



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

# כלי טייס בלתי מאויישים מסוג רב-להב בישראל: הזדמנויות וסיכונים

מוגש לוועדת המדע והטכנולוגיה

ד' בטבת תשע"ז

2 בינואר 2017

**כתיבה: רועי גולדשמידט**

אישור: יובל וורגן, ראש צוות

הכנסת, מרכז המחקר והמידע

קריית בן-גוריון, ירושלים 91950

טל': 6016 649 - 02

פקס: 6103 649 - 02

[www.knesset.gov.il/mmm](http://www.knesset.gov.il/mmm)

מסמך זה נכתב עבור ועדת המדע והטכנולוגיה של הכנסת לקראת דיון בנושא "רחפנים: השמים כבר אינם הגבול". במסמך מוצג מידע על: התפתחות תחום כלי הטיס הבלתי מאויישים (להלן כטב"מים) תוך התמקדות ברחפנים מסוג "רב-להב" (Multirotor); היישומים האזרחיים של כטב"מים ורבי להב; נתונים על שוק הכטב"מים; הסיכונים בתפוצה רחבה של כלי טייס אלה והשפעותיהם; חסמים להתפתחות התחום בישראל. יצוין כי המסמך מתמקד בהיבט האזרחי של יישומים אלה ואיננו עוסק בהיבט הצבאי-בטחוני של השימושים בכטב"מים.

## 1. רקע

ישראל נחשבת לאחת מחלוצות השימוש בכלי טיס בלתי מאויישים (להלן כטב"מים), שעל פי פרסומים שימשו לשימושים צבאיים שונים כבר מאמצע שנות ה-70. ההובלה של ישראל בתחומי הכטב"מ באה לידי ביטוי גם בהיקף ייצוא ניכר בתחום. על פי פרסומים, ישראל הייתה היצואנית הגדולה בעולם בתחום הכטב"מ בין השנים 2010-2014 (ייצוא צבאי ואזרחי).<sup>1</sup>

**תחום כלי הטייס הבלתי מאויישים הוא נרחב וכולל בתוכו החל מכלי תעופה זעירים במשקל קטן מ-300 גרם וכלה במטוסים בגודל דומה למטוסים מאויישים. הכלים שמקובל בשיח הפופולארי לכנות "רחפנים", נקראים "רב להב", על שום השימוש שלהם במספר רוטורים (להבים) המאפשרים את תנועתם באוויר, הם סוג אחד של כטב"מ. קיימים סוגים נוספים של כטב"מים: "כנף קבועה"; "כנף סיבובית"; ומודל "היברידי".<sup>2</sup> לבד מסיווגם על פי צורתם, ניתן לסווג אותם על פי: משקלם ויכולת הנשיאה שלהם; יכולת התעופה שלהם (משך, גובה ומרחק); והשימושים שניתן לעשות בהם. סיווג נוסף מבחין בין כלים המחייבים שליטה מן הקרקע באמצעות מטיס וכלים הפועלים בצורה אוטונומית<sup>3</sup> על פי הגדרות שנקבעו עבורם מראש (למשל, נקודות ציון בהן הם צריכים לעבור, מקום המראה ומקום נחיתה).<sup>4</sup>**

יש לציין כי כטב"מים אינם כלי המצוי רק ברשותן של מדינות או חברות גדולות. חלק ניכר מן הכטב"מים הנפוצים הם כיום מוצר צריכה נגיש ותפוצתם גדולה וצפויה לגדול משמעותית ובהתאמה צפויים לגדול מספר היישומים האזרחיים שיפותחו עבורם מחד, והחששות הנלווים לשימוש המתרחב בהם.

**למרות שהתפתחותם של כטב"מים החלה בתחום היישומים הצבאיים, השימוש בכלים אלה למטרות אזרחיות שונות בהן: מיפוי, צילום, חקלאות, חילוץ והצלה, ביטחון, העברת משלוחים, פנאי וספורט ועוד, הולך וצובר תאוצה בישראל ובעולם וסביב תחום עיסוק זה מתפתח "אקו-סיסטם"<sup>5</sup> בעל**

<sup>1</sup> The Law Library of Congress, Global Legal Research Center, "[Regulation of Drones](#)", April 2016, Accessed January 2, 2017.

<sup>2</sup> Deloitte, "[Drones from Military to Civilian](#)", March 2016, Accessed January 2, 2017.

<sup>3</sup> Remotely Piloted Aircraft Systems או RPAS הוא המושג למערכות תעופה הנשלטות מרחוק; ואילו Autonomous Unmanned Aircraft system הוא המושג למערכת תעופה עצמאית – אוטונומית.

<sup>4</sup> European Parliamentary Research Service, Briefing, "[Civil Drones in the European Union](#)", October 2015, Accessed January 2, 2017.

<sup>5</sup> אקו-סיסטם או בעברית מערכת סביבתית הוא מושג המושאל מהתפתחותן של סביבות טבעיות ומערכת הזיקות בין בעלי חיים ומערכות טבעיות שלמות בתוכן הם חיים. בהקשר העסקי/תעשייתי הכוונה להיווצרותה של סביבה שיש בה שחקנים

פוטנציאל כלכלי. מאידך, השימוש בכטב"מים מעורר גם סוגיות שונות בהן: חשש מתאונות - כולל פגיעה באזרחים ורכוש על הקרקע או באוויר - בכלי תעופה אחרים מאוישים ובלתי מאוישים; חדירה לפרטיות; חדירה לשדות תעופה או מרחבים מוגנים אחרים ופגיעה ביטחונית; שימושים פליליים או למטרות טרור ועוד.<sup>6</sup>

**סוגיית ההסדרה של השימוש בכטב"מים בכלל וברחפנים מסוג "רב-להב" בפרט, מצויה בדיון נרחב במדינות רבות כולל באיחוד האירופי, בארה"ב ובמדינות נוספות, בנוסף, כיוון שמדובר במרחב האווירי, פעילים בנושא גם ארגוני תעופה בינלאומיים שונים המציעים המלצות להאחדה של רגולציה (הרמוניזציה).**

