

Ministry of Science & Technology



מדינת ישראל
State of Israel

משרד המדע והטכנולוגיה

החלל כפרויקט לאומי

תוכנית חלל ישראלית

ותעשיית חלל מקומית בת-קיימא בתוך שנים ספורות



דו"ח מסכם לפעילות צוות הנשיא והמלצות לפעולה

ד"ר דגנית פייקובסקי • רם לוי

יוני 2010



בס"ד

יום רביעי כ' סיון תש"ע
02 יוני 2010
סימוכין : mancal400

לכבוד
מר בנימין נתניהו
ראש הממשלה

לכבוד
מר שמעון פרס
נשיא המדינה

שלום רב,

ביום 2 בנובמבר 2009 מינה אותנו נשיא המדינה, בתיאום עם ראש הממשלה, כצוות לגיבוש תוכנית חלל לאומית לישראל.

הצוות עבד במשך מספר חודשים וגיבש דו"ח שכותרתו "החלל כפרוייקט לאומי במדינת ישראל- תוכנית חלל ישראלית ותעשיית חלל מקומית בת קיימא בתוך שנים ספורות". עבודת הצוות נועדה לענות על ההנחיות שניתנו על ידי ראש הממשלה בפגישה משותפת עם נשיא המדינה.

מוגש בזה דו"ח על פעילות הצוות והמלצות לפעולה לממשלת ישראל. הדו"ח מסתמך על עבודת ניתוח של יתרונותיה וחסרונותיה של תוכנית החלל הישראלית. מטרתו לנתח ולהגיש לממשלת ישראל הצעה מעשית להפיכת ישראל לשחקנית בעלת משמעות בשוק החלל העולמי על ידי מימון ומינוף תשתית החלל הלאומית.

הצוות פעל לאור החזון להרחיב את היתרון היחסי של ישראל ולהציב אותה בקרב חמש המדינות המובילות בעולם בחקר החלל וניצולו ומתוך ביטחון רב שהדבר אפשרי.

אנו מודים לכל חברי הצוות על עבודתם החשובה ותרומתם לגיבוש דו"ח זה והמלצותיו.

אנו מבקשים לציין לטובה את עבודתם של ד"ר דגנית פייקובסקי ורם לוי מסדנת יובל נאמן למדע, טכנולוגיה וביטחון בריכוז עבודת הצוות ובכתיבת דו"ח זה.

אנו מעריכים את האמון שניתן בנו, וכן את ההזדמנות לנסות ולתרום לקידומה של מדינת ישראל.

בתודה ובכבוד רב,

פרופ' אלוף(מיל.) יצחק בן ישראל
יו"ר סוכנות החלל
יו"ר הוועדה

מנחם גרינבלום
המנהל הכללי
יו"ר הוועדה

חברי הצוות

חבר צוות	ראש תוכנית החלל במשרד הביטחון	פרופ' תא"ל (מיל.) חיים אשד
חבר צוות	מנכ"ל סוכנות החלל הישראלית	ד"ר צביקה קפלן
חבר צוות	מנכ"ל חברת חלל תקשורת	דוד פולק
חבר צוות	מנהל מפעל מב"ת תעשייה אווירית	אריה הלזבנד
חבר צוות	ראש מנהלת חלל, רפא"ל	מנחם קדרון
חבר צוות	מנכ"ל מיקרוסט ישראל	עמיצור רוזנפלד
חבר צוות	יועץ לנשיא המדינה	אורי בן פורת
חבר צוות	יועץ לנשיא המדינה	יהונתן אדירי
חברת צוות ומחברת הדו"ח	מנהלת אקדמית, סדנת יובל נאמן למדע, טכנולוגיה וביטחון, אוניברסיטת ת"א	ד"ר דגנית פייקובסקי
חבר צוות ומחבר הדו"ח	עמית מחקר, סדנת יובל נאמן למדע, טכנולוגיה וביטחון, אוניברסיטת ת"א	רם לוי



שר המדע והטכנולוגיה

בס"ד

כ"א סיון תש"ע
03 יוני 2010

דבר שר המדע לעבודת צוות הנשיא

הפעילות האנושית בחלל משפיעה על כל תחום מתחומי חיינו ובכלל זה היא מניעה את הכלכלה העולמית. מערכות התחבורה, התקשורת, הבנקאות ועוד נשענות כולן על לוויינים מעשי ידי אדם. מדינות רבות בעולם מקיימות תוכניות חלל לאומיות ועוסקות במחקר מדעי ובחקר מרחבי החלל.

למדינת ישראל היסטוריה ארוכה בתחום החלל. כבר בשנות השישים הוקמה בישראל הוועדה הלאומית לחקר החלל ומדעני ישראל עסקו בחקר היקום. תוכנית החלל הלאומית הוקמה בראשית שנות השמונים והביאה לישראל הישגים רבים.

הקמת תוכנית חלל עצמאית במדינה קטנה כישראל איננה דבר של מה בכך, היא דרשה חזון והשקעה של משאבים ניכרים. בזמן הקמת תוכנית החלל הישראלית, על ידי ממשלת בגין, היה הדבר ביטוי לחזון וראיה קדימה שאפשר להקים באקדמיה ובתעשייה תשתית מרשימה של מחקר מדעי ופיתוח טכנולוגי. תוכנית החלל הישראלית כיום היא סיפור הצלחה בעיקר בתחום המזעור, אך אסור למדינת ישראל לשקוט על שמריה ולנוח על זרי הדפנה. בתחום החלל מדינת ישראל יושבת על מכרה זהב ואינה כורה ממנו מספיק.

היתרונות הגלומים בתוכנית חלל לאומית מאפשרים למדינת ישראל למצות את המשאב היחיד העומד לרשותה בשפע והוא איכות האדם והחתיירה למצוינות. כדי לשמר את יתרונה בחלל על מדינת ישראל להמשיך ולפתח את מוקדי הידע בתעשייה ובאקדמיה, לעודד חדשנות ויזמות שהם המפתח להצלחה בעידן הגלובליזציה והמידע.

בהנחייתו של נשיא המדינה שמעון פרס וראש הממשלה בנימין נתניהו נערכה בחודשים האחרונים עבודה מקיפה למיפוי יכולותיה של ישראל בתחום החלל. תוצאות העבודה מוצגים לפניכם במסמך זה. אני מצפה מממשלת ישראל לשקול את המלצות הצוות בכובד ראש ולאמצן לכדי תוכנית חלל לאומית.

הרב פרופ' דניאל הרשקוביץ

שר המדע והטכנולוגיה

תוכן עניינים

6.....	תקציר מנהלים
10.....	חלל: מנוף טכנולוגי ומפתח לחברה מפותחת
11.....	ישראל בחלל: גאווה ישראלית
12.....	תעשיית החלל הישראלית: המשבר וההזדמנות
13.....	תמיכה ממשלתית - המפתח לקיום תעשיית החלל
15.....	כדאי להשקיע בחלל
16.....	מחזון למציאות
18.....	מודל עבודה לפיתוח שוק החלל האזרחי בישראל
20.....	המלצות הצוות
20.....	המלצה 1 – הגדרת מדיניות, יעדים לאומיים ותקציב החלל הלאומי
20.....	המלצה 2 – סוכנות החלל הישראלית כגוף האחראי על גיבוש ויישום מדיניות החלל הלאומית
22.....	המלצה 3 – שינוי המבנה ארגוני של סל"ה
24.....	המלצה 4 – עקרונות לניהול תקציב החלל הלאומי בסל"ה
25.....	המלצה 5 - חוק לעידוד חקר החלל וסוכנות החלל
25.....	המלצה 6 – עידוד מחקר ופיתוח בתחום החלל בישראל
25.....	המלצה 7 – שיתופי פעולה בינלאומיים בין סוכנויות החלל
26.....	המלצה 8 – מקורות לתקציב החלל הלאומי
27.....	המלצה 9 – תמריצים לתעשיית החלל בישראל
28.....	אחרית דבר
29.....	נספחים
29.....	נספח 1 - שיתופי פעולה בינלאומיים
29.....	רוסיה
31.....	הודו
32.....	ברזיל
34.....	אירופה
36.....	סינגפור
37.....	נספח 2 – אילוסטרציה לניהול תקציב סוכנות החלל
38.....	נספח 3 – תקציר מנהלים: אסטרטגיה לסוכנות החלל הישראלית – "רותם אסטרטגיה" 2006
41.....	נספח 4 - בחינת אפשרות פיתוח תעשיית חלל אזרחית (סיכום שלב א'), איל רוזנר מאי 2010

"וואני אומר, כי הכוח הזה, אם נדע להטותו לחפצנו, רב הוא מאד ויש בו כדי להניע את המכונה הגדולה..."

(בנימין זאב הרצל, "מדינת היהודים")

החזון:

להרחיב את היתרון היחסי של ישראל ולהציב אותה בקרב חמש המדינות המובילות בעולם בחקר החלל וניצולו.

מטרת המסמך היא לנתח ולהגיש לממשלת ישראל הצעה מעשית להפיכת ישראל לשחקנית בעלת משמעות בשוק החלל העולמי ע"י מימון ומינוף תשתית החלל הלאומית.

תקציר מנהלים

החלל הוא משאב אסטרטגי והפעילות בחלל היא מנוף טכנולוגי שמהווה מפתח לקיומה של חברה מודרנית ומפותחת המבוססת על ידע. ישנן סיבות רבות להשקעה בחלל: צורכי הביטחון הלאומי, קידום התעשייה והכלכלה, קידום המדע והטכנולוגיה, שיפור המעמד הגיאוגרפי של המדינה, מניעת בריחת מוחות מהארץ, וסיבות נוספות הכוללות הרחבת הידע האנושי, סיפוק הסקרנות האנושית וחיזוק הגאווה הלאומית.

מדינת ישראל נכנסה לתחום החלל מסיבות ביטחוניות והתמקדה בלוייני תצפית במסלול נמוך וביכולת השיגור של אותם לויינים. בכדי לענות על הצרכים הביטחוניים מערכת הביטחון פיתחה ומימנה תשתית תעשייתית בישראל בתחום החלל והפכה את הנוכחות הישראלית בחלל לנכס אסטרטגי לאומי, שאין חולק עליו. המפתח להצלחתה של ישראל בתחום החלל עד כה, היה בהתמקדות בתחומי התקשורת והתצפית שאפשרו פיתוח של יתרון איכותי ביכולת לבנות לויינים קטנים קלי משקל בעלי יכולות גבוהות במחירים נמוכים ובזמן קצר יחסית בהשוואה למדינות אחרות בעולם. יתרון זה הולך ונשחק עם כניסתם של שחקנים חדשים ומעמיד בסימן שאלה את יכולת התחרותיות והעמידות של תעשיית החלל בישראל. בנוסף, בשנים האחרונות מערכת הביטחון מתקשה לספק נפח עבודה לתעשיית החלל הישראלית והשילוב עם תנאי השוק העולמי התחרותי הביאו את תעשיית החלל בישראל למשבר המתבטא בצמצום הייצור השוטף של לויינים כחול-לבן ומסכן את עצמאותה של ישראל בחלל.

ישראל היא המדינה היחידה בעולם עם סוכנות חלל שאין לה כמעט תקציב משל עצמה. מדינת ישראל לא יכולה להרשות לעצמה להישאר מאחור ולא להתקדם בתחום זה בזמן שהעולם צועד קדימה.

כדי להצליח בשוק החלל העולמי יש צורך בסקטור חלל אזרחי במדינת ישראל. היות והיתרון היחסי של ישראל הוא בטכנולוגיית המזעור והתקשורת, הצוות ממליץ להשקיע בתחומים אלו בכדי להבטיח שבטווח הארוך ימשיכו להתקיים בישראל מוקדי ידע, מדע וטכנולוגיה, תימנע בריחת מוחות ויתחזק הפוטנציאל לחדשנות ולמצוינות בישראל.

הצוות סבור כי תוכנית חלל לאומית מגובה בהתערבות ממשלתית משמעותית תאפשר לתעשייה לקחת את הסיכונים הדרושים כדי לייצר הזדמנויות חדשות ולהציע פתרונות יצירתיים וחדשנים. קרקע בטוחה לתעשיית החלל תאפשר לה לפנות משאבים להשקעות משמעותיות במחקר ופיתוח ובכוח אדם מיומן לאורך זמן.

כדי לממש את היעדים הללו הצוות גיבש שורה של המלצות המפורטות במסמך, ואשר תמציתן מובא להלן:

- **המלצה 1 - הגדרת מדיניות, יעדים לאומיים ותקציב החלל הלאומי.** בכדי לממש את החזון הלאומי לשמר ולהרחיב את היתרון היחסי של ישראל ולהציב אותה בקרב חמש המדינות המובילות בעולם בחקר החלל וניצולו, הצוות ממליץ לממשלה לאמץ את היעדים הבאים בתחום החלל:
 - למצב את מדינת ישראל כמובילה מדעית וטכנולוגית בתחום החלל בעולם.
 - לקיים בחלל מערכות לוויינים לחקר החלל ולמחקר כדור הארץ מהחלל להבטחת הנוכחות הישראלית בחלל.
 - לפתח את הטכנולוגיות, הידע והתשתית המדעית (כולל קווי יצור, מעבדות וכ"א מתאים) הנחוצים לחקר החלל, בהם יש למדינת ישראל יתרון יחסי.
 - לקדם שיתופי פעולה בינלאומיים בחקר החלל וניצולו על מנת לחזק את האינטרסים הכוללים של מדינת ישראל.
 - להגיע להיקף מכירות של 5 מיליארד דולר בתעשיית החלל תוך עשר שנים.
 - לחזק את הקשר בין המחקר והשימוש בחלל ובין החברה בישראל.
- **המלצה 2 - סוכנות החלל הישראלית כגוף האחראי על גיבוש ויישום מדיניות החלל הלאומית.** הצוות רואה בסוכנות לניצול החלל (סל"ה) כאחראית על גיבוש מדיניות החלל הלאומית, יעדי העל הלאומיים, הבאתם לאישור הממשלה, וביצועם על ידי הקצאת המשאבים שברשותה לרבות תקציב החלל הלאומי. הצוות ממליץ לחזק ולמצב את סל"ה כגוף המרכזי בישראל האחראי לפעילות בחלל האזרחי.
- **המלצה 3 - שינוי המבנה ארגוני של סל"ה.** הצוות ממליץ לאמץ מבנה ארגוני חדש לסוכנות החלל שיאפשר לה למלא את תפקידיה המוצעים במסמך זה.

- **המלצה 4 - עקרונות לניהול תקציב החלל הלאומי בסל"ה.** הצוות ממליץ להקדיש את תקציב סל"ה לקידום התעשייה, יצירת שיתופי פעולה בינ"ל וקידום המחקר הבסיסי באקדמיה ובמכוני מחקר מתאימים.
- **המלצה 5 - חוק לעידוד חקר החלל וסוכנות החלל.** הצוות ממליץ כי לאחר כשנתיים מאישור התוכנית המוצעת ובהסתמך על לקחים שהצטברו, תיבדק האפשרות לעגן את פעילות החלל של ישראל לרבות תפקידה של סוכנות החלל בחוק.
- **המלצה 6 - עידוד מחקר ופיתוח בתחום החלל בישראל.** במגמה להפיק את המרב מהמשאבים הקיימים והעתידיים, הצוות ממליץ לתת עדיפות לתכניות המחקר והפיתוח בתחומים הבאים: עידוד המחקר הבסיסי המדעי והיישומי בתחומי החלל, פיתוח טכנולוגיות גרניות חדשות בתחום החלל, עידוד האצת תהליכי מו"פ בתעשיות החלל הישראליות, עידוד יצירת שיתופי פעולה בין תעשיות (כדוגמת מיקרוסט), עידוד חברות לקחת סיכונים טכנולוגיים ולהעז ע"מ היכנס גם לתחומים חדשים, שיתוף פעולה של התעשייה עם האקדמיה, שיתוף פעולה עם האקדמיה ועם הות"ת.
- **המלצה 7 - שיתופי פעולה בינלאומיים בין סוכנויות החלל.** הצוות רואה בשיתופי פעולה בינלאומיים בתחום החלל כמרכיב משלים וחשוב להתפתחות תוכנית החלל הלאומית וממליץ להתמקד בשלב זה בקידום שיתופי פעולה עם אירופה, רוסיה, הודו, ברזיל וסינגפור.
- **המלצה 8 – מקורות לתקציב החלל הלאומי.** הצוות סבור כי בכדי לממש את תוכנית החלל הלאומית ולהביא את תעשיית החלל ממצב של דריכה במקום למצב של התקדמות ויצירת יתרונות תחרותיים בולטים יש צורך בתקציב חלל אזרחי של 300 מיליון ₪ לשנה למשך 5 שנים. זאת בהנחה שתקציב החלל הביטחוני ישמור על גודלו הנוכחי. תקציב זה יאפשר להחזיר את היתרון היחסי של מדינת ישראל.
 - תקציב החלל הלאומי יהיה מורכב משלושה מרכיבים:
 - תקציב הממשלה יושקע בעיקרו במזעור (דוגמת מיקרו לוויינים).
 - שיתופי פעולה בינ"ל בדגש על רוסיה, הודו, ברזיל, אירופה, סינגפור.
 - מינוף התקציב הממשלתי ע"י גיוס כסף מהציבור.
- **המלצה 9 – תמריצים לתעשיית החלל בישראל.** על מנת לעודד את תעשיית החלל יש צורך במתן מענקים, הלוואות, פטורים, הנחות והקלות שיינתנו לתוכניות למחקר, פיתוח וייצור של אמצעים, מוצרים או תשתיות חלל בישראל.

החלל כפרויקט לאומי

תוכנית חלל ישראלית

ותעשיית חלל מקומית בת-קיימא בתוך שנים ספורות

החזון:

להרחיב את היתרון היחסי של ישראל ולהציב אותה בקרב חמש המדינות המובילות בעולם בחקר החלל וניצולו.

מטרת המסמך היא לנתח ולהגיש לממשלת ישראל הצעה מעשית להפיכת ישראל לשחקנית בעלת משמעות בשוק החלל העולמי ע"י מימון ומינוף תשתית החלל הלאומית.

