



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

קרינה אלקטרומגנטית ומדיניות הטיפול בה במערכת החינוך

כתיבה: רועי גולדשמידט, שירי ספקטור-בן ארי

ז' בסיוון תשע"ג

אישור: יובל וורגן, ראש צוות

16 במאי 2013

עריכה לשונית: מערכת "דברי הכנסת"

תמצית

מסמך זה נכתב לבקשת חבר הכנסת (בכנסת ה-18) יואל חסון, והוא מציג מידע בנושא הסיכונים הבריאותיים שבקרינה אלקטרומגנטית הנפלטת מהתקני אינטרנט אלחוטי, ממכשירי טלפון נייד ומארונות חשמל, תוך התייחסות לניטור מקורות הקרינה האלקטרומגנטית בסביבת בית-הספר ולטיפול בהם. המסמך אינו עוסק בתחנות שידור (אנטנות) סלולריות והשלכותיהן הבריאותיות.

מן המסמך עולים, בין השאר, הממצאים האלה:

- אין כיום קונסנזוס בקרב חוקרים וקובעי מדיניות, לא בדבר הסיכונים הבריאותיים שבקרינה אלקטרומגנטית ולא בדבר המדיניות שיש לנקוט לעניין מקורות קרינה אלקטרומגנטית. ככלל, ניתן לומר שיש ראיות חלקיות בלבד לסיכונים בריאותיים מקרינה אלקטרומגנטית. ארגון הבריאות העולמי הגדיר את הקרינה האלקטרומגנטית "מסרטן אפשרי" – תיאור המבטא את קיומן של ראיות חלקיות בלבד להיותה גורם מסרטן לבני-אדם.
- על-פי משרד הבריאות בישראל, הידע המדעי בנושא נזקי הבריאות האפשריים של חשיפה לקרינה אלקטרומגנטית אינו שלם, ולפיכך הסיכון לתחלואה בעקבותיה אינו ברור דיו ואינו מכומת. בעקבות סיווג הקרינה הבלתי מייננת על-ידי ארגון הבריאות העולמי כגורם מסרטן אפשרי ובהסכמה עם רוב המדינות שנתנו דעתן על כך, משרד הבריאות מאמץ בנושא זה את עקרון הזהירות המונעת.
- על-פי ארגון הבריאות העולמי, רגישות יתר לקרינה אלקטרומגנטית (EHS) היא מחלה שאין לה הסבר טוקסיקולוגי או פיזיולוגי ברור, ובה הפרט סובל מסימפטומים סובייקטיביים שונים, שהוא מייחס לחשיפה לשדה אלקטרומגנטי מעשה ידי אדם. משרד הבריאות בישראל מאמץ את עמדת ארגון הבריאות העולמי אשר למחלת ה-EHS, ולפיה רגישות לקרינה אלקטרומגנטית אינה נחשבת אבחנה רפואית ולא ברור כי התופעה מייצגת בעיה רפואית בודדת. בהתאם לכך, ההמלצה לרופאים היא לטפל בסימפטומים ולהעריך את הסביבה הביתית וסביבת העבודה מבחינת מזהמים אפשריים. כמו כן, מומלץ להורות למטופל על הפחתת לחץ בחייו.
- בסוף מאי 2011 אימצה מועצת אירופה הצעת החלטה שבה שורה של המלצות הנוגעות לסכנות הקרינה האלקטרומגנטית. בין השאר מוצע בהחלטה להתייחס בייחוד לאנשים שיש להם "רגישות אלקטרומגנטית", הסובלים מתסמונת של היעדר סבילות לשדות אלקטרומגנטיים, ולנקוט צעדים כדי להגן עליהם, כולל יצירת אזורים נטולי קרינה שאינם מכוסים ברשתות אלחוטיות.
- יש שלושה מקורות קרינה אלקטרומגנטית מרכזיים בסביבת בתי-הספר: טלפונים ניידים, נקודות גישה לאינטרנט אלחוטי ורשת החשמל, המפיצה קרינה אלקטרומגנטית בתדר נמוך (ELF).
- השימוש במחשבים ניידים ובגישה אלחוטית לאינטרנט, ואף השימוש בהתקני גלישה אחרים דוגמת טלפונים ניידים חכמים ומחשבי לוח (טאבלט), הופכים בשנים האחרונות נפוצים יותר ויותר, הן בבתי-ספר והן מחוצה להם. חוזר מנכ"ל משרד החינוך ממאי 2013 מנחה את בתי-הספר להעדיף את השימוש בתשתיות אינטרנט קוויות ולא בנקודות גישה אלחוטיות. אשר לבתי-ספר שבהם הותקנו כבר נקודות אלחוטיות, אין דרישה להחליף נקודות אלו לנקודות קוויות, אך נדרשות פעולות למזעור עוצמת הקרינה עד לראשית שנת הלימודים תשע"ה.



- בסביבת בתי-הספר יש מקורות חשמליים שונים לקרינה בתדר נמוך. במהלך השנים נערכו בדיקות קרינה במאות בתי-ספר וגני-ילדים, ביוזמה של משרד החינוך, רשויות מקומיות ואף ועדי הורים. בין השנים 2009 לאוקטובר 2012 ערכה עמותת מלר"ז (המועצה הציבורית למניעת רעש וזיהום אוויר בישראל) בדיקות קרינה מרשת החשמל ב-182 בתי ספר וב-814 גני ילדים. ב-101 בתי ספר (כ-55%) וב-125 גנים (כ-15%) נמצאה לפחות כיתה אחת בה רמת החשיפה היתה מעל המלצות המשרד להגנת הסביבה.
- יש חילוקי דעות בנוגע לגורמים האחראיים למימון ולביצוע של בדיקות הקרינה ולתיקון הליקויים (המשרד להגנת הסביבה, משרד החינוך או הרשויות המקומיות). בימים אלו פועל במשרד להגנת הסביבה פרויקט פיילוט למדידת רמת הקרינה האלקטרומגנטית ב-50 בתי-ספר בכל רחבי הארץ (מתוך 4,500 בתי-ספר). במאי 2013 פרסם המשרד תוצאות חלקיות של בדיקות קרינה שנערכו ב-25 בתי ספר במסגרת הפיילוט. מתוצאות המדידות עולה כי "באף אחד מ-25 בתי הספר שנבחרו על ידי משרד החינוך לא נמצאה חשיפה חריגה ממקורות קרינה חיצוניים. עם זאת, נמצאה חשיפה חריגה לקרינה שמקורה במתקנים פנימיים, הממוקמים בתוך בית-הספר [...] לאור תוצאות המדידות, ממליץ המשרד להגנת הסביבה להרחיק בכ-1.5 מטר את מקומות הישיבה של התלמידים מלוחות וארונות חשמל. כמו כן, מומלץ כי מדידות דומות יתבצעו בכל מוסדות החינוך בארץ". על-פי המשרד להגנת הסביבה, האחריות להמשך הבדיקות בשאר בתי-הספר היא בידי משרד החינוך והרשויות המקומיות. למרות פניות חוזרות ונשנות למשרד החינוך בבקשה למידע בסוגיית המשך מדידת הקרינה בבתי-הספר, הרחבתה ולוח הזמנים המתוכנן לפעילות בנושא, לא נתקבלה תשובת משרד החינוך בעניין זה.
- בספטמבר 2004 נתקבלה החלטת ממשלה שכותרתה "הקמת מרכז לחקר השפעת הקרינה על בריאות הציבור". בהחלטה נקבע כי "יש להקים צוות בדיקה מקצועי שייבחן את האפשרות להקים מרכז ידע לאומי לחקר הקרינה האלקטרומגנטית (קרינה בלתי מייננת) והשפעתה על הציבור". בפברואר 2010 נתקבלה החלטת ממשלה נוספת שעניינה מימון המרכז לקרינה בלתי מייננת. בספטמבר 2012 פרסם משרד המדע והטכנולוגיה קול קורא להקמת מרכז ידע בתחום הקרינה הבלתי מייננת. ועדת ההיגוי בחרה בהצעה של מכון גרטנר בתל-השומר והמכון הטכנולוגי חולון. הסכם ההתקשרות שנחתם הוא לתקופה של שלוש שנים בתקציב כולל של 3 מיליוני ש"ח, שיעמדו לרשות המרכז.

רקע¹

קרינה אלקטרומגנטית היא למעשה אנרגיה הנעה בחלל כגלים או כחלקיקים אלקטרוניים או מגנטיים. הספקטרום של קרינה אלקטרומגנטית מורכב מטווח של תדרים, החל בתדר נמוך מאוד, דוגמת זה שנפלט מקווי חשמל, דרך תדר קרינה מאור, שאפשר לראותו בעין אנושית, וכלה בתדר גבוה, דוגמת קרני אור לא נצפות וקרני גמא. קרינה אלקטרומגנטית היא פועל יוצא של פעולה אנושית – קווי חשמל, שידורי רדיו, טלפון נייד, אינטרנט ועוד, אך קיימת גם בטבע, למשל בקרינה קוסמית.

¹ United States Government Accountability Office, [TELECOMMUNICATIONS: Exposure and Testing Requirements for Mobile Phones Should Be Reassessed](#), Report to Congressional Requesters, July 2012; משרד החינוך, [התאמת מערכת החינוך למאה ה-21 – שילוב ציוד תקשורת ומחשבים בבתי-הספר: השלכות בריאותיות ובטיחותיות](#), גרסה 1.01, 10 ביולי, 2012.