יצוין כי יצירת סביבה תומכת לפיתוח טכנולוגיות, ניסוי שלהן, וגיבוש נהלי ייצוא דומים למקובל בעולם צפויים להשפיע לחיוב על חוזקה ויכולת ההתפתחות של תעשייה בתחום, ומאידך רגולציה נוקשה במיוחד צפויה להשפיע לשלילה על התפתחות תעשייה כזו ולהוביל יזמים, משקיעים ועוד לבחור במדינות אחרות. עם זאת, כאמור, יצירת סביבה נטולת הסדרה עלולה לגרום השלכות שליליות שונות, בהן תאונות ופגיעה בפרטיות. משטר רגולציה מאוזן ימזער סיכונים ואיומים עקב הטכנולוגיות החדשות אך יעודד את צמיחתן. יצוין כי בשל הדינמיות של תחומי הטכנולוגיה בדיונים בנושא מוצע לעשות שימוש בכלים רגולטיביים גמישים מספיק וכאלה שאינן מתעדפים כלי או טכנולוגיה ספציפית אלא מגדירים דרישות ועקרונות.<sup>7</sup>

## 1.1. שוק הכטב"מים

הנתונים שיוצגו להלן אינם ממצים והם משמשים רק כאינדיקציה להבנת תחום הכטב"מים והפוטנציאל הגלום בו. יצוין כי לא בכל המקורות מובחן בצורה ברורה השוק האזרחי מן הצבאי.

- **אומדני היקף השוק העולמי:** דוח של חברת 'גולדמן סאקס' ממרס 2016 מעריך את ההוצאה הצפויה בשוק הכטב"מים בחמש השנים הקרובות בכ-100 מיליארד דולר: מתוכם כ-70 מיליארדי דולרים בתחום הצבאי; כ-20 מיליארדי דולרים בשוק המסחרי – אזרחי (בנייה; חקלאות; ביטוח; תעשיות דלק; עיתונות; נדל"ן ועוד) ועוד כ-14 מיליארדי דולרים בשוק הצרכני (קנייה של כטב"מים בידי לקוחות פרטיים).<sup>8</sup> דוח של חברת המחקר PWC מעריך את השווקים שבהם צפויה כניסה של טכנולוגיות כטב"מים בכ-127 מיליארדי דולרים.<sup>9</sup> אומדנים

---

שונים, בעלי תפקידים ותחומים שונים שקיימת ביניהם זיקה. קיומו של אקו-סיסטם נתפס כסימן להתפתחות של שוק מסוים.

<sup>6</sup> European Parliamentary Research Service, Briefing, "[Civil Drones in the European Union](#)", October 2015, Accessed January 2, 2017.

<sup>7</sup> Parliament of Canada, House of Commons, Standing Committee on Transport, Infrastructure and Communities, 42nd Parliament, 1st Session, [Meeting No. 36, EVIDENCE](#), Tuesday, November 29, 2016, Accessed January 2, 2017.

<sup>8</sup> Goldman Sachs, "[Drones: Flying into the Future](#)", March 13, 2016.

<sup>9</sup> PWC, "[Clarity from above: PwC Global Report on the Commercial Applications of Drone Technology](#)", May 2016.

שונים, שמרניים יותר, מעריכים את שווי השוק בשנת 2020 בין כ-2 מיליארדי דולרים לכ-11 מיליארדי דולרים.<sup>10</sup>

▪ **יצוא ישראלי**: על פי נתונים שפרסמה חברת 'דלויט', ישראל הייתה היצואנית הגדולה ביותר של כטב"מים בין השנים 2010-2014 עם כ-60% מן הייצוא המייצג כ-164 יחידות (כפי הנראה המדובר על כטב"מים צבאיים); ייצוא של כטב"מים צבאיים מהווה כ-10% מכלל הייצוא הצבאי של ישראל. הערך הפיננסי של הייצוא הישראלי של כטב"מים ב-8 השנים האחרונות הוא כ-4.6 מיליארד דולר. הדומיננטיות של ישראל היא בשוק הכטב"מ הצבאי וקיימים ניסיונות לתרגם אותה למובילות בשוק האזרחי.<sup>11</sup>

## 2. היישומים האזרחיים של כטב"מים מסוג רב-להב<sup>12</sup>

קיימות צורות שונות לקטלוג סוג היכולות והיישומים האזרחיים המפותחים עבור כטב"מים, עם זאת, סביר להניח שחדירתן של טכנולוגיות שונות לצד הוזלה צפויה בעלותן תגרור הרחבת השימושים בכלים אלה לתחומים חדשים נוספים. להלן יוצגו בקצרה תחומים בהם קיים שימוש בכטב"מים:

### ▪ בטחון הציבור

כטב"מים משמשים כיום ברחבי העולם יחידות משטרה, כוחות כיבוי אש, יחידות חילוץ ואיתור נעדרים ויחידות התערבות במקרים של בני ערובה. כטב"מים מאפשרים לצפות ולנתח זירות שונות מן האוויר: זירות פשע, אירועים המוניים דוגמת הפגנות, הופעות גדולות וכדומה ויכולים להחליף את הצורך בכלי טיס מאויש שעלות הפעלתו גבוהה ונוכחותו בולטת.

בהקשר זה יצוין כי למרות היתרונות הגלומים בייעול יכולות השיטור, יש המבקרים את המעבר למה שהם מכנים "אכיפה ממוכנת" – המבוססת על תהליכי אוטומציה של שיטור וגורסים כי הרחקת שיקול הדעת האנושי מחד, ושימוש מועצם בטכנולוגיות נוספות – לדוגמא זיהוי ביומטרי, עלולים להוביל לשימוש לא מידתי ביכולות שיטור- כזה שיוביל למעקב מתמיד אחר אזרחים.<sup>13</sup>

### ▪ ניטור ובדיקה

כטב"מים יכולים כיום להיות מצוידים במצלמות ואמצעי צילום וידאו וביכולות סריקה מתקדמות. יכולות אלה מאפשרות להשתמש בהם כדי לנטר את מצבן של תשתיות שונות – לדוגמא, צנרות מים או דלק, קווי מסילת רכבת, מבנים ועוד; ומשאבי טבע – לדוגמא, יערות, קווי חוף ועוד. בהיבטים אלה הם גם יכולים להיות יעילים בהקשר של מחקר סביבתי, שימור וניהול אסונות טבע דוגמת שיטפונות, שריפות וכו'.

<sup>10</sup> Deloitte, "[Drones from Military to Civilian](#)", March 2016.

<sup>11</sup> Ibid.

<sup>12</sup> Deloitte, "[Drones from Military to Civilian](#)", March 2016.