חלל: מנוף טכנולוגי ומפתח לחברה מפותחת

החלל הוא משאב אסטרטגי. הפעילות האנושית בחלל היא מנוף טכנולוגי שמהווה מפתח לקיומה של חברה מודרנית ומפותחת המבוססת על ידע. תחום החלל מצית את הדמיון ומהווה מוקד משיכה לכוח אדם מדעי וטכנולוגי איכותי. ישנן סיבות רבות להשקעה בחלל: צורכי הביטחון הלאומי, קידום התעשייה והכלכלה, קידום המדע והטכנולוגיה, שיפור המעמד הגיאוגרפי של המדינה וסיבות נוספות הכוללות הרחבת הידע האנושי, סיפוק הסקרנות האנושית וחיזוק הגאווה הלאומית. בכלל זה, החלל הוא מכשיר חיוני להגנת החיים על כדור הארץ ומפתח להכרת היקום. לכן **מדינת ישראל לא יכולה להרשות לעצמה להישאר מאחור ולא להתקדם בתחום זה בזמן שהעולם צועד קדימה.**

מדינת ישראל נכנסה לתחום החלל מסיבות ביטחוניות והתמקדה בלוחמה בלתי-תצפית במסלול נמוך וביכולת השיגור של אותם לוויינים. תוכנית החלל הישראלית החלה את דרכה ב-1981. במהלך השנים קצרה התוכנית הצלחות רבות בהן היכולת לתת מענה לצרכים מבצעיים מהחלל, יכולת שיגור עצמאית ופיתוח לוויינים קטנים באיכות גבוהה. הלוויין הישראלי הראשון "אופק-1" שוגר בשנת 1988. אחריו שוגרו בהצלחה למעלה מעשרה לוויינים ישראלים לחלל (בהם ארבעה שוגרו מישראל). בשנת 1989, מעט לאחר שיגור הלוויין "אופק 1" הוחלט בתעשייה האווירית להיכנס לשוק החלל המסחרי וכך נולדה תוכנית "עמוס" בשנת 1992. ההחלטה של התעשייה האווירית להיכנס לתחום לווייני התקשורת האזרחיים נבעה משיקולים כלכליים כמעט ללא מעורבות ממשלתית למעט ערבות ביקושים ל-3 משיבים לווייניים של עמוס-1 למשך מספר שנים. בפועל, לאחר הקמת חברת YES, בשנת 1999, ממשלת ישראל לא תמכה כספית בפרויקט.

ישראל בחלל: גאווה ישראלית

למדינת ישראל סיבות רבות לגאווה בכל הנוגע לחלל. בשנת 1988 כאשר שיגרה ישראל את לוויין הניסוי הראשון אופק-1 הייתה המדינה הקטנה הראשונה (ועד כה היחידה) לעשות זאת בכוחות עצמה. קפיצת מדרגה נוספת נעשתה בשנת 1995 כאשר שוגר הלוויין אופק-3, לוויין התצפית המבצעי הראשון, ושנה מאוחר יותר בשנת 1996 כאשר שוגר לוויין התקשורת הראשון עמוס-1 מתוצרת התעשייה האווירית על גבי משגר Ariane-4 הצרפתי. מאז ועד היום השיגה מדינת ישראל הישגים רבים: 12 לווייני תקשורת תצפית ומדע שוגרו בהצלחה¹, בוסס כושר שיגור עצמאי למסלול נמוך² (LEO), נוצרו שיתופי פעולה עם סוכנויות חלל של מדינות אחרות ביניהן: ארה"ב, צרפת, איטליה, הודו ועוד. בשנה האחרונה, ישראל עלתה לשלב הגמר במכרז של סוכנות החלל האמריקאית נאס"א לשיגור לוויין שימפה את כוכב הלכת נוגה.

המפתח להצלחתה של ישראל, היה בהתמקדות בתחומי התקשורת והתצפית שאפשרו פיתוח של יתרון איכותי ביכולת לבנות לוויינים קטנים קלי משקל בעלי יכולות גבוהות במחירים נמוכים ובזמן קצר יחסית בהשוואה למדינות אחרות בעולם. יתרון זה הולך ונשחק עם כניסתם של שחקנים חדשים ומעמיד בסימן שאלה את יכולת התחרותיות והעמידות של תעשיית החלל בישראל.

¹ אופק-1 1988, אופק-2 1990, אופק-3 1995, עמוס-1 1996, טכסט (לוויין הטכניון) 1998, ארוס-A 2000, אופק-5 2002, עמוס-2 2002, ארוס-B 2006, אופק-7 2007, טכסט 2008, עמוס-3 2008.
² מסלול לווייני נמוך (LEO - Low Earth Orbit) הוא מסלול סביב כדור הארץ בגובה של עד 2,000 ק"מ. הלוויינים הישראליים חגים בגובה של 400-500 ק"מ.

תעשיית החלל הישראלית: המשבר וההזדמנות

התשתית התעשייתית הקיימת בישראל בתחום החלל פותחה ומומנה ברובה על ידי מערכת הביטחון בכדי לענות על צרכים ביטחוניים מובהקים. היכולת בחלל היא מכפיל כוח טכנולוגי וההחלטה לפתח תחום זה בישראל תרמה להפיכת ישראל למדינה מתקדמת. הנוכחות הישראלית בחלל היא נכס אסטרטגי לאומי של ישראל, שאין חולק עליו. העובדה שישראל חברה במועדון מובחר ויוקרתי של פחות מעשר מדינות המסוגלות לפתח ולשגר בעצמן לוויינים אל החלל אינה מובנת מאליה. אסור לישראל לשקוט על שמריה בתחום החלל. עליה להמשיך ולהוביל ולשמור על עצמאות בתחום החלל.

בשנים האחרונות מערכת הביטחון מתקשה לספק נפח עבודה לתעשיית החלל הישראלית והשילוב עם תנאי השוק העולמי התחרותי, הביאו את תעשיית החלל בישראל למשבר המסכן את עצמאותה של ישראל בחלל. המשבר מתאפיין בצמצום הייצור השוטף של לוויינים כחול-לבן. למעט מספר פרויקטי מדינה-למדינה (G2G), אין הזמנות מחוץ לישראל ואין די בתקציב המו"פ המקומי כדי להיערך בהתאם לצרכים העתידיים של המדינה ושל דרישותיהם של לקוחות אחרים. כאן המקום לציין כי סוכנות החלל של ישראל הוקמה בשנת 1983, ע"י פרופ' יובל נאמן, אך פעילות החלל של ישראל בתחום האזרחי מועטה ביותר. ישראל היא המדינה היחידה בעולם שיש לה סוכנות חלל ושאינה לה כמעט תקציב משל עצמה.

בישראל, למרות הצרכים הרבים, הצרכנים המקומיים אינם מהווים מקור הכנסה מספק לתעשיית החלל הישראלית, בגלל קוטנו של השוק הפנימי. לכן נדרש מקור הכנסה יציב, שיאפשר לתעשייה הישראלית לשמור על יתרון מסחרי בשוק החלל והלוויינים הבינלאומי. מעבר לשיקולים הכלכליים, שיאפשרו לחברות ישראליות להיות תחרותיות בתחום החלל, ישנם גם שיקולים רבים נוספים שאינם ניתנים למדידה ע"י רווח והפסד. ההנחה היא שמו"פ משותף ממשלתי וצבאי ובחלק מהמקרים גם בשיתוף הסקטור הפרטי, יהיה היעיל ביותר וישפר את כדאיות הפיתוח לכל הצדדים.³

שותפויות בתחום החלל הן שותפויות ארוכות טווח ולכן הן יכולות להצמיח שותפויות אסטרטגיות ולהגן מפני לחצים פוליטיים. ברמה

ישראל היא המדינה היחידה בעולם עם סוכנות חלל שאין לה כמעט תקציב משל עצמה

היעד: 5% משוק החלל העולמי. לשם כך דרוש ייצור קבוע של 3 לוויינים לפחות בכל שנתיים מתוכם: שני לווייני תצפית ולוויין תקשורת אחד

"ישראל נמצאת היום בצמרת עסקי החלל, בלי שום פרופורציה לגודל של המדינה. אם במהלך 15 השנים הבאות לא תקום פה תשתית טכנולוגית ועסקית חזקה בענייני החלל, נכנס לפיגור שילך ויגדל. גיבוי מדעי וטכנולוגי בעסקי החלל האזרחי הכרחי על מנת שישראל תהיה על המפה."

(ד"ר אלי אופר, המדען הראשי, משרד התמ"ת:)

"Israel continues to be a leader in space technology but has limited commercial scale"

(Futron – Space Competitiveness Index 2008)

"ישראל נמצאת היום בצמרת עסקי החלל"אי השקעה בתעשייה זו כיום, משמעותו השקעה מאסיבית על מנת לחזור לנקודת האפס"

(אייל רוזנר, מאי 2010, עמ' 2)

³ מתוך "ישראל והחלל – בחינת אפשרויות פיתוח תעשיית חלל אזרחית, סיכום שלב א", אייל רוזנר, מאי 2010 עמ' 5. להמשך קריאה ראה ספח 3 בעבודה זו.

ייעוד סוכנות החלל הישראלית:

לקדם את האינטרסים המדעיים-טכנולוגיים, החברתיים, הביטחוניים והכלכליים, של מדינת ישראל באמצעות חקר החלל וניצולו

לתרום לרווחת החברה בישראל באמצעות שירותים המבוססים על טכנולוגיות החלל

לאפשר מחקר מדעי ברמה הגבוהה ביותר בתחום החלל ולעודד את ההשכלה בתחום

פרופ' אלוף (מיל.) יצחק בן ישראל

מתוך חזון סל"ה 2005

"יש טעם שהממשלה תתערב כאשר יש חסם או כשל במבנה השוק. או כאשר הסיכון גבוה מדי למימון פרטי. לדוגמא: מחקר בסיסי. מצבים נוספים - כאשר יש צורך בתזמון או תיאום (וצריך מבוגר אחראי ... כדי לעשות את זה). צריך משה קריטית של פעילות לצמיחת תחום מוגדר." (פרופ' יוג'ין קנדל⁴)

We choose to go to the moon in this decade and do the other things, not because they are easy, but because they are hard, because that goal will serve to organize and measure the best of our energies and skills...

*President John F. Kennedy,
speech given at Rice
University in Houston, Texas,*

האסטרטגיה יכולת עצמאיות בחלל מפגינות יכולת טכנולוגית של המדינה ומסייעות להרתעה. עליונות הצבא בשדה הקרב מושתתת במידה רבה על עליונות טכנולוגית. במקרה של ישראל: תצפית, תקשורת ותחומים נוספים.

למרות שישראל היא בין המדינות היחידות בעולם שיש להן יכולת עצמאית בתחום זה, אין היא תופסת את מקומה הראוי בשוק החלל העולמי המגלגל למעלה מ-200 מיליארד דולר בשנה. **להערכתנו, ישראל יכולה וצריכה לתפוס נתח של 3-5% מהשוק העולמי, שמשמעותם 6-10 מיליארד דולר מכירות בשנה בתוך עשר שנים.** עם זאת, שוק החלל העולמי הוא שוק תחרותי וקשה. **חזון ומחויבות של הדרג המדיני יכולים להציב את ישראל במקום גבוה הרבה יותר ברשימת המדינות החברות ב"מועדון החלל".**

תמיכה ממשלתית - המפתח לקיום תעשיית החלל

היתרון היחסי של ישראל הוא בטכנולוגיית המזעור והתקשורת. הצוות ממליץ להשקיע בתחומים אלו בכדי להבטיח שבטווח הארוך ימשיכו להתקיים בישראל מוקדי ידע, מדע וטכנולוגיה, תימנע בריחת מוחות ויתחזק הפוטנציאל לחדשנות ולמצוינות בישראל.

הצוות סבור כי תוכנית החלל הלאומית מגובה בהתערבות ממשלתית משמעותית תאפשר לתעשייה לקחת את הסיכונים הדרושים כדי לייצר הזדמנויות חדשות ולהציע פתרונות יצירתיים וחדשנים. קרקע בטוחה לתעשיית החלל תאפשר לה להפנות משאבים להשקעות משמעותיות במחקר ופיתוח ובכוח אדם מיומן לאורך זמן.

אמנם אין זה מתפקידה של הממשלה ככלל להכווין את מדיניות ההשקעה במדינה, אך ישנם תחומים כדוגמת קידום המחקר הבסיסי באוניברסיטאות או בתעשייה בהם על הממשלה להתערב. על הממשלה לעשות זאת משום שהסיכון בתחומים אלה הוא כה גדול וההשלכות החיוביות או ההשפעות החיצוניות לא ניתנות לתפיסה על ידי השוק הפרטי ולכן יש טעם לממשלה לסבסד תחומים אלה.

לעתים יש לעשות זאת ברמה הבסיסית וגם ברמה היישומית, זאת

בעיקר כאשר יש צורך במסה קריטית של פעילות לצמיחת תחום מוגדר.⁴

המטרה הפיכתה של מדינת ישראל לשחקן משמעותי בשוק החלל העולמי

ממשלת ישראל משקיעה בחלל על ידי תמיכה במחקר, טכנולוגיה, פיתוח לוויינים וציוד לחלל כבר מאמצע שנות ה-80. ההשקעה אז והיום נעשית בעיקר באמצעות תקציב מערכת הביטחון. מערכת הביטחון היא גם לקוח, וגם המממנת את עיקר תעשיית החלל בישראל. השקעה זו של מדינת ישראל לאורך הרבה שנים יצרה נכס הון אנושי, מוניטין, ידע, גאווה לאומית, יכולות מודיעיניות מתקדמות ועוד. למדינת ישראל יתרונות יחסיים ברורים והיא נחשבת בין המובילות בעולם בתחום החלל. קיים בסיס מחקרי אקדמי שמשלים את התעשייה הזו, אך בכדי להתרומם ולהיות שחקן בצד האזרחי כמתחרה במדינות גדולות אחרות, התעשייה זקוקה להשקעות נרחבות. ההשקעות בחלל הן בסיכון גבוה גם בשל המחקר הבסיסי, העלויות הגבוהות והיקף הפעילות. לא מדובר על תמריץ חד פעמי לתעשייה זו או אחרת, אלא על הפיכתה של מדינת ישראל לשחקן משמעותי בשוק החלל העולמי מתוך החלטה ממשלתית על נגזרותיה.

כדי להצליח בשוק החלל צריך סקטור חלל אזרחי במדינת ישראל

המפתח לחיזוק היתרונות הקיימים בתעשיית החלל הישראלית נמצא בתמיכה ממשלתית שתבטא במחויבות ארוכת טווח להשקיע בחלל, כדברי הנשיא קנדי "אנו בוחרים להגיע לירח... לא בגלל שזה קל, אלא בגלל שזה קשה ובגלל שהמטרה הזו תאפשר לנו לארגן ולמדוד את הטוב שבכוחנו ויכולותינו המתפתחות". **מחויבות ממשלתית, ומדיניות ברורה שמגובה בתקציבים עשויה לחולל את השינוי במובנים של יצירת יתרון בתחומי החוזק של ישראל שיתורגמו צמיחה כלכלית.**

⁴ פרופסור יוג'ין קנדל בהרצאה בכנס "חלל בישראל: משבר או הזדמנות", דגנת תל אביב למדע טכנולוגיה וביטחון, ע"ש יובל נאמן, אוניברסיטת תל אביב 3 בנובמבר 2009.

כדאי להשקיע בחלל

"Space applications have already been useful from an overall societal perspective and could be of further help in the coming decades. However, this would require fulfilling several conditions: i) further development of space systems; ii) better integration of these systems with ground-based systems; and iii) sustainable and predictable provision of space-based services."

(Space 2030 OECD
International Futures
Programme)

"הוועדה קוראת לממשלה להגדיר את תוכנית החלל כצורך לאומי. לגבש יעדים לתוכנית רב שנתית לתוכנית החלל. להגדיל את התקציב השנתי ולהעמיד אותו על סכום של 150 מיליון דולר לשנה. "

(יו"ר ועדת המדע והטכנולוגיה ח"כ
מאיר שטרית, בישיבת הוועדה
בנושא "מעמד תעשיית החלל בישראל
ועתידה", 28/7/2009

"חקר החלל החיצון שייך למחקר הבסיסי, מחקר הנעשה ללא כל מטרה מעשית בעתיד הנראה לעין. לכאורה בזבוז כלכלי, למעשה ההשקעה הכלכלית הטובה ביותר של האנושות"

(פרופ' צבי פירן, ב וועדת המדע של
הכנסת)

ההשקעות בחלל מחזירות את עצמן מבחינה כלכלית גם אם לא באופן ישיר ולכן מדינות רבות נכנסות לתחום החלל. בעשרים השנים האחרונות כל המדינות המפותחות, שישראל חפצה להשתייך אליהן, ובכלל זה גם יפן ודרום קוריאה – משקיעות בין 0.05 ל-0.1 אחוזים מהתמ"ג שלהן במיזמי חלל אזרחיים. מובן שיש מדינות, כמו ארה"ב, שמשקיעות הרבה יותר. מיזמי חלל אזרחיים הם פתח לשינופי פעולה בינלאומיים לטובת קידום מדעי וטכנולוגי, תחרותיות ופיתוח כלכלי.

התמ"ג של ישראל מוערך בלמעלה מ- 200 מיליארד דולר. ע"פ היחס של 0.1% מהתמ"ג על מדינת ישראל להשקיע בפעילות אזרחית בחלל כ- 200 מיליון דולר. וזו כאמור, השקעה כלכלית שתחזיר את עצמה, בין היתר באמצעות שמירת הכוחות המדעיים והטכנולוגיים בישראל. כאן המקום לציין כי הערך המוסף הכלכלי של החלל הוא כפול אף מזה של תעשיית ההיי-טק: התעשייה הטכנולוגית מוכרת בעולם סדרי גודל של 200-250 אלף דולר בשנה לעובד. בתעשיות החלל הממוצע הוא 500 אלף דולר⁵. הערך המוסף של המוחות הוא מאוד גבוה.

⁵ ראה:

Space 2030- Exploring the future of space application. (2004). OECD. France. p. 192; Strategic Plan 2001-2005. (2001). CNES. Volume 1. p. 11; Green Paper (21/1/2003). European Space Policy. Commission of the European Communities. p. 12

מחזון למציאות

כדי להפוך את החזון הזה למציאות יש צורך בהחלטת ממשלה להשקיע בתוכנית חלל אזרחית, במקביל לתוכנית החלל הביטחונית, שתחזק את יתרונה היחסי של ישראל ותתמוך בתוכנית הביטחונית.