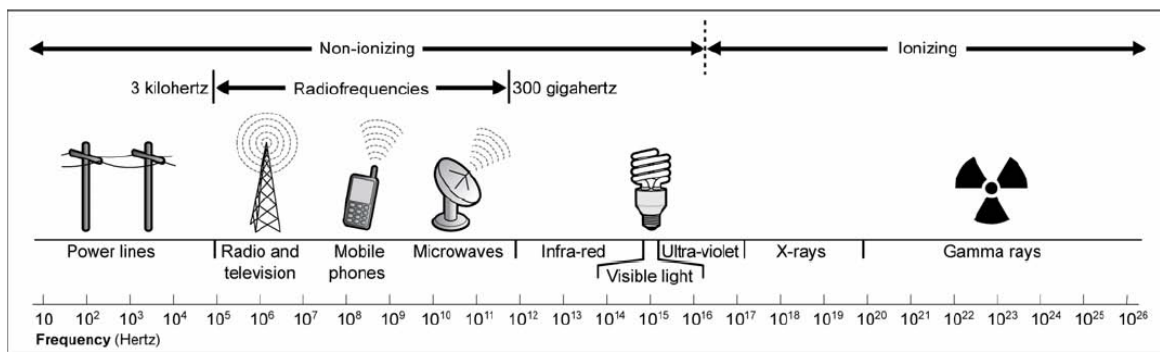
לקרינה אלקטרומגנטית רמות אנרגיה שונות, בהתאם למקור הפולט אותה. טווח רמות האנרגיה הוא הספקטרום האלקטרומגנטי (Electromagnetic Spectrum) ויש בו שני תחומי קרינה מרכזיים:

בראשון, תחום הקרינה המייננת (Ionizing Radiation), הקרינה היא בתדרים גבוהים מ-300 גיגה-הרץ (GHz) וסוגי הקרינה הנכללים בו הם, בין השאר, הקרינה האולטרה-סגולה וקרני הרנטגן. קרינה זו מסוגלת לפרק קשרים מולקולריים ב-DNA והיא מוכרת כגורם סיכון לסרטן.

בשני, תחום הקרינה הבלתי מייננת (Non-Ionizing Radiation) הקרינה היא בתדרים של 0 ועד 300 גיגה-הרץ ונכללים בה, בין השאר, תדרי האינפרה-אדום, גלי המיקרוגל ותדרי הרדיו.

בני-האדם חשופים לקרינה בלתי מייננת ממקורות שונים באופן יומיומי (ממתקני חשמל, ממתקני תקשורת אלחוטית ועוד). מאמצע שנות ה-80 לערך חל גידול מתמיד בחשיפה של בני-אדם לקרינה בלתי מייננת מסוג מסוים – הקרינה מתדרי הרדיו (radiofrequency – RF), שמקורה במתקני התקשורת האלחוטית, כגון טלפונים ניידת, רשתות סלולריות ומתקני שידור לטלוויזיה ולרדיו.²

איור 1. ספקטרום הקרינה האלקטרומגנטית³



בעוד הנזק והסיכון שבקרינה מייננת, עד כדי היותה גורם מסרטן, ידוע זה שנים רבות, עד השנים האחרונות היה קונסנזוס לעניין היעדר השפעות ביולוגיות של הקרינה הבלתי מייננת, למעט יכולת החימום של קרינה כזאת – שבאה לידי ביטוי לדוגמה בקרינה מגלי מיקרו-גל (Microwave), שיכולים לגרום לחימום ואף לפגיעה ברקמה ביולוגית (Biological tissue). עם זאת, בשנים האחרונות, במקביל לגידול העצום בשימוש במכשירים אלקטרוניים הפולטים קרינה בלתי מייננת – מכשירי טלפון נייד, התקני גישה אלחוטיים לאינטרנט (Wi-Fi, Wlan), אנטנות שידור סלולריות ועוד – החלו להישמע טענות בדבר ההשפעות הבריאותיות של הקרינה הבלתי מייננת.

² World Health Organization, "Electromagnetic Fields and Public Health: Mobile Phones", May 2010 בתוך: הכנסת, מרכז המחקר והמידע, [הודעת הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן על סיווג הטלפונים הניידים כגורם שייתכן שהוא מסרטן לבני אדם](#), כתבה שלי לוי, 20 ביוני 2011.

³ United States Government Accountability Office, "[TELECOMMUNICATIONS: Exposure and Testing Requirements for Mobile Phones Should Be Reassessed](#)", Report to Congressional Requesters, July 2012.



המשרד להגנת הסביבה קבע, על בסיס המלצות ארגון הבריאות העולמי (WHO), ערכי סף לחשיפה לקרינה בלתי מייננת, שמטרתם למנוע בביטחון מלא השפעות בריאותיות ידועות. נהוג להתייחס לשני סוגים של ערכי סף:⁴

הסף הבריאותי מגדיר מהי החשיפה המזערית המבטיחה שלא ייגרם נזק בריאותי. הסף נקבע לנוכח התופעות השליליות הידועות ולנוכח ההשפעה על האוכלוסיות הרגישות ביותר כמו ילדים, חולים וקשישים. הסף הבריאותי אינו מתייחס לתופעות שליליות שקיומן מוטל בספק מדעי או לתפיסת הציבור הרחב בנוגע למושג סיכון (תפיסה אשר עשויה להשתנות ממדינה למדינה). עוד יש לציין כי **הסף הבריאותי נוגע לחשיפה קצרת מועד (אקוטית) בלבד**. הסף הבריאותי נקבע על-ידי המשרד להגנת הסביבה, בהתבסס על הנחיות הוועדה הבין-לאומית להגנה מקרינה בלתי מייננת (ICNIRP), אשר אומצו על-ידי ארגון הבריאות העולמי.

הסף הסביבתי אמור לאזן בין האינטרס להפעיל מקורות קרינה לרווחת הציבור והאינטרס שלא לפגוע (בריאותית או כלכלית) במתגוררים בסמיכות למקורות קרינה או בנמצאים בסמוך להם. הסף נקבע על-ידי המשרד להגנת הסביבה ומתייחס גם לסיכונים אחרים מאלה שהובאו בחשבון בקביעת הסף הבריאותי, לציפיות החברה הישראלית להגנה מפני סיכונים אלה וליכולת של החברה הישראלית לממן נקיטת אמצעים להפחתת הסיכונים. **הסף הסביבתי הוא נתון רלוונטי לחשיפה רצופה וממושכת**.

אשר לאזורים שבהם החשיפה אינה רצופה וממושכת (כגון גגות, חצרות, מדרכות ופארקים) המשרד להגנת הסביבה אינו מאשר הקמת מתקנים הפולטים קרינה בלתי מייננת שעלולה לחשוף אנשים באופן זמני ליותר מ-30% מהסף הבריאותי.⁵

בהתבסס על הגדרות הסף הבריאותי והסף הסביבתי מוגדרים טווחי הבטיחות ורמות החשיפה המרביות לקרינה בלתי מייננת, ועל-פיהם מאפשר המשרד להגנת הסביבה הפעלה של מתקנים שעקב הפעלתם עשויה להיווצר קרינה בתדרי רדיו.⁶

חוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ו-2006, ותקנות הקרינה הבלתי מייננת שתוקנו מתוקפו, נועדו "להגן על הציבור ועל הסביבה מפני השפעות של חשיפה לקרינה בלתי מייננת, ולהסדיר את העיסוק במקורות קרינה, הקמתם והפעלתם ובמתן שירות למדידת קרינה".⁷ החוק מסדיר את הליך קבלת ההיתרים להקמה ולהפעלה של מקור קרינה ואת בדיקות הקרינה הנדרשות, והוא חל על מקורות שונים של קרינה אלקטרומגנטית, ובהם אנטנות סלולריות ורשת החשמל. עם זאת, החוק איננו מחייב פיקוח על מקורות קרינה שעוצמת השידור שלהם נמוכה מ-0.1 וואט, דוגמת נתבי אינטרנט אלחוטי, וכן על טלפונים אלחוטיים וטלפונים ניידים שיש להם שיעור ספיגה סגולי (SAR) תקין.⁸ בהכללה אפשר לומר כי החוק מתמקד בהסדרת הפעלתם של מקורות קרינה "גדולים", למשל אנטנות סלולריות ורשתות חשמל, ולא בהסדרת מקורות קרינה "ביתיים", כמו נתבי אינטרנט אלחוטי או מכשירי טלפון נייד; לכן

⁴ אתר האינטרנט של המשרד להגנת הסביבה, [קרינה בלתי מייננת](#), תאריך כניסה: 23 באפריל 2013.

⁵ שם.

⁶ המשרד להגנת הסביבה, אגף מניעת קרינה ורעש, [טווחי בטיחות ורמות חשיפה מרביות מותרות לענייני קרינה בתדרי רדיו](#), 2009.

⁷ מתוך: פרק א', סעיף 1, [חוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ו-2006](#).

⁸ יש לציין כי משרד התקשורת הוא הגורם האחראי לאישור היבוא של מכשירי טלפון ניידים ונתבים אלחוטיים.

⁹ ראו סעיפים 5 ו-6 לתוספת לחוק.



החוק איננו מסדיר ישירות את הנושאים שבמוקד מסמך זה, למעט את נושא הקרינה בתדר נמוך מאוד (ELF), המוסדר בחוק ונדון במסמך.

1. תפוצת השימוש במכשירי טלפון נייד ובהתקני גישה לאינטרנט

על-פי דוח של איגוד הטלקומוניקציה הבין-לאומי (ITU),¹⁰ בסוף שנת 2011 היו כ-6 מיליארד מנויים על טלפון סלולרי ברחבי העולם – כ-86 מנויי סלולר לכל 100 תושבים בעולם, לעומת כ-17 מנויי סלולר לכל 100 תושבים בעולם בשנת 2001.

בסוף שנת 2011 מספר המנויים על האינטרנט הקווי בפס רחב היה כ-600 מיליון – שיעור חדירה גלובלי של 8.5%. באותה עת היה מספר המנויים על מכשירים ניידים בפס רחב כ-1.1 מיליארד – שיעור חדירה גלובלי של כ-16%. תוך כשנה בלבד גדל שיעור המנויים על מכשירים ניידים בפס רחב בכ-40%.

בסוף שנת 2011, כ-2.3 מיליארד בני-אדם ברחבי העולם עשו שימוש באינטרנט – דהיינו יותר משליש מתושבי העולם כולו (כ-70% במדינות המפותחות לעומת כ-24% במדינות המתפתחות), לעומת שיעור כולל של כ-8% בשנת 2001.

