחיקוי, על דוגמה אישית, על תחושת מחויבות ועל קרב מתמשך של עם ישראל מדור לדור, שימשיך להלחם על הקרקע הקטנה הזו עוד הרבה מאוד שנים. אנחנו מבינים זאת טוב מאוד בצה"ל ובחיל האוויר וזה חלק מהעניין.

טיפול באנשים בנושא כוח-אדם כולל שלושה פרמטרים עיקריים. הראשון - האם יש לנו מספר האנשים שאנחנו צריכים בתפקידים הספציפיים. השני - איכות, האם כשאנחנו מאיישים, למשל, מפקדי טייסות - אילן היה מפקד טייסת F-16 - האם באמת הטובים ביותר הולכים לתפקידים האלה.

והשלישי והקשה ביותר - הרוח. פרמטר שעליו משפיע בעיקר החינוך. הפעולות ברמה החינוכית, הנוגעות ללב האנשים, ידוע שהן המשפיעות יותר מכל דבר אחר, על הניצחון במלחמה. על הדבקות במשימה, על הרצון לקחת סיכונים, בהתגברות על הפחד וכדומה. אנחנו מודדים את הדבר הזה ברציפות כל השנים, ומודדים את עצמנו איפה אנחנו נמצאים ברמת הרוח והמוטיבציה.

במבט פנימה, בשאלה מהם הגורמים העיקריים לאנשים להישאר איתנו ומה הגורמים העיקריים נגד המשך שירות - אנחנו תמיד רוצים לראות שאנשים חשים תחושת שליחות לאומית - זהו אחד הפרמטרים העיקריים שבהם אנחנו מודדים את ההצלחה שלנו. אם אנחנו מתחרים מול חברות היי טק לא נוכל להכריע בשכר, לא ברכב ולא בתנאי שירות, נלחם רק במגרש של שליחות לאומית. אנשים מבינים שהיום האתגרים שעומדים בפני מדינת ישראל הם כאלה שלדור שלנו יש תפקיד, הדור שלנו צריך לשמור על המדינה הזאת.

הסבים שלנו הקימו אותה, האבות שלנו היו צריכים לעבור מספר מלחמות, הדור שלנו צריך להביא את המדינה לגיל מאה ואנחנו רוצים לראות שאנשים חשים תחושת שליחות לאומית. הם לא יישארו פה בגלל הכסף, למרות עומס ומורכבות התפקידים. אורח החיים הצבאי אינו פשוט, אולם

לא זה שימנע מהם להישאר.

החינוך הוא משימתו של כל מפקד. הצניקנים יגידו "אתם צריכים לנצח את המלחמות, אל תחליפו את מערכת החינוך" ואנחנו לעולם לא נחליף את מערכת החינוך. מאידך נאמר "כדי לנצח מלחמה אנחנו חייבים שאנשים יהיו מחוברים למשימה, למדינה ולמדים בצורה מוחלטת". אחד החובות המוטלים על מפקד הוא לפעול ליצירת לכידות בקרב אנשיו, להקנות להם את האמונה והערכים הבסיסיים של הצבא. הלכידות, האמונה והערכים הבסיסיים יהיו לגורם מכריע בתהליכי ההתגברות על מכשולי שדה הקרב. (מוקרן סרט קצר ממלחמת לבנון השנייה).

סיפור הסרט - ביום השלישי למלחמה, חייל באחד מגדודי הצנחנים נפגע מקליע, עם חור גדול בלחי הוא שוכב על הרצפה, מדמם למוות. מח"ט הצנחנים קורא לעזרה, וחיל האוויר יוצא לפינוי הפצוע בשעה הכי מסוכנת ביום, באור ראשון, כשהשמש זורחת, בזמן שרואים את המטוסים בבירור. מסוק ינשוף (בלק-הוק) לחילוץ ושני מסוקי קרב שמלווים אותו, נכנסים ממש לקרב. טילים משוגרים אל המסוקים והם יורים חזרה אל הבתים, ממש קרב של טילים נגד טילים. המסוקים מגיעים סוף סוף לאזור שבו החיילים נמצאים, בין עצים ושיחים גבוהים, החיילים מנסים להרים את האלונקה אבל לא מגיעים למסוק.

קברניט הינשוף לוקח החלטה. בנסותו לנחות במרווח צר בין שני עצים, הוא מחליט לפגוע עם הזנב בעץ. משמעות ההחלטה הזו היא - סבירות לרסק את המסוק, אפשר לומר פעולת התאבדות. הקברניט מחליט לקחת את האפשרות הזאת, נוחת ופוגע בעץ, ומצליח להעלות את הפצוע למסוק. ממהרים איתו לבית החולים ותוך כדי כך הצוות של יחידת החילוץ 669 מטפל בו באוויר. היכן החינוך? בסופו של דבר זו פעולה לא הגיונית. חייל אחד מול סיכון חיים לכמעט עשרים אנשים. זו תוצאה של תהליך ארוך, אתה זורע את הזרעים האלה ביום יום דרך חינוך של הלוחמים שלך.

אפשר כמובן להבין שהצוותים קיבלו כולם מצל"ש ועד אות מופת, על פעולה בלתי הגיונית לחלוטין כדי להציל חייו של חייל אחד. יש לדעת, כשנפצע חייל בקרב, אנחנו עושים כל דבר כדי לחלץ אותו. אלה הקודים של צה"ל. זהו החינוך.

אנחנו מאמנים את האנשים שלנו לשדה קרב מורכב כיום, הרבה יותר מאי-פעם. אם בעבר היינו צבא מול צבא, טנק מול טנק, מטוס מול מטוס, האויב היה במדים, בדרך כלל חיילים מיומנים, כיום אנחנו נלחמים מול אויב שלעיתים חבוי באוכלוסיה אזרחית ולפעמים בתחפושת של אשה בהריון או ילדים, ותמיד בבגדים אזרחיים, מצב מאוד מורכב. האויב עושה הכל כדי למשוך את חיל האוויר ואת צה"ל לתקוף בתוך כפרים ולהרוג כמה שיותר אזרחים. זהו מרחב הפעולה כיום. הטרור כיום הרבה יותר אכזרי, ישנן עדויות מצולמות של שיגור רקטות מתוך בית, הרקטות נמצאות בתור בית ומשגרות מהחלונות שלו. במציאות הזו צריכים להחליט האם אתה הורס את הבית הזה בן 7 הקומות או לא. מצב מורכב שיש להתמודד אתו מהאוויר ומהקרקע, תוך כדי הסבר לאנשיך שאתה פועל ברמה ערכית הכי גבוהה, למרות מה שהם שומעים בתקשורת על דו"ח גולדסטון ודומיו. אנחנו יודעים להסתכל לעצמנו בראי ולדעת שאנחנו עושים את זה נכון, ברוח העם היהודי, על פי ערכי צה"ל, לא פוגעים בבלתי מעורבים וממזערים פגיעה סביבתית.

צריך ליכור שאם אנחנו לא תוקפים מספיק באגרסיביות, אז המחיר הוא בילדים שלנו - מטח טילים שנחת על חיפה במלחמת לבנון השנייה, מטח שכמובן חסר הבחנה לחלוטין, או פגיעה ברחוב נהלל בחיפה, שם נהרג אזרח אחד. אפשר לראות שהטילים נועדו בפירוש לפגוע באוכלוסיה, כל טיל מכיל אלפי כדוריות קטנות, כל אחת בעלת כושר השמדה יותר מקליע של M-16.

לגבי קוד ההתנהגות של צה"ל, אספר לכם כי בשבוע שעבר, במהלך שיטפונו יחסית חריגים בחורף, שהיו בדרום הארץ, מצאנו עצמנו עם לא מעט אזרחים שנתקעו בשיטפונו נחל פארן ובנחלים אחרים. במדינת ישראל שולחים את צה"ל לחלץ, מה שלא קורה בהרבה מדינות אחרות, אין פה חברות חילוץ אזרחיות וכשאנחנו מחלצים, אנחנו כמובן לא מבקשים כסף. החילוץ נעשה בדרך כלל בסיכון גבוה, מתחת לחוטי חשמל, בחושך מוחלט, מורידים לוחמים של יחידת החילוץ 669, באמצע השיטפון, עולה לוחם 669 עם אזרח שעשה שטות וחצה את הנחל וכעת הוא מסכן את חייו וחיי אחרים. המסוק מרחף בחושך מוחלט, הטייס מקבל הוראות מהמכונאי המוטס, יש פה סיכון אמיתי. צריך להיות ברור מה המשימה, צריך לחנך את האנשים, להבין שזה חשוב, להבין שאתה פועל למען המדינה, לא רק במשימה צבאית קונקרטיית.

על כל מפקד בצה"ל לדעת שלא מספיק שהוא יודע את המקצוע הצבאי וינחיל אותו כמיטב יכולתו לפקודיו, עליו להיות גם מחנך בחסד עליון. דיברתי על קשר בין חינוך למשימות המבצעיות שלנו, לא נוכל לעשות את המשימות בצורה אפקטיבית אם לא נסביר ונחנך את אנשינו בדיוק מה הם צריכים לעשות בכל נקודת זמן.

מתוך צרכי כוח אדם שלנו אנחנו משפיעים על המדינה ויש פה אלמנטים חינוכיים מאוד משמעותיים. מדינת ישראל מרוכזת בחלקה הגדול בין גדרה לחדרה, קיימת החלטה של ממשלת ישראל משנת 2005 לפזר את אוכלוסיית ישראל לפריפרייה, לנגב ולגליל.

הראשונים ליישם החלטה זו הם מחנות צה"ל שעוברים דרומה לאזור הנגב והראשון בתוך צה"ל הוא חיל האוויר. סגרנו בסיס באזור המרכז, העברנו אותו לנבטים והגדלנו את נבטים. אנחנו עומדים להעביר את בסיס חיפה דרומה. כיום, כל בן אדם שלישי בחיל האוויר גר דרומה מבאר שבע ואנחנו אומרים להם 'רבותיי', חלק מהשירות בחיל האוויר הוא לשרת בדרום, אנחנו מעודדים אנשים שלנו לעבור לגור בדרום. אנחנו מקימים פרויקטים למגורים בדרום ורוצים שהמשפחות יעברו לשם, אנחנו עוזרים לנשות החיילים למצוא עבודה והדבר הזה תורם להפרכת השממה. זוהי ציונות אמיתית, לפי חזון בן גוריון. עתודות הקרקע של ישראל הן הנגב ויש חשיבות גדולה מאוד שמדינת ישראל תפזר אוכלוסייה איכותית לנגב, אחרינו יגיעו - אנחנו מאמינים - עוד אוכלוסיות נוספות.

יחד עם משרדי ממשלה וקרן רש"י הקמנו בית ספר טכני ענק באזור באר שבע, ובו 1300 תלמידים. זהו בית ספר האיכותי ביותר באזור הדרום. בשלוש השנים האחרונות התחרו כל שנה על 300 המקומות בבית הספר, 700 נרשמים.

במדינת ישראל הממוצע של ציוני בחינות הבגרות כיום הוא 48 אחוז, בבית ספר שלנו הממוצע 80 אחוז ואנחנו גאים בדרך החינוך הטכנולוגי של חיל האוויר שיוזע לתרום לאחד התחומים הבעייתיים ביותר במערכת החינוך - החינוך הטכנולוגי.

מדינה צריכה חינוך טכנולוגי, היא צריכה שיהיו לה אנשים שלומדים חשמל, אלקטרוניקה, מתכת. זה בונה את התעשייה הכבדה, את ההיי-טק וכדומה. במדינת ישראל כיום החינוך הטכנולוגי תופש חלק של 37% מכלל התלמידים. במדינות אירופה קבעו יעדים: באוסטריה 60%, בסקנדינביה 70% חינוך טכנולוגי, אצלנו כאמור, רק 37% כרגע. על פי הצרכים הדחופים שלנו, אנחנו צריכים לקחת את אנשינו, ללמד אותם בבתי ספר טכניים, לשלוח אותם להתגייס לצבא ותוך חצי שנה הם מטפלים ב-F-16 מפרקים אותו לחתיכות ויודעים להרכיב אותו, בלי שיישאר להם חלקים ביד. אנחנו מעודדים חינוך טכנולוגי בפריפריה, בעקבות "עופרת יצוקה" הקמנו שלוחה בשרות. במעלה אדומים פתחנו כיתה לפני שלוש שנים, התלמידים במדי חיל האוויר. השנה, מתוך תיכון של 460

תלמידים בחרו 410 להיות במדי חיל האוויר. הכנסנו מעט מורשת קרב, בבוקר שרים "התקווה" ומניפים את דגל הלאום, כשהמורה נכנס לכיתה התלמידים עומדים, כנהוג בצבא. התלמידים אוהבים את זה, הם משיגים תוצאות מצוינות בבגרות, הישג בתחום החינוך שמשפיע על הרמה הכללית במדינה.