מדוע יש צורך בתוכנית חלל אזרחית במקביל לתוכנית החלל הביטחונית?

- מטבע הדברים, תוכנית החלל הביטחונית מוגבלת בחשיפתה ובאפשרויותיה לשתף פעולה, בעיקר עם מדינות זרות. מספר סיבות לכך: ראשית, שמירת היתרון היחסי, מניעת זליגת טכנולוגיה ושמירה על עמימות בקשר ליכולות האיסוף והתקשורת מהחלל.
- התוצרים של תוכנית החלל הביטחונית קשים לשיווק בשוק העולמי.
- השקעה במחקר בסיסי, חינוך ושיקולים לאומיים אחרים אינם ביעוד של התוכנית הביטחונית.
- מערכת הביטחון משקיעה רק מה שהכרחי לצה"ל והשוק הפנימי (צה"ל) הוא קטן מדי.

על כן, תוכנית חלל אזרחית חזקה שתהה משוחררת ממגבלות אלה היא חיונית. ייעודה יהיה בין היתר השקעה בתשתית המדעית והטכנולוגית בישראל הדרושה גם לתוכנית החלל הביטחונית. הצוות סבור, כי הדרך לחלץ את תוכנית החלל הנוכחית, שהיא בעיקרה ביטחונית, מהמשבר שאליו היא נקלעה היא באמצעות תוכנית חלל אזרחית. תפקידה יהיה טיפוח התשתיות הלאומיות תוך שימת דגש על אפשרויות מינוף כלכלי.

במילים אחרות ללא תוכנית חלל אזרחית חזקה, לא ירחק היום שלא תהיה גם תוכנית חלל ביטחונית.

התוכנית תתמקד בשני תחומים מרכזיים: מזעור ותקשורת - לרבות לווייני תצפית, מיקרו לוויינים; לווייני תקשורת; טכנולוגיה ללווייני ניווט; מערכות לוויינים במסלולים מתואמים Formation Flight; כמו כן ישראל חייבת לשמר לעצמה יכולת עצמאית בתחום השיגור

"...מדובר בפרוייקט בעל תרומה לאומית כוללת בהיבטים שונים, לרבות השפעה על התעסוקה במשק, קידום טכנולוגי של התעשיות ושמירה על מוקדי ידע חיוניים"

(מבקר המדינה על תוכנית החלל)

"צריך להשקיע בתשתית, בחינוך, באוניברסיטאות, במחקר הבסיסי בנושאי חלל. אנחנו צריכים להשקיע יותר בצד הטכנולוגי במחקרים בתחום החומרים החדשים לחלל, בנושאי מבנים מסתגלים לחלל, בתחומי התקשורת לחלל ובחלל, בהיבט המורחב יותר, וכמובן בחומרי הנעה שמשמשים לשיגורים לחלל. בכל אחד מהתחומים האלה אנחנו משקיעים היום סכומים זעומים בלבד. בטכניון בנושא מחקרים יש 4 מחקרים, בכל אחד יש ממש פרוטות, כי זה מה שיש למשרד המדע. אין לי ספק שבתוספת לא גדולה אפשר ליצור ולמצוא דרך, כמו שאנחנו עושים בנושא הסטרט-אפ".

(פרופ חיים אשד בישיבת ועדת המדע והטכנולוגיה יום שני, כ"א בשבט התשס"ח, 28 בינואר 2008).

"אין לנו תקומה ללא חדשנות ויזמות... הבסיס בישראל הוא של חדשנות טכנולוגית ומדעית... הגורל של ישראל תלוי במצוינות ולכן חשוב לדחוף את התחומים בהם יש לנו סיכוי להיות מצוינים. אנח מאמין שבעסקי חלל אנחנו באמת חזקים וצריך להמשיך ולחזק את התחום"

(ד"ר אלי אופר, המדען הראשי, משרד התמי"ת)

וההנעה.

תוכנית זו תעודד פיתוח טכנולוגיות חלל באמצעות :

- הקמת תשתית מדעית, טכנולוגית ותעשייתית בתחום החלל
- יצירת שת"פ בינלאומי (באמצעות הסכמים ואמנות) בתחום מחקר החלל וניצולו
- קידום יישומים תעשייתיים ומסחריים של טכנולוגיות חלל ועידוד יזמות ומרכזי מצוינות בתחום
- עידוד חקר החלל והיקום (אסטרונומיה, מדעי החלל וסביבת כדור הארץ) ומינוף טכנולוגיות החלל לקידום שטחי מחקר ופעילות ייחודיים לישראל כמו אנרגית שמש וחקלאות מדברית.
- שילוב ישראל במיזמים בינלאומיים דוגמת אירוח אוניברסיטת החלל, שילובה במשימות חלל מאוישות ומשימות מחקר לטובת האנושות כולה.
- הצטרפות לארגוני חלל מרכזיים דוגמת ESA, סוכנות החלל האירופאית, או הארגון לחקר האסטרונומיה האירופאי.
- עידוד ופיתוח המודעות של החברה בישראל לנושאי המדע והחלל. זאת במגוון אמצעים כגון חינוך הוראה ועבודה עם הקהילה בכל הגילים ; שימור המורשת, תערוכות ומוזיאונים. בטווח הארוך יש לפעול להצבת אסטרונאוט ישראלי נוסף בחלל (בשיתוף עם סוכנויות אחרות, ככל הנראה במסגרת תחנת החלל הבינלאומית).

מודל עבודה לפיתוח שוק החלל האזרחי בישראל⁶

תעשיית החלל העולמית נהנית מפרוטקציוניזם מחד ומעזרה פוליטית מסיבית במכירות בין מדינות מאידך. מחקרים על פני שנים מראים שלמעט תחום התקשורת, החלל מתנהג כמוצר ציבורי הוה אומר, השקעות גדולות משמעותית מהתמורה.

תעשיית הלוויינים דורשת תהליכי פיתוח ארוכים ויקרים ברמת סיכון גבוהה יחסית, זהו מודל אשר מהווה

בעיה לשוק הפרטי, לכן יש צורך בפעולה משולבת עם הסקטור הציבורי. ישנם מספר מודלים לעבודה של תעשיית החלל (ראה "מודלים עסקיים בתעשיית החלל" ד"ר ד. גץ מכון נאמן 2007).

בישראל תחת ההנחה שחלל ימשיך להוות נדבך חשוב בפעילות הצבאית, יש צורך במבט כוללני אשר יבצע השקעות תוך איזון בין צורכי הצבא לצרכי התעשייה בבואי לבדוק מהי הגישה הפרודוקטיבית ביותר בחנתי את הנושא תוך התמקדות במספר היבטים:

ההיבט האלטרנטיבי:

בתשתיות החלל בישראל הושקעו עד היום כ- 2 מיליארד דולרים, חלקם בתשתיות פיזיות. לשמירה על תשתיות ולתחזוקת כ"א איכותי בתחום נדרשת השקעה שוטפת. חוסר בהשקעה שוטפת ידרדר את התשתיות הקיימות לרמה אשר תדרוש בעתיד השקעות גדולות מאוד רק על מנת השיב את המצב לקדמותו.

היבט העלות השולית:

בבואנו לבדוק את ההשקעות הנדרשות לטובת תחום החלל, צריך למעשה לבדוק את החזר ההשקעה רק על תוספת התקציב האזרחית מכיוון שההשקעות הצבאיות יושקעו בכל מקרה.

היבט המו"פ:

בדומה לתהליך שעברה התעשייה הצבאית, השקעה מאסיבית במו"פ ממוקד יכולה להציב את ישראל בחזית הטכנולוגיה בתחומים מאוד מסוימים ולאפשר יצוא נרחב. ניתוח הגישות השונות יחד עם הסיטואציה המיוחדת של ישראל והנתונים הבסיסיים של תעשיית החלל, הביאו אותי למסקנה, כי על מנת להניע את תעשיית החלל בישראל יש צורך בפעולה משולבת אשר תכלול בתוכה מספר מרכיבים:

- שיפור התיאום בין גורמי המשק השונים בתחום - יש חשיבות רבה במינוי שר בכיר כמתאם הפעולות של תעשיית החלל – בין פעולות אילו עבודה מול האו"ם, עזרה במו"מ עם מדינות. מאמץ מדיני לצרף אותנו ל ESA ותיאום מול גורמים פנימיים (משהב"ט למשל).
- דגש על שת"פים בין מדינות - מודל כלכלי מוצלח אשר מאפשר מינוף יכולות.
- השקעה אשר תחולק למספר מרכיבים (ראה תוכנית להמשך בעבודה בעמוד הבא)
 - מו"פ ממוקד - השקעת מו"פ ממוקד על מנת להקפיץ את התעשייה הישראלית מדרגה ולאפשר לתעשייה יכולות יצוא.

⁶מתוך אייל רוזנר, "בחינת אפשרויות פיתוח תעשיית חלל אזרחית בישראל, מסקנות, שלב א" מאי 2010. ראה עבודה בנספח

- עזרה לחברות מייצאות – על מנת לאפשר לחברות המייצאות להתחרות בשוק העולמי.
- בניית תשתית מחקרית – לטובת המשך מחקר פיתוח והחזרת כ"א איכותי לישראל.

המלצות הצוות

המלצה 1 – הגדרת מדיניות, יעדים לאומיים ותקציב החלל הלאומי

בכדי לממש את החזון הלאומי "לשמר ולהרחיב את היתרון היחסי של ישראל ולהציב אותה בקרב חמש המדינות המובילות בעולם בחקר החלל וניצולו", הצוות ממליץ לממשלת ישראל לאמץ את העקרונות הבאים כמדיניות החלל הלאומית:

- קידום האינטרסים המדעיים-טכנולוגיים, החברתיים, הביטחוניים והכלכליים של מדינת ישראל באמצעות חקר החלל וניצולו.
- תרומה לרווחת החברה בישראל באמצעות שירותים המבוססים על טכנולוגיות חלל.
- שימור וחיזוק המחקר המדעי ברמה הגבוהה ביותר בתחום החלל ועידוד ההשכלה בתחום.

לשם מימוש עקרונות אלה, הצוות ממליץ לממשלה לאמץ את היעדים הבאים בתחום החלל:

- למצב את מדינת ישראל כמובילה מדעית וטכנולוגית בתחום החלל בעולם.
- לקיים בחלל מערכות לוויינים לחקר החלל ולמחקר כדור הארץ מהחלל להבטחת הנוכחות הישראלית בחלל.
- לפתח את הטכנולוגיות, הידע והתשתית המדעית (כולל קווי יצור, מעבדות וכ"א מתאים) הנחוצים לחקר החלל, בהם יש למדינת ישראל יתרון יחסי.
- לקדם שיתופי פעולה בינלאומיים בחקר החלל וניצולו על מנת לחזק את האינטרסים הכוללים של מדינת ישראל.
- להגיע להיקף מכירות של 5 מיליארד דולר בתעשיית החלל תוך עשר שנים.
- לחזק את הקשר בין המחקר והשימוש בחלל ובין החברה בישראל.

הצוות סבור כי לשם מימוש יעדים אלה דרוש תקציב חלל שנתי של 300 מיליון ₪ לחמש שנים שיהווה תקציב החלל הלאומי לפעילות האזרחית.

המלצה 2 – סוכנות החלל הישראלית כגוף האחראי על גיבוש ויישום מדיניות החלל הלאומית

הצוות רואה את סוכנות לניצול החלל (סל"ה) כאחראית על גיבוש מדיניות החלל הלאומית, יעדי העל הלאומיים, הבאתם לאישור הממשלה, וביצועם על ידי הקצאת המשאבים שברשותה לרבות תקציב החלל הלאומי.

הצוות ממליץ שסוכנות החלל הישראלית תקבל משאבים וסמכויות כדי למקסם את אפשרויות הגידול של תעשיית החלל הישראלית. לשם כך, יש להקצות לסוכנות החלל תקציבים, סמכויות, ויכולות פרויקטאליות והנדסיות בעלות משמעות.

הצוות רואה בחיזוק סל"ה יעד חשוב ולכן יש צורך במיצוב סל"ה כגוף המרכזי בישראל האחראי לפעילות בחלל האזרחי.

סל"ה תממש המלצה זו באופן הבא:

- תגבש את מדיניות החלל הלאומית ויעדיה ותביא אותם לאישור הממשלה.
- תפעל להצבת לווייני תצפית, תקשורת, מיקרו לוויינים, לווייני ניווט ומערכות לוויינים במסלולים מתואמים מתוצרת תעשיית החלל הישראלית.
- תפעל למנף את תקציב החלל הלאומי באמצעות כסף מהציבור.
- תפעל להקמת תשתית מדעית, אקדמית, טכנולוגית ותעשייתית בתחום החלל.
- תפעל ליצירת שיתופי פעולה בינלאומיים (באמצעות הסכמים ואמנות) בתחום מחקר החלל וניצולו.
- תפעל לקידום יישומים תעשייתיים ומסחריים של טכנולוגיות חלל ועידוד יזמות ומרכזי מצוינות בתחום, ולמינוף טכנולוגיות החלל לקידום שטחי מחקר ופעילות ייחודיים לישראל כמו אנרגיית שמש, כיבוש השממה וכדומה.
- תפעל להצבת אדם בחלל (בשיתוף עם סוכנויות אחרות).
- תפעל בשיתוף פעולה עם האקדמיה בישראל והוועדה ולתכנון ולתקצוב (ות"ת) של המועצה להשכלה גבוהה לקידום המחקר ויעדי החלל בישראל.
- תפעל בשיתוף פעולה עם תוכנית החלל הביטחונית ותתאם בין משרדי הממשלה השונים (מדע, תקשורת, חינוך, תמ"ת ועוד) לבין משרד הביטחון.
- תעלה את המודעות לנושא החלל במדינת ישראל.

באופן פרקטי בחמש השנים הקרובות סוכנות החלל תתמקד בתחומים הבאים⁷:

- קידום המהלך להצטרפות לסוכנות החלל האירופית (ESA) כחברה נלווית או כחברה מלאה.
- ייזום וקידום 2 לווייני מחקר בתחום הלוויינים הזעירים.
- ייזום וקידום 2 לוויינים יישומיים.
- עידוד את פיתוח הידע המקומי לטובת הגדלת כושר הייצור בישראל במערכות ותת מערכות חלל.

⁷ ראה אילוסטרציה בנספח 2 – אופן ניהול תקציב החלל הלאומי

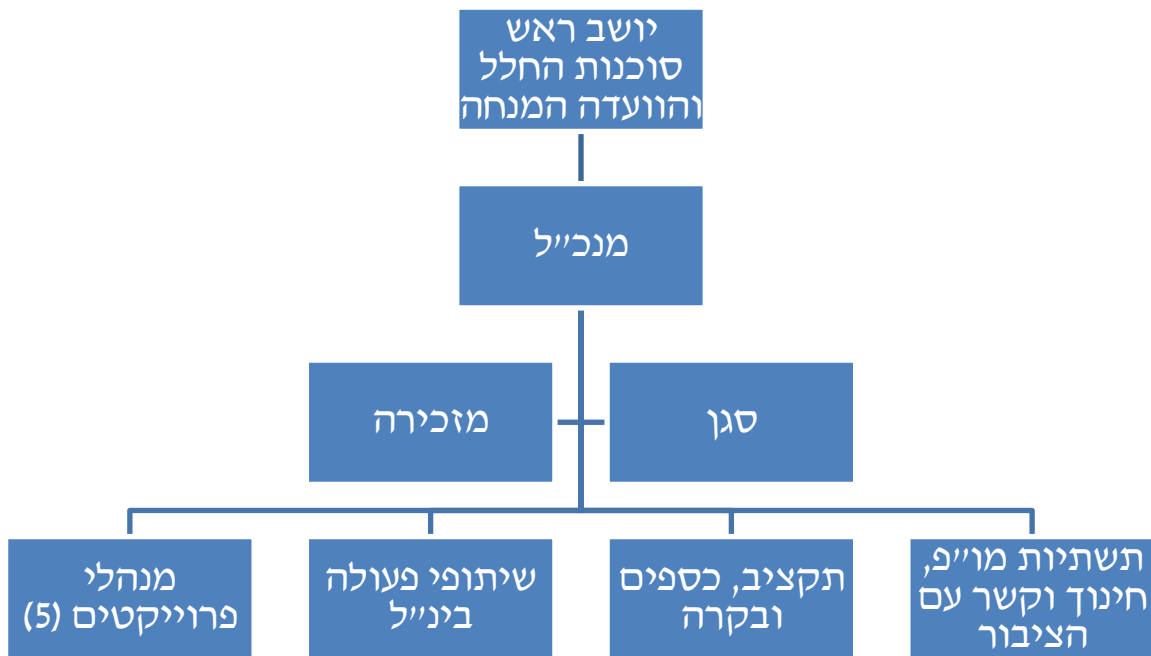
- ייזום וקידום השקעה בתשתיות מחקר ופיתוח הדרושות לפיתוח הלוויינים העתידיים. ייזום והכוונת מחקר בסיסי ויישומי בתחום החלל במדינת ישראל.
- העלאת המודעות לחלל בישראל ע"י הרחבת החשיפה לתחום החלל לכלל האוכלוסייה.

המלצה 3 – שינוי המבנה ארגוני של סל"ה

הצוות ממליץ לאמץ מבנה ארגוני חדש לסוכנות החלל שיאפשר לה למלא את תפקידיה המוצעים במסמך זה.

סל"ה צריכה להיבנות מגרעין כוח אדם שיעזר ביועצים מקצועיים בתחומים שונים. מבנה סוכנות החלל צריך לתמוך במימוש המדיניות וגם בניהול פרויקטי החלל הלאומיים. לסוכנות החלל תהיה וועדה מנחה, על בסיס הוועדה הקיימת, שמטרתה: לבקר, לפקח ולאשר את פעילות הסוכנות. בעלי התפקידים בסוכנות החלל יסייעו לחברי הוועדה במילוי תפקידים ובכלל זה בהכנת ניירות, דו"חות עבודה ועדכונים עיתיים כפי שתדרוש הוועדה.