על-פי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, בשנת 2011 היה מחשב בכ-78% ממשקי-הבית בישראל ובכ-70% ממשקי-הבית בישראל היו מנויים על האינטרנט. ב-93.5% ממשקי-הבית היה טלפון נייד אחד לפחות וב-71% ממשקי-הבית היו שני טלפונים ניידים או יותר.¹¹

לגידול במספר המשתמשים בטלפון הנייד ובאינטרנט השלכות חברתיות, כלכליות ותרבותיות רבות ושונות. טכנולוגיות המידע האמורות מאפשרות תקשורת בהיקפים ובאופן שלא היו קיימים בעבר ואף גישה למידע ולבידור, וסביבת התפתחה מערכת כלכלית ענפה. עם זאת, מאחר שמכשירי טלפון נייד וחלק מההתקנים לגלישה באינטרנט (דוגמת התקנים אלחוטיים – Wi-Fi), פולטים קרינה אלקטרומגנטית בלתי מייננת, מתעורר חשש אשר להשפעות הבריאותיות של השימוש בהם.¹²

2. ההשלכות הבריאותיות של קרינה אלקטרומגנטית

כדי לבחון את שאלת ההשלכות הבריאותיות של קרינה אלקטרומגנטית יוצגו להלן ממצאים, מסקנות והמלצות של ארגונים בין-לאומיים וממשלתיים בנושא. יצוין כי בשל היקפה הנרחב של הספרות המחקרית בנושא, המסמך איננו סוקר מחקרים ספציפיים אלא מתמקד בסקירות שהציגו מספר רב של מחקרים והמלצות שניתנו מתוקפן.

בסוף פרק זה תובא עמדתו של משרד הבריאות בסוגיה זו.

¹⁰ International Telecommunication Union, "[Measuring the Information Society](#)" – Executive Summary, 2012.

¹¹ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, [ממצאים מסקר הוצאות משק-בית 2011](#), 9 באוקטובר 2012.

¹² World Health Organization, [Electromagnetic Fields and Public Health](#), December 2005, Access date: January 14th, 2013.



2.1. סקירת דוחות והחלטות של גופים בין-לאומיים וממשלתיים

2.1.1. החלטת הפרלמנט האירופי בנושא קרינה אלקטרומגנטית

באפריל 2009 אימץ הפרלמנט האירופי החלטה שכותרתה "חששות בריאותיים הקשורים לשדות אלקטרומגנטיים".¹³ בין השאר, מצוינות בהחלטת הפרלמנט האירופי הנקודות האלה:

- טכנולוגיות אלחוטיות שונות, דוגמת טלפונים ניידים, טלפונים קוויים אלחוטיים והתקני אינטרנט אלחוטי, פולטים קרינה בשדות אלקטרומגנטיים. לקרינה זו יכולות להיות השלכות בריאותיות שליליות על בני-אדם.¹⁴
- רוב האזרחים האירופיים ובפרט צעירים בני 10–20 עושים שימוש בטלפונים ניידים. יש אי-ודאות מתמשכת אשר לסיכונים הבריאותיים שבשימוש בטלפון נייד, בפרט בקרב צעירים שמוחם עדיין מתפתח.
- אף שהקהילה המדעית לא גיבשה מסקנה חד-משמעית בעניין הסיכונים של חשיפה לשדות אלקטרומגנטיים, ממשלות באזורים ובמדינות שונות הגדירו מדדי חשיפה "מונעים" – מדדים הנמוכים מהתקן המקובל לחשיפה לקרינה אלקטרומגנטית – ובהן סין, רוסיה ולפחות תשע מדינות החברות באיחוד האירופי.
- למרות אי-ההסכמה בדבר הסיכונים, יש הסכמה כללית שילדים הם אוכלוסייה פגיעה או רגישה במיוחד לקרינה משדות אלקטרומגנטיים.¹⁵
- לנוכח ריבוי ההליכים המשפטיים שנוקטים גופים ציבוריים, שגרמו להתליית התקנתם של מתקנים נוספים הפולטים קרינה אלקטרומגנטית, יש לעודד מציאת פתרונות שיושתו על משא-ומתן בין כלל הגורמים הרלוונטיים כדי לקבוע קריטריונים להתקנת אנטנות GSM¹⁶ חדשות או קווי מתח גבוה, ולהבטיח כי לפחות בתי-ספר, פעוטונים, בתי-אבות ומוסדות רפואיים יישארו נקיים בטווח מוגדר, שייקבע על-פי אמות מידה מדעיות.
- ההחלטה קוראת למדינות החברות בפרלמנט האירופי לאמץ את הגישה הננקטת בשבדיה, להכיר באנשים הסובלים מרגישות יתר אלקטרונית (electrohypersensitivity) כאנשים עם מוגבלות ולתת להם הגנה מספקת והזדמנויות שוות.

¹³ European Parliament, "[Resolution of 2 April 2009 on Health Concerns Associated with Electromagnetic Fields](#)" (2008/2211(INI)).

¹⁴ "Wireless technology (mobile phones, Wi-Fi/WiMAX, Bluetooth, DECT landline telephones) emits EMFs that may have adverse effects on human health".

¹⁵ "There are some points that appear to be the subject of general agreement [...] the fact that children exposed to EMFs are especially vulnerable".

¹⁶ Global System for Mobile Communication



2.1.2. החלטת הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן על סיווגם של שדות אלקטרומגנטיים בתדרי רדיו כגורם מסרטן אפשרי¹⁷

במאי 2011 פרסמה הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן (IARC) של ארגון הבריאות העולמי (WHO) כי על-פי בחינה וניתוח של מחקרים שונים שעסקו בקשר בין חשיפה לקרינה אלקטרומגנטית לתחלואה בסרטן, הוחלט לסווג שדות אלקטרומגנטיים בתדרי רדיו כ"מסרטן אפשרי לבני-אדם". החלטה זו התקבלה על בסיס ראיות לקשר בין סיכון מוגבר לחלות בסרטן מוח ממאיר מסוג גליומה (glioma), ובין שימוש בטלפון נייד. יש לציין כי ההגדרה "מסרטן אפשרי לבני-אדם" מעידה על ראיות מוגבלות להיותו של הגורם האמור גורם מסרטן, וכי הקרינה איננה בקבוצת החומרים המסרטנים בדרגה הגבוהה ביותר.¹⁸

2.1.3. דוח מועצת אירופה בנושא סיכונים משדות אלקטרומגנטיים

במאי 2011 פרסמה מועצת אירופה¹⁹ דוח ובעקבותיו החלטה בנושא "הסיכונים האפשריים משדות אלקטרומגנטיים והשפעתם על הסביבה".²⁰ בהחלטה נכתב, בין השאר, כך:

"אף כי לשדות אלקטרוניים ואלקטרומגנטיים בתדרים מסוימים יש השפעות מועילות המיושמות ברפואה, נראה כי לתדרים בלתי מייננים אחרים, שמקורם בתדרים נמוכים מאוד, בקווי מתח גבוה או בתדרים גבוהים המשמשים לשדות רדאר, טלקומוניקציה ותקשורת סלולרית, יש, פחות או יותר, השפעות ביולוגיות שיש להן פוטנציאל להזיק לצמחים, חרקים וחיות ולגוף האנושי, גם כשהחשיפה היא ברמה מתחת לסף הרשמי.²¹

¹⁷ International Agency for Research on Cancer, WHO, "[IRAC Classifies Radiofrequency Electromagnetic Fields as Possibly Carcinogenic to Humans](#)", Press Release No. 208, May 2011.

¹⁸ בקבוצה 1 מופיעים חומרים או גורמים המוגדרים "מסרטנים לבני-אדם" – שלגביהם יש ראיות מספיקות לכך שהחומר מסרטן. טבק, לדוגמה, נמנה עם קבוצה זו. בקבוצה 2A מופיעים חומרים או גורמים שהגדרתם "סביר להניח שהם מסרטנים לבני-אדם", שלגביהם יש ראיות מוגבלות לכך שהם גורמים סרטן לבני-אדם, אך יש די ראיות להיותם גורמי סרטן לחיות מעבדה. חומרים הנפלטים בעת טיגון בטמפרטורה גבוהה הם דוגמה לגורם מקבוצה זו. בקבוצה 2B, שנכללת בה קרינה אלקטרומגנטית בתדרי רדיו, מוגדרים חומרים או גורמים שהם "מסרטנים אפשריים לבני-אדם", שלגביהם יש ראיות מוגבלות לכך שהם מסרטנים לבני-אדם וראיות לא מספיקות לסרטן בחיות מעבדה; בקבוצה 3 נמצאים חומרים או גורמים ש"לא ניתן לסווג אם הם מסרטנים" ובקבוצה 4 – חומרים שסביר שאינם מסרטנים. מתוך: International Telecommunication Union, "[Measuring the Information Society](#)", Executive Summary, 2012.

¹⁹ מועצת אירופה הוקמה ב-1949 וחברות בה 47 מדינות אירופיות. המועצה הוקמה כדי לקדם דמוקרטיה, הגנה על זכויות אדם ושמירה על שלטון החוק. יש להבחין בין מועצת אירופה, שהיא גוף וולונטרי, ובין האיחוד האירופי, שיש לו מעמד רגולטורי וחקיקתי. ועדת השרים של מועצת אירופה היא הגוף המחליט של מועצת אירופה, וחברים בה שרי החוץ של המדינות החברות או נציגיהם. ועדת השרים מוסמכת לנסח המלצות למדינות החברות, אך המלצות אלו אינן מחייבות את המדינות. ראו [אתר האינטרנט של מועצת אירופה](#).

²⁰ Council of Europe, Parliamentary Assembly, "[Resolution 1815: The Potential Dangers of Electro-Magnetic Fields and Their effect on The Environment](#)", 2011.