<sup>13</sup> אורי וולובלסקי, "שימושים אזרחיים בכטב"מים- אתגר חדש לזכות הפרטיות", משפט ועסקים י"ט, תשע"ז, דצמבר 2016.

## ▪ חקלאות מדויקת

שימוש בכטב"מים אף נעשה למטרות ניהול במשקים חקלאיים: ניתן כיום למדוד רמות לחות, היקפי צמיחה של גידולים; רמת חנקן, ועוד, ובכך להגדיל את התפוקה משדות חקלאיים ולהקטין את היקף השימוש בדשנים. בנוסף, ניתן להשתמש בכטב"מים כדי לצמצם תופעות של גניבות בקר ולנהל רעיית צאן.

## ▪ מיפוי

מיפוי קרקע, עיבוד תמונה ויצירת הדמיות תלת מימד, הופכים קלים יותר באמצעות שימוש בכטב"מים. יישומים שונים יכולים להיות ביצוע סקרי קרקע, אומדנים של אובייקטים – לדוגמה ערימות אספקה ועוד.

## ▪ צילומי אוויר

כאמור לעיל, שימוש בכטב"מים למטרות צילום הוא אחד היישומים הוותיקים של כלים אלה והוא מאפשר גישה לזווית ואפשרויות צילום שהיו קשות או יקרות להשגה ללא כלים אלה. השימוש ביישומי צילום אמנם רלבנטי כמעט לכל הדוגמאות דלעיל, אך גם ל: תעשיית הטלוויזיה והקולנוע; צילום לעיתונות, חברות בתחום נדל"ן ובנייה; צילום אירועי ספורט ועוד.

## ▪ העברת משלוחים וסחורות

החל מהעברת מזון או תרופות לאזורי אסון או אזורים מרוחקים שהגישה אליהם קשה וכלה בחברות מסחריות שמבצעות ניסויים בהפצה של משלוחים ללקוחות באמצעות רחפנים, כלים אלה עשויים לשנות את הזמינות והמהירות של העברת מוצרים ללקוחות. על פי פרסומים שונים, חברות כמו גוגל, אמזון, וול-מארט, ודומינוס פיצה משקיעות בטכנולוגיות שילוח באמצעות רחפנים. לאחרונה, פורסם בתקשורת כי חברת דומינוס ביצעה לראשונה משלוח פיצה באמצעות רחפן בניו-זילנד<sup>14</sup>; וכי חברת אמזון ביצעה לראשונה משלוח של מוצרים במסגרת ניסוי ברחפנים הפועלים אוטונומית.<sup>15</sup>

## ▪ פנאי וספורט

בדומה לשימוש שהיה מקובל בטיסנים למטרות פנאי וספורט, השימוש ברחפנים מסוג רב להב כמוצר צריכה בבעלות פרטית של אזרחים קיים, וייתכן ויתרחב במקביל להזלה במחירו ולתפוצתו הנרחבת. בישראל ובחו"ל פועלות כיום ליגות ספורט תחרותיות בתחום הרחפנים.<sup>16</sup>

<sup>14</sup> CNBC.Com, "[Domino's Delivers World's First Ever Pizza by Drone](#)", 16 November 2016, Accessed January 2, 2017.

<sup>15</sup> NY Times, "[In Major Step for Drone Delivery, Amazon Flies Package to Customer in England](#)", 14 December 2016, Accessed January 2, 2017.

<sup>16</sup> ראו לדוגמה, אתר ליגת הרחפנים בישראל: [fril.co.il](http://fril.co.il).

### 3. חששות וסיכונים בשימוש ברחפנים

ניתן לומר כי השימוש האזרחי בכטב"מים עדיין נמצא בשלב מוקדם יחסית וכפועל יוצא, הערכת הסיכונים הנובעים מכטב"מים אזרחיים, איננה כוללת בשלב זה נתונים מספקים. עם זאת, להלן יוצגו סיכונים עיקריים הנסקרים בכתיבה בנושא, שהם בעיקרם: סיכוני בטיחות וביטחון, וסיכוני פגיעה בפרטיות.

#### ▪ תאונות קרקע ואויר

למעט ציפורים, רוב המתרחש בתווך האווירי כיום מופעל באופן מתואם והתנועה בו מורכבת בעיקר מכלי תעופה גדולים וממוסדים המופעלים על ידי אנשי מקצוע וארגונים שתחום התעופה הוא עיקר עיסוקם.

בשל האמור הכנסה של כטב"מים ובפרט כאלה מופעלים על ידי אזרחים מהווה איום ומקור לחששות שונים לביטיחות. החששות כוללים פגיעה של כטב"מים בכלי תעופה אחרים – בפרט מאוישים, על הקרקע או באויר; פגיעה באזרחים על הקרקע במקומות ציבוריים – במקרה של הטסה מעל או בסמוך לבני אדם. בנוסף קיים חשש מפגיעה בתשתיות דוגמת מבנים, עמודי חשמל וכו' – במקרים כאלה יתכן נזק לתשתית וכמובן לכטב"מ עצמו.

**בדוח של הפרלמנט האירופי בנושא כטב"מים מצוין כי אין עדיין כיום תיעוד מספק של מידע על תאונות כטב"מים, אך הדוח מציין כי בתקשורת דווחו מקרים שונים של תאונות כטב"מ, וכי על פי מידע זה ישנן בעיות בטיחות ייחודיות לכטב"מים בהן: כשלים אלקטרוניים או מכניים חוזרים, טעויות של המטיס, בעיות בתקשורת עם הכטב"מ ומגבלות במערכות "זיהוי ומניעה", כמו גם פגיעות גבוהה למפגעי מזג אויר.**<sup>17</sup>

על פי מקור עיתונאי המצוטט בדוח הפרלמנט האירופי, גורמים רשמיים בצבא ארה"ב דיווחו בשנת 2013 כי שיעור ההתרסקויות של כטב"מים צבאיים היה גבוה פי עשרה מזה של מטוסים צבאיים מאוישים ב-9 חודשים שטרם הדיווח. בהקשר זה יצוין כי לא ברור האם נתון זה מצביע על בעיות בכלים ובהפעלתם או על מתווה הפעלה סיכוני גבוה יותר – הניתן למימוש מעצם העובדה כי המדובר בכלי לא מאויש.