המבנה הארגוני של סל"ה



סה"כ (כולל שירותי מזכירות) מדובר בכ-15 איש כמפורט להלן:

- יושב ראש סוכנות החלל והוועדה המנחה
- מנכ"ל
 - סמנכ"ל.
 - 5 מנהלי פרויקטים – אחראים על ניהול פרויקטי החלל הלאומיים.
 - שיתופי פעולה בינ"ל – אחריות על מימוש מדיניות החלל ויצירת שיתופי פעולה בינ"ל כדוגמת G2G.
 - תקציב, כספים ובקרה.
 - תשתיות מו"פ וחינוך – אחריות על מימוש המדיניות בתחום המחקר הבסיסי, המחקר היישומי, הפיתוח, תוכניות חינוכיות, לימודי מדעי חלל, הוצאת קולות קוראים, גיבוש קריטריונים לקרנות מחקר וכו'. כמו כן דוברות וקשר עם הציבור יהיה תחת אחריות בעל תפקיד זה.

הוועדה המנחה

הוועדה המנחה היא הוועדה העליונה שתקבע קריטריונים ושיקולים למתן תמיכה לתעשיית החלל. תמיכה זו תכלול בין היתר: עדיפות לפרויקטים הכוללים מרכיב של פעולה בין לאומי; התחייבות לייצור בישראל; הורדת רמת הסיכון בהשקעה; פתיחת שווקים חדשים, התחייבות להשקעה בתשתיות מו"פ; עידוד יזמות פרטית וכו'. הוועדה תהיה אחראית על אישור הכללים להשקעת המשאבים ע"י סוכנות החלל.

הרכב הוועדה הוסדר בהחלטת ממשלת ישראל מס. 4832 (מט/20) מיום 4.2.1999 ועודכן בהחלטת ממשלה 3811 (מט/17) מיום 30.6.2005. הוועדה כוללת נציגים מכל הגופים הציבוריים בעלי העניין בחלל בישראל כולל:

- מנכ"ל משרד המדע
- יו"ר סל"ה
- מנכ"ל סל"ה
- ראש תוכנית החלל במשרד הביטחון (שינוי)
- נציג המטה לביטחון לאומי (תוספת)
- המדען הראשי למשרד התעשייה והמסחר (תוספת)
- נציג משרד האוצר (תוספת)
- מדען בתחום האווירונאוטיקה והחלל
- נציג המשרד לשיתוף פעולה אזורי (תוספת)

- מדען בתחום האסטרונומיה והאסטרופיזיקה
- מדען בתחום מדעי כדור הארץ
- 3 תעשיינים או אנשי עסקים מתעשיות המעורבות בתחום החלל

המלצה 4 – עקרונות לניהול תקציב החלל הלאומי בסל"ה

הצוות ממליץ להקדיש את תקציב סל"ה לקידום התעשייה, יצירת שיתופי פעולה בינ"ל וקידום המחקר הבסיסי באקדמיה ובמכוני מחקר מתאימים. ערוצים אלו מפורטים בהמלצות 5-8 בהמשך. אילוסטרציה לחלוקת התקציב על פי סדר העדיפויות שתיקבע סל"ה מופיעה בנספח 2.

סדר העדיפויות בתקציב החלל יאושר ע"י הוועדה המנחה, לדוגמה:

- 70% - לקידום תעשיית החלל, יזמות ויוזמות פרטיות בתחום החלל שכוללים בין היתר: פרויקטים הכוללים פיתוח, ייצור ותשתיות כחול לבן, יצירת שיתופי פעולה בינלאומיים (G2G) וכו'.
- 20% מחקר יישומי (באקדמיה ובתעשייה) דוגמת פיתוח רכיבים.
- 10% מחקר בסיסי / גנרי באקדמיה ומכוני מחקר דוגמת חומרים וטכנולוגיות רלוונטיות.

מנכ"ל סוכנות החלל יקים מעת לעת ועל פי הצורך וועדות משנה ייעודיות להקצאת משאבים בנושאים כגון: מלגות, קרנות מחקר, פרויקטים בתעשייה, עידוד יזמות פרטית.

הרכב וועדות המשנה

- וועדות המשנה תורכבנה מ- 5 חברים:
 - מנכ"ל סוכנות החלל שיהיה ראש הוועדה.
 - נציג רלוונטי מסוכנות החלל.
 - אחראי לתקציבים, כספים ובקרה.
 - 2 נציגי ציבור שהם בעלי ניסיון, ותק מוכח ומעמד בכיר בתעשייה החלל או בעלי ניסיון במחקר אקדמי במוסדות להשכלה גבוהה.

תפקיד וועדת המשנה:

- לקבוע ולפרסם כללים ונהלים לביצוע משימות הוועדה ולקבלת תמיכה תקציבית.
- להוציא קולות קוראים.
- לקבל את ההצעות.
- לבחון את החלופות השונות ולבחור את הצעות הטובות ביותר.
- להביא לידיעת הוועדה המנחה את תוצאות וועדות המשנה.
- לעקוב ולבקר אחר ההצעות הזוכות באמצעות דיווח הגורם הרלוונטי בסוכנות החלל.

המלצה 5 - חוק לעידוד חקר החלל וסוכנות החלל

מדינות רבות בעולם בהן ארה"ב, בריטניה, קנדה, דרום קוריא, דרום אפריקה, ברזיל, ועוד עגנו את פעילות החלל הלאומית שלהן בחקיקה המגדירה ומסדירה את פעולות הגוף הממלכתי האחראי על פעילותן בחלל. סוכנות החלל הישראלית פועלת כיום מתוקף מספר החלטות ממשלה⁸.

הצוות ממליץ כי לאחר כשנתיים מאישור התוכנית המוצעת ובהסתמך על לקחים שהצטברו, תיבדק האפשרות לעגן את פעילות החלל של ישראל לרבות תפקידה של סוכנות החלל בחוק.

המלצה 6 – עידוד מחקר ופיתוח בתחום החלל בישראל

במגמה להפיק את המרב מהמשאבים הקיימים והעתידיים, הצוות ממליץ לתת עדיפות לתכניות המחקר והפיתוח בתחומים הבאים:

- עידוד המחקר הבסיסי המדעי והיישומי בתחומי החלל.
- פיתוח טכנולוגיות גנריות חדשות בתחום החלל.
- עידוד האצת תהליכי מו"פ בתעשיות החלל הישראליות.
- עידוד יצירת שיתופי פעולה בין תעשיות (כדוגמת מיקרוסט).
- עידוד החברות לקחת סיכונים טכנולוגיים ולהעז ע"מ היכנס גם לתחומים חדשים.
- שיתוף פעולה של התעשייה עם האקדמיה.
- שיתוף פעולה עם האקדמיה ועם הות"ת.

המלצה 7 – שיתופי פעולה בינלאומיים בין סוכנויות החלל

הצוות רואה בשיתופי פעולה בינלאומיים בתחום החלל מרכיב משלים וחשוב להתפתחות תוכנית החלל הלאומית וממליץ להתמקד בשלב זה בקידום שיתופי פעולה עם רוסיה, אירופה, הודו, ברזיל וסינגפור. מדינות אלה מקדמות בשנים האחרונות תוכניות חלל אזרחיות ענפות ולישראל פוטנציאל לשתף אתן פעולה.

- רוסיה נמצאת בתהליך חיזוק ושדרוג תוכנית החלל שלה והיא מעוניינת בעיקר בשת"פ טכנולוגי בנושאים הבאים: מיקרו לוויינים ומזעור, אלקטרוניקה, מעקב לייזר אחר לוויינים, הנעה חשמלית ולווייני תצפית ברזולוציה גבוהה. שת"פ בין ישראל לרוסיה יאפשר לתעשייה ולאקדמיה בישראל ללמוד מההתפתחויות הטכנולוגיות בתחומים אלה בברה"מ, יעגן ויסדיר את המשך שיתוף הפעולה המתקיים בתחום השיגור המסחרי, יאפשר הרחבה של הפעילות העסקית/תעשייתית בין שתי המדינות ויחזק את הקשרים הדיפלומטיים. יש לציין כי שת"פ עם רוסיה מחייבת תיאום עם בעלי בריתנו האסטרטגיים.

⁸ החלטת הממשלה מס. 4832(מט/20) מיום 4.2.1999 בנושא "סוכנות החלל הישראלית (סל"ה) - שינויים ארגוניים". החלטת ממשלה מס. 3811(מט/17) מיום 30.06.2005 בנושא "הרכב ועדה מנחה לסוכנות החלל הישראלית".

- בעשור הקרוב אירופה צפויה לחזק את מעמדה בשוק החלל העולמי. השתלבות ישראל בתוכניות החלל האירופאיות, בין אם כחברה בסוכנות החלל האירופאית ובין אם באמצעות פרויקטים בילטרליים, תסייע מאוד לתעשייה הישראלית.
- הודו נכנסה לשוק החלל בעיקר בעשור האחרון והמגמה המאפיינת אותה הוא מסחור הפעילות. הודו היא שחקן עולה וחשוב בשוק החלל העולמי. שת"פ בין שתי המדינות יחזק את הקשרים ביניהן בעיקר על רקע פיתוח טכנולוגיות מתקדמות.
- ממשלת ברזיל מעוניינת להשתמש בתשתית לוויינית לשיפור איכות החיים של האזרחים וחיזוק מנגנוני הממשלה. באמצעות לווייני תקשורת ברזיל מעוניינת לגשר על הפער הקיים בין המרכזים העירוניים לאזורי הפריפריה בג'ונגלים ולהביא גם לכפרים הנידחים ביותר שירותי חינוך ובריאות מתקדמים. ברזיל מעוניינת בשיתוף פעולה עם ישראל בתחום החלל לטובת ניטור איכות הסביבה, מעקב אחר התפתחות יערות הגשם, מערכות תקשורת, חילופי ידע וטכנולוגיה והכשרת כוח אדם. תוכנית חלל מבוססת וחזקה משרתת את מטרתה של ברזיל לחזק את מעמדה הבינלאומי ולכן היא מעוניינת "בהסכם בין שוויים".
- סינגפור החלה בשנתיים האחרונות להקים תוכנית חלל לאומית והיא זקוקה לסיוע ותמיכה טכנולוגיים. הפוטנציאל בשת"פ עבור ישראל הוא באפשרות לבסס קשר ארוך טווח ומתמשך.

המלצה 8 – מקורות לתקציב החלל הלאומי

כדי לממש את תוכנית החלל הלאומית ולהביא את תעשיית החלל ממצב של דריכה במקום למצב של התקדמות ויצירת יתרונות תחרותיים בולטים יש צורך בתקציב חלל אזרחי של 300 מיליון ₪ לשנה למשך 5 שנים. זאת בנוסף לתקציב החלל הביטחוני ובהנחה שהתקציב הביטחוני ישמור על כוחו הנוכחי. תקציב זה יאפשר להחזיר את היתרון היחסי של מדינת ישראל בתחום החלל. תקציב החלל הלאומי יהיה מורכב משלושה מרכיבים:

- תקציב הממשלה יושקע בעיקרו במזעור (דוגמת מיקרו לוויינים).
- שיתופי פעולה בינ"ל בדגש על אירופה, רוסיה, הודו, ברזיל, סינגפור.
- מינוף התקציב הממשלתי ע"י גיוס כסף מהציבור.

המלצה זו מבוססת על שתי עבודות ניתוח כלכלי שבוצעו בשנים האחרונות. העבודה הראשונה בוצעה ע"י חברת "רותם אסטרטגיה" עבור סוכנות החלל הישראלית והוגשה בשנת 2006 (תקציר מנהלים מצורף בנספח). העבודה השנייה אשר נמצאת בעיצומה מבוצעת ע"י איל רוזנר עבור המועצה הכלכלית בראשות פרופסור יוג'ין קנדל. חלק ראשון של עבודה זו - "בחינת אפשרויות פיתוח תעשיית חלל אזרחית" – הסתיים והדו"ח שלו מצורף בנספח).

בעבודה הראשונה (2006) שנכתבה ע"י רותם אסטרטגיה, ההמלצה הייתה להשקעה שנתית בתחום החלל האזרחי ע"י ממשלת ישראל בהיקף של 120-150 מיליון דולר. בעבודה השנייה (2010) שנכתבה

ע"י איל רוזנר, ההמלצה היא להשקעה שנתית של 100 מיליון דולר מתוכם 50 מיליון דולר כהשקעה ממשלתית והיתרה מהסקטור הפרטי. השקעה זו כוללת השקעה במו"פ ממוקד, עזרה לחברות מייצאות, בניית תשתית מחקרית. תרחיש זה אפשרי בטווח הארוך אך לא בשנים הראשונות. יתרה מכך, חישוב זה אינו מתייחס לתחומים שאינם מסחריים טהורים כמו למשל להשקעה בשיתופי פעולה בינלאומיים (המתבצע כבר היום בהיקף של כמה עשרות מיליוני \$ בשנה). **לכן הצוות סבור כי דרושה השקעה שנתית בתחום החלל האזרחי ע"י ממשלת ישראל בהיקף של 300 מיליון שקל בשנה בחמש השנים הראשונות. לאחר פרק זמן זה ניתן יהיה לבחון שינוי בהרכב ההשקעה.**

מקורות תקציביים נוספים לדוגמה:

- גורמי ממשל (איגום משאבים):
 - ות"ת, מדען ראשי וכו' לטובת פרויקטים מחקריים.
 - ממשרדי ממשלה שונים בפרויקטים ליישומים אזרחיים.
- שת"פ בין מדינות (שת"פ בילטרלי).
- שוק ההון או חברות פרטיות בתפיסת Dual Use בפרויקטי לוויין או טכנולוגית Dual Use.
- תוכנית המו"פ האירופית FP7.
- תקציבי ות"ת ייעודיים.
- תקציבי מו"פ משותפים של התעשייה.

המלצה 9 – תמריצים לתעשיית החלל בישראל

על מנת לעודד את תעשיית החלל יש צורך במתן מענקים, הלוואות, פטורים, הנחות והקלות שיינתנו לתוכניות למחקר, פיתוח וייצור של אמצעים, מוצרים או תשתיות חלל בישראל. תמריצים והסרת חסמים ביורוקראטיים כוללים בין היתר: הקלות במיסים, פחת מואץ על לוויינים, עידוד הייצוא, הלוואות בתנאים נוחים, עידוד שמירות מוחות, וכו'. תמריצים אלו יינתנו לחברות ותעשיות המוגדרות כתעשיית חלל ויוגדרו על כך על ידי וועדת החלל הלאומית בסוכנות החלל.

דוגמאות:

- הטבות לעובדי תעשיית החלל בשיעור תקרת מס.
- מענקים בשיעורים שונים להוצאות מחקר ופיתוח בתחום החלל.
- פחת מואץ על לוויינים.
- ייעוד כספי הדיבידנד השנתי למו"פ בנושאי חלל.

דוגמאות נוספות, ראה תוכנית פעולה להמשך עבודה בדו"ח שחיבר אייל רוזנר המצורף בנספח 4 לעבודה זו. נושאים אלו נמצאים כיום בעבודה המתבצעת כאמור ע"י אייל רוזנר עבור המועצה הכלכלית במשרד רוה"מ, והם יושלמו תוך מספר חודשים.

אחרית דבר

הצעה זו תביא את תעשיית החלל הישראלית למסלול צמיחה שיהפוך אותה לשחקן משמעותי בשוק החלל העולמי, ותשמור על היתרונות היחסיים הקיימים בישראל בתחום החלל. בנוסף היא תביא לשמירת מוחות, הרחבת הידע, ולהמשך קיום של תעשייה עתירת מדע וידע תוך ניצול והרחבה של התשתית הטכנולוגית והמדעית ומשאבי האנוש הקיימים במדינת ישראל.

תעשיית החלל היא תעשיית העתיד!

נספחים

נספח 1 - שיתופי פעולה בינלאומיים

רוסיה

1. לרוסיה תוכנית חלל ענפה ומגוונת בעלת היסטוריה ארוכת שנים בהובלה עולמית בתחום החלל. רוסיה (ברה"מ) הייתה הראשונה בעולם לשגר לוויין אל החלל.
2. בשני העשורים האחרונים תוכנית החלל הרוסית סבלה מבריחת מוחות, מקשיים כלכליים וגם מקשיים טכנולוגיים בתחומים מסוימים. חוסר היציבות הכלכלי ברוסיה משפיע בעיקר על התוכניות לעתיד בהן התוכנית לבניית אתר שיגור חדש (במטרה להעביר את מרכז הפעילות מביקונור שבקזחסטן אל רוסיה).
3. בשנים האחרונות רוסיה משקמת את תוכנית החלל שלה במטרה לשקם את מעמדה כמובילה בתחום החלל.
4. תקציב החלל של רוסיה מוערך ב- 2.8 מיליארד דולר בשנה. בחמש השנים האחרונות גדל התקציב של רוסיה בכ- 40% בממוצע והוא צפוי להמשיך ולגדול בשנים הבאות.
5. רוסיה מחזיקה בכ-40% מנתח השיגורים לחלל בשנה ממוצעת ומובילה בתחום השיגורים המסחריים. יחד עם זאת, סקטור החלל ברוסיה נמצא ברובו בידי הממשלה ולכן תעשיות החלל שלה אינן תחרותיות ברמה הבינלאומית, וסקטור החלל הפרטי ברוסיה מוגבל.
6. רוסיה מביעה עניין בשיתוף עם ישראל בתחום החלל ובשנים האחרונות התקיימו מספר דיונים וביקורים במטרה לקדם הסכם בין שתי הממשלות שיגדיר כללים ויהווה בסיס להסכמי יישום לפרויקטים.
7. רוסיה מעוניינת בעיקר בשיתוף טכנולוגי. בין תחומי העניין של ברה"מ המהווים פוטנציאל לשיתוף:
 - א. מיקרו לוויינים ומזעור.
 - ב. אלקטרוניקה.
 - ג. מעקב באמצעות לייזר אחר לוויינים (לטובת חיזוק יכולת הדיוק של מערכת הניווט הלווייני של רוסיה שנמצאת בתהליך שיקום). רוסיה הביעה עניין בפרויקט שמתקיים בטכניון בנושא הזה.
 - ד. הנעה חשמלית.
- ה. לווייני תצפית אלקטרו-אופטיים ברזולוציה גבוהה וטכנולוגיית מכ"ם (SAR).
8. הפוטנציאל לישראל טמון במספר גורמים:
 - א. שיתוף הפעולה בתחום החלל עשוי לחזק את הקשרים בין המדינות.
 - ב. הזדמנויות עסקיות להרחבת הפעילות של תעשיות החלל הישראליות.