²¹ "While electrical and electromagnetic fields in certain frequency bands have wholly beneficial effects which are applied in medicine, other non-ionizing frequencies, be they sourced from extremely low frequencies, power lines or certain high frequency waves used in the fields of radar, telecommunications and mobile telephony, appear to have more or less potentially harmful, non-thermal, biological effects on plants, insects and animals as well as the human body even when exposed to levels that are below the official threshold values".



[...] המועצה מצרה על כך שלמרות קריאות לכבד את עקרון הזהירות המונעת ולמרות כל ההמלצות, ההצהרות וכמה התפתחויות בחקיקה, אין תגובה לסיכונים הסביבתיים והבריאותיים הידועים ולא לה שמתעוררים לאחרונה, ולמעשה יש דחיות ועיכובים שיטתיים באימוץ וביישום של צעדי מניעה אפקטיביים; המתנה לראיות מדעיות וקליניות ברמה גבוהה יכולה להוביל לעלויות בריאותיות וכלכליות גבוהות, כפי שקרה בעבר עם אסבסט, דלק המכיל עופרת וטבק" [ההדגשות כאן ובמסמך כולו אינן במקור].

בין השאר, מובאות בהחלטת המועצה ההמלצות שלהלן:

- "יש לנקוט את כל הצעדים הסבירים כדי להפחית את החשיפה לשדות אלקטרומגנטיים, בייחוד תדרי רדיו מטלפונים ניידים, ובפרט בקרב ילדים וצעירים שנראה כי להם במיוחד סיכון ללקות בגידולים סרטניים בראש.
- יש לבחון מחדש את הבסיס המדעי לסטנדרטים הנוכחיים של חשיפה לקרינה אלקטרומגנטית, כפי שנקבעו על-ידי המועצה הבין-לאומית להגנה מקרינה בלתי מייננת (ICNIRP) בשל המגבלות של הסטנדרטים הנוכחיים, ולאמץ את עקרון ALARA – As – Low As Reasonably Achievable, דהיינו להגיע לרמת קרינה אלקטרומגנטית נמוכה ככל שאפשר להשיג בצורה סבירה, הן לנוכח התחממות הטלפונים הניידים, הצמודים לגוף האדם, והן לנוכח ההשפעות הביולוגיות האחרות שלהם.
- ראוי לנהוג בתשומת לב מיוחדת עם אנשים שיש להם "רגישות אלקטרומגנטית", הסובלים מתסמונת של היעדר סבילות לשדות אלקטרומגנטיים, ולהציג צעדים כדי להגן עליהם, כולל יצירת אזורים נטולי קרינה שאינם מכוסים ברשתות אלחוטיות".

לגבי הגנתם של ילדים, מצוין בהחלטה, בין השאר:

- "יש לפתח במשרדי ממשלה שונים (חינוך, סביבה ובריאות) קמפיינים המספקים מידע המכוון למורים, הורים וילדים, כדי להתריע בפניהם על הסיכונים הספציפיים של שימוש מוקדם, ממושך וללא שיקול דעת בטלפונים סלולריים ובהתקנים אחרים הפולטים גלי מיקרו.²²
- עבור ילדים ככלל, ובפרט בבתי-ספר ובכיתות, יש להעדיף חיבור אינטרנט קווי ולהסדיר בקפידה את השימוש של התלמידים בטלפונים ניידים בשטחי בית-הספר".

²² "develop within different ministries (education, environment and health) targeted information campaigns aimed at teachers, parents and children to alert them to the specific risks of early, ill-considered and prolonged use of mobiles and other devices emitting microwaves".



2.1.4. דוח סוכנות הגנת הבריאות הבריטית (HPA) על השפעות בריאותיות של שדות אלקטרומגנטיים

באפריל 2012 פרסמה ועדה מייעצת בלתי תלויה לקרינה בלתי מייננת דוח שנכתב עבור סוכנות הגנת הבריאות הבריטית (Health Protection Agency), שנשא את הכותרת "השפעות בריאותיות משדות אלקטרומגנטיים בתדרי רדיו".²³

בדוח נכתב, בין השאר, כך :

"במחקרים על השפעת חשיפת תאים לשדות בתדרי רדיו בתנאי מעבדה מובאים כיום מספר רב של מחקרים שבחנו מחדש את ממצאיהם של מחקרים קודמים. לא נמצאו השפעות ששוחזרו במחקרים אחרים באופן עקבי של חשיפה לשדות בתדרי רדיו ברמות הנמוכות מאלה הגורמות להתחממות הניתנת לזיהוי. בפרט, לא נמצאו ראיות משכנעות לכך ששדות בתדרי רדיו גורמים לנזק גנטי או מגדילים את הסבירות לממאירות של התא.²⁴

מחקרים בבעלי-חיים עשו שימוש במגוון מודלים ביולוגיים, רמות חשיפה ותדרים. בהכללה, מחקרים אלה אינם מספקים שום ראיה להשפעות הבריאותיות של החשיפה לשדות בתדרי רדיו ברמות הנמוכות מאלו שבהנחיות הבין-לאומיות. בפרט, במחקרים שנעשו בשיטה נכונה ובאוכלוסיית מחקר גדולה לא נמצאה שום ראיה לכך ששדות בתדרי רדיו משפיעים על היווצרות סרטן והתפתחותו, ולא היו ראיות עקביות להשפעה על המוח, מערכת העצבים, מחסום הדם-מוח, תפקודי השמיעה או פוריות ופריון.

מן הראיות משתמע כי חשיפה לשדות בתדרי רדיו מתחת לרמה הקבועה בהנחיות הבין-לאומיות אינה גורמת לסימפטומים חמורים בבני-אדם, וכי אנשים, גם אלה המדווחים על רגישות לשדות בתדרי רדיו, אינם יכולים למעשה לזהות את נוכחותם של שדות בתדרי רדיו. בדומה לכך, במחקרים שנערכו בשיטה הנכונה לא נמצא שיש לקרינה השפעות קוגניטיביות משמעותיות. עם זאת, יש ראיות מסוימות לכך ששדות בתדרי רדיו יכולים להשפיע על הפעילות החשמלית במוח (EEG) ועל סמנים אחרים של תפקוד המוח. אולם השפעות אלה לא נמצאו באופן עקבי במחקרים שונים. נוסף על כך, לעתים קרובות היקף קטן מהיקף השינויים הפיזיולוגיים הנגרמים באופן טבעי, ולא ברור אם יש להשפעות אלה השלכות בריאותיות.

[...] היקף המחקר בבני-אדם בדבר השפעות ארוכות טווח, שאינן סרטן, בעקבות חשיפה לשדות בתדרי רדיו מתחת לרמות הסף המקובלות, אומנם מוגבל מאוד, אך אין בספרות המחקרית ראיות של ממש להשפעות כאלה, בפרט לעניין תמותה ממחלות לב, תפקודי פריון ותמותה שלא עקב סרטן.

במחקרים אפידמיולוגיים שעסקו בסיכונים לסרטן בבני-אדם בשל חשיפה תעסוקתית לשדות בתדרי רדיו ומגורים הקרובים למשדרים בתדרי רדיו, היו חולשות מתודולוגיות ברורות, בפרט בנוגע להערכת

²³ Health Protection Agency, [Health Effects from Radiofrequency Electromagnetic Fields](#), Report by the Independent Advisory Group on Non-ionising Radiation (AGNIR), April 2012.

²⁴ "Studies on the effect of RF field exposure on cells in vitro now include an increasing number that have re-tested findings from previous studies. No consistently replicable effects have been found from RF field exposure at levels below those that produce detectable heating. In Particular there has been no convincing evidence that RF field cause genetic damage or increase the likelihood of cells becoming malignant".



רמת החשיפה. מחקרים אלה אינם מצביעים על קיומו של קשר סיבתי בין שני הגורמים אך הם גם אינם מצביעים על היעדרו.

כיום יש מספר רב של מחקרים אפידמיולוגיים שפורסמו שבחנו את קיומו של סיכון מוגבר לחלות בסרטן בשל שימוש בטלפון נייד. אף שכמה מחקרים הצביעו על קשר חיובי כזה (כלומר, יש קשר בין חשיפה לטלפון נייד לבין סיכון מוגבר לחלות בסרטן), ככלל הראיות אינן מלמדות כי השימוש בטלפונים ניידים גורם לסרטן במוח או לסוגים אחרים של סרטן. עם זאת, המידע מבוסס על תקופה של פחות מ-15 שנה ממועד החשיפה הראשונה.

[...] **לסיכום, אף-על-פי שנערך מחקר לא מבוטל בתחום זה, אין ראיות משכנעות שחשיפה לשדות בתדרי רדיו מתחת לרמה הקבועה בהנחיות גורמת להשפעות בריאותיות במבוגרים ובלדים.**

2.1.5. דוח משרד מבקר המדינה של ארצות-הברית על השפעות בריאותיות של קרינה מטלפון נייד

ביולי 2012 פרסם משרד מבקר המדינה של ארצות-הברית, לבקשת כמה מנציגי בית-הנבחרים, דוח המסכם את ההשפעות הבריאותיות של חשיפה לקרינה בתדרי רדיו מטלפונים ניידים ואת פעילות המחקר והרגולציה של הרשויות בארצות-הברית בנושא זה.²⁵

להלן ממצאים עיקריים מן הדוח:

- בשנת 2001 קבע מינהל המזון והתרופות של ארצות-הברית (FDA) כי **מחקרים לא הצביעו על השפעות בריאותיות שליליות של פליטות אנרגיית תדרי רדיו עקב שימוש בטלפונים ניידים, אך אין מידע מספק שמאפשר לקבוע שטלפונים ניידים אינם גורם סיכון בעניין זה.** גם בחלוף עשור של מחקר מדעי, ומאות מחקרים שבחנו את ההשפעות הבריאותיות של חשיפה לאנרגיה בתדרי רדיו מטלפונים ניידים, מסקנות ה-FDA לא השתנו. על פי ה-FDA, אף שממצאי המחקרים ככלל אינם מציגים השפעות בריאותיות שליליות, יש כמה מחקרים בודדים שמצביעים על השפעות אפשריות כאלה.
- **במחקרים אפידמיולוגיים לא הוצגו השפעות בריאותיות שליליות של חשיפה לאנרגיה בתדרי רדיו עקב שימוש בטלפון נייד, אך המחקר איננו סופי, כיוון שממצאים מכמה מחקרים הצביעו על קשר אפשרי בין חשיפה כאמור לסוגים מסוימים של גידולים, כולל גידולים סרטניים.**²⁶ במחקר אינטרפון, שנערך ב-13 מדינות, לא נמצא ככלל סיכון מוגבר ללקות בגידולים במוח עקב שימוש בטלפון נייד, אך ברמת החשיפה הגבוהה ביותר הממצאים הצביעו על קשר אפשרי בין סיכון מוגבר לגידולים מסוג "גליומה" ובין שימוש בטלפון הנייד. מחקרים אפידמיולוגיים אחרים לא הצביעו על קשר בין שימוש בטלפון נייד לגידולים, כולל סרטניים. לדוגמה, במחקר

²⁵ United States Government Accountability Office, [TELECOMMUNICATIONS: Exposure and Testing Requirements for Mobile Phones Should Be Reassessed](#), Report to Congressional Requesters, July 2012.