**על פי נתונים שנתקבלו מרת"א, בשנת 2015 דיווחו טייסים על 15 תקריות בהם התקרבו רב-להב לכלי טיס מאויש ובשנת 2016 דווחו 14 תקריות כאלו. לדברי נציג רת"א ברוב המוחלט של המקרים מקור הדיווח היה טייס מטוס נוסעים.**<sup>18</sup>

<sup>17</sup> European Parliament, "[Privacy and Data Protection Implication of the Civil Use of Drones](#)", policy Department C, 2015, Accessed January 2, 2017.

<sup>18</sup> מר בני דוידור, מנהל מחלקת מערכי כטב"מ אזרחיים, רשות התעופה האזרחית, מכתב, 27 בדצמבר 2016.

## ▪ פגיעה בתשתיות ובמתקנים רגישים

כאמור לעיל, המידע על האיומים האמורים איננו מגובה בשלב זה בנתונים מקיפים שניתן לקבל מהם אינדיקציה אמיתית על מימדי הסכנות, עם זאת, כפי שמצוין בדוח של הפרלמנט האירופי, בתקשורת מופיעות דוגמאות שונות לאיומים על תשתיות או אנשים משימוש בכטב"מים. בין השאר: חדירה לאזורים של שדות תעופה; סיכון לכלי תעופה אזרחיים; טיסה מעל מתקני תשתית רגישים (תחנת כוח) ומעל או בסמוך לגורמי ממשל בכירים דוגמת ראשי מדינות. מאפיינים שונים של כטב"מים עשויים להפוך אותם לסיכון בטיחותי ובטחוני מסוג חדש, בין המאפיינים: זמינות גבוהה ועלות נמוכה יחסית של כלים אלה; המזעור של כטב"מים והקלות היחסית שבהפעלה שלהם – כל אלה הופכים את השימוש בהם מנחלתם של מקצוענים או משתמשים מנוסים, לכלים יחסית פשוטים לשימוש.

## ▪ פוטנציאל פגיעה בפרטיות<sup>19</sup>

איסוף מידע פרטי באמצעות צילום של אנשים ברשות היחיד או באמצעות איסוף מידע הנוגע לצנעת חייו האישיים של אדם – לדוגמה מצב בריאותי או נטייה מינית, עשוי להתבצע בקלות רבה יחסית באמצעות כטב"מים. התקנה של חיישנים שונים על גבי כטב"מים דוגמת: מצלמות סטילס; מצלמות וידאו; התקנים להקלטת קול; מצלמות לראיית לילה ועוד טכנולוגיות שונות שהופכות מצבאיות וקשות להשגה – לאזרחיות וזמינות יותר – כל אלה הופכים את הכטב"מ לאמצעי יעיל להפרת פרטיות. נוסף על איסוף ותיעוד של מידע אישי, אגירת המידע הפרטי, השימוש בו והשילוב שלו עם מאגרי מידע אחרים או עם כלים טכנולוגיים דוגמת: זיהוי ביומטרי, מידע מבוסס מיקום, זיהוי לוחיות רישוי, חיישני חום, ועוד יוצרים כר פוטנציאלי נרחב לפגיעה בפרטיות.

חוקרים שונים גורסים כי לבד מעצם הפגיעה בפרטיותו של אדם – במקרים של איסוף מידע אישי אודותיו, הפיכתו של המרחב האישי לחשוף ומפוקח באופן מתמיד פוגעת בחירויות הפרט ומשנה את התנהגות הפרט בו.

**בהקשר זה יצוין כי על פי תשובת הרשות למשפט, טכנולוגיה ומידע (רמו"ט) במשרד המשפטים לפניית מרכז המחקר והמידע של הכנסת, רמו"ט טרם נדרשה באופן ספציפי לנושא השימוש בכטב"מים והשלכותיו על פרטיות והגנה על מידע אישי, אך היא שוקלת להוסיף התייחסות ספציפית לנושא כחלק מההנחיות שלה בעניין השימוש במצלמות אבטחה ומעקב.<sup>20</sup>**

<sup>19</sup> אורי וולובלסקי, "שימושים אזרחיים בכטב"מים – אתגר חדש לזכות לפרטיות", משפט ועסקים י"ט, תשע"ז, דצמבר 2016. European Parliament, "[Privacy and Data Protection Implication of the Civil Use of Drones](#)", policy Department C, 2015, Accessed January 2, 2017.

<sup>20</sup> עו"ד ניר גרסון, ממונה משפט וטכנולוגיה, הרשות למשפט, טכנולוגיה ומידע, משרד המשפטים, דוא"ל, 21 לדצמבר 2016.

#### 4. הסדרת השימוש ברחפני "רב להב" בישראל<sup>21</sup>

התפתחותה של תעשייה ישראלית בתחום הכטב"מים דרשה סביבה שבה ניתן לבצע ניסויים בתחום. עד לשנת 2006 היו האישורים לפעילות בתחום ניתנים על ידי חיל האוויר ואולם בעקבות הגידול בתעשייה שהטיל עומס על חיל האוויר בטיפול בבקשות לאישור טיסות ניסוי, הוחלט כי יש להסדיר את הנושא בתקנות ובהמשך בחוק וכי על רשות התעופה האזרחית (להלן רת"א) הפועלת תחת משרד התחבורה לעסוק בניהול התחום. חוק הטיס שנכנס לתוקפו בשנת 2011 הסדיר בין השאר, גם את נושא השימוש בכטב"מים ובכך הפך את ישראל לאחת מן המדינות הראשונות שהסדירו בחוק את השימוש האזרחי בכטב"מים.<sup>22</sup> למרות שחלפו רק כ-6 שנים מכניסת החוק לתוקף, השינויים בטכנולוגיה, בתפוצה ובמאפיינים של כטב"מים – בדגש על רבי להב, דורשים עדכון בדפוסי ההסדרה של פעילותם במרחב האווירי, כפי שציין הממונה על הנושא ברת"א.<sup>23</sup>

**יצוין כי ההסברים להלן אינם מהווים סקירה משפטית של ההסדר הנוגע לשימוש בכטב"מים או ברב-להב וכי חוק הטיס והתקנות מתוקפו מתייחסים לנושאים אלה. האמור להלן נועד להבהיר את תמונת המצב הרגולטיבית בצורה כללית, לצורך הדיון.**