כיום במדינת ישראל 12 אחוז מהאוכלוסייה היהודית הם חרדים (כ-700,000) ומספרם עולה בגלל ריבוי טבעי הגדול יותר מפי שלושה מאשר באוכלוסיה האזרחית (7.7 ילדים במשפחה חרדית, לעומת 2.1 ילדים במשפחה חילונית). יש שם מצוקה כלכלית אמיתית, עוני קשה, משפחות של זוג הורים עם 7 ילדים ו-50 נכדים, קשה ביותר לפרנס משפחה כזו.

מתוך הצורך שלנו בחיילים איכותיים עם מוטיבציה גבוהה, הצענו לחרדים "בואו אלינו, תרכשו מקצוע, ניתן לכם פרנסה. אנחנו לא מתחרים בישיבות, אם סיימת ללמוד בישיבות, בואו אלינו להתגייס".

בעקבות הפנייה מגיעים אלינו בני 23 נשואים עם ילדים, בנתונים האלה, כל חייל (גם חילוני) משרת שנתיים במשכורת של כ-3000 שקל בחודש. חרדים משרתים אצלנו כיום ב-13 בסיסים, מעל 400 חיילים. הם מתכנתי מחשבים מהטובים שיש לנו, אלקטרונאים ובתחום התקשורת. זוהי חשיבה חינוכית-כלכלית.

מצד אחד אנחנו מקבלים חיילים מאוד איכותיים, בעלי מוטיבציה גבוהה, ובמקביל הם מקבלים פרנסה ומקצוע לחיים. ולא נשכח שבפעם הראשונה בחיים הם לומדים להצדיע לדגל המדינה, במדים, בפעם הראשונה הם לומדים לשיר את התקווה, בפעם הראשונה בחיים הם עומדים דום בזמן הצפירה ביום השואה, כל זה קורה במדי צה"ל, אצלנו בחיל האוויר. זו דוגמה כיצד צה"ל וחיל האוויר יכולים לתרום ולהיתרם.

פעלנו גם בתחום שילוב נשים. מתוך צרכי כוח אדם שלנו החלטנו שעלינו להסיט נשים לכיוון של מקצועות יצרניים. המשמעות היא שהורדנו כ-50% אחוז ממספר הפקידות בחיל האוויר, ומאפשרים להן לשרת במגוון מקצועות, מטייסות קרב ועד מקצועות בעולם התעופה. בתחילה הן פקפקו אם יוכלו להתמודד עם החימוש הכבד, עם סביבת העבודה הקשה. התברר שהן עושות את זה לא פחות טוב מגברים. זהו שוויון הזדמנויות מלא, לאחר השחרור מצה"ל הן יודעות ויכולות לעבוד בכל תחום.

בכל טייסת בחיל האוויר יש כיום בין 25%-30 בנות ויש לנו כ-20 לוחמות באוויר. בעניין מורשת הקרב - הקמנו בחודשים האחרונים שביל טיולים הנושא את סיפור מורשת הגבורה, הוא נקרא "מהשומר הראשון לאסטרונאוט הראשון". השביל נמצא בעמק יזרעאל, יורד ממצפור של נווט שלנו שנהרג ב-F-16 בשנת 2000, ממשיך לקבר של אלכסנדר זייד, השומר הראשון. נכנס לאזור נהלל ולרמת דוד, לזכרם של עזר ויצמן וזוריק לב ומסיים בקבר של אילן ואסף רמון. זהו סמל של המסע הגדול שאנחנו עושים כישראלים במאה השנים האחרונות. לפני מאה שנים היינו על סוס בגאולת אדמות העמק, אלכסנדר זייד מסמל את הדבר. בסיס רמת דוד מסמל של התפתחות הכוח שמגן על המדינה ועד אילן שמסמל עבורנו את הפריצה לחלל, את הרצון להגיע לאופקים אחרים, להתחדש, ליצור. "מהשומר הראשון לאסטרונאוט הראשון", אני מזמין אתכם להסתובב שם ולראות את כל אתרי המורשת.

עלינו לזכור שהבטחון שלנו אינו רק טנק, מטוס, או ספינת טילים. ביטחון הוא גם ואולי קודם כל, האדם, האזרח הישראלי. ביטחון הוא גם החינוך של האדם, הוא הבית שלו, בית הספר, הוא

החברה שמתוכה צמח. בן גוריון אמר, "יש למפקד תפקיד פורה ומחנך. עליו לדאוג לכך שהחיים בצבא יעניקו לנערים ולנערות שלנו לא רק ידיעה להשתמש בנשק ולערוך קרבות, אלא גם יעשירו את חייהם הפנימיים, יהרסו את המחיצות העדתיות והחברתיות, יעלו את רמתם התרבותית והמוסרית וכל מי שיעזוב בבוא הזמן את הצבא יהיה יהודי ואדם טוב יותר מאשר היה".

דברי המדען הראשי במשרד החינוך

ד"ר גבריאל אביטל

במשך שנים רבות נעשה מעשה חינוכי עצום במדינת ישראל בתחום המדע והטכנולוגיה, אין חולק על כך, לכן יש לי ויכוח גדול עם אנשים ששופכים קיטונות של בוז כאילו שמערכת החינוך מדשדשת במי אפסיים.

מאז שהאחים רייט הטיסו את מטוסם הראשון, מהפכת התעופה על כל נגזרותיה היא מהפסגות האדירות שהאדם הגיע אליהן. לאחרונה התפרסם ספר ובו אוסף מכתבים, מאמרים וחישובים של האחים רייט. טרם קראתיו אך אני מהמר שהם לא דמיינו נחיתה על הירח אחרי 66 שנים בלבד. קשה קצת לדמיין את מהפכת המחשוב ללא המרוץ לחלל ואת ההתקדמות הרפואה ללא טכנולוגיות שפותחו תוך כדי התפתחות התעופה. מי שמתמצא, ולו במעט, בתהליך הנדסי מבין עד כמה מורכב ומסובך תהליך שיגור טיל לחלל ובוודאי כאשר הוא נושא מעבורת. מיליוני שנות אדם הושקעו בפרויקט אדיר מימדים זה, מיטב המוחות ושנים רבות של ניסויים וחקירה תיאורטית מתומצתים בלחיצת כפתור אחת ושובל אש עולה השמימה.

רק מי שראה כיצד מהנדסים וטכנאים שואגים בשמחה כאשר טיל פוגע במטרה יכול להבין מדוע 120 טיסות מוצלחות של המעבורת הן בגדר נס. הציבור לא יודע זאת. מזה שנים רבות עולות השאלות בדבר הכדאיות של חלק מהמחקרים הנעשים בעולם הרחב. מיד לאחר שיגור הקולומביה הצהיר הנשיא בוש שתוך עשר שנים יגיע האדם אל המאדים ושאלתי מה התועלת בדבר כאשר הכוונה המוצהרת היא הגעה בלבד? שהרי שנה שלמה אורכת טיסה בכיוון אחד למאדים, מי יטוס לשם? כיצד תשפיע שהות כה ארוכה על גופו ונשמתו של האסטרונוט שלעיתים נדמה שחסרים בלמים מוסריים מתבקשים. אלה קיימים בחקר ההנדסה הגנטית, שם מתווכחים בקולי קולות מהם גבולות המחקר העלול לשנות יצורי עולם? בשיאה של שמחת הטיסה לחלל כמעט לפני שני עשורים, לפני ההתרסקות הקודמת, הצילנר, מחוסר בלמים מוסריים עלו רעיונות לקבור אנשים בחלל, לקבור מושבות אדם במרחב הקוסמי מפאת התפוצצות אוכלוסין שקרבה ובאה, רחמנה ליצלן. אין שום התפוצצות אוכלוסין. אני מניח שאין זה סוד שהמירוץ לירח היה רובו ככולו מונע על ידי המאבק בין שתי מעצמות העל, ברית המועצות וארה"ב. בשלהי הפרויקט הוא החלו לצוץ שאלות בדבר עתיד הטיסה לחלל וחלק ניכר ממדעני החלל עברו הסבה לתחומי ההנדסה הרפואית והביו-רפואית. אנחנו לא מתכוונים להגיע למאדים והכשרת האנשים לטובת התעשייה והאקדמיה היא חלק כמעט מובן מאליו. אני מודע לבעיה של האופק התעסוקתי במגזר הערבי, אנחנו יודעים את הקושי המובנה באופק התעסוקתי שלהם ואת זה נצטרך ללבן, איך לעשות שלא יגרע חלקו של המדע ושל החלל הנפלא הזה.

אלוהים ברא את העולם בשלמות, בהרמוניה נפלאה שיש לחקור אותה ולדעת אותה, כל אחד לפי השקפתו, אבל אני חושב שצריך לתת את הדעת, יחד עם מי שמנהיג את מערכת החינוך, כיצד אנחנו לא יוצרים איזושהי ציפיית שווא למגזרים לא קטנים שילמדו חלל ואח"כ לא יעסקו בכך. בוגר בפקולטה לאווירונאוטיקה, ד"ר פריד, נמצא היום בתעשייה הצבאית באוסטרליה, היינו חברים טובים, הוא עסק כאן במחקר, עבדנו יחד ויום אחד נסע לאוסטרליה, כי הבין שאין לו פה אופק תעשייתי.

הצד המוסרי, בזה אסיים, מעבר לברכות והתשבחות שזה משהו נפלא, אני חושב שבכל זאת צריכה להיות איזושהי אמנה של הוגי דעות, של מדענים שאומרת מהם הגבולות המוסריים בתחום חקר החלל.

Education from Space

Dr. Chris Fuglesang, Astronaut, NASA and ESA

Education from Space is extremely important: during almost every space flight that goes up we hold sessions and through a connection with the ground children get a chance to talk and pose questions to the astronauts on board. The children are just fascinated when they get this chance to put questions directly to the astronauts in space. They can ask any kind of question and they get the answer.

Another tool we have on the space station is amateur radio; every astronaut on the space station often likes to use it, school children from anywhere in the world can actually make contact with amateur radio operators around the world who know about this and there are special sessions when astronauts on the space station connect to this amateur radio system in a school and answer questions. The questions are prepared beforehand, they are sent up by e-mail or through the radio and we have a chance to look at the questions in advance, so we can also prepare the answer.

It is also a good way for the students to get much more involved with issues that have to do with space; they have to think through in advance what questions they want to pose.

ISA produces material on DVDs - different topics related to the kinds of science done in space and topics which are easy to visualize in space. The first DVD shows Newton laws and the other one shows many experiments focusing on how differently the body behaves when in space. In the third one an astronaut shows the structures of matters in which also you can see how different they are in space. The fourth DVD is about robotics in space – all those DVDs are available on line, I think you can even download them.

Go on, look them up and get some ideas.

Another lesson produced here has to do with gyros rotation and you can see how things rotate in space, so you get a better understanding of spinning objects. The astronaut is playing with a rotating or spinning object, showing how it spins and gyrates in weightlessness.

It is always fascinating to see things when they spin in space.

You can entertain a lot of students with a very simple experiment. For example, the experiment called 'Seeds in Space'. The Dutch astronaut brought with him some seeds which he was going to grow in space and he put them in two chambers, one with light and the other with no light, then he would give them a little bit of water every day. Now, every school class in the Netherlands wanted to do exactly the same experiment together with their astronaut in space. They did it in class rooms, some 60 000 students in middle school ages participated in this experiment. Later they could compare how the seeds were growing in weightlessness and on Earth and the difference between having light and having no light. A very simple experiment created a lot of interest.

Competitions also engage a lot of people. Right now ISA has a competition going on, this one is aimed at university students, invited to propose an experiment and the best one will hopefully fly on the space station. The experiment can be in any one of the fields of science that we normally experiment with on the space station, like life sciences or physical sciences, space sciences, technology or observation.

Some astronauts are more creative than others and maybe the most creative I know is my

friend Don Petit from NASA. He spent six months on the space station in 2000 and 2003 and he is still going back there. Don is a physicist and when he was up there he made some small experiments himself, filming many of them and kind of making educational videos.