²⁶ "Epidemiological research has not demonstrated adverse health effects from RF energy exposure from mobile phone use, but the research is not conclusive because findings from some studies have suggested a possible association with certain types of tumors, including cancerous tumors".



שנערך בדנמרק לא נמצא קשר בין שימוש בטלפון נייד לגידולים סרטניים ואחרים. במחקר שערך מכון הבריאות הלאומי של ארצות-הברית (NIH), שנבדקו בו שינויים בשיעור חולי סרטן המוח בשנים 1992–2006 באמצעות נתוני רשומות, לא נמצאה עלייה בשיעור המקרים החדשים של סרטן המוח, למרות עלייה דרמטית בשימוש בטלפונים ניידים בתקופה האמורה.

יש לציין כי מחקרים אפידמיולוגיים היו עד כה מוגבלים ביכולתם לספק מידע על השלכות ארוכות טווח של החשיפה לאנרגיה בתדרי רדיו, מאחר שהשכיחות של שימוש ארוך טווח בטלפון נייד עדיין מועטה ביותר, וחלק מן הגידולים, מסרטנים ואחרים, אינם מתפתחים אלא לאחר שנים רבות לאחר החשיפה.

במחקרי מעבדה לא נמצאו השפעות בריאותיות שליליות של חשיפה לאנרגיה בתדרי רדיו עקב שימוש בטלפון נייד, אך המחקר איננו סופי, כיוון שממצאים מכמה מחקרים הצביעו על השפעות על מושאי המחקר. לדוגמה, במחקרים שונים נבדקו השפעות של חשיפה לאנרגיה כאמור על ה-DNA של חולדות ותאי אדם. בעוד בחלק מן המחקרים נמצא כי חשיפה לאנרגיה בתדרי רדיו פגעה ב-DNA, מחקרים אחרים לא הצליחו לשחזר תוצאות אלו באותם תנאי מחקר. אף שבחלק מן המחקרים זוהו השפעות קוגניטיביות על בעלי-החיים שנחשפו לאנרגיה בתדרי רדיו, ככלל לא נמצאו באופן עקבי השפעות שליליות של חשיפה לאנרגיה בתדרי רדיו ברמה המאפיינת טלפונים ניידים. חלק מן המחקרים שחשפו בני-אדם לאנרגיה בתדרי רדיו הצביעו על שינויים פיזיולוגיים בשל החשיפה לקרינה, לדוגמה שינוי בפעילות המוח. יש לציין כי ההשלכות הפיזיולוגיות של שינוי כזה אינן ידועות ולא ברור אם הן כרוכות בהשלכות בריאותיות. נוסף על כך, רק חלק קטן ממחקרי המעבדה שזיהו השפעה כלשהי שוחזרו, ובחלק מן המחקרים לא אושררו בשחזור הממצאים הקודמים.

הדוח מסיים בשתי המלצות לפעולה:

1. יש לבחון באופן רשמי את גבולות החשיפה המוגדרים כיום לאנרגיה בתדרי רדיו, לרבות את ההשפעות של קביעות אלו על בריאות האדם, את העלויות והיתרונות שבשמירת התקן הקיים ואת עמדותיהן של סוכנויות בריאות ובטיחות רלוונטיות. על-פי ההכרעה, יש לשנות את תקני החשיפה.

2. יש לבחון מחדש אם אופן הבדיקה של טלפונים ניידים מאפשר להגיע לנתון הנכון לגבי רמת האנרגיה המקסימלית שנחשפים לה בשימוש בהם בפועל, בפרט כאשר הטלפון מוחזק כנגד הגוף, ולעדכן את דרישות הבדיקה בהתאם.



2.2. עמדת משרד הבריאות בישראל בנושא קרינה אלקטרומגנטית²⁷

להלן חלק עיקרי מתשובת משרד הבריאות על שאלות מרכז המחקר והמידע של הכנסת בדבר הסיכונים הבריאותיים האפשריים שבחשיפה לקרינה אלקטרומגנטית, "הידע המדעי בנושא נזקי הבריאות האפשריים כתוצאה מחשיפה לקרינה אלקטרומגנטית אינו שלם, ולפיכך רמת הסיכון לתחלואה אינה ברורה דייה ואינה מכומתת [...] מידת הסיכון האפשרי קשורה בגורמים רבים, וביניהם אורך הגל, התדר, השדה החשמלי והמגנטי ועוצמת הקרינה. החוקרים העוסקים בתחום מתמודדים כיום עם הניסיון להביא בחשבון גורמים אלו, לאפיין את מקורות הקרינה השונים ולכמת את הסיכון על-פיהם.

[...] עיקר הנזקים הבריאותיים שנחקרו עד כה בהקשר של חשיפה לקרינה אלקטרומגנטית קשורים להתפתחות סרטן (בייחוד גידולי מוח, מנינגיומה, גליומה, גידולי עצב השמע, גידולי בלוטות הרוק, האשכים, וסרטן מח ולוקמיה בילדים). בנוסף, נבחנו מחלות כגון טרשת נפוצה, השפעה על הפוריות, השמנת יתר, פגיעה בתפקוד קוגניטיבי, בעיות התנהגות בילדים, השפעות המודינמיות, רגישות עורית, כאבי ראש, רגישות יתר. כאמור, נושאים אלו נמצאים במחקר ולא הוכחו באופן חד-משמעי כנגרמים מחשיפה לקרינה אלקטרומגנטית. יצוין כי קרינה בתדרים אלו הוגדרה כגורם אפשרי לפיתוח גידולי מוח [...] [עוד יש לציין כי] חשיפה לקרינה מרשת החשמל (ארונות חשמל, שנאים ועוד) בקרב ילדים נמצאה, בחלק מן המחקרים, כקשורה להתפתחות של לוקמיה בילדים. מחקרים אלו מהווים בסיס לניסיון להגדיר רמת חשיפה ממושכת מותרת, אך לא נקבע בעולם תקן מותר בהקשר זה [...].

בהתאם לסיווג קרינה בלתי מייננת על-ידי ארגון הבריאות העולמי כמסרטן אפשרי (בקטגוריה 2B, שהיא הקטגוריה הנמוכה ביותר לקשר אפשרי לסרטן), ובהסכמה עם רוב המדינות שנתנו דעתן על כך, מאמץ משרד הבריאות בנושא זה את עקרון הזהירות המונעת".

סיכום ההשלכות הבריאותיות של קרינה אלקטרומגנטית

כפי שראינו לעיל מן הדוחות והמסמכים שנסקרו, אין כיום קונסנזוס בקרב חוקרים וקובעי מדיניות, לא לגבי הסיכונים הבריאותיים שבקרינה אלקטרומגנטית ולא לגבי המדיניות שיש לנקוט בעניין מקורות הקרינה האלקטרומגנטית.

ככלל, ניתן לומר שיש ראיות חלקיות בלבד לסיכונים בריאותיים מקרינה אלקטרומגנטית. בין השאר, הגדירה הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן של ארגון הבריאות העולמי את הקרינה האלקטרומגנטית כמסרטן אפשרי – ביטוי המבטא את קיומן של ראיות חלקיות בלבד לכך שזהו גורם מסרטן לבני-אדם.

הפרלמנט האירופי גורס כי לקרינה אלקטרומגנטית יכולות להיות השלכות בריאותיות שליליות; מועצת אירופה מציינת כי לשדות אלקטרומגנטיים יש במידה זו או אחרת השפעות ביולוגיות שיש להן פוטנציאל להזיק גם בחשיפה מתחת לרף הרשמי.

²⁷ מירי כהן, מנהלת תחום בכיר שירותי הצלה וע"ר, משרד הבריאות, מכתב, 1 בנובמבר 2012.



בניגוד לעמדת הגופים האירופיים האמורים, סוכנות הגנת הבריאות הבריטית (HPA), מציינת כי מן הראיות משתמע כי חשיפה לשדות בתדרי רדיו מתחת לרמה הקבועה בהנחיות אינה גורמת לסימפטומים חמורים בבני-אדם.

כפי שמצוין בדוח משרד מבקר המדינה של ארצות-הברית, מינהל המזון והתרופות (FDA) גורס כי מחקרים לא הצביעו על השפעות בריאותיות של פליטות באנרגיית תדרי רדיו, אך אין מידע מספיק שמאפשר לקבוע כי טלפונים ניידים אינם משמשים גורם סיכון לבריאות.