- ג. הסכם בין המדינות יעגן ויסדיר המשך שת"פ המתקיים בשיגור מסחרי של לוויינים ישראלים על גבי משגרים רוסיים (לווייני EROS ו-AMOS עמוס-5 יבנה וישוגר ברוסיה).
- ד. התקדמות טכנולוגית – רוסיה מובילה במספר תחומים טכנולוגיים בהם מתעניינת גם ישראל: הנעה חשמלית, חומרים ועוד.
9. שת"פ עם רוסיה בנושאים טכנולוגיים מעלה בעיות המחייבות תיאום עם בעלי בריתנו האסטרטגיים.

הודו

1. בעשור האחרון הודו פועלת למצב את עצמה כמעצמת חלל מובילה, שיגור החללית צ'אנדריאן-1 לירח באוקטובר 2008, היה אירוע חשוב בתהליך זה.
2. להודו תוכנית חלל אזרחית ממוקדת ותוכנית חלל צבאית בתחילת הדרך.
3. בעשור האחרון הודו ביצעה כשבעים שיגורים מוצלחים. להודו יכולת תעשייתית מוכחת ומוצלחת העומדת על כארבעה לויינים בממוצע בשנה. בשנה האחרונה הודו תיפעלה 19 לויינים בחלל בזמן זמנית.
4. תעשיית החלל ההודית נמצאת ברובה תחת הממשלה, ולכן היא נתונה לחצים פוליטיים פנים הודיים ובינלאומיים. בשנים האחרונות ישנו דגש על מסחור ועל שיתופי פעולה (להודו קשרים חזקים עם ארה"ב וסוכנות החלל האירופאית, ב-2008 נחתם הסכם עם צרפת).
5. תקציב החלל של סוכנות החלל ההודית מוערך בכמיליארד דולר בשנה (בעשור האחרון הודו שילשה את תקציב החלל שלה). ע"פ הערכות הודו משקיעה עוד למעלה מחצי מיליארד דולר בפעילות צבאית בחלל.
6. הודו היא שחקן חשוב בשוק החלל העולמי ובפרט בשוק החלל באסיה. שת"פ בין הודו לישראל בתחום החלל יתרום לחיזוק הקשרים בין שתי המדינות ויסייע לתעשיות החלל של ישראל.
7. אחת החולשות של הודו שהיא בבחינת פוטנציאל לשת"פ היא מיעוט טכנולוגיה מתקדמת מוכחת.
8. הבעיות בשת"פ בין הודו לישראל נוגעות למספר תחומים:
 - א. כוח האדם ההודי זול משמעותית לעומת עלות שנת אדם בתעשייה הישראלית. פער זה מייצר בעיה של עלויות.
 - ב. תרבות ארגונית – פערים גדולים בתרבות הארגונית בין שתי המדינות מקשה על תפקוד שוטף (שיתופי הפעולה שהתקיימו עד כה בשיגור ה-TECSAR וה-TAUVEX מלמדים על כך).
 - ג. שיקולים פוליטיים – בתוך הודו יש התנגדות לשת"פ עם ישראל כמו גם לחצים חיצוניים בכיוון הזה שפוגעים בנכונות הממשלה לקדם יוזמות לשת"פ.

ברזיל

1. גורמים בברזיל מעוניינים בשת"פ בין ברזיל לישראל בתחום החלל כצעד שנועד לשנות את היחסים האסטרטגיים בין שתי המדינות. הפער הטכנולוגי בין שתי המדינות הוא הזדמנות לשת"פ היות וברזיל מעוניינת בהתקדמות טכנולוגית באמצעות העברת ידע, טכנולוגיה ובכשרה של כ"א.
2. עבור ברזיל תוכנית החלל היא כלי לחיזוק מעמדה ואמינותה כמדינה גדולה ובעלת משמעות בקהילה הבינלאומית. תוכנית חלל לאומית מפותחת תאפשר לברזיל לחזק את מערכות ההשכלה במדינה באמצעות טכנולוגיות חלל, תחומי עסקים חדשים ותעשייה בברזיל, הצטרפות לשוק החלל המסחרי.
3. ברזיל משתפת פעולה עם מספר מדינות בתחום החלל ובכלל זה מקיימת שת"פ רב שנים עם סין.
4. תוכנית החלל של ברזיל מנוהלת ע"י סוכנות החלל (AEB) שנמצאת תחת משרד המדע והטכנולוגיה של ברזיל. המדיניות של הסוכנות שמה דגש על שת"פ טכנולוגי שכולל בין היתר קשרים הדוקים עם ארה"ב, והסכמים עם ארגנטינה, סין, צרפת, גרמניה, הודו, רוסיה, אוקראינה וישראל.
5. לברזיל מספר לוויינים פעילים והיא מתכננת לשגר בשנים הבאות לוויינים נוספים ומפתחת יכולת שיגור לחלל. ההיסטוריה של ברזיל בחלל כוללת תקלות טכניות רבות בעוד לישראל אמינות טכנולוגית גבוהה שיכולה להוות יתרון בשת"פ טכנולוגי עתידי.
6. בין תחומי העניין של ברזיל- חלל לטובת ניטור הסביבה וניהול משאבי הטבע של המדינה. לברזיל פוטנציאל להוביל שירותי חישה מרחוק ותצפית בזירת דרום אמריקה ולכן שת"פ בינה לבין ישראל בתחום זה עשוי להוות הזדמנות לתעשייה הישראלית לפרוץ לשוק הדרום אמריקאי.
7. תקציב החלל של ברזיל נמוך ביחס לשאיפותיה בתחום והוא עומד על 113 מיליון דולר בשנת 2009. יחד עם זאת לברזיל תוכנית חלל ותיקה וארוכת שנים בעלת סקטור חלל חזק שכולל מפעילי לוויינים חזקים ודינמיים בתחום תקשורת הלוויינים.
8. בשנה האחרונה התקיימו מספר מפגשים בברזיל ובישראל ובכלל זה יצאה משלחת ישראלית לברזיל שכללה את יו"ר סוכנות החלל פרופ' יצחק בן ישראל, נציגי משהב"ט והתעשיות. מביקורים אלה עולה כי המטרה המרכזית של ברזיל היא התקדמות טכנולוגית וכאן הרציונאל שבשיתופי הפעולה בהם היא מעוניינת. בביקור הודגש כי ברזיל מעוניינת "בהסכם בין שוויים" - במעורבות בפיתוח טכנולוגי. במסגרת שיפור הידע הטכנולוגי ברזיל מעוניינת בתוכניות להכשרת כ"א וחילופי סטודנטים.
9. תחומי העניין של ברזיל מתמקדים בנושאים הבאים:
 - א. לווייני תקשורת לטובת קשר לתושבים באזורים מרוחקים בתחומי החינוך והבריאות.
 - ב. חישה מרחוק לניטור משאבי הטבע ונושאי אקלים הנוגעים במידה רבה ליערות הגשם (האמזונס). על הרקע הזה ניתן לקדם שת"פ בין שתי המדינות למשל בתחום ה-SAR (האמזונס). על הרקע הזה ניתן לקדם שת"פ בין שתי המדינות למשל בתחום ה-SAR לטובת חקר יערות, ניטור הגבולות והימים ולווייני תצפית אלקטרו-אופטיים ברזולוציה גבוהה.

- ג. מיקרו לוויינים – שת"פ בנושא פיתוח מרכב למיקרו-לוויינים.
 - ד. הנעה חשמלית.
 - ה. טכנולוגיות חדשניות.
 - ו. ברזיל מעוניינת גם בשת"פ בתחום השיגור (הנושא בעייתי).
10. המתחרות המרכזיות לישראל בברזיל הן רוסיה, סין ויתכן שגם צרפת. בעיה קיימת היא בקשרים של ברזיל עם איראן והיעדר נכונות מצד משרד החוץ הברזילאי לקדם את התהליך.
11. מיקומה של ברזיל בצדו האחר של כדור הארץ הופכת אותה למועמדת טובה לשיתוף בפרויקט לווייני.

אירופה

1. אירופה היא שחקן בעל משמעות בסקטור החלל העולמי באמצעות סוכנות החלל האירופאית, ובאמצעות תוכניות חלל לאומיות של מדינות אירופה. תקציב סוכנות החלל האירופאית עומד על כחמישה מיליארד דולר בשנה והארגון מונה 2000 עובדים.
2. ע"פ תחזיות שונות נתח השוק של אירופה בפעילות החלל העולמית צפוי לגדול בעשור הקרוב בעיקר בתחום החישה מרחוק.
3. שוק החלל האירופאי נהנה מתמיכה ממשלתית חזקה גם לפעילות סוכנות החלל האירופאית אך גם לפעילות לאומית במדינות רבות. הדבר מאפשר תכנון ארוך טווח ויציבות בפעילות.
4. קיימים שני אפיקי פעולה אפשריים בזירה זו:
 - א. הצטרפות לסוכנות החלל האירופאית.
 - ב. שת"פ בילטרלי עם שותפות פוטנציאליות דוגמת שת"פ בלוויין ונוס עם צרפת, והחתימה הצפויה על מחקרי התכנות עם סוכנות החלל האיטלקית.
5. השתלבות ישראל כחברה בסוכנות החלל האירופאית עשויה לסייע מאוד לתעשיות הישראליות לפעול ולהתחרות בשוק החלל האירופאי. בין התוכניות הנמצאות בעבודה היום ואלה הצפויות להתנעה בעתיד, ישנה פעילות בתחומים בהם לתעשיות הישראליות יש ידע ומומחיות (למשל GMES). ההשתלבות כרוכה בהסכמת הארגון והמדינות החברות, אך גם בתשלום "כרטיס כניסה" שמאפשר לתעשיות המקומיות להתחרות על פרויקטים שמנהלת הסוכנות.
6. הצטרפות לסוכנות החלל האירופאית מתבצעת בשלושה שלבים:
 - א. חתימה על הסכם שת"פ – בשלב זה למדינה המצטרפת אין כמעט מחויבויות פיננסיות.
 - ב. חתימה על הסכם : European Cooperating State – הסכם זה מאפשר לחברות במדינה זו להשתתף ברכש של ESA. המדינה יכולה להשתתף בכל פעילויותיה של ESA מלבד בתוכנית למחקר טכנולוגי בסיסי. בשלב זה ישנה מחויבות פיננסית רבה יותר, אך זו עדיין נמוכה משל חברה מלאה. בשלב זה המדינה נכנסת לתקופה של חמש שנים בה היא מרחיבה את הפעילות שלה בחלל ובעיקר במחקר בסיסי ותשתיתי. לאחר מכן היא יכולה לפתוח במו"מ לחברות מלאה.
 - ג. מו"מ והסכם על חברות מלאה.
7. היתרונות שמביאה אתה ישראל לשותפות מהסוג הזה היא בעיקר ביכולות מזעור, הוזלת עלויות, והניסיון המוכח והמוצלח בחלל יחד עם מסורת ארוכה של פעילות בחלל. נקודה נוספת למחשבה: ע"פ הערכות, בעתיד צפוי מחסור בכוח אדם אירופי בהנדסת חלל ויש כאן אפשרות לבחון שת"פ במגוון תחומים ובכלל זה הכשרת כוח אדם.
8. בין תחומי העניין בהם ניתן לבחון שת"פ:
 - א. צילום היפר-ספקטראלי (איטליה כבר הביעה עניין, וככל הנראה יש גם עניין בצרפת).
 - ב. מיקרו לוויינים.
 - ג. מיזעור רכיבים.

ד. הנעה חשמלית.

ה. תקשורת לייזר.

9. קשיים מרכזיים:

- א. ESA היא ארגון גדול שמייצג מספר רב של מדינות ולכן התהליכים איטיים ולעתים מסובכים, בנוסף הפעילות של הסוכנות נעשית גם בתיאום עם האיחוד האירופאי.
- ב. הצטרפות ל-ESA היא סוגיה פוליטית שעשויה להיתקל בקשיים רבים.

סינגפור

1. סינגפור מעוניינת למצב את עצמה כמרכז אזורי לפעילות חלל. לשם כך, היא מעוניינת להקים סוכנות חלל ולפעול בתחום החלל האזרחי. בשנים האחרונות סינגפור מקיימת תערוכה גדולה תחת הכותרת Satellite Technology Asia אליה מגיעים נציגי סוכנויות חלל ותעשיות, גם מישראל.
2. ב-2006 דובר על בניית "נמל חלל" פרטי בסינגפור שישרת את אזור אסיה Spaceport Singapore. עלות הפרויקט הוערכה ב-120 מיליון דולר. בין הפעילויות עליהן דובר היו גם טיסות תיירותיות לחלל לגובה של כמאה ק"מ, אך היוזמה לא הבשילה.
3. עבור סינגפור יש כאן היבט טכנולוגי וכלכלי. הדרישה של ה-EDB (גוף כלכלי השייך למשרד האוצר) היא להשתתפות עצמית של שותפים פוטנציאליים. ככל הנראה התנעת הפעילות מוערכת ב-25 מיליון דולר אך הפוטנציאל הוא של מאות מיליוני דולרים.
4. סינגפור זקוקה לסיוע ותמיכה טכנולוגית ולכן מעוניינת בשיתופי פעולה עם סוכנויות חלל אחרות. פנייה בנושא נעשתה לצרפת ולדרום קוריאה.
5. תחומי העניין של סינגפור בשלב זה הם בתחום המיקרו והנאנו לוויינים. לאחרונה בנו מיקרו-לוויין אוניברסיטאי שעתיד להיות משוגר על גבי משגר הודי.
6. אזורי העניין של סינגפור סובלים מעננות מרובה, לכן מערכות אלקטרו-אופטיות מוגבלות במתן שירות. הפתרון עשוי להימצא בלווייני מכ"ם. מערכות ה-SAR והתקשורת של ישראל יכולות להוות יתרון לשתי"פ בתחום זה.
7. הפוטנציאל בשיתוף פעולה עם ישראל מעבר להיבט הטכנולוגי הוא בקשר ההיסטורי ובניסיון המוכח בשתי"פ.
8. לפני כשנה וחצי הגיעה לישראל משלחת בנושא על חבריה נמנה גם המיועד ככל הנראה לתפקיד ראש הסוכנות לכשתוקם.
9. עבור ישראל הפוטנציאל הוא באפשרות לקשר ארוך טווח עם רווח מתמשך אך לא מייד.

נספח 2 – אילוסטרציה לניהול תקציב סוכנות החלל

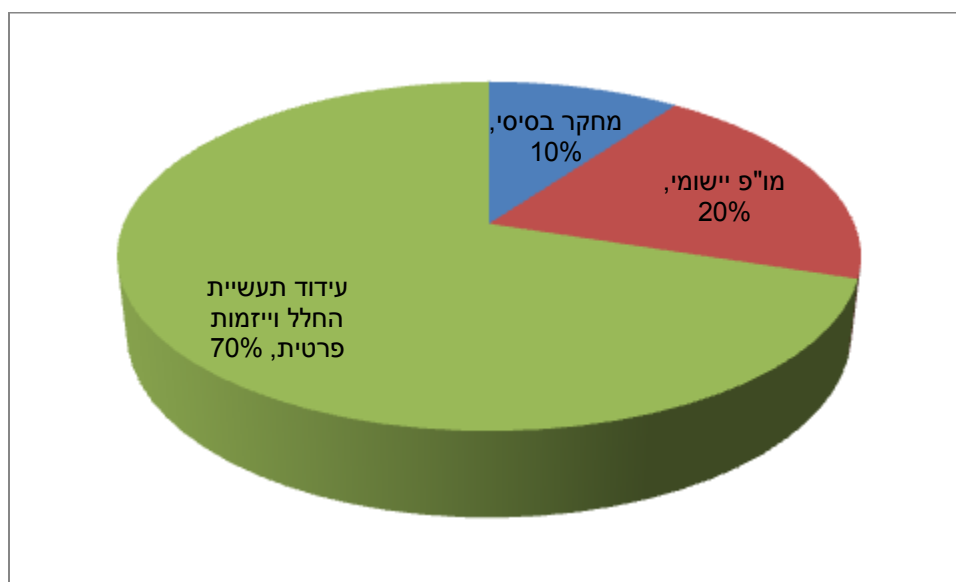
המפתח לחלוקת התקציב יהיה כדלקמן: כשני שליש מהתקציב ישמש לעידוד פרויקטים בתעשייה ושליש מתקציב ישמש למחקר ופיתוח. שליש מתוך תקציב המחקר והפיתוח, ישמש לטובת מחקר בסיסי (ויהווה כ-10% מסך כל התקציב). חלק מתקציב זה ימונף ע"י משקיעים מוסדיים ופרטיים. ניתן להניח שלאחר חמש שנים בהן ההשקעה הממשלתית בחלל תעבור את המסה הקריטית, אפשר יהיה להקטין את היקף ההשקעה הממשלתית במקביל לעליית היקף המימון מהציבור⁹. הכסף אשר מיועד לאקדמיה ולתעשייה ינוהל ע"י סל"ה.

הצוות ממליץ לייחד לכל היותר 2.5% מהתקציב לתקורת פעילות סוכנות החלל ולייחד 97.5% מהסכום לפעילות אזרחית בחלל ע"פ המפרט הבא:

- דגש על טכנולוגיות מזעור של לוויינים ומיקרו לוויינים (לדוגמא: לווייני תצפית ממוזערים)
- החזרת יתרונו היחסי בתקשורת במסלול גיאוסטציונארי (GEO)

סדרי עדיפויות בתקציב החלל:

- 70% - לקידום תעשיית החלל ויוזמות פרטיות בתחום החלל שכוללים בין היתר: פרויקטים הכוללים פיתוח, ייצור ותשתיות כחול לבן, יצירת שיתופי פעולה בינלאומיים וכו'.
- 20% מחקר יישומי (באקדמיה ובתעשייה) דוגמת פיתוח רכיבים כמו גלגלי תנופה, פיתוח מנוע יוני, שרון אטומי, וכו'.
- 10% מחקר בסיסי באקדמיה דוגמת חומרים, מוצאי כוכבים חדש, גלגלים, ועוד לטובת מזעור.



⁹ במינוף של 1:2 לדוגמה אפשר יהיה להשיג את היעד המבוקש בהשקעה ממשלתית של 100 מיליון ש"ח לשנה (ולהשיג 200 מיליון ש"ח מהציבור).