One of the videos shows cities by night from space, and it underlines a few facts: one, that the space station is moving very quickly at 8 kilometers per second and when you take a camera wishing to take a picture of the night city you need exposure time of a couple of seconds, but then you get a very fuzzy picture. Well, he built himself a checking device using material he had up there, he just found some things and put them together. You could track a certain point on Earth while the space ship is moving over it and then he shows how he can get a much sharper pictures of the cities by night. This also becomes a geography lesson of sorts because you see the shape of those cities and you can learn about the geography that way. I am very glad that he will get another chance to fly to space because that is why we send inventive people to space: they come up with new ideas.

I am not as creative as Don is but I too wanted to come up with my own little idea, trying to have an education project in Space in my field of research which is radiation trying to show in a very instructive way the radiation which is up there. On the space station radiation is in fact about a hundred times stronger than it is on Earth. The radians are particles coming from space, most of which are charge particles, protons, alpha particles, charged ions. They have very high energy, so the space station does not stop them, actually it can create even shower effects, when they hit and just go through. This varies from where you are in orbit in space and where you are in the space station, if you are more shielded or less shielded. So you just build a very simple detector which shows this. The particle flux demonstrator is simple. There are two simple sensors here and there and when the charged particle goes through it will create an electrical signal which will be seen as a blinking dial on the panel here.

You can see or hear when you have a charged particle go there and you can correlate that with where you are in orbit around the Earth and where you are in the space station.

There is more than one way to educate from space, the first one is to have the astronauts up there to communicate with the students directly, which is very exciting for the students but it is hard to reach very many of them that way, though we try. Then we also produce material with the astronauts to thrill and stimulate the students and finally every astronaut coming back from the flight talks often about the experience at schools and universities and that inspires them.

I think that the major benefit is that so many young people are fascinated by Space and by getting a chance to interact with something close to Space or even someone who has been up in Space helps to inspire them. We need more people studying technology and science in our society; it is a general problem in most of the western countries. We try to find ways to increase the number of young people going into these fields so here is another very important use of the space station which will be up there at least for another ten years.

Space Museums as a Tool for Education

Roger Launius, Curator of the National Air and Space Museum, Smithsonian Institution, Washington D.C.

I want to take you on a short survey of the National Air and Space Museum and what we are doing in terms of education. We are very proud of what we do there, justifiably so, I think. That is not to say that we must rest on our laurels because there are a lot of things we have not yet accomplished.

The motto or the strategic vision for the National Air and Space Museum is very simple; it is to commemorate, educate and inspire the next generation. We take that very seriously.

We are also very proud of the fact that we are the most visited museum in the world. Opened in 1976 we have more than 7 million visitors per year, sometimes even 8 or 9 million. Most people who visit Washington spend some time in this museum. We have authoritative information about air and space, we have an Imax theater that shows the latest movies, as well as a planetarium. We have a very extensive web site presence which allows us to reach people who cannot come to the museum, and we are a teaching resource for people literally around the world; we are very focused on what is known in the United States as STEM education, science technology engineering and math, and we are trying to work very hard to enhance the capabilities of our educational systems along those lines.

On show are milestones of flight. Everybody can see the iconic objects on display, including 'The spirit of St. Louis' that Charles Lindbergh flew across the Atlantic in 1927 and the Bell X1 aircraft that Chuck Yeager flew faster than the speed of sound in 1947, as well as the Apollo 11 command module and John Glenn's space capsule from the Mercury program. These well known achievements in air and space indicate the rapid pace at which aerospace technology evolved in the 20th century. All these exhibits tell the particular story of flight in the 20th century - and what a remarkable experience it has been - as we have moved from very simple aircraft that the Wright brothers flew in that first generation of fliers, all the way to spacecraft that has taken us to the moon and the robotic craft that have gone beyond to all of the planets of the Solar system.

We have just opened a new exhibition dealing with human space flight since the moon landings, focusing on the Space shuttle era, the Space station era, and the era of international cooperative ventures in Space that dawned in terms of human space flight with the advent of the space shuttle in the 1980.

Last week we had a major event with some of the members of the crew from the STS 129 shuttle mission that has recently returned to Earth who participated in an educational event with school children from around the area as well as linkages all over the globe through the internet, with distance learning processes.

The presentation center has a television capability, which allows us to do programming we have never done before, thus we make connections to people outside the museum.

We have created a new air transportation gallery which opened just about two years ago and deals with the issue of flying in an airline, the one experience that virtually everybody relates to. Air travel has changed the way in which our world operates. I would like to think it is for the better, I believe it is for the better most of the time.

It is however a significant part of a story that must be told as we try to explain to youngsters especially how the world came to be the way in which it is.

We opened a new building in 2003, at the Dulles international airport - it is the biggest airplane hangar you have ever seen, you can see a Concorde in the foreground, various other aircraft hanging in the background. There are three levels of hanging aircraft and lots of various other types of aircraft on the floor. We are still fitting it out; it's not fully stocked with all of the aircrafts that are going to be placed in there. We have a separate hangar for space; you can see it in the distance with the space shuttle Enterprise, the test vehicle flown in the 1970's to prepare for the shuttle on its approach and landing test.

We have more than 25 thousand artifacts, everything from small aircraft to models of Spirit and Opportunity, the little rovers that have been operating since 2005 on the Martian surface.

Also displayed is the Dash 80, the original Boeing 707 aircraft, the classic air liner from the 1950's, the basis for literally thousands of airplanes like it that were built later. In our Sea Air gallery we have a naval aviation exhibition. There you can see an aircraft built by Howard Hughes in the 1930's, known as the Hughes racer, used for racing at that particular time, a very sleek and elegant aircraft for its time.

We have many educational programs at the museum. We develop curricular materials, we have teachers' workshops that enable us to bring those to the public, and we have public lectures and a story-time. There is a new observatory, a public observatory and we have just built this year, now used for solar observation. We take people out and show them a little bit about the Sun and talk to them about astronomy. There is also a series of what we call discovery stations, where our people work with some kids to talk about the principles of gravity and centrifugal force.

Of course we have guided tours, learning labs and various types of demonstrations. We have also started developing electronic field trips where we are able to connect to outside organizations, schools, scientific centers and other museums to talk about air and space activities. We are doing that on a world wide basis, too. There is also a variety of formal symposia and lectures - an annual lecture called the John Glenn lecture. We also have what we call "Webinars" - one day symposia done through the internet. All of that is a part of the process of reaching to the public and broaden the presence of air and space knowledge beyond the walls of the museum.

We have three academic departments at the museum; one is dedicated to the history of aeronautics, another to the history of space and the third is dedicated to planetary science. We are not just museum curators, we are also scholars and we are engaged in publication and research all the while hoping to advance knowledge through that particular process.

Space Indexes as a tool for Decision-makers

Jay Gullish, Senior Analyst, Futron Corp.

Futron helps decision makers make better decisions, that includes government decision makers as well as those in the private sector and the common theme is our vision of Space. Many think of space as just satellites and rocket ships. Others think of it as in-orbit applications, or as the telecommunications applications of GPS. We take a broad view of our vision of Space starting with the manufacturing chain for components for ground systems, very often excluded from the space industry, but they are satellites as well, rocket ships, launchers, operators and so forth. We also look at some of the downstream applications and where the tremendous excitement in the industry comes from, the new applications that bring together GPS systems with imagery and telecommunication, combining them in ways never thought of before the internet, before GPS.

The space competitiveness index provides four things: it is a quantitative data base; behind the scenes we have this massive Excel spreadsheet with hundreds of tabs collecting information across a variety of different areas. It is an overview of the top ten countries and we statistically rank those to a complex model. Most importantly, perhaps, is that in addition to the core index we understand that companies and decision makers see themselves in a very unique way so a telecommunications provider may not even think of themselves as a space business per se versus others in earth observation, but may be crunching data and providing value added services of images and so forth.

I just wanted to point out in terms of the size of the industry, this is always an interesting chart, in total we estimate that the space industry is closing in on 300 billion dollars a year, and basically you can see that the commercial infrastructure represents about 32 percent of the overall industry, a third. Another third roughly is the commercial satellite service providers, those are the actual revenues from selling space products and then of course, governments are there.

This year we have seen pretty good growth across almost all these segments. One of the largest segments that grew is the GPS ground equipment segment and government spending also increased not only within individual governments, but the number of government spending with comparison to my earlier list.

What is the space competitive index and why is it important? It is important because it provides us now, for our third year running, with yearly information for decision makers to benchmark actions. So if a country changes some of its policies how does that impact its relative competitiveness? The answer is relative. It is important to know because it is not about a certain point in time, because the industry is constantly moving. This is really a race, the time that you win that race in does not matter, what matters is that you win and get a gold medal, or a bronze or silver, if that is your objective. This index crunches together statistics. We probably have 65 different statistics and then on the one hand we aggregate them, we glue them in government industry and human capital metrics. In addition, we tag them for segments such as telecommunications metric or earth observation metric, or technology metric. There are some sub categories in groupings as well.

I am a strong believer if a government has a framework for which industry can understand

its roles and responsibilities, it allows other participants in society from civil society organizations, individuals and companies to move together, to focus, to bring their own resources to the table, to invest in technologies that they think the government may buy. It rallies people, you have a strong strategy. Canada does this perhaps best in the world with a very clearly defined strategy; on the one hand Canada has decided it will be part of ISA as a member, keep a hand in the European cookie jar, so to speak, while on the other hand it integrates closely with the United States. Canada works very closely with NASA and with the US military but they also work with the federal aviation administration on GPS and augmentation technologies. In addition, Canada says 'we are focusing, we are going to do three things excellently: We are going to provide money and structure to our universities, develop skill sets for those industries' and Canadian companies do extremely well, much better than you would expect because they have a very good policy. There are gaps, of course, and they actually addressed some of those gaps recently.

I want to just point out three interesting things about the current index. One, the US is the leader but much of that is kinetic, it reflects the US military, and much of that technology is not available for sale, for export. Therefore some of that 'competitiveness' dissipates because it is not shared, sold resold and so forth. The second thing is that there is a top tier and a lower tier of countries and the interesting thing about the second tier of countries is how close they all are, small movements impact the economy and competitiveness. Japan jumped year over year; this is the power in the weakness of this tool, it is just statistics, I am an economist, we crunch the numbers, we put words around it and yet it created a political maelstrom in Japan: what did we do right? What did we do wrong? Is this going to change? Are we going to be higher next year? Will they be lower next year? When we published this we got a call from Japan's Space Agency, asking for the details, so we took them through the model and showed them specifically why they jumped. Firstly they jumped in that second tier, small enhancements statistically make a big difference, because of how close the second tier is, but then we said, well, did you have a good year? And they say, yeah, we think we had a good year.

Japan is going to launch a satellite for South Korea, it is the first commercial order of a Japanese-made rocket; that was in January. In March Japan was considering robots on the moon by 2020 and astronauts by 2030. Japan space policy will include a missile warning system, and a military-civilian high command was created to organize space activities.

Japan's probe crashes into the lunar surface, that lunar probe created debris and they later identified water out of that. Japanese scientists also reported finding uranium on the moon; that certainly a commodity item that raises some interest. The Japanese budget for space exploration increases by 10 percent.

In July Hawaii may be the first place for point to point sub-orbital flights between the island and Japan. The point to point actually would suggest that space tourism is actually space transportations, so it becomes an aviation transportation industry rather than just fun and games.

Japan had a really good year and so the numbers bear that out. But more than the individual program successes they have the structure behind that, so when we look at Japan we see the potential to have a very structured policy and spending plan. Of course, politics is politics and the new government is talking about cutting the budget, so it is possible that Japan might fall out of that ranking in our next analysis.

So I also mentioned our segmentation analysis and I think this is important because you

have to look at the industry how the industry looks at itself.

Science and exploration are generally state-funded but increasingly we are starting to see commercial ventures get involved, principally providing infrastructure services to governments in science and exploration. Telecommunications and remote sensing is a very broad industry that includes imaging weather observation and so forth. Position navigation and timing, we all know that as GPS, then you have manufacturing and launch and space services.

There are groups of bankers and financiers who focus on space.

In areas where we all know Israel is strong, perhaps the tactical military, Israel bumped up a little bit, in earth observation, Israel bumped up, in PNT sector where there is not much going on, it bumped down, and then obviously exploration, there is very limited activity in Israel in that regard. Lastly I want to point out our technology index where Israel did very well, it actually ranked above Canada in this area, it is manufacturing exploration GNSS communication systems, remote sensing and launch vehicles.