על-פי משרד הבריאות בישראל, הידע המדעי בנושא נזקי הבריאות האפשריים עקב חשיפה לקרינה אלקטרומגנטית אינו שלם, ולפיכך רמת הסיכון לחלות בעקבותיה אינה ברורה דייה ואינה מכומתת. לנוכח סיווגה של קרינה בלתי מייננת על-ידי ארגון הבריאות העולמי כמסרטן אפשרי (בקטגוריה 2B, שהיא הקטגוריה הנמוכה ביותר לקשר אפשרי לסרטן), ובהסכמה עם רוב המדינות שנתנו דעתן על כך, משרד הבריאות מאמץ בנושא זה את עקרון הזהירות המונעת.

תוצאת היעדר ההסכמה אשר לסיכון הטמון בקרינה אלקטרומגנטית היא נקיטת דרכי ההתמודדות שונות בכל מדינה. אחד מן הגורמים המשפיעים בתחום זה הוא מידת האימוץ והיישום של עקרון הזהירות המונעת.

עקרון הזהירות המונעת הוגדר בוועידת האו"ם לסביבה ולפיתוח בשנת 1992 בריו-דה-ז'נרו, ולפיו "כדי להגן על הסביבה [...] במקומות שיש בהם סכנה לנזק חמור או בלתי הפיך, היעדר ההסכמה מדעית מלאה לא ישמש עילה לדחות את הפעלתם של אמצעים יעילים-כלכלית (cost effective) המיועדים למנוע את הידרדרות הסביבה" (עיקרון 15 של אמנת ריו).²⁸

עקרון הזהירות המונעת אף עוגן בסעיף 191 לאמנת תפקוד האיחוד האירופי (Treaty on the Functioning of the European Union). על-פי נציבות האיחוד האירופי, עקרון הזהירות המונעת מאפשר נקיטת תגובה מהירה אם יש חשש לסכנה לבריאות האדם, לבריאותם של בעלי-חיים וצמחים או סכנה לסביבה. במקרים שבהם הידע המדעי הזמין אינו מאפשר לקיים הערכת סיכונים מספקת ניתן להשתמש בעיקרון זה. נציבות האיחוד האירופי מדגישה כי אפשר להשתמש בעקרון הזהירות המונעת רק כאשר נמצא פוטנציאל לסיכון, וכן כאשר יש מידע מדעי נרחב ככל האפשר בנוגע לתופעה וחוסר הוודאות המדעית מצומצם ככל האפשר. הרשויות הממונות על ניהול סיכונים יכולות להחליט אם לפעול או לא לפעול בנושא, בהתאם לרמת הסיכון שנמצאה. לשם כך יש לערוך הערכת סיכונים, כולל הערכת הסיכון שבאי-נקיטת פעולה. אם הסיכון הוא גבוה, ניתן לנקוט מגוון אמצעים, כגון פעולות חקיקה, מימון מחקרים, יידוע הציבור ועוד.²⁹

רוב הביקורת על עקרון הזהירות המונעת נובע מהשוואתו ל"שיטות מדעיות מבוססות" הנהוגות בניהול סיכונים. עם אלה נמנות, בין השאר, שיטות כמותיות להערכת הסיכון או שיטות המבוססות על חוות דעת של מומחים. הן מסתמכות על ניסויי מעבדה, עריכת מודלים, שימוש בכלים סטטיסטיים, ניתוח

²⁸ אתר האינטרנט של המשרד להגנת הסביבה, [הצהרת ריו 1992](#), תאריך כניסה: 6 בפברואר 2013.

²⁹ Europa-Summaries of EU Legislation, [Precautionary Principle](#), Access date: February 6th 2013.



עלות-תועלת ועוד. יש הטוענים כי שיטות אלו מספקות מידע מקיף והולם בתהליך קבלת החלטות גם במצב של אי-ודאות מדעית, וכי עקרון הזהירות המונעת אינו מבוסס דיו לסייע בקבלת החלטות.³⁰

2.3. רגישות יתר לקרינה אלקטרומגנטית (EHS)³¹

על-פי ארגון הבריאות העולמי, רגישות יתר לקרינה אלקטרומגנטית היא מחלה שאין לה הסבר טוקסיקולוגי או פיזיולוגי ברור, ובה הפרט סובל מסימפטומים סובייקטיביים שונים, שאותם הוא מייחס לחשיפה לשדה אלקטרומגנטי מעשה ידי אדם. התסמינים אינם ספציפיים ומשתנים בין אדם לאדם. הנפוצים שבהם הם תסמינים עוריים (אדמומיות, גירוי ותחושת צריבה) ותסמינים של חולשה עצבית (עיפות, קשיי ריכוז, סחרחורות, בחילות, דפיקות לב והפרעות בעיכול). הסימפטומים הללו הם אמיתיים ומשתנים בחומרתם.³² ללא קשר למקור הסימפטומים, להימצאותם עלולה להיות השפעה ניכרת על חייו של הפרט, הם עלולים לגרום לו למצוקה, לפגוע בתפקודו החברתי והתעסוקתי ואף להביא לשימוש מוגבר בשירותים רפואיים.

מחקרים מראים שאי-אפשר להציג דפוס ברור של אופי הסימפטומים או להגדיר את מקור ההשפעה להם או את משך הזמן מהחשיפה עד להופעתם. יש גורמים בקהילה המדעית הסבורים שיש מנגנון ביו-אלקטרומגנטי הגורם לסימפטומים, כלומר הקרינה גורמת באופן ישיר לשינויים ביולוגיים בגוף האדם; אולם רוב הגופים הרפואיים סבורים כי מנגנון כזה אינו קיים, וכי הסימפטומים אינם נובעים מחשיפה למקור הקרינה.³³ יש שטוענים שהסימפטומים קשורים לגורמים סביבתיים שאינם קרינה אלקטרומגנטית, לדוגמה אור מרצד מאורות פלואורסצנט, בוחק ובעיות ויזואליות הנובעות ממסכים, עיצוב ארגונומי לקוי של עמדות מחשב ועוד. גורמים נוספים הם איכות אוויר לקויה בתוך בניינים ולחץ במקום העבודה או בסביבת המחיה. זאת ועוד, יש ראיות גוברות לכך שלגורמים פסיכולוגיים השפעה על הופעת הסימפטומים ועל התגברותם. לדוגמה, מחקרים הראו כי אנשים אשר על-פי **תפיסתם** נחשפו לפליטת אנרגיה ממכשירים אלקטרוניים (גם אם בפועל לא כך הדבר) חוו סימפטומים שונים. למעשה, רוב המחקרים הראו שאנשים הסובלים מ-EHS אינם יכולים לזהות קרינה אלקטרומגנטית באופן מדויק יותר מאנשים שאינם רגישים במיוחד.³⁴

³⁰ Stirling, A., "Risk, Precaution and Science: Towards a More Constructive Policy Debate. Talking Point on the Precautionary Principle", *Science and Society* 8(4) (April 2007), pp. 309–315.

³¹ המונח המקובל כיום בספרות המקצועית הוא IEI-EMF – Idiopathic Environmental Intolerance Attributed to Electromagnetic Fields. עם זאת, המונח EHS – Electromagnetic Hypersensitivity, הוא שנוי במחלוקת אך רווח מאוד בשיח הציבורי, ולפיכך ייעשה בו שימוש במסמך זה; הפרסום של ארגון הבריאות העולמי בנושא נקט אף הוא מונח זה. ראו: World Health Organization, [Electromagnetic Fields and Public Health](#), December 2005, Access date: January 14th, 2013.

³² ש.ם.

³³ Rubin, J. Nieto Hernandez, R., Wessely, S., "Idiopathic Environmental Intolerance Attributed to Electromagnetic Fields (Formerly 'Electromagnetic Hypersensitivity'): An updated Systematic Review of Provocation Studies", *Bio Electro Magnetism*, 1(1) (2009), pp. 1–11.

³⁴ World Health Organization, [Electromagnetic Fields and Public Health](#), December 2005, Access date: January 14th, 2013.



על-פי הנחיות ארגון הבריאות העולמי משנת 2005, על המדינות לספק לאוכלוסייה מידע מאוזן וממוקד על הסכנות הנובעות מחשיפה לקרינה אלקטרומגנטית ועל מחקרים הנוגעים ל-EHS. במידע יש לכלול הצהרה ברורה כי כרגע אין בסיס מדעי לקשר בין קרינה אלקטרומגנטית לבין EHS.³⁵

כאמור לעיל, באפריל 2009 אימץ הפרלמנט האירופי החלטה בנושא "חששות בריאותיים הקשורים לשדות אלקטרומגנטיים".³⁶ בין השאר, ההחלטה קוראת למדינות החברות בפרלמנט האירופי לראות בשבדיה דוגמה, להכיר באנשים הסובלים מרגישות יתר לקרינה אלקטרומגנטית כאנשים עם מוגבלויות ולתת להם הגנה מספקת והזדמנויות שוות.

בסוף מאי 2011 אימצה מועצת אירופה את הצעת ההחלטה³⁷ שבה מופיעה שורה של המלצות הנוגעות לנושא סכנות הקרינה האלקטרומגנטית. בין השאר מוצע בהחלטה להתייחס במיוחד לאנשים שיש להם "רגישות אלקטרומגנטית", הסובלים מתסמונת של היעדר סבילות לשדות אלקטרומגנטיים, ולהציג צעדים כדי להגן עליהם, כולל יצירת אזורים נטולי קרינה שאינם מכוסים ברשתות אלחוטיות.

באפריל 2012 פרסמה ועדה מייעצת בלתי תלויה לקרינה בלתי מייננת דוח שנכתב עבור "סוכנות הגנת הבריאות" (Health Protection Agency) הבריטית, שכותרתו "השפעות בריאותיות של שדות אלקטרומגנטיים בתדרי רדיו". בין השאר נכתב בדוח כך: "מן הראיות משתמע כי חשיפה לשדות בתדרי רדיו מתחת לרמה הקבועה בהנחיות הבין-לאומיות אינה גורמת לסימפטומים חמורים בבני-אדם, ושנשים, גם אלה המדווחים על רגישות לשדות בתדרי רדיו, לא יכולים לזהות את נוכחותם של שדות בתדרי רדיו".