נספח 3 – תקציר מנהלים לתוכנית אסטרטגית לסוכנות החלל הישראלית – "רותם אסטרטגיה", 2006

7 ספטמבר 2006

לכבוד

יו"ר סל"ה – פרופסור יצחק בן ישראל

מנהל סל"ה – ד"ר צביקה קפלן

הנדון: סיכום תכנית אסטרטגית לסוכנות החלל הישראלית – תקציר מנהלים

רקע

משרד המדע והטכנולוגיה שכר את שירותי חברת רותם אסטרטגיה לטובת סיוע לסוכנות החלל הישראלית בגיבוש אסטרטגיה לאומית בתחום העיסוק בחלל למטרות אזרחיות.

העבודה האסטרטגית יצאה לדרך בנובמבר 2005 והסתיימה במאי 2006, וכלל את השלבים הבאים:

- שלב א' – אסטרטגית מדינת ישראל בתחום העיסוק בחלל למטרות אזרחיות
- שלב ב' – גיבוש הזהות של סוכנות החלל הישראלית
- שלב ג' – בניית תוכנית אסטרטגית חמש-שנתית

הפרויקט כלל

- איסוף, לימוד וניתוח מידע ונתונים (על בסיס מידע גלוי) על תחום החלל בעולם ובארץ
 - מדיניות לאומית בתחום החלל במדינות שונות בעולם
 - ניתוח כ-20 סוכנויות חלל שונות בעולם
 - ניתוח השוואתי של תקציבי חלל לאומיים
 - ניתוח "שוק החלל העולמי" ותעשיית החלל בעולם ובארץ
 - עיון במחקרים שבוצעו בעבר על תחום החלל
 - לימוד מגמות ותחזיות בתחומי הפעולה השונים בתחום החלל האזרחי.
- כ-35 ראיונות עם בעלי עניין בתחום החלל בישראל – גורמי ממשל, אנשי אקדמיה, מנהלים ואנשי טכנולוגיה בתעשיית החלל ועוד.
- מפגשים עם מנהל סל"ה, יו"ר סל"ה ועם וועדת ההיגוי שהוגדרה ע"י מנהל סל"ה לליווי התהליך.

העבודה בוצעה ע"י זאב רותם, מר ישראל אברהם ומר דודי דמבינסקי, מחברת רותם אסטרטגיה

עיקרי התובנות וההמלצות

- המאפיינים הייחודיים של פעילות החלל מביאים את קובעי המדיניות במדינות העולם לתפיסה שהעיסוק בחלל בתחום החלל מהווה מרכיב אסטרטגי בטחוני, פוליטי ותעשייתי, הרבה מעבר

- למשמעות הכלכלית "הנקייה" שלו ולפיכך מדינות מפותחות משקיעות תקציבים לאומיים בקידום היכולת הלאומית בתחום החלל – במדע, בטכנולוגיה ובתעשייה.
- פעילות החלל כרוכה בעלויות גבוהות ובסיכונים גדולים ולכן היא מתבצעת בהשקעות לאומיות גדולות וכן בשיתופי פעולה בין מדינות, בין תעשיות ובין מכוני מחקר.
- שיתופי פעולה בין מדינות בתחום החלל מאופיינים, בשל מהות הפעילות המשותפת, בקשרים ארוכי טווח – הן בין גופי הממשל הרלבנטיים, הן בין התעשיות והן בין האקדמיה ומכוני המחקר.
- קבוצת המדינות בעלות היכולת לפעילות בחלל הינה קטנה ואקסקלוסיבית והימנותה של ישראל על קבוצה זו מחזקת את תפיסת העוצמה של בעיני העולם – בתחומי הביטחון, הטכנולוגיה והמדע.
- העיסוק בחלל למטרות לאומיות אזרחיות מאפשר למנף את יכולותיה הטכנולוגיות של ישראל לשיפור מעמדה הגיאו-פוליטי – הן באירופה והן מול מדינות נוספות בעולם.

לאור האמור לעיל, אנו ממליצים להגדיר את המטרות והיעדים האסטרטגיים של מדינת ישראל בתחום החלל האזרחי כלהלן:

- מיצוב מדינת ישראל כמובילה מדעית וטכנולוגית בתחום החלל בעולם
- הרחבת מעגל שיתופי פעולה הבילטרליים והבינלאומיים בתחום החלל
- פיתוח תחומי פעולה בהם יש למדינת ישראל יתרון יחסי – בעיקר בתחומי החישה מרחוק, וכן בפיתוח ובשיגור מיני לוויינים
- הגעה להיקף מכירות שנתי של \$1B בתעשיית החלל בשנת 2010.

ייעוד סל"ה הינו:

ליזום, להוביל ולתאם את פעילות החלל האזרחית בישראל, להשגת המטרות והיעדים של מדינת ישראל בתחום החלל.

המרכיבים המרכזיים בתכנית האסטרטגית של סל"ה ל-5 השנים הקרובות, להשגת המטרות האמורות, צריכים להיות:

- ייזום וקידום הצטרפות לסוכנות החלל האירופית (ESA)
 - ייזום וקידום פיתוח שני לווייני מחקר
 - ייזום וקידום פיתוח שני לוויינים ליישומים אזרחיים
 - השקעה בתשתיות
 - הקמה ופיתוח תשתיות מחקר
 - הכוונה ותמיכה בתשתיות תעשייתיות בתחום החלל
 - ייזום והכוונת מחקר יישומי בתחום החלל
 - ייזום פעילויות להעלאת המודעות לתחום החלל ולשילוב יישומי חלל בתחומי פעילות שונים
- כדי להשיג את המטרות האמורות, נדרשת מדינת ישראל להשקעה שנתי בתחום החלל האזרחי בהיקף של \$120M-\$150M

- השקעות אלה צריכות לבא ממגוון מקורות, ביניהם:
 - תקציבים ייעודיים של סל"ה
 - גורמי ממשל רלוונטיים בתפיסת איגום משאבים
 - מדינות אחרות, בשיתוף בילטרלי

- שוק ההון וגורמים פרטיים, וכן פעילות משותפת על משהב"ט, בתפיסת DUAL USE בפרויקטים רלבנטיים.
- תקציבים אלו אמורים לבוא בנוסף לתקציבים הקיימים כיום בתחומים משיקים:
 - תוכנית המו"פ האירופית (FP)
 - תקציבי ות"ת ייעודיים
 - תקציבי מו"פ המושקעים ע"י התעשיות בתחומי חלל
- רצ"ב טבלה המסכמת את ההשקעות הנדרשות

העבודה גם בחנה את המיקום הארגוני והמבנה של סל"ה, למול התפקידים האמורים ותוך התייחסות למודלים של סוכנויות חלל בעולם. במסגרת זו אנו ממליצים:

- לשמר את סל"ה כסוכנות חלל העוסקת בתחומי החלל האזרחי בלבד.
- להשאיר את סל"ה במשרד המדע, התרבות והספורט, בכפיפות לשר שיוכל להקצות קשב מספק לתחום, ולקדם פעילות ברמה של מעצבי מדיניות – בארץ ובעולם.
- לאפשר לסל"ה יתר עצמאות וגמישות ניהולית, באמצעות שינוי מעמדה הסטטוטורי למעמד של סוכנות ניהול ממשלתית או יחידת סמך במשרד המדע, התרבות והספורט.
- לעבות את המבנה הארגוני של סל"ה, כך שיורכב מגרעין כ"א מצומצם של 5-6 אנשים ובנוסף יסתמך על יועצים מקצועיים.

רצ"ב חוברות, הכוללות את תמצית החומר שהוצג במהלך העבודה המפורטת

בברכה

ד"ר זאב רותם

מנכ"ל

רותם אסטרטגיה

נספח 4 - בחינת אפשרות פיתוח תעשיית חלל אזרחית (סיכום שלב א'), איל רוזנר

מאי 2010

ישראל והחלל בחינת אפשרויות פיתוח תעשיית חלל אזרחית – תמצית מנהלים

לישראל צורך הכרחי בשמירה ובטיפוח יכולות גבוהות בחלל.

מטרת עבודה זו (שזהו חלקה הראשון) היא לבדוק אם ובאיזו צורה ניתן למנף את כספי המדינה על מנת לייצר תעשיית חלל מסחרית בישראל.

המסקנות בעולם לגבי תעשיית החלל מראות שזהו ברובו מוצר ציבורי שבו ההשקעות עולות על התמורה, עם זאת תחום אחד – תקשורת – כבר הוכיח מודל כלכלי תקף, וההנחה היא שתחום החישה מרחוק יגיע לכדאיות כלכלית במהלך העשור הקרוב.

שוק החלל העולמי למרות גודלו (כ 250 מיליארד דולר), לא רלוונטי ברובו לתעשייה המקומית מסיבות טכנולוגיות ופוליטיות. גודל השוק הרלוונטי לחברות ישראליות כיום עומד על כ 4 עד 6 מיליארד דולרים.

עם זאת, ניתן לעשות רבות כדי להגדיל את חלקה של התעשייה הישראלית בעוגה העולמית, בדומה לתהליך שנעשה בתעשייה הביטחונית. פרט לכך יש לזכור שאי השקעה בתעשייה זו כיום משמעותו השקעה מאסיבית בעתיד על מנת לחזור לנקודת האפס.

בישראל יש היום יכולות מסוימות בתחום החלל. יכולות אלו מרוכזות במספר מצומצם של חברות, כאשר בתחומים מסוימים לא ניתן ליצור תחרות עקב היקף היצור הנמוך מחד והיקף ההשקעות הנדרש מאידך.

השקעה בתעשיית החלל בישראל צריכה להיות תוך הסתכלות על כלל המערכת (כולל צרכי מערכת הביטחון) זאת על מנת להשיג תשואה להשקעה השולית שנעשית ותעשה בסקטור האזרחי ועל מנת לשמור על רציפות היכולות בראי התעשייה ומערכת הביטחון.

מעבר להשקעות כספיות נדרשת המדינה להקצאת משאבים פוליטיים (שר בכיר?) כמתאם הפעולות של תעשיית החלל – הן בשוק המקומי (תיאום בין גורמים פנימיים כולל משהבי"ט) והן בשוק הבינלאומי (האוי"ם, מו"מ מול מדינות, הצטרפות ל ESA). בהערת אגב אומר ששיתופי פעולה עם מדינות אחרות, מהוות מודל כלכלי טוב למינוף תעשיית החלל הישראלית.

במהלך שלושת החודשים הבאים בכוונתי לבדוק מספר אפשרויות פעולה בשלושה תתי תחומים :

1. מחקר ופיתוח: השקעת מו"פ ממוקד על מנת להקפיץ את התעשייה הישראלית מדרגה ולאפשר לתעשייה יכולות יצוא. המתווה הוא בניית שת"פ ממשלתי/ביטחוני / אזרחי במספר מוגדר של פרויקטי מחקר ופיתוח אשר יוגדרו כבעלי פוטנציאל משולב, תוך שימוש בפרויקטים אזרחיים כרז ומקור למימון חלקי.
2. בניית מערך של אמצעים תומכים לחברות ישראליות אשר פועלות בתחום החלל בעולם, ובכלל זה בניית קרן יצוא אשר תתמוך בהגשת מכרזים בינלאומיים, ערבויות יצוא, ביטוחים ועוד.
3. בניית תשתית לטובת חקר החלל על נגזרותיו, ובכלל זה פיתוח כ"א והחזרת כ"א איכותי לישראל.

הערכה ראשונית של סכומי הכסף הנדרשים להשקעה היא כ- 500 מיליון דולרים על פני כ 7 שנים, ומתוך כך חלקה של הממשלה צריך לעמוד על כ- 50 מיליון דולר לשנה והיתרה מהסקטור הפרטי.

סה"כ הערכת מכירות לגורמים מסחריים (ללא פרויקטי עמוס) בתוך חמש שנים עומדת על כ 550 מיליון דולר לשנה על זה יש להוסיף את החיסכון הניכר למערכת הביטחון.

מבוא

מטרת עבודה זו היא לנסות ולהציע דרכים לפיתוח והנעה של תעשיית חלל האזרחית בישראל תחת הנחת הבסיס שתעשיית החלל הינה תעשייה אסטרטגית אשר תמשיך להיתמך ע"י מערכת הביטחון.

עבודה זו כפי שהוגדרה, מחולקת לשני חלקים, בחלק הראשון בכוונתי לנסות ולנתח את מיקום תעשיית החלל הקיימת בישראל יחסית לקיים בעולם, לאבחן מהם תתי התחומים של התעשייה בהם לישראל יתרון טכנולוגי (או אחר) ויחד עם הבנת הצרכים האסטרטגים של מערכת הביטחון להמליץ על התחומים ודרכי הפעולה אפשריים בהם צריכה לנקוט הממשלה על מנת להקים / לעודד את תעשיית החלל הישראלית, כל זאת בראיית פוטנציאל השוק העולמי.

בחלקה השני של העבודה, אנסה לפרוט את דרכי פעולה ליישום מעשי.

העבודה מורכבת מהפרקים הבאים :

1. ניתוח השוק העולמי – כאשר ניתוח השוק מופיע כפרק נפרד בסוף העבודה ואילו בגוף העבודה אציין את תקציר המסקנות והנגזרות שלהן על השוק המקומי.
2. ניתוח מצב התעשייה בישראל וכן ניתוח תחומי הפעולה בהן כדאי לישראל להשקיע.
3. מציאת מודל עבודה לפיתוח שוק החלל האזרחי בישראל.
4. תוכנית פעולה להמשך העבודה.
5. הערכת השקעה עתידית.
6. תמורה הצפויה מההשקעה.

בעבודה זו נסמכתי רבות על עבודות קודמות שנעשו בתחום. כמו כן הסתמכתי רבות על מגוון רחב של אנשים בתעשייה, במערכת הביטחון ובתחומים היקפיים אשר במידה רבה מהווים את הלקוחות של תעשיית החלל האזרחית (ראה פירוט מלא בנספח מקורות)

1. ניתוח השוק - תקציר (ראה הרחבה בפרק נפרד על ניתוח השוק בעמ' 50)

שוק החלל העולמי הוא בהיקף של כ-250 מיליארד דולר, מתוך כך, גודלו של שוק הלוויינים האזרחי הוא כ-150 מיליארד דולר. חלקו העיקרי של השוק מופנה לשוק התקשורת על נגזרותיו השונות: לווייני תקשורת, מערכות שידור וקליטה של אותות הלוויין ומערכות איכון. שוק זה גדל במהירות ונראה רחוק ממיצוי, עקב ביקושים גדולים לשידורי טלוויזיה באיכות גבוהה, לאינטרנט נייד בפס רחב, לטכנולוגיות ניידות אחרות (סלולר, בתים חכמים ועוד).

יתרת השוק שאינו תקשורת, מסתכם בכ-10 מיליארד דולר בלבד עבור מערכות חישה מרחוק ולווייני מחקר. שוק החישה צפוי לצמיחה חזקה בעשור הקרוב, זאת בעקבות גידול רחב בשימושים החל בתמונות, שימושי חקלאות, איכות סביבה ועוד.

ניתוח השוק מראה שרק חלקים קטנים מהשוק העולמי רלוונטיים ליצוא הישראלי. הסיבות לכך מגוונות ובהן נטייתן של רוב המדינות המתקדמות להשאיר את עיקר תקציבי החלל שלהם בבית (כאשר NASA ו-ESA הן הבולטות ביותר), חוסר בטכנולוגיות רלוונטיות וכמובן סיבות פוליטיות.

בדיקת פלחי השוק הרלוונטיים לישראל:

בשוק התקשורת לישראל יכולה להיות דריסת רגל חלקית ביותר. לישראל אין ידע ויכולות בתחום לווייני ה-GPS וגם בלווייני התקשורת הטהורים ישראל אינה מפתחת מטע"דים, בנוסף השוק עמוס בחברות ענק אשר שולטות למעשה בשוק הייצור. חברות אלו מוטות יצור בשוק המקומי שלהן גם עקב המעבר ל dual use (מהלק שבו הממשלות מזמינות חלקים גדולים של הלוויין מראש ולמעשה כופות על הספק להזמין את הייצור במדינת המקור)

שוק החישה מרחוק הוא שוק קטן ביותר, למרות גידול ניכר במספר הלוויינים שצפויים לעלות בשנים הקרובות. שוק הייצור לעומת זאת צפוי לגידול מתון בלבד עקב הוזלה מתמשכת בעלויות הלוויינים.

שוק שירותי הקרקע ללוויינים (בו פעולות מספר חברות ישראליות כגון Skyvision גילת סטקום ו-RRSat), הוא שוק גדול מאוד, תחרותי מאוד, שלטכנולוגיה חשיבות משנית.

שוק תחנות הקרקע שבו פועלות גילת לוויינים ואלביט (דרך חברת שירון) הוא תחום קטן יחסית שאינו מראה צמיחה בשנים האחרונות ועיקר הגידול בו צפוי דווקא מהתחום הצבאי.

שוק יצור הלוויינים הוא שוק קטן יחסית אשר נשלט ע"י הזמנות המפעילים השונים, גם בתחום זה החלק שתעשיית החלל הישראלית יכולה לכוון אליו קטן משמעותית הן עקב התמחות בלוויינים קטנים והן עקב הדרישה הנפוצה של המזמינים העיקרים (ממשלת ארה"ב ו-ESA) מהספקים לשמירת הייצור בבית (לאחרונה ממשלת ארה"ב הזמינה לווייני חישה משתי חברות אמריקאיות תוך סבסוד הפיתוח)

ניתוח פוטנציאל השוק האזרחי לחברות הישראליות מוערך בכ-4 עד כ-6 מיליארד דולר בשנה שכולל מכירת מקלטי שידור, ונתוני חישה מרחוק, בניית לווייני תקשורת, לווייני חישה מרחוק, תחנות קרקע ומכירת מוצרים ללוויינים.

2. המצב בישראל

תעשיית החלל בישראל היא תעשייה קטנה יחסית (כ 20 חברות סה"כ), אשר במונחים של החזר השקעה לאומית (מכירות לעובד מול השקעות בתעשייה ויחס מכירות לעובד), דומה לתעשיות אחרות^{10 11}

התעשייה נחלקת לסקטורים:

- פיתוח וייצור לוויינים - אשר נסמך במידה רבה על מערכת הביטחון.
- הפעלת לוויינים ומכירת שירותי תקשורת וחישה מרחוק
- מכירת ציוד קרקעי

בראש הפירמידה ניצבת תעשייה אווירית אשר יחידת החלל שלה היא קבלן יצור הלוויינים היחיד בארץ. תע"א משמשת בעיקר כאינטגרטור וממעטת למכור לשוק האזרחי (בן היתר עקב בעיות גודל וחוסר רצון להשקיע במו"פ שאין בגינו הכנסות מראש). התוצאה היא אובדן תחרותיות שהתבטא בין היתר באובדן המכרז על עמוס 5.