How can this tool, the index, be useful for decision makers? It is an external view validated by some of you in the room, to help you understand your strengths, your weaknesses, what are your opportunities and your threats. I hope that through understanding this those amongst you working on Space policy that is currently under review will take this into account and structure a policy that obviously will include the visions and the objectives, clear objectives of the Space community, but also outline things that the rest of us need, such as clear coherent policies and program regulations, budgets, multi-year budgets preferably.

At the same time I would suggest taking the broadest perspective of Space. The Indians do a great job at this, they incorporate it into their entire development plan, looking for water and housing in rural communities. Then of course there are opportunities which we can build on and so hopefully the policy will have a mechanism for governments to assist all stake holders to realize some of these opportunities. Governments cannot do everything and Israeli industries should come together to form trade associations and lobbying groups and export support organizations.

All of us also need to look at our threats, but collectively there is a framework for decision makers, statistically derived year over year, providing data to help people understand and make better decisions about the space industry.

Responsive Launch Operations

Christoph Bauer, Sales Director, Space X Ltd.

Space X was created by an entrepreneur, Elon Musk, with a single vision, namely that private entrepreneurship has a role to play not only in launching satellites but also in launching human beings into space. We have 800 employees today with headquarters in Los Angeles, California. We manufacture about 80 percent of the rocket ourselves; we try to be self reliant. We do the testing of all our engines and rocket structures in central Texas and have a couple of launch sites. Today we are launching from Cape Canaveral and we have a very important launch coming up in March 2010 which will be the first Falcon 9, the rocket we designed for NASA to launch, to replace the space shuttle and launch cargo to the Space Station.

The Falcon 1 is a rocket we developed in six years with a hundred million dollars. It is a red rocket perfect for the Venus mission that IAI is currently building and we also have a very important contract we are proud to announce today with Space.com of Israel. They bought the Falcon 9 for one of their Amos missions and we cannot thank you enough for your business, because we are a young company and the trust you are placing in us is very important for us.

We have also developed an Apollo-type capsule with re-entry capability for NASA, the capsule has windows and a door, and those windows are not for the cargo, just to look outside because we are willing to send astronauts in this capsule. Actually it is the same design we shall be using for cargo and for crew. As you know the road to space is a very difficult one; we had three failures, yet we learned a lot from them as well as from two great successes that followed. The Falcon 1 flight on 28 September 2008, which was a demo flight, was extremely successful and recently in July 2009 we launched earth observation for Malaysia.

In 2010 there will be an announcement of the new Falcon 1 called Falcon 1E for the end of the year and most importantly we have four Falcon 9 flights on a manifest, with the first one launching from Cape Canaveral in March. Rapid response is important because we are a private company and time is money, so we need to operate as efficiently as possible and the less time we spend on the launch site and on bringing the rocket, putting it together and making it ready to launch means more efficiency and less cost. This allows us to propose a rocket for typically half the price that you could get from the competition. The new Falcon 1E costs 11 million dollars for a launch. It is an incredible price. The Falcon 9 sells today for 50 million S dollars, which is about half the competition's price. Our fourth flight was very interesting, having taken place some six weeks following that of our third flight. Since we built the rocket ourselves and knowing ourselves so well we were able to identify the issue encountered on the third flight, rapidly analyze what the problem was and fix it, so we are able to put together a replacement rocket and launch in less than six weeks.

It is very critical for us to launch as fast as we can, so we were ready to launch at 07:00, we started the countdown at 09:00 and by 13:00 the satellite was in orbit. It was a great flight. The next one was flight number 5 - that mission too was a total success, as we had a window of 50 kilometer and we were within 10 kilometer of the target. Our Malaysian customer was extremely satisfied. We are looking forward to some four successful launches of Falcon 9 in 2010.

Space as a National Asset for the US

General Kevin P. Chilton, US STRATCOM Commander

I am grateful to the Fisher Brothers Institute for Air and Space Studies for inviting me to be part of this event, celebrating the life and the vision of Ilan Ramon, a hero not only to Israel but to all Space faring nations and certainly to all men and women who have left the planet earth as astronauts.

As the Commander of United States Strategic Command, I have the opportunity to oversee a command that has global responsibilities. Unlike other unified commands in our military. Our missions are not constrained by lines on a map or by national boundaries, or even by oceans and continents. We are ordered to provide strategic deterrence for America, we are ordered to provide military space operations for America and we are ordered to provide military cyber space operations for America. These are our three principal areas of focus. Or as we call them, our three main lines of operations because we are not only tasked to plan for crisis situations in these three areas, but we also conduct daily operations in each of these three areas that require our utmost and focused attention.

Keeping with our global charter we are also asked to support other cross regional mission areas such as mission defense, intelligence, surveillance and reconnaissance, information operations and the challenge of combating weapons of mass destruction. But today I am both pleased and relieved as I only have to speak to you about one of those mission areas, and as you might have guessed it is my favorite. Space.

While Space is undoubtedly a tremendous national asset for the United States, it is equally so for the world - space capabilities benefit every nation, and I am always amazed when I reflect upon the fact that the capabilities that we enjoy today did not exist when I was a young boy growing up in California. Yet Space has become an integral part of our daily lives, so much so that it is difficult to imagine life without them. We see the benefits of Space all around us, global communications enabling international commerce and telecommunication move at the speed of light connecting people in ways never thought possible all around the world. Position navigation and timing systems such as GPS guide travelers in the air and on the ground and indeed in Space. GPS enables global banking and local ATMs as well as precision manufacturing, precision farming, precise military operations and recreational times. Not to mention that it has saved me personally more than once from having to stop and do something that the American male never wants to do while driving, ask for directions. It would be hard for me, or I would argue, for any of us to envision also not having the benefits of satellite imagery. Can you imagine waking up in the morning and turning on the news and not seeing a satellite image that tells you what the weather will be today and perhaps tomorrow even on the other side of the world? Simultaneously Space industries have become an important economic engine providing thousands of jobs and development of new products and services all around the world and meanwhile our scientists continue to unlock the mysteries of the universe with unmanned probes and telescopes enabling us to look not only up at this wonderful universe, but back down on this planet that we call home. Today astronauts work 24 hours a day 365 days a year in orbit around the Earth on the International Space Station. Yet all the benefits of our abilities in Space today are under a constant threat from a growing enemy, and I am not

just talking about the budget pressures that we all are challenged with in our countries as we try to increase our participation in Space.

I would like to tell you a brief story from my last flight in Space, aboard the space shuttle Atlantis. It was about the third or the fourth day of the flight and I drifted down from the flight deck to the mid-deck, which is just below the cockpit to conduct some business and on the side house [?] which is mounted on the mid-deck is a porthole, just about this big round and the porthole we keep covered up all the time when we are in orbit because the glass in that porthole has no filter on it, so there are no ultra violet filters to shade the sun and protect your skin as we have on all the other windows. It is a perfect glass for observations of the Earth. But we cover it. Well, I was working near the porthole and I thought I would take a peek through this glass window just to see if it was that much better or that much clearer. When I peeled the cover back I was amazed to find in this small porthole, in the top right hand section, a crater of about three centimeters in diameter in the outer glass pane. Now this got my attention. Fortunately I knew that there were three panes of glass and only the outer pane had been cracked, but what caused this crack? All my crewmates came down and took turns looking at it. It looked as if someone had shot a small pellet gun at a window in your house and left that scalding mark; what could it have been? Well, when we landed the engineers and scientists were quite interested - they replaced the outer pane and sent the glass to be examined by an electron microscope and concluded that this crack had been caused by a small fleck of paint. How could something so light and insignificant crack the glass on the outer pane of the space shuttle window? Moving at such tremendous velocity, even a small fleck of paint has tremendous power. So this is the challenge I want to talk to you about today.

I would like to describe this challenge facing us while operating in Space called orbital debris. Before 1957, before there was no orbital debris in space caused by man, and now we count and catalogue those objects.

Rocket bodies and mission and space craft related debris are growing, as you would expect, but not particularly in a steep slope over the years, what does seem to have the biggest impact on operations up there and on debris in orbit is what we have titled fragmentation debris, debris that is caused by satellites breaking up, boosters breaking up, or collisions.

In 1988 a satellite broke apart on orbit and caused an increase in debris, and then a Pegasus booster from the United States exploded, causing a bump in the debris but the most dramatic were the impacts of the Chinese NI satellite test that occurred in this time period followed by the collision between a US Aream [?] satellite and a Russian Cosmos satellite. The worst case scenario is if we were to have a cascade of collisions as a result of these break ups. A chain reaction if you will, amongst other satellites on orbit, which would create thousands upon thousands of more pieces of debris. These could grow up to over 50 thousand in total numbers in the not too distant future. That could be a problem for any of us who would want to operate on the low Earth orbital environment.

We have so far catalogued objects that are approximately larger than my fist but there are many smaller objects, equally important, that we do not see. The simple fact is that Space dependant commerce and communications, as indeed are human space flight programs, are at risk every time we send a satellite into orbit. Clearly we must continue to have access to Space, but the growing problem with space debris if left unchecked, could eventually make this essential domain uninhabitable by man or machine; so what can be done to

mitigate this threat, a threat to our continued free access to the Space environment?

I would like to offer and propose to you three different but parallel methods for your consideration. One, we should encourage, in fact we should demand, responsible space operations of all space going nations. Secondly, we should improve space surveillance capabilities. Three, we should increase data sharing between space faring nations. Responsible space operation means that all space faring nations need to take the necessary steps to minimize debris caused by routine launch and satellite operations. Rocket body upper stages that necessarily must achieve orbital velocity need to be designed to shed the minimal amount of debris possible, while placing their payloads into transfer orbits. Additionally they should have engineered into their fuel tanks relief valves designed to relieve the pressure inside from excess fuel left over, so that they don't build up pressure and lead to an explosion. Furthermore, prudent satellite and mission design should allow for the disposal of satellites at the end of their missions so that they can free up room for other satellites and again, minimize the likelihood of future collisions that could create more debris.

At the same time we need to improve our space surveillance capabilities; collision avoidance maneuvers are possible if we know precisely the location not only of the debris but of the satellites on orbit that can maneuver. One of the big challenges is keeping track of the debris and satellites precisely enough to calculate accurate and timely collision avoidance maneuvers. Tracking these objects in orbit requires frequent observations with radars and optical telescopes. No one nation has the resources or the geography to do this adequately today. The US has quite an extensive array of sensors, radars and telescopes to survey the heavens but even that is not enough in spite of the investments made and space-based satellites that will improve our sensing of the geo stationary belt and the enhancements to our radar in the near future that will improve our situational understanding of low Earth orbit.

We have the opportunity to share data from various radars and telescopes to make the tracking and collision avoidance problem manageable. We can make it simpler because we can make it technically simpler with more observations. The more often you observe the satellite the more often you observe the debris, the more precisely you know its location, the more precisely you can predict a potential collision, the more precisely you can calculate a maneuver to avoid the predicted collision. But sometimes that is not the most difficult thing to do. Information sharing requires agreements between countries, it requires finding the middle ground on common lexicon, on common types of data formats and units, etc. we cannot be reporting in feet in one case and meters in another.

So what is the United States Strategic Command doing to address this problem of space debris and space situational awareness? In December, the United States Strategic Command assumed responsibility for the commercial and foreign entities program, a so-called experimental or pilot program that looked at opportunities to share information with other countries and commercial entities. Today my joint component command for space at Vandenberg Air Force Space Base in California is tasked with the day to day operation command and control of our geographically disperse space surveillance radars and telescopes, but I have also tasked him with not only building and maintaining this catalogue of debris but also with conducting collision avoidance calculations to be in a better position to share this so we can avoid collisions in the future. We have taken responsibility for this program in the US Strategic Command and we have renamed it Space Situational Awareness Sharing, to emphasize our desire and intent to share information with the international community

and commercial partners interested in Space flight safety. We provide transparency into our satellite data base and make orbital and positional satellite information available today on the website www.spacetrack.org. We maintain this database to make collision avoidance calculations and ultimately if required to notify the right people of potential collisions. This sharing program consists of two services; first, the basic service is just the population of the website which is available to anyone who would like to log onto it to gather data. The second service is a little more advanced and one that envisions direct cooperation and partnerships with satellite owners and operators and international entities via negotiated agreements. Per United States law, my Command on behalf of the government must enter into written agreements with perspective international partners before these types of services can be granted, but they include things that make sense like calculations before the launch of a satellite to predict safe orbit and safe orbital insertion, for example. These two programs, these two parts of the Space Situational Awareness Sharing program, are maturing and evolving right now.