חוק הטיס מבחין בין "כלי טיס" לבין "כלי רחיפה" ומחיל על כלי רחיפה רגולציה פחותה מזו החלה על כלי טיס. כך למשל, מפעיל כלי טיס נדרש לרישיון טיס ולרישיון כשירות של כלי הטיס ולעומת זאת הפעלה של כלי רחיפה לא דורשת אישורים אלה. עם זאת, חשוב לציין כי אותו כלי תעופה יכול להיות מוגדר ככלי טיס או ככלי רחיפה בהתאם לייעודו או לשימוש בו ולכן למעשה אותו כלי יכול להיות כפוף לחובות רגולציה שונות לגמרי. בעוד שימוש למטרות פנאי או ספורט יגרום לכך שטיסן ממונע רדיו – ולענייננו, מיני כטב"מ מסוג רב להב, יוגדר ככלי רחיפה ולא יידרש לרישוי ולתנאים נוספים (שיפורטו להלן), שימוש בו למטרות מסחריות (לשם הכנסה); או "כלליות" – לדוגמא, למטרות שיטור עירוני, הגנה על שטח פרטי; כיבוי אש וכדומה, יחייב תנאי רישוי כפי שיפורט להלן.

**רת"א מחלקת בין שלוש קטיגוריות הפעלה והחובות הנגזרות ממנה:**

##### ▪ הפעלה למטרות פנאי וספורט

הפעלה לפנאי וספורט איננה מחייבת הליכי רישוי של הכלי או המטיס ואף לא ברישום של הכלים. ההפעלה חייבת להתבצע בהתאם לכללי בטיחות הקבועים בתקנות הטיס (הפעלת כלי טיס וכללי טיסה). הטסת פנאי וספורט מוגבלת לגובה מרבי של 50 מטרים מעל הקרקע ומחייבת שמירה על קשר עין עם הטיסן או הרב-להב; אין להטיס מעל אנשים, בשכונת מגורים או בסמיכות של 250 מטרים ממבנים; ואין להטיס בסמוך לשדות תעופה או אזורים אסורים אחרים.

<sup>21</sup> למעט אם מצוין אחרת, האמור בפרק זה מבוסס על מידע שנתקבל ממר בני דוידור, מנהל מחלקת מערכי כטב"מ אזרחיים, רשות התעופה האזרחית, 27 בדצמבר 2016.

<sup>22</sup> רן קליינר מנכ"ל "עם הרוח", שיחת טלפון, 18 בדצמבר 2016.

<sup>23</sup> בני דוידור, מנהל מחלקת מערכי כטב"מ אזרחיים, רשות התעופה האזרחית, פגישה, 27 בדצמבר 2016.



## ▪ "הפעלה כללית"

הפעלה של טיסון או רב-להב למטרה שאיננה מסחרית, אך איננה למטרת פנאי או ספורט – לדוגמה שימוש בידי רשות עירונית לשמירה על הסדר; לאיתור וכיבוי שריפות על ידי שירותי הכבאות או אף להפעלה פרטית של אדם לשם הגנה על מרעהו או רכושו, מחייבת את המפעיל להטיס את הכלי באמצעות בעל רישיון (היתר מטיס כטב"ם); מחייבת את הכלי באישור כושר טיסה; ומחייבת את רישומו של הכלי.

## ▪ הפעלה מסחרית

בין אם המדובר במי שזהו עיסוק משני עבורו והוא עובד עצמאי יחיד, ובין אם המדובר בחברה מסחרית גדולה שזהו עיקר עיסוקה, אדם המקבל תשלום עבור פעילות הכרוכה בהטסה של רב-להב חייב לעמוד בכללי רגולציה נרחבים יחסית הכוללים: חובה על החברה להחזיק ברישיון הפעלה מסחרית; חובה על החברה להחזיק ברישיון הפעלה אווירית; על המטיס להיות בעלי היתר מטיס כטב"ם; ועל הכלים לקבל אישור – תעודת כושר טיסה.

### 4.1. דוגמאות לרגולציה שונה וביקורת

דוח של מרכז המחקר המשפטי בספרייה המשפטית של הקונגרס האמריקאי מגדיר את הרגולציה בישראל כך: "תחת החוק הישראלי, הפעלתו של כל כטב"ם היא ככלל כפופה לרגולציה נרחבת (Extensive) ללא זיקה לגודלו או סוג השימוש, תחת חוקים מיוחדים המיושמים ביחס לכטב"מים וחוקים כלליים הנוגעים לכל כלי תעופה" (ההדגשה אינה במקור).<sup>24</sup>

הרגולציה בנושא בעולם היא מורכבת ואיננה במוקד מסמך זה ומפאת קוצר היריעה לא נידונה בהרחבה. עם זאת, יצוין כי ככלל מדינות שונות דנות בשנים האחרונות בנושא הרגולציה של כטב"מים ונוקטות בגישות שונות – מחמירות יותר או פחות ביחס לשימוש בהם והדרישות לשם כך.

**דוגמא לרגולציה מקלה יחסית היא אוסטרליה שהחוק בעניין כלי טייס נשלטים מרחוק (Remotely Piloted aircrafts - RPA) בה עודכן ונכנס לתוקפו בספטמבר 2016. באוסטרליה ישנן שלוש קטיגוריות הפעלה עיקריות: פנאי; מסחרי מתחת ל-2 ק"ג; מסחרי מעל 2 ק"ג. על פי הכללים החדשים, להפעלת כלי מסחרי מתחת ל-2 ק"ג, לא נדרש היתר מטיס והיתר הפעלה. הם נדרשים לפעול בהתאם להנחיות קבועות ולהודיע לרשות התעופה האוסטרלית על כוונתם להפעיל כלי כאמור, 5 ימי עסקים טרם הפעלתו. לצורך ההפעלה הם מקבלים מספר מזהה (Aviation Reference Number).<sup>25</sup>**

---

<sup>24</sup> The Law Library of Congress, Global Legal Research Center, "[Regulation of Drones](#)", April 2016, Accessed January 2, 2017.

<sup>25</sup> Australian Government, Civil Aviation Safety Authority, "[Commercial Unmanned Flight - Remotely Piloted Aircraft under 2kg](#)", Accessed January 2, 2017.

פי דוח ספריית הקונגרס, באוסטרליה, בתנאים מסוימים גם הפעלה של כלים במשקל 2-25 ק"ג תהיה פטורה מרישוי (במקרים של כלים המוטסים מעל שטח פרטי למטרות שנקבעו, ובכפוף לכללים).<sup>26</sup>

בלי להיכנס לעובי הקורה, נראה כי הקטיגוריות ברגולציה האוסטרלית אינן מבוססות רק על ההבחנה: מסחרי-לא מסחרי, אלא גם על היררכיית משקל ויכולות.