פרט לכך פועלות בישראל מספר חברות בתחומי נישא טכנולוגים שונים של תעשיית החלל עם דגש על רכיבים המתאימים ללוויינים קטנים.

בצד השירותים של התעשייה בולטות חלל תקשורת, גילת לוויינים, אימגסאט, RRSAT, SkyVision, גילת סאטקום

בישראל הושקעו משאבים רבים בפיתוח יכולות גבוהות מאוד בתחומים מאוד ספציפיים של תעשיית החלל אשר נגזרו מצרכים ביטחוניים, (לוויינים קטנים, איכויות גבוהות מאוד של חישה מרחוק).

בשנים האחרונות חלה ירידה בהשקעות של מערכת הביטחון אשר גררה הקטנת תקציבי מחקר ופיתוח וכתוצאה מכך אבדן מתמשך ביתרון התחרותי של ישראל והזדקנות של התעשייה (דגש על אובדן כ"א איכותי). בנוסף ישנם תחומים טכנולוגיים שלמים שבהן אין לישראל יכולות, ובכלל זה, אין יכולת לבנות מטע"די תקשורת לוויינים. לישראל חוסר מתקנים ותשתיות בדיקה ללוויינים גאוסטציונאריים שכוללים כוח אדם מיומן ציוד, תאי ואקום חדרים נקיים וכד' ולכן רוב תתי המערכות לא מיוצרות בארץ, כולל גם מחשב המשימה של הלוויין שאיננו מפותח בארץ.

מיקום ישראל במפת התחרותיות העולמית:

דו"ח של חברת המחקר Futron שנכתב ב 2009, בדק את מפת התחרותיות של תעשיות החלל בעולם. הדו"ח מראה שישראל נמצאת במקום השמיני בין המדינות העוסקות בחלל. עם זאת המיקום התחרותי של ישראל מראה שיש צורך בהשקעת מו"פ משמעותית, על מנת ליצור בידול, אשר ימצב את הטכנולוגיה הישראלית בחזית העולמית במספר תחומים.

אחת המטרות של עבודה זו היא לאתר את מהן הדרכים היעילות ביותר להשקעה בתעשיית החלל.

בין היתר בכוונתי לבדוק מהם התחומים שבהם ניתן להשיג את התשואה הגבוהה ביותר על ההשקעה במו"פ ממוקד. מו"פ אשר יוכלו להביא לגידול משמעותי במכירות של תעשיית החלל הישראלית בעולם.

כחלק מהבדיקה, נבדקו כיווני ההתפתחות העולמיים, וכן צרכי מערכת הביטחון אל מול התחומים שבהם יש לישראל יכולות גבוהות.

ההנחה היא שמו"פ משותף ממשלתי / צבאי (ובחלק מהמקרים בשיתוף הסקטור הפרטי) יהיה היעיל ביותר וישפר את הכדאיות של הפיתוח לכל הצדדים.

¹⁰ דוח על תעשיית החלל - רותם אסטרטגיה, 2006

¹¹ The Economic Impact of Commercial Space on US Economy – FAA 2004

תעשיית החלל: מגמות, צרכים ויכולות

חישה מרחוק –

1. בעולם: צפי לגידול משמעותי בביקושים, תוך הטמעת טכנולוגיות חדשות לשימושים חדשים של חישה מרחוק, שימוש במערכי לוויינים ובלוויינים קטנים (מיני + מיקרו).
2. שימושים נדרשים בישראל: שיפור איכויות החישה מרחוק. שימוש במערכי לוויינים.
3. אפשרויות לפיתוח: פיתוח יכולות היפר-ספקטראליות, פיתוח לוויינים קטנים, פיתוח לוויינים עם רזולוציה נמוכה, פיתוח יכולות ניהול מערכי לוויינים.

תקשורת –

1. בעולם: צפי לגידול בביקושים במיוחד לטלוויזיה בפס רחב ולשירותי אינטרנט. הטמעת טכנולוגיות חדשות (מטע"דים דיגיטליים), שימוש במספר לוויינים בנקודה (hot spot) לצורך הגדלת ההספק.
2. שימושים נדרשים בישראל: שימוש במטע"דים דיגיטליים.
3. אפשרויות לפיתוח: פיתוח פלטפורמה (כולל מטע"ד) ללוויינים בינוניים.

ניווט –

1. בעולם: גידול בשימושים לשירותים מבוססי מקום.
2. שימושים נדרשים בישראל: שימושים לשירותים מבוססי מקום.
3. אפשרויות לפיתוח: בשלב זה בעדיפות משנית.

טיסות מאוישות וחקר החלל -

1. בעולם: גידול במגמת האזרח של טיסות לחלל.
2. בישראל: שימוש אוניברסיטאי בחקר החלל.
3. אפשרויות לפיתוח: שיגור אוניברסיטאי.

שיגור –

1. בעולם: הוזלה משמעותית של עלויות השיגור.
2. בישראל: יכולות מוגבלות במשקלים נמוכים.
3. המלצות לפיתוח: אין.

סיכום התחומים המעניינים לפיתוח כוללים פיתוח לוויינים זעירים על כל מרכביהם, פיתוח יכולת ניהול מערכי לוויינים. פיתוח טכנולוגיות חישה לתחומים חדשים (כולל פיתוח מצלמה היפר ספקטראלית). פיתוח לווייני תקשורת בינוניים ובכלל זה מטע"ד תקשורת.

כחלק מנייתוח הפוטנציאל שיש בישראל, צריך לזכור שחוזקה של ישראל נובע לרוב מאלמנטים טכניים, אין לישראל יכולות חריגות בתחומי השירותים ולפיכך התמיכה בחברות השירותים היא בעדיפות משנית, עם זאת יש לעיתים צורך לפעולה משולבת מכיוון שחברות השירותים הן אלו אשר בכוחן להשיג מימון בסקטור הפרטי.

3. מודל עבודה לפיתוח שוק החלל האזרחי בישראל:

תעשיית החלל העולמית נהנית מפרוטקציוניזם מחד ומעזרה פוליטית מסיבית במכירות בין מדינות מאידך. מחקרים על פני שנים מראים שלמעט תחום התקשורת, החלל מתנהג כמוצר ציבורי הווה אומר, השקעות גדולות משמעותית מהתמורה

תעשיית הלוויינים דורשת תהליכי פיתוח ארוכים ויקרים ברמת סיכון גבוהה יחסית, זהו מודל אשר מהווה בעיה לשוק הפרטי, לכן יש צורך בפעולה משולבת עם הסקטור הציבורי.

ישנם מספר מודלים לעבודה של תעשיית החלל (ראה "מודלים עסקיים בתעשיית החלל" ד"ר ד. גץ מכון נאמן 2007)

בישראל תחת ההנחה שחלל ימשיך להוות נדבך חשוב בפעילות הצבאית, יש צורך במבט כוללני אשר יבצע השקעות תוך איזון בין צורכי הצבא לצרכי התעשייה

בבואי לבדוק מהי הגישה הפרודוקטיבית ביותר בחנתי את הנושא תוך התמקדות במספר היבטים:

ההיבט האלטרנטיבי:

בתשתיות החלל בישראל הושקעו עד היום כ- 2 מיליארד דולרים, חלקם בתשתיות פיזיות. לשמירה על תשתיות ולתחזוקת כ"א איכותי בתחום נדרשת השקעה שוטפת. חוסר בהשקעה שוטפת ידרדר את התשתיות הקיימות לרמה אשר תדרוש בעתיד השקעות גדולות מאוד רק על מנת השיב את המצב לקדמותו.

היבט העלות השולית:

בבואנו לבדוק את ההשקעות הנדרשות לטובת תחום החלל, צריך למעשה לבדוק את החזר ההשקעה רק על תוספת התקציב האזרחית מכיוון שההשקעות הצבאיות יושקעו בכל מקרה.

היבט המו"פ:

בדומה לתהליך שעברה התעשייה הצבאית, השקעה מאסיבית במו"פ ממוקד יכולה להציב את ישראל בחזית הטכנולוגיה בתחומים מאוד מסוימים ולאפשר יצוא נרחב.

ניתוח הגישות השונות יחד עם הסיטואציה המיוחדת של ישראל והנתונים הבסיסיים של תעשיית החלל, הביאו אותי למסקנה, כי על מנת להניע את תעשיית החלל בישראל יש צורך בפעולה משולבת אשר תכלול בתוכה מספר מרכיבים:

1. שיפור התיאום בין גורמי המשק השונים בתחום - יש חשיבות רבה במינוי שר בכיר כמתאם הפעולות של תעשיית החלל – בין פעולות אלו עבודה מול האו"ם, עזרה במו"מ עם מדינות. מאמץ מדיני לצרף אותנו ל ESA ותיאום מול גורמים פנימיים (משהב"ט למשל).

2. דגש על שת"פים בין מדינות - מודל כלכלי מוצלח אשר מאפשר מינוף יכולות.

3. השקעה אשר תחולק למספר מרכיבים (ראה תוכנית להמשך בעבודה בעמוד הבא)

- מו"פ ממוקד - השקעת מו"פ ממוקד על מנת להקפיץ את התעשייה הישראלית מדרגה ולאפשר לתעשייה יכולות יצוא
- עזרה לחברות מייצאות – על מנת לאפשר לחברות המייצאות להתחרות בשוק העולמי.
- בניית תשתית מחקרית – לטובת המשך מחקר פיתוח והחזרת כ"א איכותי לישראל.

4. תוכנית פעולה להמשך העבודה:

ניתוח המסקנות הוביל אותי למספר כיווני פעולה אשר בכוונתי לבדוק לעומק, במהלך שלושת החודשים הבאים,

כיווני הפעולה הם בשלושה תתי תחומים:

השקעת מו"פ:

- 1) החלטה על מספר מיזמים בעלי חשיבות צבאית ובעלי פוטנציאל מסחרי לפיתוח בשנים הקרובות (כגון פיתוח מצלמה צבעונית, מטע"די תקשורת, לוויינים בעלי רזולוציה בינונית, מיקרו לוויינים, ניהול מערך לוויינים). הרעיון הוא לייצר תחרות בין גורמי התעשייה השונים, תוך התאמה לדרישות מערכת הביטחון ושת"פ בין מערכת הביטחון לסל"ה במימון הפרויקטים. בנוסף יבדקו האפשרויות להוספת שותפים מסחריים או לחילופין למצוא קונים פוטנציאליים לטכנולוגיה בשלה. ייתן דגש לפרויקטים בעלי החזר כלכלי ברור.
- 2) בדיקה האם ניתן להקים קרן השקעות לחברות הזנק לטיפול חברות טכנולוגיות בתחום החלל בשיתוף עם גורמים מסחריים ו/ או קרנות הון סיכון. (נעשו שיחות ראשוניות עם גופים כגון גוגל, סיסקו וסימנס) – הרעיון הוא להקים קרן / חממה אשר תמומן חלקית ע"י גוף פרטי.
- 3) בדיקה האם ניתן להפנות חלק מהדיוידנד השנתי של החברות שבבעלות הממשלה לטובת מו"פ יעודי.

בניית מערך של אמצעים תומכים לחברות ישראליות אשר פועלות בתחום החלל בעולם:

- 4) הקמת קרן לתמיכה ביצוא – הקרן תסבסד הגשת מכרזים בינלאומיים בתחום החלל. תעזור במימון ביטוחי סחר חוץ, מימון ספקים ועוד.
- 5) תמיכה בייצור לוויינים עמוס 6 עד 8, תוך שיתוף מערכת הביטחון בפיתוח. הבטחת רכישה של המדינה ויותר על שליחת לוויין תקשורת צבאי. – צפוי לחסוך סכומים ניכרים מחד ולשדרג את יכולות התעשייה בתחום לווייני התקשורת מאידך. כמו כן צפוי מימון חלקי של השוק הפרטי. ניתן לשלב בפרויקט זה גם את פיתוח מטע"די תקשורת של הדור הבא.
- 6) איתור צרכי חלל ישראלים (כגון איכות סביבה, חקלאות ועוד) בדיקת גודל ומתן סובסידיה לבניית לוויין חישה עם הבטחת רכישה ממשלתית, עם כוונה לנסות ולמכור את יתרת התפוקה בעולם. ע"י הבטחת רכישה של המדינה ניתן יהיה לקבל מימון פרטי לחלק מהפרויקט.
- 7) בדיקת גודל שוק פוטנציאלי למיזם של מכירה ולימוד של לוויינים בסיסיים למדינות אשר לא נמצאות בתחום כיום (סובסידיה ממשלתית לשלב המכירה דרך הקרן ליצוא). יידרש פיתוח מסוים (לבדיקה)

בניית תשתית לטובת חקר החלל על נגזרותיו:

- 8) בניית מערך מחקר שימושי ליד האוניברסיטאות בתמיכה ממשלתית (בדיקה האם ניתן לבצע מכרז בין האוניברסיטאות כאשר הגוף האקדמי הזוכה יוגדר לפי פרמטרים של גיוס כספים חיצוניים, כ"א ותוכנית מחקר).
- 9) דרכים לעודד לימודים גבוהים בתחום החלל וכן החזרת מהנדסים /מדענים ישראלים בתחום

5. הערכת השקעה עתידית

ברור שעקב קבועי הזמן והיקף ההשקעות הנדרשות, נדרשת תוכנית רב שנתית לתמיכה בתוכנית החלל, הערכה ראשונית מדברת על השקעה של כ 500 מיליוני דולרים על פני 5 עד 7 שנים, מזה חלקה של הממשלה יעמוד על כ – 50 מיליון דולר לשנה לפי הפירוט הבא:

השקעת מו"פ * (במיליוני דולרים):

פרויקט	תקציב	מקורות	תקציב שנתי (ממשלה)
מו"פ יעודי	200 (4 - 5 שנים)	מע' הביטחון – 4 X 10 ממשלתי – 4 X 40 אזרחי - ?	40 - 30
קרן השקעות לחברות הזנק	75 (7 שנים)	ממשלתי - 50 אזרחי - 25	(אמור ליצר תשואה חיובית)
דיווידנד מחברות ממשלתיות בתחום	10 שנתי	חברות תעשייה ממשלתיות (תע"א, רפא"ל)	-
קרן לתמיכה ביצוא	50 (חד פעמי)	ממשלה	5
בניית עמוס 6 עד 8	1,200 (6 שנים)	500 – שוק הפרטי כ - 1500 – הבטחת רכישה, מע' הביטחון על פני 12 שנים.	--
עלות המו"פ לעמוס	50 (3 שנים)	30 הלוואה מקרן היצוא 10 מהתעשייה 20 מתקציב המו"פ הייעודי.	--
בניית לווין חישה	120 (3 שנים) 25 – מו"פ	150 בהבטחת רכישה ל 10 שנים (חלק יועמס על התעשייה). 15 – מתקציב המו"פ	1 הלוואת גישור
מכון מחקר אוניברסיטאי	50 (7 שנים)	ממשלה 25 תורמים 25	3
תמיכה בשמירה ובהבאת כ"א איכותי לתעשייה ולאקדמיה	10 (5 שנים)	תורמים / תעשייה 5	1
סה"כ (על פני 5 שנים)	550 (על פני 5 עד 7 שנים) * לא כולל את עלות עמוס 6, 7, 8	ממשלה : 290 משרד הביטחון : 40 סקטור פרטי : 25 + 500 לעמוס חברות בתעשייה : 50 תרומות : 30	50 – 40

* חישוב סכומי ההשקעה נעשה ע"ס הערכות מאנשי התעשייה וכן מבדיקות שערךתי.

** סכום ההשקעה כולל בתוכו גם סכומים אשר יינתנו כהלוואות או יושקעו בקרנות ואשר אמורים להניב תשואה חיובית.

6. תמורה צפויה מההשקעה *

- לוויוני תקשורת – השוק הוא של כ 20 לוויונים לשנה (כ 10 בינוניים). הערכה של מכירה של לוויון אחד כל שנתיים – כ 200 – 250 מיליון דולר. לשנה כ – 125 מיליון דולר.
- לוויון חישה - השוק הוא של כ 20 לוויונים לשנה. הערכה של מכירה של לוויון אחד כל שנתיים – כ 120 מיליון דולר. לשנה כ – 60 מיליון דולר
- לוויוני מיקרו – שוק חדש לחלוטין, הערכות מכירה של לוויונים וציוד בכ 50 מליון דולר בשנה.
- מכירת ציוד (חישה, חלקים ללוויינים) – מוערך בכ 30 מיליון דולר.
- מכירת שירותי חישה – כ 70 עד 100 מליון דולר בשנה (מלוויין יעודי)
- מכירת שירותי תקשורת (חלל תקשורת) – תוספת מכירות שנתיות של כ 150 מיליון דולר.
- חיסכון למערכת הביטחון – לבדיקה
- מערכות נגזרות לתעשיית החלל – (תנובת קרן ההשקעות לתעשייה) – מכירות של כ 50 מליון דולר בשנה

סה"כ הערכת מכירות לגורמים מסחריים בתוך חמש שנים עומדת על כ 550 מיליון דולר לשנה על זה יש להוסיף את החיסכון הניכר למערכת הביטחון.

* החישוב בוצע על סמך הערכות מגורמים בתעשייה ובדיקות שערכתי.
בחישוב התמורה לא חישבתי את ההכנסה מלווייני עמוס 6, 7 ו-8.