There is another program I feel will have a significant and positive impact on Space awareness and help us reduce the threat of Space debris. Yet in order for this program to be truly successful we need help in three areas: sensors, participation and innovation. We need to increase the number and the capabilities of the sensors that contribute to our situational awareness to give us better fidelity of the debris in the domain; moreover, space faring nations need to develop these common protocols I mentioned earlier as well as languages so that via networks we can share the sensor information and pass it more efficiently and effectively. We need participation in space situational awareness service, partners who will work with us to expand our capabilities and services, and we need partners who are committed as we are to addressing this critical threat to every nation's ability to explore and operate in a Space domain.

Finally we need innovation. Rona and Ilan's vision, Rona's vision to carry Ilan's vision forward was to stimulate the youth of Israel with educational opportunities to promote science and mathematics so that you could solve great problems for your country in the future. Here is one for you to tackle. We need an innovative process and technology not only to minimize space debris but we need technologies to help us avoid collisions and here is the really hard one: we need to find opportunities or technologies that would allow us to eliminate space debris. It is a very difficult problem; the way we eliminate space debris today is by waiting for it to come down. Sometimes it can take a very long time for this debris to re-enter the atmosphere. I am confident that together we can invent new technologies and techniques to not only mitigate debris in the future but perhaps even to remove debris currently threatening every satellite in orbit and every man and woman working in Space. So these are the challenges in front of us but there are also opportunities for young minds to go out and solve these challenges for us in the future. That is the exciting part of the Space business, it is never completely solved, and there is always another hill to climb.

In closing, if you will permit me, I would like to add a small personal reflection, and I will again go back to my third and final flight on the space shuttle Atlantis in 1996. I was sitting in the cockpit of the Atlantis in the Commander's seat, snuggled in my pressure suit, tightly strapped in, while we waited for several hours before launch. I squeezed in a little nap,

because I was so relaxed and comfortable and because you do not want to move around too much as you get very hot in that suit. Then I awoke as we got later in the count, got into the checklists, prepared things with my crew, reviewed all the instruments prior to flight. I will tell you and I think every astronaut would tell you, there is no place on the planet I would rather have been that day than in the cockpit of Atlantis. I had no worries; I had complete faith in my crew and in the ground crew supporting us. It was not until after the flight that I reflected on another perspective of that morning. A friend of mine was escorting my family to the launch and they were standing on top of the launch control center about three miles from the space shuttle Atlantis, and so here is the picture that he described. My wife Cathy with a six year old daughter in one hand, a four year old in the other hand, my friend holding our two year old daughter and Cathy is eight months pregnant with our fourth daughter. Now I ask you: who is the hero that day? I know I could not have stood on that roof and watched her fly; I had the easy job that day. Astronauts are often referred to as heroes; there are other heroes as well. And so it was on a bright February morning in 2003 that I had the privilege of sitting 20 meters away from another group of heroes at the landing strip at the Kennedy Space Center. The family members of the STS 107 crew of Columbia. It was they who bore the greatest burden that day. A burden only slightly eased by time. Rona, and the family members of Rick, Willie, Dave, Cassie, Mike and Laurel, they remain heroes today. Let us never forget them, they are heroes that we live with, and they walk among us today and they, along with heroes like Ilan continue to inspire each and every one of us. They certainly inspire me.

Advance Payloads for Planetary Space Missions

Jeff Sneler, Sar Radar Program Manager, Northrop-Grumman

Synthetic aperture SAR radar has many advantages, one principal advantage is that the resolution of a synthetic aperture radar system is in sensitive range so if you think about using a pair of binoculars, or something like that, the farther away something is, the smaller it is with an optical system, and you have to point very carefully in order to see it and keep it in focus. That is not the case with a synthetic aperture radar system; you can actually resolve things at very long distances if you have enough power to eliminate the object at that distance. Therefore, if you have a powerful satellite with a large antenna you can actually create a very large access area where you potentially could image a target at high resolution, where a similar optical satellite would have much more area of access. This gives you the ability to revisit the targets much more frequently. That is a big advantage with observation, especially for what is time-critical like disaster response, or for national defense applications. The other big advantage of SAR is that since it is providing its own illumination it can work at night, obviously not something that the electro-optical systems are so good at, and it can also penetrate through cloud layers. The ability to provide assured high resolution access is really the main reason why people like SAR so much. So because of these advantages, the last few years saw an explosion in the number of high resolution imaging satellites orbiting the earth.

From about 2007 when the pioneering Canadian radar set system was the principal satellite in orbit, more than a dozen satellites were launched in the span of a few years. The only other precedent in the space business that looks anything it is the explosion of communication satellites because of the advantages: having an earth-observing satellite system providing high resolution day and night, in all kinds of weather. There numerous applications for this type of capability. The fact that it was not done before 2006 or 2007 shows there were conversions of technologies in the late 1990s and around the turn of the 21st century, specifically in power technologies and in terms of high power density solar cells and high power density of lithium batteries - the same kind of battery technology that you might have in your cell phone or in electric cars. You find it also in lightweight structural technology like carbon graphite composites and finally, very importantly, in high performance computing; Moore's law with which we are familiar is important to synthetic aperture radar because when you receive the data on the ground you have to do quite a bit of computation before you are able to resolve that raw radar data into a high resolution image. The convergence of these things enabled the explosion, a few years later, after focused development simultaneously in a number of countries in the world.

At Northrop Grumman we have been studying these developments ourselves. I was in charge of a lot of the mission engineering for making a similar system at a much larger scale for the United States a few years ago. But we recognized that this was coming, so we went out and looked for a partner already in this business, already developing this class of system, someone with a high degree of performance, a high degree of mission applicability across a range of different missions as well as expandability. We think we found this partner and that would be of course Israeli Aerospace Industries. Northrop Grumman and IAI are complementary in a lot of ways; Northrop Grumman has been around - we used to be

known as CRW - we have another division which used to be known as Westinghouse, we are an aggregation of companies, but many of the components in Northrop Grumman were actually around at the birth of the US Space program 50 years ago. We have been continuously involved in space exploration and in national defense space, including work on the great observatories, several NASA great observatories including the Compton and the Chandra telescopes, complementary to the famous Hubbell telescope and now with the web space telescope, a giant optical astronomical telescope currently in development, scheduled to be launched a few years from now.

Having been involved for many years in the development of numerous very complex and very expensive systems Northrop Grumman have been leading the way in a lot of ways in the United States. Here, on the other side of the water we have our partners IAI who have been focused on applying high technology in a very practical way, in order to get an affordable capability quickly, and they have come up with this Tecsar solution, which is really a brilliant design filling an area of capability complementary to the systems Northrop Grumman has been working on. With the know-how we have brought, we have gained over 50 years of working in the US on high space exploration missions and with the practical knowledge and the operational experience brought by IAI and their long legacy of developing high performance radar systems, it has been a great match and we have been able to apply these ideas to things like operational response of space in the national security domain as well as scientific missions and planetary exploration.

Tecsar is an inherently modular design, it has an interesting feature that you know I deliberately designed this so that it would be supportable for either optical type of sensors, for multi spectral sensors, for electro optical sensors, plus the ability to create and test this payload and verify its operation. Its high performance operation very quickly led to a design that is very flexible and potentially expandable to new missions like those to Venus. It fits into a number of different development models in the United States: we are talking about the potential for a turning key that could be something like directly taking a Tecsar type satellite and inserting it into the United States national security system. The advantage of having the kind of modular capability that I developed with very practical ends in mind has been a great enabler for us to envision so many different futures.

We have also been able to demonstrate what we call in the US 'the tasking processing exploitation and dissemination profile which is a measure of how responsive the satellite is in product tasking and in delivery to end users, so that they can get the picture as quickly as possible for situations where time is of the essence like disaster response and many national security situations; this is a critical measure of performance. It is something that has been very important for our team to demonstrate with the system. So in order to do that, we built in the United States, with some help from IAI and the MOD, a mobile ground station. It is this mobile antenna which, believe it or not, is actually a trailer, normally used to haul a boat around, we welded this tracking antenna to a boat trailer: a very simple, low-cost practical way of creating a mobile terminal and then we packed a delivery truck, with low cost off-the-shelf equipment, with very high tech software we have been developing for decades in Northrop Grumman, in addition to the insights provided by IAI into the operation of their satellites.

We have been very successful with this model, essentially from the first time that we turned this on, within about a day it was working this is a testament to the fact that we have a very

practical system and one that is flexible and expandable to multiple applications. This would not have been possible at all without the support of the state of Israel; the MOD and the IDF have both been very flexible in terms of helping the United States understand its capability and there is an ongoing contract that Northrop Grumman has with the US Department of Defense in which IAI and Northrop Grumman are allowed to facilitate this government-to-government transfer of data. It has provided the US government with great insight into the potential capability of this class of system, which we had not been able to evaluate before, because this kind of capability just did not exist until only a couple of years ago. So this has been a true partnership for success, with government-to-government exchange and we have been privileged to be part of it.

So I would like to switch gears now from the operation responses to space domain, to what the topic of this session, namely, space exploration. We realized in our analysis of Tecsar and looking at its powerful radar system, that it was actually a very good instrument for doing interplanetary exploration. Our analysis convinced us that Tecsar would be a very good sensor for imaging the surface of Venus. Venus is a particularly difficult image because it is covered in a thick cloud layer. We are interested in Venus because it is at about the same distance from Earth as Mars, but we are interested in going to Mars because we can imagine life there, while we are interested in studying Venus because we cannot imagine life there. In fact it has reached an equilibrium point that is truly catastrophic, runaway greenhouse effect, a very thick carbon dioxide atmosphere with surface temperatures above 460 degrees C and crushing pressures at the surface of the planet. All this is due to complex interaction between the geophysics of the planet atmosphere, the chemistry and climatology. As some kind of a living laboratory, visiting Venus and studying what happened to this planet, trying to solve that mystery, holds a potential to give new insights about some of the similar geophysical processes happening on Earth - of course, not nearly at the scale but this is additional data helping us to gain insight into the formation of planets and their evolution over time.

There is tantalizing evidence that perhaps Venus at one point was much more Earth-like than it is today, and since we realize that this was a great application for the sensor, we are currently working with IAI and with NASA, to put together a proposal to get into the 2016 launch of the Discovery program. The Discovery program is designed to be a rapid low-cost mission capability that is going to deliver revolutionary science for a very affordable price, and very quickly. So if you look back at the history of Venus exploration, back in the years of superpower competition, a series of radar mappers steadily improving performance were sent to this planet to start understanding the overall geology of the planet and how its atmosphere interacts with the surface, etc. These have been steadily improving over time. My country sent the Pioneer 12, the first radar mapper to penetrate through the clouds at close range and get some altimetry data of the planet; but it was very coarse resolution at about 150 kilometers. The next mission that shortly followed was that of the Soviets, the Venera mapper missions where first they mapped a whole hemisphere of the planet with a pair of satellites and improved the resolution of the map by two orders of magnitude, a fantastic achievement in only a couple of years after the first time we had had a chance to look through the clouds of Venus at close range. The Americans came along a few years later in the mid 1990s with the Magellan satellite. The Magellan was really a home-run

kind of mission - it has been a long time since Magellan but we are still learning things from that data. Magellan mapped over 96 percent of the surface of Venus and in fact looked over many areas more than once which allowed them to get very high resolution for such a civil mapping mission, around 100 meters, as well as some information that allows them to understand the difference between the high lands and the low lands, the different kind of terrain on the planet and even some really intriguing phenomenology associated with things like the potential for metallic array like lead, rain and crude metals on the surface of the planet, which is bizarre and we still do not quite understand. But with this global view we know now where the interesting locations are on the planet of Venus.

We believe it is a great time to go back and look in very high resolution at the most interesting spots on the planet that we have identified through the series of historic global mapping missions. We know where we can go back and use a sensor like Teasar to get another two orders to improve in resolution, to get a finer level detail of what is going on in the planet and try to resolve some of these remaining mysteries of the evolution of a planet like Venus. We think that this is going to be a leap forward like MRO for NASA just a couple of years ago especially as it is based on a mature capability, Teasar, and an international collaboration for the first time.