לדברי נציגי רת"א השוואה למדינות דוגמת אוסטרליה איננה הולמת את המקרה הישראלי שכן ישראל מתאפיינת בצפיפות אוכלוסין ובצפיפות במרחב האווירי שלה ולכן שונה מאוסטרליה שבה יש אזורים נרחבים הדלילים באוכלוסין ומרחב אווירי גדול מהותית וצפוף פחות.<sup>27</sup>

בארצות הברית נכנס לתוקף באוגוסט 2016 תיקון לחוק המאפשר הטסה בטווח ראייה (VLOS) של כטב"מים קטנים – עד משקל של 25 ק"ג, למטרות מסחריות, לאחר הליכים פשוטים יחסית של קבלת היתר "מטיס מרחוק" (remote pilot in command) וללא צורך באישור כשירות של הכטב"מ עצמו וזאת תחת תנאי טיסה המוגדרים בחוק (בהם: טיסה ביום, במהירות עד מאה מייל קרקעי, גובה מרבי של כ-120 מטר, ועוד). על פי החוק, לשם קבלת היתר כאמור, יש לעבור מבחן שנקבע על ידי רשות התעופה האמריקנית (FAA) במרכז מבחנים שהוסמך לכך; לקבל אישור של מנהל בטיחות התעופה; ולהיות בן 16 ומעלה.<sup>28</sup>

יצוין כי בארצות הברית קיימת חובת רישום של כטב"מים קטנים (עד 25 ק"ג) באמצעות מערכת רישום ממוחשבת ברשת האינטרנט ("אונליין"). על פי נתונים שפרסמה רשות התעופה האמריקנית, יותר מ-600,000 כלים רשומים במערכת ועלות הרישום לכטב"מים קטנים כאמור היא 5 דולרים.<sup>29</sup>

לטענת יזמים הפועלים בתחום רבי הלהב בישראל, תהליך הרישוי שמפעילה רת"א לוקה בכך שהוא מחיל חובות שונות לגמרי גם על כלים זהים בהתבסס על ההבחנה בין כלי לשימוש מסחרי לכלי לשימושי פנאי וספורט. לטענתם, כפועל יוצא מכך נוצר מצב בו בעוד הרגולציה על הטסה מסחרית היא מחמירה יחסית, חובבים פטורים מכל מחויבות. יש מהם הגורסים כי נדרשת האחדה של המחויבויות. עוד נטען, כי מבנה הרגולציה בו חייבים מטיסי רב-להב נלקח מעולם המטוסים המאווישים ללא התאמה ועדכון שלו לעולם הכלים הבלתי מאוישים ולכן המדובר בתהליך ארוך ויקר מידי.<sup>30</sup> לטענתם מדינות מובילות בתחום דוגמת סין וארה"ב הקלו ברגולציה על השימוש ברב-להב.

יצוין כי לדברי נציגי רת"א, רת"א עוסקת בכתיבה של תקנות חדשות העוסקות במיני כטב"ם. קובץ התקנות החדש ייצור לראשונה הפרדה בין התקנות הקיימות לכלי טיס מאוישים לבין מערכות

<sup>26</sup> The Law Library of Congress, Global Legal Research Center, "[Regulation of Drones](#)", p.2.

<sup>27</sup> בני דוידור, מנהל מחלקת מערכי כטב"מ אזרחיים, רשות התעופה האזרחית, פגישה, 27 בדצמבר 2016.

<sup>28</sup> Federal Aviation Administration, "[Summary of Small Unmanned Aircraft Rule \(Part 107\)](#)", June 21, 2016, Accessed: January 2, 2017.

<sup>29</sup> Federal Aviation Administration, "[Drone Registration Marks First Anniversary](#)", Accessed January 2, 2017.

<sup>30</sup> רן קליינר, מנכ"ל "עם הרוח", שיחת טלפון, 18 בדצמבר 2016.

**כטב"ס.** עוד יצוין כי לדברי נציגי רת"א הם משתדלים להיות נגישים ליזמים בתחום המבקשים לבצע ניסויים, בכפוף לשמירה על בטיחות המרחב האווירי והציבור בישראל.<sup>31</sup>

## 4.2. נתוני רת"א על רישוי מערכות רב-להב<sup>32</sup>

על פי נתונים שהתקבלו מרת"א, 31 חברות בישראל מחזיקות ברישיון הפעלה מסחרי ורישיון הפעלה אווירי (כאמור לעיל, תנאי סף להטסה מסחרית חוקית בישראל). בנוסף עוד 18 חברות נמצאות בהליכי רישוי שונים.

בישראל ישנם 321 בעלי רישיונות (היתרי הטסה) למערכות כטב"ס מתוכם 89 להטסת רב-להב בקשר עין בלבד.

במרשם כלי הטיס של מדינת ישראל רשומות 161 מערכות כטב"ס מסוג רב להב. עם זאת, לדברי נציג רת"א, יש בישראל עשרות אלפי כלים מסוג רב-להב. אומדן זה מבוסס על כך שרת"א אחראית כיום גם על אישורי הייבוא של רב-להב.

**על פי נתונים שנתקבלו מרת"א, גובה האגרות הנדרשות למבקש רישיון לחברה עם כטב"מ אחד ומטיס אחד כיום הוא 8,260 ₪** נתון זה מבוסס על עלות האגרות עבור: רישום הכלי, הרשאה מיוחדת לטיסה (לכטב"מ); תעודת רפואית למטיס כטב"מ; בחינות להיתר מטיס כטב"מ; רישיון הפעלה מסחרי ורישיון הפעלה אווירית. **נציגי רת"א ציינו כי בכוונתם לעדכן את תקנות האגרות ולהפחית את העלות בשיעור משמעותי. לדבריהם במקרה האמור של חברה עם כטב"מ אחד ומטיס אחד, צפויה העלות לרדת ל- 5,460 ₪.** יצוין כי שינוי זה כפוף לאישור הכנסת ואמור להיות מבוא לשולחנה במהלך החצי השני של שנת 2017.