משרד הבריאות בישראל מאמץ את עמדת ארגון הבריאות העולמי לגבי מחלת ה-EHS, ולדבריו "לתופעה אין קריטריונים אבחנתיים ולא נמצא בסיס מדעי לכך שהסימפטומים נגרמים כתוצאה מחשיפה לקרינה אלקטרומגנטית. רגישות לקרינה אלקטרומגנטית (EHS) אינה נחשבת אבחנה רפואית, ולא ברור כי התופעה מייצגת בעיה רפואית בודדת. בהתאם לכך, ההמלצה לרופאים היא לטפל בסימפטומים (לרבות הערכה פסיכולוגית ופסיכיאטרית) ולהעריך את הסביבה הביתית וסביבת העבודה מבחינת מזהמים אפשריים, לרבות זיהום אוויר, רעש, תאורה (הפחתת אורות מהבהבים) ופקטורים ארגונומיים. כמו כן, מומלץ על הפחתת לחץ".³⁸

³⁵ ש.ס.

³⁶ European Parliament, [European Parliament Resolution on Health Concerns Associated with Electromagnetic Fields \(2008/2211\(INI\)\)](#), April 2nd, 2009.

³⁷ Council of Europe, Parliamentary Assembly, [Resolution 1815: The Potential Dangers of Electro-Magnetic Fields and Their effect on The Environment](#), 2011.

³⁸ מירי כהן, מנהלת תחום בכיר שירותי הצלה וע"ר, משרד הבריאות, מכתב, 1 בנובמבר 2012.



3. מקורות קרינה אלקטרומגנטית בסביבת בתי-הספר ומדיניות הטיפול בהם

בנובמבר 2010, בעקבות סדרת פגישות בין נציגי משרדי הממשלה – משרד הבריאות, המשרד להגנת הסביבה ומשרד החינוך – ובהתאם לדיון שהתקיים בנושא במאי 2010 בוועדה המשותפת של ועדת הפנים והגנת הסביבה וועדת העבודה, הרווחה הבריאות לנושא סביבה ובריאות, גובש נייר עמדה בנושא "קרינה אלקטרומגנטית בסביבת התלמיד" (להלן – דוח סדצקי).³⁹ להלן ההתייחסות בנייר העמדה לסוגיית הסיכון הבריאותי:

▪ "מסיכום המחקרים שפורסמו עד כה (לרבות מחקר אינטרפון הבין-לאומי, שבחן את השפעת השימוש בטלפונים סלולריים על התפתחות גידולי מוח ממאירים ושפירים, גידולי עצב השמע וגידולי בלוטת הרוק), עולה כי קיים חשש לעלייה בסיכון לפיתוח גידולים אלו בעקבות השימוש בסלולרי. יש לציין כי אוכלוסיית המחקר במחקרים הללו לא כללה ילדים ובני-נוער, הנחשבים כאמור פגיעים יותר לנזקי הקרינה האלקטרומגנטית. עקב כך, גופים בין-לאומיים רבים המליצו על אימוץ עקרון 'הזהירות המונעת' (precautionary principle). גם משרד הבריאות הישראלי המליץ על אימוץ עקרון הזהירות המונעת בהקשר של שימוש בטלפונים סלולריים, עם דגש על אוכלוסיית הילדים ובני-הנוער".

▪ "בדומה למתרחש בעולם כולו, גם בבתי-הספר בישראל קיימת מגמה הולכת וגוברת של שימוש במחשבים ניידים וברשת האינטרנט. בתי-ספר רבים מאמצים את הדרך האלחוטית כדרך הגלישה הנבחרת. השימוש ברשתות אלחוטיות חושף את אוכלוסיית התלמידים לקרינה אלקטרומגנטית".

▪ "יש לזכור כי אוכלוסיית התלמידים, המורכבת מילדים ובני-נוער, הינה אוכלוסייה ייחודית במאפייניה: ככלל, עבור רוב החומרים המסרטנים לרבות קרינה מייננת ועבור רוב אתרי⁴⁰ הסרטן קיים קשר הפוך בין הגיל בעת החשיפה לבין הסיכון לתחלואה. לכן יש להתייחס לאוכלוסייה זו כאוכלוסייה רגישה בהשוואה לאוכלוסייה המבוגרת. לאוכלוסיית התלמידים קיים צפי לשנות חיים רבות, שבהן תיתכן התפתחות מחלות עם זמן חביון ממושך".

על-פי הדיון ונייר העמדה, יש שלושה מקורות לקרינה אלקטרומגנטית בסביבת בתי-הספר: טלפונים ניידים, נקודות גישה לאינטרנט אלחוטי ורשת החשמל, המפיצה קרינה אלקטרומגנטית בתדר נמוך (ELF). בעוד רשת החשמל ונקודות הגישה האלחוטית לאינטרנט הן חלק מן התשתית בבתי-ספר, טלפונים ניידים הם מקור קרינה שנתון בעיקרו לשליטה ולאחריות של התלמידים עצמם.

להלן יוצג בקצרה טיפול משרד החינוך, בשיתוף עם משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה, בקרינה אלקטרומגנטית מטלפונים ניידים, מאינטרנט אלחוטי ומרשת החשמל.

³⁹ מכון גרטנר, היחידה לאפידמיולוגיה של סרטן ושל קרינה, נייר עמדה בנושא: קרינה אלקטרומגנטית בסביבת התלמיד, נובמבר 2010.

⁴⁰ הכוונה למקומות בגוף שבהם מתגלה סרטן.



3.1. טלפונים ניידים

כאמור לעיל, אין כיום קונסנזוס מחקרי אשר לסיכונים בריאותיים הנובעים מחשיפה לקרינה אלקטרומגנטית מטלפונים ניידים, אך כמה מחקרים הצביעו על סיכונים בריאותיים – בפרט סיכונים לגידולים במוח ולגידולים בעצב השמע ובבלוטות הרוק. יצוין כי בניגוד לקרינה מרשת החשמל ומאינטרנט אלחוטי, עיקר הסיכון הבריאותי בטלפון נייד, אם יש סיכון כזה, הוא למשתמש עצמו ולא לכלל התלמידים בסביבתו – סיכון הנובע מן הקרבה הרבה של המכשיר לגוף המשתמש.

על-פי דוח סדצקי, נציגי הגורמים הנוגעים בדבר (משרד הבריאות, משרד החינוך, המשרד להגנת הסביבה ונציגי חברת החשמל) הסכימו כי יש לפעול בהתאם לעקרון הזהירות המונעת בכל הנוגע לטלפונים ניידים בסביבת בית-הספר, תוך מציאת האיזון בין הבחירה של התלמיד והוריו להשתמש בטלפון נייד ובין ההשלכות החברתיות והבריאותיות של שימוש זה. בשל הסיכון להגברת עוצמת הקרינה, וכן בשל הרצון שלא לאסור לחלוטין שימוש בטלפון נייד בבית-הספר, הוחלט שלא להמליץ על שימוש בטכנולוגיות המשבשות קליטה.

בין דרכי הפעולה שהוצעו: הפעלת תוכנית חינוכית להקניית הרגלי שימוש מושכלים בטלפון הנייד, ומדידת השפעת התוכנית באמצעות סקר; בחינת הצבתם של טלפונים ניידים בבתי-הספר; בחינת הגדרתם של אזורי דיבור בטלפון בבתי-הספר – בדומה להגדרתם של אזורי עישון; המלצה למשרד התחבורה לקבוע איסור גורף על שימוש בטלפון נייד בשעת נהיגה בקרב נהגים צעירים ועל איסור שימוש בטלפון נייד בשעת נהיגה בקרב נהגי תחבורה ציבורית והסעות.

3.1.1. מדיניות משרד החינוך בנוגע לטלפונים ניידים

בסעיף 2.2-73 בחוזר מנכ"ל משרד החינוך תשעב/1(ב) מספטמבר 2011 נדון הנושא "שימוש מושכל בטלפונים סלולריים".⁴¹ על-פי ההנחיה בחוזר, "יש לקיים הסברה מותאמת לגיל התלמידים ולעולם המושגים שלהם, שמטרתה הקניית הרגלי שימוש נכונים ומושכלים בטלפון הסלולרי, ובה יש לפרט לתלמידים מהם הרגלי השימוש הנכונים. יש להטמיע הרגלים אלה בחיי היום-יום ולהחילם על כלל קהילת מוסד החינוך".

תחת הכותרת "המלצות" נכתב בחוזר כך:

"קיצור משך השיחה וסך כל השיחות; העדפת השימוש במסרונים (SMS) על פני השימוש בשיחות; שימוש באוזנייה חוטית בעת קיום שיחה והרחקת מכשיר הטלפון הסלולרי מהגוף; קביעת אזורים בשטח בית-הספר המותרים לשימוש בטלפון הסלולרי ומועדים מוחלטים ומוסכמים לשימוש זה במרחב המוסד החינוכי בכל עת; הימנעות מוחלטת משימוש בטלפונים סלולריים לכל מטרה במועדים ובאזורים שנקבעו לכך במהלך שיעורים או כל פעילות חינוכית; הצבת טלפונים ציבוריים בבתי-הספר כדי לאפשר לתלמידים במצבים נדרשים יצירת קשר עם ההורים; הימנעות משימוש לילי בטלפונים סלולריים,

⁴¹ חוזר מנכ"ל משרד החינוך תשעב/1(ב) מספטמבר 2011, 2.2-73 שימוש מושכל בטלפונים ניידים, ספטמבר 2011.



הגורם לחוסר שינה; הימנעות משימוש בטלפון סלולרי במקומות ללא קליטה (כגון מעלית); העדפה שלא לשאת את הטלפון הסלולרי בסמוך לגוף, בכיס או על מתלה וכדומה".