The SAR will do a couple of different missions; the SAR instrument is fundamentally flexible, it has the ability to both support imaging modes in which the surface is illuminated, penetrating with a radar through the clouds to the surface of the planet, receiving that reflection back, in order to make maps like a black and white radar map.

Synthetic aperture radar gives us additional information beyond the fine resolution about the surface composition and structure, the fine structure of the surface, to get even more inferences about the processes that cause the planet to be the way it is today.

Using the repeat pass SAR and also potentially altimetry like the prior mapping missions use, being ten to one hundred times better terrain height information, so this is very exciting, so we can go to features on the planet that we really do not quite understand so areas that show potential erosion or wind direction information where we can actually look at the terrain height and get a very accurate height map very much like the shuttle topography mission that Dr Evans talked about earlier but this time at a completely different planet.

Also using the interferometric technique, the potential for looking at centimeter scale ground variations, over the two year span of the mission, now this would be very exciting because there is some thinking that Venus is a dead planet, in other words there is no motion or plate tectonics or volcanism active on the planet. It would be a revolutionary discovery if over a span of two years we were able to detect this kind of change with an instrument like SAR - so these very fine scale details could be discovered through comparison of multiple looks at the same targets.

We also have the potential to operate the radar in other modes, besides the SAR imaging mode. The first is the potential to do something like Magellan did and actually many of the previous radar missions did: transmit a radar beam through the atmosphere of Venus and back to Earth, using Earth receivers you can profile just like doing a CAT-scan as used in medicine, you can profile the density and temperature of the atmosphere; this gives us a great deal of insight at least into the upper atmosphere layer composition.

Finally, there is a possibility of having a passive radar mode which is a direct temperature

measurement of the surface of the planet, a very interesting capability because you can fly over a spot where you see hot temperature on the surface; that could indicate a surface change in progress, something that would be a rich source of scientific data for further investigation, so again these are all detected by the flexibility of the Tecsar.

In conclusion, we have been working with IAI for three years now and we are grateful for the opportunity and the support we have received from the government of Israel for developing and demonstrating these new mission applications for Tecsar both in national security domain as well as for science missions.

We think that there are very exciting new opportunities in the US for applying these kinds of technologies, they are very well maxed to Tecsar's capabilities and we are looking forward to expanding our partnerships with both the national security side as well as that of the science community with NASA and with ISA in order to fully exploit the this type of system.

Life aboard the International Space Station

Dr. Chris Fugelsang, NASA and ESA

When asked to come to this conference take part in the proceedings I was very glad and proud, knowing that astronauts come here every year, and I really feel I represent all astronauts particularly from Houston and NASA but also from the European Space Agency and all astronauts in the world - we are not very many and on behalf of all astronauts I would like to pay tribute to Ilan Ramon, to Rona and to Israel and thanks for having me here.

I want to talk about what I call life on the International Space Station - I have been fortunate enough to visit it twice. It is up there, some 350 to 400 kilometers above the surface of the Earth, orbiting around it, completing one orbit in 90 minutes, thus making almost 28,000 kilometers per hour. You can reflect a few minutes and compare this to the distance to the Moon. The 51 degrees inclination actually means how far north or south you get, but you are high enough to even see Sweden. I was very glad when I got the chance to see Sweden: when you are up in space nothing feels as good as seeing your own home. You can see most of the earth from the space station, in particular almost all of the inhabited parts of the earth.

The solar rays give about 80 kilowatts of power and that is important because it is really what you need up there, and you can use half of it to do science. This is the main occupation of the six astronauts, and the atmosphere inside it really normal.

People sometimes ask me how it is when you go to Space. Well, you do not feel anything, because in Space we have the same pressures as in earth.

How do you build a space station? It is a fantastic international collaboration by many countries in the world, as much a technological feat as a sociological and cultural one, to get all these people and countries together, some of whom did not work very well together 15 years ago.

Since the station is almost 400 tons and nothing can send all that to space at one go, you had to send up one piece at a time. The space station is more than 100 meters wide and 80 meters long, the first piece was sent up already in 1998, and it has taken some time to build it, as well as almost 30 launches. The space station is almost complete. It has been permanently manned for over nine years. The first crew arrived at the space station in November 2000 - two Russians and then one American, and now we have Japanese and Europeans as well as Canadians.

One typical question is well, how do you communicate? Well, there is a kind of a telephone there; some of you may know Skype was invented by Sweden.

A very important integral part of the space station is the control center or maybe I should say control centers, as they control most of the space station. We do not really run the space station technically from up there. Up there we work and live and do many experiments but taking care of the space station itself is mainly done from the ground by Mission Control Center. The main one is in Houston but we also have one in Moscow and another one in Japan, one in Europe the Canadians also participate in this.

So what do we do there? We do a lot of science. We built the space station as an international

laboratory and the main thing you do up there is utilize the weightlessness, the lack of gravitation, micro gravity we call it. Without gravity you have no circulation in fluids and gases and you can study phenomena which are very hard to study on earth.

We study biology and humans, since you are as much as a guinea pig up there; you can learn how the body works in space. The space station is naturally also a fantastic observatory platform to observe Earth. For an astronaut there is nothing as nice as looking at the Earth, it is so beautiful, all those colors and the white of the oceans and the clouds, the red color of the deserts or of the forests, lots of interesting shapes; you never get tired of looking at that. You can actually see 16 sunsets and sunrises a day, because that is how quickly we go round Earth.

When you see how thin the atmosphere is, it really hits you out there that you have to be very careful with this fragile thin atmosphere, so we should not risk our own survival here on this planet. We do not take wonderful pictures as Hubbell does but we have instruments studying particles coming from Space, including what you call anti-matter. There is another thing coming from Space, particles from the Sun come and hit the atmosphere close to the polar radiance thus creating the beautiful auras; you get very interesting and beautiful pictures of auras in the space station and study them. In addition to all the direct science done in the space station, this is also a way for humans to learn how to live in space, how to build in space, we need to go further.

Eventually we hope to go back to the Moon, maybe in ten or fifteen years, and as NASA Administrator said, next time we will probably do it together; there will be many space-faring nations who continue on this natural partnership, the space station, in order to go back to the moon. I wish and hope we will stay there, do this kind of Space research on the Moon and prepare what we need to know to reach further one day to Mars.

My second and most likely final space flight took place in August-September; there were six guys and one girl on the Discovery, all Americans except me. We had tried to launch four days earlier than we actually did but the weather did not permit that.

Lift off is a fantastic feeling. It is physically and psychologically exhilarating; everything around you is shaking, when the boosters on the sides - some 50 million horsepower - give a pretty big kick in the back on the way up to Space. Two minutes later the boosters had done their job, they actually fold down into the Atlantic with parachutes where they are picked up to be reused. It is a much smoother ride for another six and a half minutes, the acceleration builds up but in 3G you really get pushed back in your seat, breathing starts to get a little hard and in a split second the engine stops and there you are in weightlessness. That is another extremely happy moment. Then you can undo your seat belts and slowly start to float out into the space vehicle like a bird or a fish swimming around. It is like a completely new life starting there. It is very easy to move around in weightlessness, but it is hard to keep yourself in place without gravitation and it is very easy to move things around because you just give them a little push and they float through the room. Doing things is also very easy but you have to be careful where you put something, so have a lot of Velcro, you can stick it to the wall; if not, it just floats away and then you have to look for it everywhere.

Once we got up, there is a lot of work to do for some hours. We put up a complete network of computers including the connection for the e-mails we send home. It is very important to do physical training in Space, in particular if you are on the space station for several months. You have a very strict training program, you actually have to exercise twice a day

for an hour otherwise you are a wreck once you get back to Earth.

In the last few minutes before the docking at the space station, the commander is flying manual; it is a little bit tense. Everybody is contributing somehow on the flight now. A yellow light comes on, signifying we have been caught by the station, and then we just wait for some confirming lights in the space station. We get the lights and everyone is very happy. It took us two days to get to the space station and another couple of hours to verify we didn't have any air leaks or anything like that and we could open the hatch to the space station.

They were expecting us, the commander, a Russian general, gave a dong to the ship's bell, the traditional sign that guests are coming on board. Of course they were very happy to see us but even more happy that we brought them some fresh food. Our main payload on the shuttle was the logistic module Leonardo, actually built in Italy for NASA with some 7 tons of various things, from food to new experiments, and the robotic arm grappled it. Then we had to prepare all the things in the hatch in order to open it, because there is always a risk that when the shuttle took off Earth some dirt was left on the floor, then in Space it might have floated around the air, so we put on masks and goggles to inspect it, but it was clean. Then we started to unload hundreds of these bags which is very easy in space, you just push them along like this.

Ilan Ramon's picture is on the hatch to the air lock, from where we go for our space walks. We have various mementos up there on the shuttle for fallen astronauts.

There are three space walks to be performed during this flight; all the space walks are conducted by an astronaut from the inside. He has the check list and he tells us outside what to do and reminds us of other things, while Mission Control Center is also following the whole time. It is wonderful to go outside, exciting too, particularly first time you go outside the air lock, you certainly have the feeling of 'I better keep hold a little bit extra hard here to the hand rail so I don't float away'. But you learn very soon how to move along. There is a beautiful view when you look through the windows, but when you get a chance to be outside and look down on earth it is even more beautiful.

Space walks typically last some six to seven hours. The last space walk took seven hours and one minute and it is very nice to get some help and to get out of the space suit as quickly as possible. During these full seven hours plus another hour in the suit before you can take it off you have no chance to eat anything; the only thing you can do is drink water through a straw. Space walks were performed every second day.

After nine days we have to leave the station. The pilot, by tradition it is the pilot that flies the shuttle when you leave the space station, is maneuvering us away slowly, we back out 200 meters in front of the space station and then we make one full circle around it. I must say I left the space station with some mixed feelings, because it was fun to come back home and be back home again but I just loved the time on the space station: it is a wonderful place, with so much to do and an enormous amount of science to be done, also the experience of weightlessness, having a view of the Earth, I certainly miss it. But you do get one of your best views ever from the space flight when you leave the space station shuttle flying over the earth at an altitude of 350 kilometers.

Coming in towards Air Force Base in California the cameras could pick us up in the

afternoon sun shining on the shuttle, with the shuttle coming in like a glider plane. In fact you only have one chance to do the landing correctly, but the pilot and the commander are very well trained since they did this thousands of time in the training aircraft and they know what they are doing. Touchdown speed is around 200 knots, almost 400 kilometers per hour, which is very high speed, on the other hand the runway is pretty long, 4 and a half kilometers. So coming back there after my second space flight was wonderful experience.

Did my space flight change my view of life? I don't think so. Maybe my self-confidence has improved but you do get to see the world in a different light. It is beautiful from up there, but you do not see any borders and you think that you should better take care of this wonderful beautiful Earth. On the space station you had people from five different countries working together and we did not have any problems and seeing earth you hope we can work together as well on Earth too.

Climate Change - A View from Space

Dr. Diane Evans, JPL, NASA

Let me give you a little bit of background on remote sensing. With remote sensing we make it possible to see what our eyes are not able to see; our eyes are only sensitive in a very limited part of what is called the electro magnetic spectrum. With our technology we make different instruments that can be sensitive to different components of the Earth system. We make technology that is sensitive to carbon dioxide and measurements of carbon dioxide, sources of carbon dioxide and zincs, and water vapor, another important greenhouse gas. Then we move further in the infra-red and to what is called to the sub-millimeter wave length, that together with the infra red are two areas where we study the so-called bad ozone, the ozone in the air we breathe in the troposphere. The good ozone is the ozone that is ten kilometers in the atmosphere and the stratosphere and protects us from the Sun's harmful radiation.

I chose a small area of Earth system science to talk about today, mostly using technologies in the radar wave length. I want to point out the two main roles that these satellites and these sensors have had and will continue to have in understanding global change. The first is in improving climate models. According to a report put out by the inter-governmental panel in 2007, there are several scenarios or story lines as they call them of different amounts of CO₂ being put in the atmosphere, different amounts of population growth, different amounts of deforestation, and they all had these little stories and the forecast of what would be the potential warming if those scenarios came true.

The real concern, especially on the part of decision makers is the error in the models people are looking at, how much they differ. So you can imagine politicians are saying what, you cannot tell me whether it is going to be one degree for this scenario? You cannot tell me if it is going to be one degree warming or if it is going to be four degrees warming? That is not very helpful.