## 5. חסמים להתפתחות התחום בישראל

כאמור, תחום הכטב"מים שהיה בעבר בעיקר נחלתן של חברות גדולות ויושם בעיקר בתחום התעשיות הביטחוניות עובר בשנים האחרונות שינוי כאשר לצד האזרוח של טכנולוגיות והזליגה שלהן לתחום מוצרי הצריכה (Commodity) מתפתחת תעשייה אזרחית ונוצר "אקו-סיסטם" שבתוכו פועלים שחקנים שונים בתחום, בהם חברות הזנק (start-up). כיוון ששוק הכטב"מים האזרחי הוא גלובאלי, חסמים באפשרות להקים או להפעיל מיזמים בתחום צפויים להשפיע באופן שלילי על עוצמת התעשייה המקומית בתחום – עלולים לגרום ליזמים לבחור להקים את המיזמים שלהם או סביבת הניסוי שלהם מחוץ לישראל; לצמצם את כמות ההשקעה הפיננסית ואת מספר המשקיעים בתחום ועוד, וכפועל יוצא לצמצם את התועלות המשקיות ואת פוטנציאל המובילות הישראלית בתחום. להלן יוצגו שני חסמים המשפיעים על העוסקים בתחום כלי הטיס הבלתי מאוישים ובפרט רבי הלהב.

<sup>31</sup> מר בני דוידור, מנהל מחלקת מערכי כטב"מ אזרחיים, רשות התעופה האזרחית, מכתב, 27 בדצמבר 2016.

<sup>32</sup> שם.

## ▪ תדרי הפעלה

חלק ניכר מן הרחפנים מסוג רב-להב מופעלים באמצעות תדרי רדיו. תדרים אלה אשר בישראל מנוהלים על ידי משרד התקשורת מוקצים לשימושים אזרחיים וצבאיים שונים.

בעוד בעבר תדר ההפעלה העיקרי של רב-להב היה 2.4 GHz (גייגה הרץ) שהוא תדר פתוח בישראל וניתן לעשות בו שימוש לשם הטסת טיסנים ורחפני רב-להב, הרי ששינויים במוצרים בתחום מובילים כיום לכך שתדר נוסף הנדרש להפעלת חלק ניכר מן הרחפנים כיום הוא 5.8 GHz. בשל המעבר של היצרנים לשימוש בתדר 5.8 והעובדה כי תדר זה סגור כיום לשימוש אזרחי בישראל, יש כיום בעיה בייבוא של רבי להב הפועלים בתדר זה.<sup>33</sup>

בתשובת משרד התקשורת לפניית מרכז המחקר והמידע של הכנסת בעניין תדרי הפעלת רב-להב, צוין כי המשרד מקצה תדרים לשימוש בכטב"מים בתדרים האזרחיים שיועדו לכך על ידי ועדת תדרים או בתדרים אחרים לצרכי ניסוי בתאום והסכמת הגורם לו הוקצה התדר. עוד צוין בתשובת המשרד, כי **המשרד פנה לגורמים המתאימים בעניין הקצאת תדרים אזרחיים לשימושים שונים כבר לפני כשנה וחצי ובהמשך אף ביחס לתדרים בתחום 5.725-5.875 GHz והוקם צוות בינמשרדי לנושא**. לא צוין בתשובת המשרד לוח זמנים משוער לפתרון הנושא.<sup>34</sup>

## ▪ הפיקוח על יצוא

ההליך המחמיר של הפיקוח על יצוא בתחום הכטב"מים ורב-להב בישראל נתפס בעיני יזמים איתם שוחחנו ככזה המטיל עול בלתי מידתי ומקשה בצורה משמעותית על פעילותם בתחום.

הפיקוח על יצוא מחולק בין שני משרדי ממשלה: משרד הביטחון אמון על יצוא של מוצרים ביטחוניים בהתאם לרשימת המוצרים הביטחוניים, ומשרד הכלכלה ומשרד הכלכלה על יצוא דו"ש בהתאם לרשימת המוצרים הדו שימושיים (של טכנולוגיות שלהן יישומים צבאיים ואזרחיים).

לדברי מר עמירם הלוי, מנהל תחום פיקוח יצוא דו שימושי במשרד הכלכלה, הליך הפיקוח על ייצוא מוצרים דו-שימושיים אמור להתבסס על רשימת סיווגים שנקבעה בהתאם לרשימות ואסנאר (שנקבעו כחלק מאמנת ואסנאר) הכוללות רשימות מפורטות ומתעדכנות תדיר של טכנולוגיות וביצועים. למרות זאת, בפועל, אגף הפיקוח על ייצוא בטחוני במשרד הביטחון תרגם את הרשימות בשנת 2008 ואף הוסיף לרשימות הביטחוניות - המייצגות טכנולוגיות בטחוניות, חלק ניכר מן הרשימה של טכנולוגיות דו-שימושיות. כפועל יוצא, טכנולוגיות שונות בתחום הכטב"מ האזרחי, בתוכן רבות כאלה שזה מכבר אינן בעלות רגישות ביטחונית, מופיעות ברשימות המכפיפות אותן לאחריות משרד הביטחון ולכן גוררות

<sup>33</sup> רן קליינר מנכ"ל "עם הרוח", שיחת טלפון, 18 בדצמבר 2016.

<sup>34</sup> נתי שוברט, סמנכ"ל בכיר ניהול ספקטרום ורישוי תדרים, משרד התקשורת, דוא"ל, 28 בדצמבר 2016.

הליך אישור נרחב וקפדני שאורך זמן רב יחסית ומגביל את יכולת הפעולה של חבורת כאלה בשוק הגלובאלי.<sup>35</sup>

בנוסף, בניגוד להליך המתקיים במשרד הכלכלה, האישורים הנדרשים על ידי אגף הפיקוח על ייצוא בטחוני הם לא רק עבור מכירה של טכנולוגיה אלא נדרש גם "רישיון שיווק" כאשר עד לקבלתו של רישיון שיווק, אין אפשרות לספר ללקוח על המוצר או לנהל איתו כמעט שום אינטראקציה.