=====

ניתוח שוק הלוויינים העולמי

גודלו של שוק החלל העולמי מוערך בכ 250 מיליארד דולר¹², כאשר לפי Space Foundation גודלו של שוק הלוויינים האזרחי הוא כ 175 מיליארד דולר, ואילו לפי Space Industry Association (SIA) שוק החלל האזרחי עמד בשנת 2008 על כ 144 מיליארד דולר

שוק החלל העולמי על פי Space Foundation:

שוק ביטחוני אמריקאי	64,400
שוק בטחוני שאר העולם	21,750
שוק אזרחי	175,440

שוק הלוויינים האזרחי

סיכום נתוני ההכנסות של תחום החלל לפי Space Foundation ו Space Industry Association

(נתוני 2008 במיליארדי דולרים)

שירותי לוויין	68.1	67.3	בעיקר שידורי טלוויזיה
שירותי תקשורת נוספים	20.4	16.8	רדיו, פס רחב
יצור	5.6	10.5	
שיגור	2.0	3.8	
ציוד קרקעי (כולל GPS)	62	46	מקלטי טלוויזיה, תקשורת ניידת, פס רחב GPS
שירותים	17		
סה"כ	175	144	

ברור לגמרי כי למרות גודלו של שוק החלל, חלקים ניכרים ממנו אינם רלוונטיים בשלב זה ליצוא הישראלי. הסיבות לכך מגוונות ובהן נטייתן של רוב המדינות המתקדמות להשאיר את עיקר תקציבי החלל שלהם בבית (כאשר NASA ו-ESA הן הבולטות ביותר), סיבות טכנולוגיות (מעולם לא היו בישראל הטכנולוגיות הרלוונטיות) וכמובן סיבות פוליטיות.

¹² ישנן מספר חברות שאוספות נתונים בתחום, Space Foundation ו SIA הן שתיים עיקריות.

בדיקת השוק הרלוונטי לישראל:

שוק שירותי התקשורת: זהו השוק הגדול ביותר ובעל מודל כלכלי שהוכיח את עצמו.

השליטה בפלח שוק זה נתונה בידי חברות ענק (ראה נספח 1) אשר מספקות שירותים בעיקר לטלוויזיה. החברות שולטות למעשה גם בשוק הייצור מכיוון שהן מזמינות את הלוויינים לפי צורך.

בפלח השוק הזה, לישראל יכולה להיות דריסת רגל חלקית ביותר ממספר סיבות:

- החברות השולטות בתחום לווייני התקשורת, באות מהשווקים הגדולים ביותר שהם צפון אמריקה ואירופה. חלק מהחברות היו או עדיין בבעלות ממשלתית, בנוסף כחלק מהמעבר לשימוש משותף (dual use), מדינות מבטיחות רכישה של חלקים משמעותיים מהספק הלוויין מראש ולמעשה מחייבת את מזמין הלוויין להשאיר את הייצור במדינה (ישראל נקטה גישה דומה בלווייני עמוס).
 - לישראל אין ידע ויכולות בתחום לווייני ה-GPS.
 - לישראל אין היום יכולות בתחום מטע"די התקשורת (בעמוס 4, תע"א קנתה את המטע"ד מחברה זרה). עקב כך (ועקב סיבות נוספות) לישראל אין יכולת להתחרות במחיר.
- התוצאה היא שהשוק הרלוונטי היום הוא קטן משמעותית הן ברמת הייצור והן ברמת מכירת השירותים. גם תחת הנחה של יכולות טכנולוגיות משופרות בתחום מטע"די התקשורת, חלקים גדולים משוק לווייני התקשורת אינם רלוונטיים לישראל.

שוק הציוד הקרקעי – חלקו הגדול של שוק זה הוא השוק הפרטי (ממירים לטלוויזיה, GPS ועוד) שבו פועלות חברות אלקטרוניקה בידורית, ענקיות כגון תומפסון ואחרות.

יתרת השוק מתחלקת לספקים של ציוד קרקעי להפעלת לוויינים (שבו פועלת תע"א) ולשוק ה-VSAT (שבו פועלת גילת לוויינים וחברת שירון).

שוק הציוד לתחנות קרקעיות הינו שוק סמך לשוק הייצור אילו שוק ה-VSAT הינו שוק קטן יחסית אשר אינו מראה צמיחה בשנים האחרונות, והוא מוערך בכ- 1 מיליארד דולר בשנה.

מכירת שירותי לוויין - מתחלק לשוק הנתונים ולשוק רחב הסרט (בעיקר לשימושי ווידאו)

שוק הנתונים, בו פועלות מספר חברות ישראליות כגון Skyvision וגילת סטקום, מוערך שוק העולמי בכחמישה מיליארד דולר¹³. אילו שוק לנתוני ווידאו בפס רחב (בו פועלת RRSAT ו Satlink) הינו תחום גדול מאוד ותחרותי מאוד. שני השווקים הללו לא תורמים ממשית לתעשיית החלל ולא נותנים מינוף לענף בכללותו.

שוק יצור הלוויינים - מוערך בכ 4 עד 6 מיליארד דולר בשנה אשר כ 40% ממנו בארה"ב. השוק מחולק ללוויינים גדולים וללווייני המיני (בו פועלת תע"א) כאשר התחזית לעשר השנים הבאות מדברת כ 100 לוויינים לשנה מזה כ 20 עד 30 לווייני תקשורת לשנה, כ 20 – 15 לווייני חישה, מכיוון ששוק זה נשלט ע"י הזמנות המפעילים השונים, גם כאן החלק שתעשייה אווירית יכולה לכוון אליו קטן משמעותית עקב הדרישה של המזמין העיקרי (ממשלת ארה"ב) מהספקים (GeoEye כדוגמא) היא להזמנה בתוך ארה"ב (הממשלה גם מסבסדת חלק מהפיתוח). כיום 6 חברות ענק חולשות על 90% משוק זה.

שוק החישה מרחוק - EO (Earth Observation)

היקף ההשקעה בשוק החישה מרחוק מוערך בכ 3 עד 6 מיליארד דולר (יצור + נתונים). (כאשר הסכום העיקרי מושקע ע"י GMES – הגוף האירופאי לחישה מרחוק)

13 נתוני השוק באדיבות ארז ענטבי מגילת לוויינים

גם שוק זה מוטה באופן משמעותי לשימוש משותף של סקטור ציבורי וסקטור פרטי ולמעשה נשאר ברוב המקרים במדינת המקור (לאחרונה, מערכת הביטחון האמריקאית מסרה מספר חוזי ענק לחברות כאשר היא הבטיחה רכישה של חלק ניכר מהתכולה של לוויינים אלו)

ישנן גרסאות שונות לגבי מספר לווייני החישה שצפויים להיות משוגרים בעשור הקרוב. המספרים נעים בין 150 ל 250 לוויינים. החלוקה הפנימית צופה שכשליש מהלוויינים ישוגרו ע"י נאס"א וסוכנות החלל האירופית, כשליש ע"י מדינות חדשות שמעוניינות לפתח יכולות בתחום החלל בעלויות מינימאליות. וכ- 20% בלבד ע"י מפעילים פרטיים¹⁴.

דו"ח שהוגש לממשלת בריטניה בתחילת 2010, צופה צמיחה חזקה בצריכת נתונים (כ 15% לשנה מרמה של כ 1.2 מיליארד לכ 3 מיליארד), בעוד שביצור הלוויינים צפויה צמיחה מתונה עקב הוזלת הייצור.

הסתכלות על הקיים מגלה שפלח משמעותי של שוק זה הוא לוויינים קטנים וזולים (שמשוגרים ע"י חברת Surrey לדוגמא) תוך דגש על מחיר נמוך.

בניית לווייני חישה מרחוק עומד כיום על כ 1.5 מיליארד דולרים והוא לא צפוי להראות צמיחה משמעותית עקב הנטייה לשגר לוויינים קטנים וזולים, אולם מבחינת ישראל המעבר ללוויינים קטנים מהווה הזדמנות עסקית.

ניתוח פוטנציאל השוק לחברות ישראליות

הקיף השוק העולמי והיקף השוק הרלוונטי לחברות הישראליות:

תחום	חברות ישראליות בתחום	גודל שוק עולמי (במיליוני דולר)	גודל השוק הרלוונטי לחברות ישראליות
ייצור לוויינים	תע"א (יכולות בלוויינים קטנים ובינוניים בלבד)	6,000 – 4,000	1,500 – 1,000
מודולים בייצור לוויינים	תע"א, אלביט, רפאל ועוד (יכולות בלוויינים קטנים בלבד)	3,500 – 1,500	1,000 – 500
שיגור	לא נעשה בישראל	3,000 – 2,000	0
מקלטים לשוק הפרטי	לא נעשה בישראל	45,000	0
תחנות קרקע - ציוד	תע"א, גילת לוויינים	2,000 – 1,500	1,000 - 500
מפעילי לוויין	חלל תקשורת, ISI	15,000 – 10,000	1,500 – 1,000
ספקי שירות (שירותי ערך מוסף	Skyvision, גילת סטקום, RRSAT, יס ועוד	75,000	1,500 – 1,000
סה"כ		כ 144,000	6,500 – 4,000

* ראה פירוט שרשרת הערך העולמית, וחלוקה אזורית בנספחים.

סיכום ניתוח השוק

שוק הלוויינים העולמי עומד על כ 250 מיליארד דולרים שוק זה כולל כשליש הוצאות ביטחוניות וכשליש נוסף הוצאות על הצרכן הסופי.

מתוך הנותר לישראל יש טכנולוגיות חלקיות בלבד בחלק מהתחומים ובנוסף פועלות על חברות ישראליות מגבלות ביטחוניות / פוליטיות אשר מצמצמות את אפשרויות המכירה. אם נוסיף לזה את העובדה שתחום החלל נתפס בכל העולם כשוק אסטרטגי יחד עם המגמה לשיתופי פעולה עם ממשלות (dual use) יוצר למעשה שווקים שבויים עבור רוב החברות הפועלות בתחום.

שוק התקשורת שהוא השוק הגדול הוא נגזרת של שווקי טלוויזיה גדולים. שוק זה נשלט בצד הלוויינים ע"י חברות ענק של לוויינים ובצד הלקוח הסופי ע"י חברות אלקטרוניקה. בישראל פועלות מספר חברות בתחום אספקת השירותים ולמעשה חברות אלו כמעט לא סובלות ממגבלת גודל שוק.

שוק החישה מרחוק הינו שוק קטן יחסית אשר למרות הפוטנציאל שבו מכיל כיום ארבע חברות אספקת מידע בלבד (אחת ישראלית) ואילו מרכיב הלוויינים אשר חברות ישראליות יכולות למכור אליו קטן ביותר. עם זאת זהו ככול הנראה השוק האטרקטיבי ביותר לצמיחה עתידית.

ת"עא מעריכה את גודל השוק הרלוונטי עבורה ב כ 4 מיליארד דולר בשנה שכולל בניית לווייני תקשורת, לווייני חישה מרחוק, תחנות קרקע ומכירת מוצרים ללווייני חישה.

לסיכום השוק הרלוונטי לחברות טכנולוגיה ישראליות בתחום החלל עומד על כ 4 מיליארד דולרים ואילו גודלו של שוק השירותים הרלוונטי עומד על כ 2 מיליארד דולר.

גודל השוק הרלוונטי לחברות ישראליות עומד על כ 6 מיליארד דולרים בלבד

רשימת נספחים:

1. כמות הלוויינים בחלל, לפי סוג.
2. תחזית שיגור לוויינים.
3. בדיקת פוטנציאל השוק האזרחי לפיתוח מטע"דים לחישה מרחוק
4. רשימת מפעילי לוויינים, כולל מספר לוויינים בחלל.
5. שרשרת הערך של תעשיית החלל.
6. חלוקה של הכנסות התעשייה לפי אזורים.

נספח 1: כמות הלוויינים בחלל (נתוני סוף 2007)

ישראל	כלל עולמי	
3	524	לוויני תקשורת
2	כ- 100	לוויני חישה
2	102	לוויני מחקר
3	107	לוויינים צבאיים

נספח 2: תחזית שיגור לוויינים

EXHIBIT 5c. Commercial Satellite and Launch Forecasts, 2009–2018

Satellites	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total	Average
GSO Forecast (COMSTAC)	27	21	22	20	20	20	19	20	20	19	208	20.8
NGSO Forecast (FAA)	19	53	26	12	14	37	41	36	12	10	260	26.0
Total Satellites	46	74	48	32	34	57	60	56	32	29	468	46.8
Launch Demand												
GSO Medium-to-Heavy	21	16	17	15	15	15	14	15	15	14	157	15.7
NGSO Medium-to-Heavy	6	10	6	7	8	12	12	11	6	5	83	8.3
NGSO Small	2	5	4	2	3	2	2	2	3	2	27	2.7
Total Launches	29	31	27	24	26	29	28	28	24	21	267	26.7

Note: GSO—geosynchronous orbit, NGSO—non-geosynchronous orbit, COMSTAC—Commercial Space Transportation Advisory Committee
Source: FAA

נספח 3: בדיקת ניתוח פוטנציאל השוק האזרחי לפיתוח מטע"דים לחישה מרחוק:

שוק החישה מוערך בכ 20 לוויינים בשנה

תחת ההנחה שמטע"ד שכזה מהווה כ 30% מעלות הלוויין, ועלות לוויין כ 100 מיליון דולר הרי שהשוק המסחרי הפוטנציאלי של חברות כמו אלביט ואלתא עומד על כ 600 מיליון דולר לשנה (לכל העולם)!

נספח 4: רשימת מפעילי לוויין

Top Fixed Satellite Service Operators

EXHIBIT 3k. Top 25 Fixed Satellite Services Operators by Revenue, 2008

Rank	Company	Country of Origin	2008 Revenue (\$ in millions)	FSS Satellites in Orbit
1	Intelsat	United States	\$2,360.00	51
2	SES	Luxembourg	\$2,300.00	41
3	Eutelsat	France	\$1,280.00	22
4	Telesat	Canada	\$581.90	12
5	Sky Perfect JSAT	Japan	\$399.00	12
6	Russian Satellite Communications Company	Russia	\$228.10	11
7	Hispasat	Spain	\$193.73	4
8	Star One	Brazil	\$177.76	5
9	SingTel Optus	Singapore/Australia	\$ 163.80	5
10	Arabsat	Saudi Arabia	\$157.60	4
11	AsiaSat	Hong Kong	\$133.00	4
12	Indian Space Research Organisation/Antrix	India	\$131.00	9
13	Thaicom	Thailand	\$128.20	4
14	Telenor Satellite Broadcasting	Norway	\$125.40	3
15	China Direct Broadcast Satellite Company	China	\$117.40	5
16	Nilesat	Egypt	\$105.00	2
17	Broadcasting Satellite System	Japan	\$99.10	3
18	Satmex	Mexico	\$93.30	3
19	KT	South Korea	\$85.50	2
20	Gazprom Space Systems	Russia	\$83.70	3
21	AMOS-Spacecom	Israel	\$70.50	2
22	MEASAT Satellite Systems	Malaysia	\$56.40	4
23	APT Satellite Holdings	Hong Kong	\$52.10	3
24	EchoStar	United States	\$44.40	1
25	TELKOM	Indonesia	\$35.10	2

Sources: Space News, Union of Concerned Scientists database

שרשרת הערך של תעשיית החלל (Euroconsult-EC 2009)

ניווט לווייני		חישה מרחוק		תקשורת		(גודל שוק במיליארדי דולר)
מס' שחקנים	גודל שוק	מס' שחקנים	גודל שוק	מס' שחקנים	גודל שוק	
		פחות מ 20	1.5	פחות מ 20	3	יצרני לוויינים
		פחות מ 10	1	פחות מ 10	2	שיגור
		שחקנים בודדים	1	כ 30 הרוב מרוכז בגדולות	10	מפעילי לוויינים
מס' קטן של שחקנים	10	מס' קטן של שחקנים	0.8	עשרות	40	ציוד קרקעי
	23		1.7	עשרות רבות. מעט שחקנים גלובליים	50	שירותי ערך מוסף
	33		6		105	סה"כ

חלוקת התעשייה לפי אזורים (Euroconsult-EC 2009):

סה"כ	ניווט	חישה מרחוק	תקשורת	
70	16.5	3	52	צפון אמריקה
42	4	2	36	אירופה
22	12	0.7	9	אסיה
10	0.5	0.3	8	שאר העולם
144	33	6	105	סה"כ

- סיום -

מקורות

פגישות:

משרד ראש הממשלה – פרופ' יוג'ין קנדל ושגיא דגן

סלי"ה – יצחק בן ישראל, צבי קפלן, רם לוי ודגנית פייקובסקי

מפא"ת – חיים אשד ושמעון לביא

תע"א – יוסי וייס, אריה הלסבנד, עמי הלבנסברג

אלביט / אלאופ – חיים רוסו, גבי סרוסי

רפא"ל – מנחם קידרון

ISI – נועם צפריר

חלל תקשורת – דויד פולק, עומרי ארנון

גילת תקשורת – ארז ענתבי

מיקרו לוויינים - עמיצור רוזנפלד

נוקיה / סימנס – אלון ווירט

בלומברג – בנימין כפרי

גוגל – ליאור רון.

סיסקו – John Egan, סגן נשיא לפיתוח עסקי חלל, אירופה והמזרח התיכון.

משרד הנשיא – יונתן אדירי

כמו כן נוהלו שיחות עם המשרד לאיכות הסביבה, ועם עו"ד רותי דגן (משרד הרצוג) -

דוחות:

הערכת השפעה של תעשיית החלל על כלכלת ישראל (ד. גץ מכון נאמן, 2009)

מדדים לפעילות בתחום החלל והשפעותיהם הכלכליות (ד. גץ מכון נאמן, 2007)

מודלים עסקיים בתעשיית החלל (ד. גץ מכון נאמן, 2007)

עבודת ניתוח של רותם אסטרטגיה מ 2006,

החלל כפרויקט לאומי - דו"ח של צוות הנשיא, רם לוי ודגנית פייקובסקי מ 2010

- Futron – Satellite Manufacturing report, Launch Report, Satellite Telecommunications Report, May 2010 -
- The Space Report 2009 – The Space Foundation, 2009 -
- State of the Satellite Industry Report, SIA, 2009 -
- Summary of "The Space Economy Symposium", 2009 -
- The Space Economy, Henry R. Hertzfeld, Space Policy Institute George Washington University, 2009 -
- Stimulating Economics Growth Today & Tomorrow July 2009, AIAA -
- The Impact of Space Derived Services and Data – Oxford Economics, 2009 -
- The State of the Space Economy – Oxford Analytica, 2009 -
- Understanding the Space Economy: A Study for NASA, 2008 -
- Space and National Security - Athena Global 2004 -
- UK Space Innovation and Growth Strategy 2010 to 2030 -
- The Economic Benefits of the Alaska Aerospace Development Corporation, FY2008 -
- The Economic Impact of Commercial Space Transportation on U.S. Economy, 2008 -
- The Socio-economic Benefits of Using Satellite Information and Services: Enabling Framework Conditions, OECD, 2008 -

מקורות עיתונאיים שונים

- סוף מסמך -