Over the next year we shall prepare for the next IPCC (Inter governmental Panel for Climate Change) report, making sure there is a much more rigorous comparison of these models with actual observations, since it was not done very well on the last IPCC report. Now we are going to work with the IPCC to make sure that the observations are used. Our goal for the next IPCC is to do a much better job of showing which models are giving a better assessment of the current conditions, so that we can trust them better to predict the forward conditions.

Let us focus now on the facts, what we can really see in terms of change.

NASA has been flying satellite radar altimeters since 1992, a pretty straightforward technology: all we do is ranging, using radar, you send out a pulse, a known pulse and you receive it back after it bounces off the ocean, and then you have incredibly precise orbit determination on GPS and the French laser ranging system. Having these measurements, over time with averaging, we have been able to come with the continuous measurement from 1994 to the present: the sea level is rising on average about 3 millimeters a year. So that is well understood. The details of the global sea level rise are more interesting. So if we have to make decisions as to building a new sea wall, where to build it, what kind of

infrastructure is needed, one should understand more about how this change could continue in the future, and you want to get it at a better and higher resolution.

We have to understand why the sea level is rising for two reasons; one is simply because of the global warming - it expands. As things get warm they expand, and 80 percent of the temperature in the atmosphere is taken up by the ocean, so this is a significant factor: as the atmosphere warms, more of the heat is being taken up by the ocean. But we also have a component of the sea level rise caused by the addition of water, new water, massing into the ocean. How do we separate these two things? Until very recently it was a mystery, solved by a very clever mission put together by the German space agency, the DLR and NASA, called the gravity recovery and climate experiment, or GRACE for short. In this case we have two satellites and we are doing distance measurements with two satellites using radar, but in this case they are chasing each other around in their orbit. As one approaches an area of higher gravity, it is pulled and then the distance between the two changes, until the second one catches up and they come closer together. We are measuring the distance between these two satellites to a micrometer, like the size of a human hair. After about a month in space we were able to make a gravity model of the Earth that was one hundred times better than anything that had been done in the past.

We make a new gravity map every month, and as we have been flying since 2002 we now have changes in gravity with incredible precision. We see the ice sheets change, the change in mass of Antarctica from 2002 till the present and the change in mass in Greenland from 2002 to the present. The west Antarctic ice sheet is changing much more than the east Antarctic. Similarly the mass of the Greenland ice sheet is changing and the majority of that change is in the south-eastern part of Greenland.

We set this up to separate how much of the sea level rise is mass change and additional water and how much is temperature, it is a straightforward mathematical equation. Of course it is verified by buoy measurements. I should always state the importance of buoy measurements for validating our measurements. Now the mass is changing dramatically but what is the mechanism? How is it happening? Is it going to continue to happen at a given rate or will it accelerate? So now we bring in our third technology, the INSAR. Now we demonstrated interferometry on the Space radar Laboratory in 1994 but then we flew it again with a modification where we added an extra antenna on a 60 meter mast and another antenna. Thus we can get extremely precise height measurements with estimates of elevation. Once again, we have to have very accurate knowledge of spacecraft and orbit determination, but once we have that we can then get height elevation. What we did in the 11 day mission in February 2000, almost exactly ten years ago, made the highest resolution digital elevation model of the Earth of all the land masses plus and minus 55 degrees.

We flew the space radar laboratory twice, in April and again in October, and we demonstrated what is called repeat pass interferometry: you come back to the same place after some time and then you get the topographic change from those two times you went over that area.

As for topographic change or motion, one of the changes and one of the motions we are interested in detecting is the glaciers and how they are moving. My first job was to take surveys of the south cascade glacier in the north cascades of Antarctica every day. Nowadays

this is done in the laboratory using satellites to see the changes in the glacier motion. It is possible for one person to study one small glacier, but imagine trying to do something like that on the whole continent of Antarctica! Luckily we have this satellite technology enabling us to see the ice motion.

With Canadian radar data set as the base and European Space Agency radar interferometry data that is used to see changes in glacier motion, we have discovered that the glaciers are indeed accelerating out of the center of the ice sheet and ice is moving faster. Mostly because when you have an ice shelf break down like the Wilkinson ice shelf that broke up a couple of years ago, that allows the glaciers free access to head out to the ocean. The sea level rise is important because it impacts your shoreline infrastructure; with the erosion as sea level rises, some places will eventually no longer be above water. It is also important to know by how much the sea level will rise and how much it is warming because the ocean is the key to keeping our climate temperate. The way it does that is an interesting concept called the ocean conveyor belt, showing ocean circulation.

The cold dense salty water sinks in the north Atlantic and then works its way. It takes a hundred years to work its way all the way around, until it comes up in the Pacific where it gets warm and then comes back again, and this warmer water comes up to the surface and this is the Gulf Stream, still keeping Europe warm throughout the year.

We now have evidence that if the circulation somehow gets perturbed Europe gets extremely cold and climate records show that this correlates to massive influx of fresh water caused by glacier melting and ice sheet melting; therefore the amount of fresh water coming into the ocean is a significant issue.

In the Pacific it is also important to keep track of ocean salinity and the ocean temperature because as the ocean gets warmer you get more evaporation, more evaporation results in more condensation and then more rainfall and also the water vapors contribute to the greenhouse gas. That is why our next mission will be Aquarius, also an international mission, this time with the Argentine space agency. There is also a CNES and an ASI instrument as well on this active platform to be launched at the end of 2010 and our Aquarius will be measuring the sea surface salinity.

What are we doing to better understand water storage and water availability? We are seeing changes in mass resulting from the excessive pumping of ground water. The pumping has gone on without recharge so long that water level is declining by about a meter every three years. This change can be seen from Space, it is happening in California, in the western United States, as well as India.

Las Vegas was growing very, very fast and the City Council did not even realize that they were pumping so much water that they were actually deforming the surface and then they started to see cracks in their sidewalks and their roads, but did not even know why. In Los Angeles it is not quite as dramatic but we have the same changes. We studied the deformations with INSAR and we discovered they are associated with the pumping of water and also of oil, as we still have some old oil wells around.

Future NASA missions will continue to collect data to optimize the data we have on the ice sheets and their impact on ocean circulation. The role and the importance of satellites in understanding global change is in helping us know our past, our present but most crucially our future.

Heads of Space Agencies Panel

Moderator: Dr. Zvi Kaplan, Director General, Israeli Space Agency

Today we have a unique gathering of distinguished group leaders who significantly influence the future space exploration and science for the upcoming years. **Mr. Charles Bolden**, NASA Administrator, **Mr. Enrico Saggese**, president of the Italian Space Agency and **Dr. Thierry Duquesne**, President of CNES, the French Space Agency and director for strategy programs and international relations.

These gentlemen are the ones who will write a new page in the ongoing saga of Man's venture to Space; they will also determine what will be done next and point the future course for development and growth in space. They represent the countries dominating Space exploration nowadays.

Visions are wonderful and necessary but what do we do in order to develop and achieve the vision? This is the prime responsibility of the members of this panel. There are many basic questions about what we do not understand or have no answers for.

Major General Charles Bolden, clearly there is a difference between science missions which are knowledge driven and are mainly funded by the public sector and commercial missions which are profit driven. Hence, the private sector addressed space funding in a more mature stance as telecommunication and its rapid expansion. Nevertheless, a few high risk technologies were transferred to the private sector which learned to produce and earn high profits by using those technologies like the PC and the internet revolutions, for example. What is your perspective in regard to the private sector's involvement in space exploration and its development, relative to the public sector investment?

Charles Bolden: Quite a timely question as a matter of fact. As most of you know we are expecting President Obama to announce within days his vision on the future of human space flight for the United States and subsequently for our international partners since we are all together in this collaboration. I think we shall all find that there will be extensive involvement of entrepreneurial entities. Whether it was General Chilton launching rockets or me launching rockets, we have always had commercial involvement in our space ventures, because private companies, publicly traded companies, build the rockets and the other systems we fly and we contract for that; so commercial space flight is nothing new. We have been doing that since the very early days of NASA. The difference is that we are not about to engage those I call entrepreneurial entities, people who dream, people who have an idea that they can gain access for normal individuals whether it is sub-orbital flight or orbital flight. Space flight is risky. NASA intends in the years ahead to help these entrepreneurial entities develop as rapidly as they can so that they can carry cargo into orbit. We can use them to get supplies and equipment to the international space station and eventually they will help us to get humans there, because as everyone in this auditorium is hopefully aware, we have five more flights on the space shuttle. It has been the work horse for some 30 years, getting large payloads and people into Space and it will be discontinued. NASA has made an arrangement with one of our partners, the Russian Space Agency, to utilize the used vehicle at least to take humans back and forth to the International Space Station between now and 2015. But it is imperative if we are to have a reliable redundant access to space that we involve commercial entities, entrepreneurial entities and

most importantly our international partners.

I will give you two examples: the European Space Agency has a vehicle called ETV, demonstrated this past year. It is a cargo-carrying module they flew to Space, it did some station keeping and showed some proofs of ability to Control and the crew of the International Space Station reached out and grappled it with the arm, pulled it in, berthed it to the International Space Station where it stayed a few days. We took the equipment out, and then it undocked and came back to Earth and burned up during re-entry. Some months later our Japanese partners flew something called HTV, their autonomous transfer vehicle, with a similar profile; it flew itself up to the International Space Station, did the station keeping demonstrations, flew close enough so that we could reach out with the arm, berth it to the International Space Station, unload its cargo, let it stay for a while and then it came back to Earth and burned up on re-entry.

What I continue to say to our international partners is OK, we have demonstrated that we can get it there; we need a capability to bring things back to Earth intact and safe. I hope that the Europeans and the Japanese will demonstrate along with us that we can not only get things into Space but there were things like ETV and HTV, we can de-orbit safely and intact, bring cargo back and maybe one day bring crews back because we are going to need to replace the shuttle if we want to have reliable redundant access to space. So I think the future is commercial, if you want to put it that way, the future in entrepreneurial and international.

Dr. Zvi Kaplan: ASI is a member of ESA, the European Space Agency; what is ASI's involvement in ESA space exploration strategies, for example, the Vega launching system and the Cosmos Sky-Med satellites?

Enrico Saggese: Italy is a country which is in quite a precarious situation, we are very rich with scientists but we are not so rich in money, so the obvious fact is that we have to cooperate, both with Europe outside Europe. The cooperation in Europe is with the European Space Agency. All the countries in Europe are taking part in the budget, in order to cooperate in very large projects like a mission to Mars to which we contribute something like one billion Euros. But even with this effort we cannot go it alone and we have to set up cooperation with NASA in such a way that this mission will become a joint mission with NASA. As Charles [Bolden] has just said, international cooperation is a must; still, Italy has to provide infrastructure for itself. We are perhaps in a same situation as Israel, so we are not only a research and development agency but also provide infrastructure. The Vega, as mentioned before is a European launcher with a large base in Italy and Italy will provide the capability to have a medium size launcher. We are also to provide facilities in terms of observation. There is a constellation of Radar satellites now flying around the Earth, we have three satellites and we will launch another satellite at the end of the year so as to have a constellation capable of seeing each point of the Earth with maximum delay of six hours, every day and night, in any weather.

The market for science in Italy and Europe is not so large as to allow entrepreneur companies to invest their own money at the moment. In Italy and in Europe we are spending quite a lot of money and at the moment we cannot count on the capability of private entities to invest unless we have a public or private partnership. In Italy and Europe we shall have what we call PPP, public private partnership, in the near future: a partnership between the

public and the private to produce results in Space which will then enable the development of a completely private entrepreneur situation.

Dr. Duquesne: I would like to emphasize what space exploration means for France. Space exploration aims at extending human presence physically and virtually beyond the limits of our planet. Why are we interested in space exploration? There are many different reasons, I would like to point at three of them without any ranking order.

The first reason is a scientific one; as you know there is a fundamental, essential question about the origin of the universe, about the origin of life: did life appear anywhere else in the universe, anywhere else in the Solar system? Space exploration should improve our knowledge and understanding towards solving this mystery.

The second reason has to do with technology. For an ambitious program like the Space program we have to push the limits of technology, we have to innovate in order to achieve the goals. As you know, innovation is a key driver for economic rules.

The third reason is a political. We have to gather our resources, do our very best in order to achieve and to realize the program. I think this is a very strong message we have to send to the world and also to the next generation, namely, that countries, whatever their history or culture, can work together to achieve a common program.

In France the priority for Space exploration is Mars, the red planet. There are two main reasons for such choice. The first one is scientific, since Mars may have preserved all traces of its planetary history. Gathering data and information about Mars could help us better understand the Solar system and the history of the Earth. Mars may be the only planet in the Solar system where life may have emerged.