לדברי יזם מהתחום, המשמעות היא שכל חברה בתחום רבי-להב מחויבת כיום לעבור הסמכה כיצואן בטחוני; המוצר אמור לעבור תהליך של רישום וסיווג בטחוני; לאחר מכן על החברה לבקש רישיון שיווק; ולאחר מכן אישורי ייצוא עבור כל תהליך מכירה. לטענתו של היזם "בניגוד לתעשיות בטחוניות, שהלקוחות שלהם מורגלים בתהליכי רישוי, וגם המתחרים כפופים כרגיל לתהליכים דומים – בתעשייה האזרחית הלקוחות אינם מורגלים להמתין לאישורי מכירה, והמתחרים אינם כפופים לרגולציה דומה ולכן החברות הישראליות נאלצות להתחרות כשידיהן כבולות. התהליך הבירוקרטי מול משרד הביטחון כרוך בהשקעת מאמץ גדול בהכנת המסמכים, ואז חודשים רבים של מגעים מול המשרד. אלה קבועי זמן ארוכים ביחס לתחרות בעולם האזרחי, בו משיקים מוצר כל מספר חודשים. אי הוודאות הכרוכה בתהליך מקשה מאוד על תכנון ועל גיוס הון. המגבלות על שווקי היעד מקטינות משמעותית את הפוטנציאל המסחרי."<sup>36</sup>

לטענת מר עמירם הלוי ממשרד הכלכלה, הקריטריונים המופעלים על ידי משרד הביטחון בהגדרתו אלו טכנולוגיות הן צבאיות, הם אנכרוניסטיים ומבוססים על רשימות מתורגמות ומיושנות וכפועל יוצא מכילות דרישות מחמירות על טכנולוגיות שהן כיום מוצר מסחרי אזרחי שגור. יזמים בתחום מציינים כי גם טכנולוגיות כטב"מ הנתפסות כביטחוניות דוגמת האפשרות להפעיל בתיאום קבוצה של רחפנים או טיסה ללא קו ראייה, הן כבר מוצרים מסחריים אזרחיים ולכן הראייה הביטחוניית הרווחת היא אנכרוניסטית ופוגעת ביכולת של התעשייה המקומית להתחרות בשוק הגלובאלי.<sup>37</sup>

מרכז המחקר והמידע של הכנסת פנה אל משרד הביטחון בבקשה להתייחסות המשרד לסוגיית הפיקוח על הייצוא. עד מועד סיום כתיבת מסמך זה לא נתקבלה תשובת המשרד.

## 6. השימוש של גופי המשרד לביטחון פנים ברחפני רבי-להב<sup>38</sup>

מרכז המחקר והמידע של הכנסת פנה אל המשרד לביטחון פנים בבקשה למידע על השימוש של המשרד ברחפני רבי-להב או בכטב"מים בכלל לשם ביצוע משימות שבתחומי אחריות המשרד – במשטרה ובשירות בתי הסוהר, להלן עיקרי תשובותיהם.

<sup>35</sup> מר עמירם הלוי, מנהל תחום פיקוח ייצוא דו שימושי במשרד הכלכלה, שיחת טלפון, 27 בדצמבר 2016; וכן מצגת של עמירם הלוי בנושא "פיקוח ייצוא דו שימושי, משרד הכלכלה", מאפריל 2014.

<sup>36</sup> אורי אפק, מנכ"ל ומייסד, "דרונומי", מכתב 27 בדצמבר 2016.

<sup>37</sup> שם.

<sup>38</sup> תשובת משטרת ישראל: רפ"ק, עו"ד אמיר ליפשיץ, קמ"ד תכנון אג"ת; תשובת שירות בתי הסוהר: סג"ד יובל ארליך, ראש לשכת נציבת שבי"ס; התשובות נתקבלו מהגב' גל יונה, לשכת השר לביטחון פנים, 29 בדצמבר 2016.

**משטרת ישראל** נמצאת מזה שלוש שנים בתהליך כניסה לתחום הכטב"מ כנדבך נוסף ליכולות האוויריות הקיימות. התהליך כלל: בחינת התאמתם של כטב"מים לצרכים מבצעיים שונים; רכישה של מערכות שונות; והכשרת שוטרים מיחידות משטרה שונות להטסה ושימוש בכטב"מים.

הכלים מיועדים למגוון משימות בהם: תיעוד אירועים; פיקוח באירועים המוניים; חיפוש וסריקה אחר נעדרים; סיוע במענה לאירועים פליליים; סיוע באכיפת תנועה ועוד.

בימים אלה, המשטרה בעיצומו של תהליך רכש והכשרה לשם פריסה של הכלים והיכולות. **בתוכנית העבודה של משטרת ישראל לשנים 2017-2018 משולב נושא השימוש ברחפנים כך שיכלול את כל תחנות המשטרה ויחידות משטרה נוספות.** הרכש וההכשרה מבוצעים בתיאום עם רת"א, כולל רישוי הכלים והיתרי מטיס עבור מפעילי הכטב"מים.

באשר לשאלת מרכז המחקר והמידע של הכנסת בנושא הסדרת השימוש בכטב"מים צוין בתשובת המשטרה בין השאר כי הם ממליצים:

- להעמיק את הפיקוח של רת"א כדי לצמצם את פוטנציאל הסיכון הנובע משימוש ברב-להב;
  - לחייב רישום כטב"מים באמצעות רת"א בעת רכישה, העברת בעלות ויציאה משימוש;
  - לבחון חיוב התקנת אמצעי זיהוי על גבי כטב"מים, כולל זיהוי מרחוק וזיהוי הבעלות עליהם.
- בתשובת המשטרה צוין כי המטה ללוחמה בטרור במעוצה לביטחון לאומי מקיימת עבודת מטה לקידום הצעת מחליטים להתמודדות עם איום הרחפנים, בשיתוף כל גורמי הביטחון הרלבנטיים.

להלן עיקרי תשובת **שירות בתי הסוהר** לפניית מרכז המחקר והמידע של הכנסת:

שב"ס רכש ארבעה רחפנים לצורך פיילוט לבחינת אפקטיביות המענה המבצעי בתחומי האבטחה והשליטה. לשם ביצוע הפיילוט על השב"ס להצטרף למכרז משטרת ישראל בשנת 2017 בעניין הכשרת מפעילים והפקת רישיון הפעלה לכטב"מים. לאחר הכשרת המפעילים והכלים תבצע עבודה לבחינת תפיסת ההפעלה של רחפנים בשב"ס לצרכים מבצעיים בתרחישים שונים בהם: בריחת אסיר; תקיפת מתקן וכו'. במידה וממצאי הבחינה יעלה כי זהו אמצעי יעיל לשיפור השליטה והאבטחה, יורחב השימוש בו לכלל מתקני הכליאה בשב"ס. גם השב"ס ציין בתשובתו את עבודת המועצה לביטחון לאומי בנושא – בה הוא נוטל חלק.