The second reason has to do with future human missions. Mars could be our next mission, a new flight destination. Mars is the only planet where it might be possible to use humans in the future.

I should like to mention a few missions currently being developed, such as the Mars Science Laboratory with NASA and also a Phobos mission. Phobos is one of Mars' moons and this mission is in cooperation with Russia.

Even though Mars is our top priority, there are also celestial bodies like the Moon, other planets, comets and asteroids and of course we are interested in them too.

We are currently on a different mission, a mission to Saturn, Mars, Venus through Mars express, Venus express and a mission to Mercury in cooperation with Japan.

Our ambition is to be an active actor in future, to be involved in the preparation of Space exploration and to make concrete proposals.

There is another mission, Jupiter and its satellite, Europa, and we also have a study for an asteroid mission and Apophis rendezvous, this is the asteroid which will come very close to the Earth in 2029, some 40 thousand kilometers from the Earth, so we are studying the possibility to send a mission to this asteroid.

I want to say a few words about ISS, the International Space Station, it is an opportunity for scientific mission and we have developed different mission, different instrument in at least three scientific domains.

In conclusion I would like to recall what our Minister of Education and Research said at the Prague conference in 2009, about space exploration: it should be an international undertaking; it is the adventure of mankind in which cooperation must be appreciated in a spirit of solidarity without any exclusivity and without any appropriation by one or another

nation. France strongly supported a space exploration program and we are firmly engaged in promoting and contributing to the definition of such program.

At the end of 2009 the Lisbon treaty will go into effect and that is a major step for Europe, but for Space too, to be shared among the European Union states, thus Space has achieved a political dimension that was missing before. Europe has already decided that space exploration is a priority for Europe.

Dr. Zvi Kaplan: Charlie Bolden, Space science exploration has historically depended on both human and robotic missions complementing each other, taking into consideration diverse political and economical views. What is your opinion on how men-robotics interaction will affect future social structure?

Charles Bolden: I think I would have to say that we have seen what effect robotics has on human space exploration because since I entered the Space program in 1980. At least in America, we have always been trying to marry up robotics and human exploration in an optimal way. One of the things that we have not done very well and we are trying to do now, is come up with a pre-planned agreement on what we should rely on robots to do and then when we need to interject the human, since as I keep telling people, space is risky. Space flight is risky. So what we want to do is put the human at a minimal amount of risk.

If you talk about going back to the lunar surface or going to the Martian surface, there is no reason to send an astronaut or a cosmonaut to the Moon to build a habitat in this environment, as we already have the capability of sending robotic instruments into places around the world, where the robot builds a structure. We should be thinking about doing the same thing on the surface of the Moon, on that of Mars. The United States has had robotic rovers on Mars for some six years, even though they had been intended to be there for 90 days. Robots have proved that they are resilient, they can do things that we did not know they had the capabilities of doing. We have [robots] Spirit and Opportunity, Spirit is a little stuck, and it will probably remain stuck but its cameras still work and it is still an incredible asset to have on the surface of Mars. Opportunity continues to roam around the planet with the Mars science laboratory that we hope to launch in a year or so. It is going to be an incredible robotic capability on the surface of Mars that will use a digger, if you will, to gather samples and put them into a spectrometer on board the vehicle so that we can analyze it. Those are the things that robots should do. They should be precursors; they should do the scouting before we decide to put humans at risk. And the last example occurred this past year on the STS125 mission, which we think was the final human mission to the Hubble space telescope. On this mission we combined the robotic arm on the shuttle with humans, with astronauts who went out and were maneuvered around the telescope with a robotic arm to get into position to change many of its instruments, they replaced batteries and left it as a brand new observatory, much better, much more capable than we had ever imagined it would be, so we have already demonstrated the important cooperation between humans and robots and I do not think we are going to see any change in the years to come.

Dr. Zvi Kaplan: Mr. Saggese, what are the ramifications of Italy's achievement via the Cosmos satellite and its unique radar?

Enrico Saggese: First of all, we will have the International Space Station working until 2020, and this is quite important for Italy. Italy has contributed very much to the space station; the pressurized volume of the space station is being built in Italy. In future there will be three missions in which we are very interested. The next one will carry node three and the cupola which is a window from the space station to the Earth and this node and the cupola were built in Italy.

One of the missions will carry the AMS, an instrument which will be attached to the space station to study anti matter and dark matter. Italy has paid 25 percent of AMS which is an instrument that cost us something like one billion Euros, to study the anti matter, dark matter and dark energy. And finally we are cooperating with NASA to attach one lab, an Italian lab, to this space station. The lab has already been built and NASA is modifying it with our help, so when it will be attached to the space station there will be a piece of the station which is completely Italian.

We think that the space station will be the tool for human exploration and we want to use it as much as possible. Then in other fields of exploration we rely completely on Charles Bolden's words, we are working with robot exploration. The robot, as all of us know, can give all the possible answers to the questions. Unfortunately, robots cannot put the questions, so we need Man in space to put the right question. Human curiosity is quite important. Still, very few men can go outside the Earth, all the rest of us have to remain on Earth and we need to know very much about the Earth until we can really stay safely on the Earth.

Dr. Zvi Kaplan: Dr. Duquesne, what political technological and social obstacles need to be removed in order to expedite and increase space science and exploration?

Dr. Duquesne: It is an interesting question and also very difficult to answer. But when considering some very ambitious programs in Europe, in France for example, nothing is possible without strong support from politicians. When CNES was created in 1961, the decision was made at the highest level; it was the decision of the president of France. When I look at some very ambitious program like GMES, the global space system for environment and security, when I look at Galileo, these programs would never have been approved if they had been based only on technological approach or that of the agency. I think the Lisbon treaty is a very important point because in Europe we now have a political dimension to Space, and without this political dimension it would not have been possible to work on such ambitious, broad programs.

Keynote Lecture - The USA Space Vision

Charles F. Bolden Jr., NASA Administrator, USA

I wanted in my first year as the NASA Administrator to take time to commemorate the STS107 crew, especially Ilan Ramon so that the lessons we learned working together could be remembered. I will return shortly to the United States so that my wife Jackie and I can be there Friday morning for a day of commemoration on which we remember the sacrifices of three different space crews; Apollo 1, whose crew we lost in a launch pad fire at Cape Canaveral, STS51L Challenger, the crew we lost in 1986 and of course STS107, Ilan Ramon and his crew aboard the shuttle Columbia. It is a week of commemoration for us, but I think it is also a week in which we are asked to dream and to reflect about what we can do to make our world a much better place.

It is with the spirit of Ilan and his crew in mind that I am here to continue the pursuit of peaceful cooperation in Space between our countries and it is with them in mind that we always remember how fragile and how beautiful life can be.

In honor of the memory of Ilan and the rest of the courageous crew of the Columbia I want to share with you today some things about what NASA has done and about what we intend to do in the years ahead. The review of the human space flight program for President Obama has been completed and we will receive his vision and directions for the future of NASA in a few days. Two things stand out in the President's vision. One is the necessity for international cooperation, so you will see us vigorously engaging with Israel and other nations as we try to peruse and exceed the boundaries of science in Space. Also clear to me is his dedication to the necessity of education and particularly education in science, technology and engineering, so once again I expect that our two nations will be cooperating in those fields in the days, months and years ahead.

It is interesting that NASA has hundreds of international agreements, but more than 50 percent of those are with about ten nations only and it is my desire that we extend or expand our international cooperation to what I call non-traditional partners, so that we can reach out to smaller nations who wish to become space-faring nations but may not have the physical assets or the wealth to do so.

Let me give you a short review of NASA history, spanning over 50 years now. We count among our objectives the expansion of the scientific understanding of Earth and the universe in which we live. Many of you know that Ilan was involved in an experiment designed to understand the earth soils and dust of the desert and their impact on other parts of the world. On my very first space shuttle mission - General Chilton sitting down here can probably remember this too - we passed across the many deserts of the world and each one of them is very distinct, each has its own unique color but what was most interesting, particularly when passing over the Sahara and the deserts of the Middle East was the sight of those massive looms of dust that would be kicked up some days and would drift across the Atlantic Ocean heading to the North American and the South American continent. Those kinds of studies will help us understand much more about our planet.

We also need to extend and sustain our human and robotic presence across our Solar system

and that means we have to be there. We hope to extend the life of the International Space Station into the year 2020 together with our international partners, we may want to use it as a platform from which we can further study our earth.

We want to share the result of NASA missions to inspire Americans and now, even more importantly, international public, to encourage scientific literacy, and to foster innovation in a strong national economy. We wish to promote international and commercial participation in exploration. Space operations involve coordinating an integrated system of spacecraft, launch vehicles, communications and navigation networks, crew training and operations as well as mission support personnel and many other aspects. Today it involves primarily the International Space Station and the space shuttle, but beginning at the end of this year when we retire the space shuttle, the future will include commercial and international vehicle operations.

It takes many people from a variety of cultures, working as a team, to make all this come together. The space shuttle will retire at the end of this year, we still have five flights remaining; our next scheduled flight is next Sunday, February 7th. After that new vehicles will be developed, in partnership with our commercial and international partners for travels to the International Space Station and beyond low earth orbit. There are 63 international astronauts from fifteen countries who have flown on 87 of our 130 shuttle flights. Space flight is a challenging and risky business, NASA works hard to mitigate risk but space flight will never be risk free. One of my highest priorities at this time is flying the remaining five space shuttle missions as safely as possible through the end of the program.

The International Space Station is the largest and most complex international and scientific engineering program in history. There are fifteen countries represented by five space agencies that participate in the International Space Station. The ISS with its full complement of six crew members is a world-class laboratory open for full-time research. We are continually trying to develop new systems, needed to replace the space shuttle for transporting crew and logistics to the ISS and beyond low earth orbit.

NASA is working with an international group of 14 space agencies to develop a strategy for exploration by humans beyond low earth orbit. Many opportunities for international cooperation will be available as we move forward.

We are learning more today from instruments like the Hubble space telescope and others that roam our universe and help us to understand much, much more, not just about what we know but what we do not yet know of the world in which we live. Planetary science looks at the origin and history of our Solar system. The potential for life on other planets came up again in an image of Saturn taken by the Cassini satellite. We also study the Sun's effect on Earth and our Solar system.

Over half of these science activities are carried out through international cooperation. Science activities are by far the most international at NASA with over 250 agreements. In addition to our space flight and science activities NASA also conducts cutting-edge fundamental research to help transform the air transportation system in the United States. Right now we are working on a program called "Next Gen" - the next generation air transport system. It is intended to transform and modernize our air transport system for passengers, and we are working feverishly on that as the number of people who travel the skies increases

exponentially each year. Most international cooperation occurs in the areas of aviation safety and fundamental aeronautics research. Yesterday and the day before, I was privileged to visit some of your facilities here in Israel to learn of things that you are doing in this area.

Let me shift my focus now to an area of NASA activities that have significant global implications. Of the four science areas, Earth science is becoming one of the most important for NASA. It is inherently international: in order to understand the Earth as a system there are lots of opportunities for cooperation, as discussed between my delegation and the different industries here in Israel while we traveled around over the last few days.

There are multiple inter-connected processes that affect the Earth, some are natural, and some caused by human activity and with the help of space-borne and ground-based measurements scientists can monitor existing conditions and create models to better understand these complex processes. Contributions from our global partnerships to the gathering of data are essential to enable us understand those phenomena and devise ways to mitigate the negative impacts to human activity and to respond to natural disasters. Israel is a great part of that partnership.

We now work with you continuously on an internet access program for elementary school children called Globe, designed to allow them to look at data of environmental science in their own classrooms. We are very happy for the work that we have been able to do with you on Globe.

It has been a pleasure to be here. I want to thank Rona and the family for making this conference possible each year. I want to add my thanks to you for your incredible courage, you never asked for this responsibility but you wear it incredibly well and all of us are here to honor you and your family in the remembrance of Ilan and Asaf, as we talk these days. International cooperation is critical for us, we found that well structured and managed international cooperation will contribute significantly to national goals of each of our partners.

I want to challenge each and every one of you here to ensure that this partnership between Israel and the United States is enhanced as part of the commemoration of Ilan Ramon and his legacy. It is a legacy of achievements in life. I want to ensure that we work together, that the themes he dreamed of and the conditions of Earth of which he dreamed and often spoke, come true. We can bring these thoughts together in this conference and I ask all of you to help us make it so.