החוזר נכנס לתוקף ממועד פרסומו בספטמבר 2011. אין בידינו מידע על מידת יישומו של החוזר לעניין השימוש בטלפון נייד בבתי-הספר. עם זאת, על-פי דברים שאמר סגן שר החינוך דאז מנחם אליעזר מוזס בתגובה על שאילתה בנושא במליאת הכנסת, "ההנחיות מוטמעות בבתי-הספר על-ידי צוות ההוראה בהסברה חינוכית המותאמת לגיל התלמידים ולעולם מושגיהם. ההסברה כוללת שיחות על אודות האיזון שיש לעשות בין מקומו החברתי של המכשיר לבין הסיכונים הבריאותיים-בטיחותיים העולים ממנו, ומדוע מתעורר הצורך לנקוט את עקרון הזהירות המונעת".⁴²

3.2. אינטרנט אלחוטי

אינטרנט אלחוטי, ומחשבים ניידים המחוברים לרשת האינטרנט באמצעותו, פולטים כאמור קרינה אלקטרומגנטית. השימוש במחשבים ניידים ובגישה אלחוטית לאינטרנט, ואף השימוש בהתקני גלישה אחרים דוגמת טלפונים ניידים חכמים ומחשבי לוח (טאבלט), נעשה בשנים האחרונות לנפוץ יותר ויותר, הן בבתי-הספר והן מחוצה להם. בבתי-הספר מאפשרים המחשבים והחיבור לאינטרנט הכנסתן של טכנולוגיות ודרכי למידה חדשות. בערים שונות אף מועלות יוזמות של הנגשת הגלישה באינטרנט במרחבים ציבוריים באמצעות שיתוף או פיזור של נקודות גישה אלחוטיות בחינם, לתועלת הציבור.

בסביבה הבית-ספרית, כפי שמצוין בדוח סדצקי, החשיפה לקרינה מנקודות גישה אלחוטיות, בדומה לקרינה מרשת החשמל, איננה וולונטרית, כיוון שעצם הנוכחות בבית-הספר היא חובה הקבועה בחוק לימוד חובה, התש"ט-1949. נוסף על כך, ילדים ובני-נוער הם אוכלוסייה רגישה, ולגבי חלק ניכר מסוגי הסרטן הסיכון שילקו במחלה גבוה מן הסיכון של מבוגרים.

גם לגבי קרינה ממערכות מחשב אלחוטיות גרסו נציגי המשרדים כי יש לפעול על-פי עקרון הזהירות המונעת. לשיטתם, "אין סיבה מהותית להשתמש בטכנולוגיות אלחוטיות כגון Wi-Fi ו-WLAN לצורך תקשורת מחשבים בבתי-הספר [...] יש להנחות בצורה עקרונית את מערכת החינוך כי יש להעדיף טכנולוגיות קיימות בטוחות ופשוטות יחסית, כגון חיבור ברשתות קוויות, על פני הכנסת טכנולוגיות תקשורת מחשבים אלחוטיות כגון Wi-Fi ו-WLAN".

3.2.1. מדיניות משרד החינוך אשר לאינטרנט אלחוטי

חוזר מנכ"ל משרד החינוך תשע"ג/9 ממאי 2013⁴³ מתייחס לנושא הגישה לאינטרנט בבתי הספר וצמצום הקרינה (ההדגשות אינן במקור). תחת הכותרת: "הנחיות בנושא קרינה ממערכות Wi-Fi ו-WLAN, והתקני קצה בשימוש המורים והתלמידים" נכתב כך:

⁴² ישיבה מס' 326 של הכנסת ה-18 מיום 20 ביוני 2012, שאילתה מס' 1932 של חה"כ מג'אדלה: "טלפונים סלולריים בבתי-הספר".

⁴³ חוזר מנכ"ל משרד החינוך תשע"ג/9, "3.6 שילוב ציוד תקשורת והתקני קצה בבתי הספר - השלכות בריאותיות ובטיחותיות", 1 במאי 2013.



4.1 במוסדות החינוך יש להעדיף התקנה של רשת חוטית בלי ליצור מפגע בטיחותי הנובע מהתקנתה ומהשימוש בה, כמפורט להלן:

4.1.1 חיווט הרשת יהיה דרך קירות היקפיים, או בתעלות צמודות אליהם, לעמדת המורה ולעמדות תלמידים הצמודות לקירות.

4.1.2 חיווט הרשת לעמדות תלמידים שאינן צמודות לקיר יהיה מן הקיר לעמדה בתעלות הצמודות לריהוט קבוע, או דרך מחיצות המקובעות לרצפה – הכול לפי הנחיות הבטיחות המפורטות בחוזר הוראות הקבע סב/6(ב), "אבטחת הבטיחות במוסדות החינוך", או בחוזר מעודכן יותר שיחליף אותו. יש לעקוב אחר עדכונים של הנחיות בטיחות המפורסמות מזמן לזמן. לא יהיה חיווט דרך הרצפה אלא באישור מיוחד של יועץ בטיחות מוסמך.

4.2 הוראות מעבר

כאמור ב-4.1 לעיל, יש להעדיף במוסדות החינוך את השימוש ברשת חוטית. במקרים שמדובר בהם בעמדת מחשב למורה בכיתה או בעמדות בכיתה מחשבים אין להשתמש ברשת אלחוטית.

במוסדות חינוך שהותקנה בהם רשת אלחוטית יש לנקוט את הפעולות הנדרשות כדי למזער את רמת הקרינה לפי ההוראות ב-4.2.1-4.2.3 שלהלן ובכפיפות לבדיקת קרינה תקינה (על-פי רמות הסף שנקבעו על-ידי המשרד להגנת הסביבה):

4.2.1 יש לעשות שימוש במערכות תקשורת אלחוט מנוהלות ולהגדיר כי עוצמת השידור תרד למינימום הנדרש באופן אוטומטי, בהתאם לעוצמת המכשירים הפעילים ולצריכת השירותים, וכן שנקודות גישה שאינן בשימוש יכובו אוטומטית על-ידי מערכת הבקרה.

4.2.2 **בשטח בית-הספר יש לכבות התקני קצה בעלי יכולת אלחוט (דוגמת טלפונים אלחוטיים וסלולריים, טאבלטים, מחשבים ניידים וכיו"ב) כשלא נעשה בהם שימוש במסגרת הלימודים.**

4.2.3 יש להקפיד לצייד כל חדר, מסדרון או כיתה בבית-הספר בנתב (Router) אלחוטי אחד לפחות, ובלא פחות מנתב אחד לכל 150 מ"ר שאינם מופרדים על-ידי קירות. יש להקפיד להתקין את הנתב במיקום מיטבי בחדר. אם מתקינים יותר מנתב אחד בחדר, יש להקפיד להתקין את הנתבים באזורים שונים של החדר, כלומר לא סמוכים זה לזה. כמות נקודות הגישה תהיה בהתאם לכיסוי המרחבי, באופן שתימצא לא פחות מנקודת גישה אחת לכל 150 מ"ר. כמו כן ייקבע מספר נקודות הגישה על-פי מספר המשתמשים הצפוי, באופן שתהיה לא פחות מנקודת גישה אחת לכל 25 משתמשים, גם אם אלו פרוסים על 150 מ"ר או פחות.

4.2.4 **על מוסדות חינוך שקיימת בהם רק רשת אלחוטית ושטרם השלימו את כל ההתאמות הנדרשות לפי הוראות סעיף זה (כולל אלו שקיבלו אישור מפורש מהמינהל למדע ולטכנולוגיה להיכלל בפיילוט הספרים הדיגיטליים) להשלים את ההתאמות הנדרשות עד לתחילת שנת הלימודים התשע"ה. כל זאת בלי לגרוע מהאמור לעיל בדבר העדפת השימוש ברשת חוטית.**

4.2.5 במוסדות חינוך שטרם התבצעה בהם התקנה של רשת אלחוטית מומלץ שלא להתקינה ולהשתמש ברשת חוטית, אם היא קיימת.

4.3 אין להתקין מכשירי שיבוש קליטה של טלפונים ניידים או של תקשורת אלחוטית בשטח בית-הספר.

4.4 **אין להשתמש במסגרת הלימודים בבית-הספר בהתקני קצה מכל סוג שאינם תומכים בחיבור לרשת חוטית.** הנחיה זו גוברת על כל הנחיה אחרת, ובכלל זה בסעיף 13-3.6 בחוזר "הודעות ומידע" תשע"ב/7, "הנחיות להתאמה בין אמצעי קצה לתלמידים לבין התשתיות הפיזיות והפדגוגיות בבתי-הספר".



כפי שניתן לראות מן האמור בחוזר, משרד החינוך מנחה את בתי-הספר להעדיף את השימוש בתשתיות אינטרנט קוויות ולא בנקודות גישה אלחוטיות. עם זאת, משתמע מההוראות כי מוסדות חינוך שהתקינו זה מכבר גישה אלחוטית לאינטרנט אינם נדרשים להחליף את התשתית האלחוטית לקווית אלא לנקוט פעולות "למזעור רמת הקרינה", כמפורט בחוזר, עד לתחילת שנת הלימודים תשע"ה.⁴⁴

נוסף על כך, מן החוזר עולה כי המשרד מנחה לכבות התקנים אלחוטיים הפולטים קרינה כל עוד הם אינם בשימוש לצורכי לימודים (לרבות מכשירי טלפון נייד). לא ברור מהי מידת היישום ויכולת האכיפה של הנחיה זו בפועל, שהרי לחלק ניכר מן התלמידים יש טלפונים ניידים.

יצוין כי מההנחיה שלא להשתמש בהתקני קצה שאינם תומכים בחיבור לרשת החוטית משתמע כי חלק ניכר מההתקנים הנפוצים יחסית, שהיו יכולים כעיקרון להפוך לחלק משגרת הלימוד בבתי-הספר – למשל חלק ממחשבי הלוח (טאבלטים) – ייאסרו למעשה לשימוש בבתי-הספר, גם למטרות פדגוגיות.

כדי לעמוד על דפוסי החיבור לאינטרנט ואמצעי החיבור לרשת בבתי-הספר פנה מרכז המחקר והמידע של הכנסת למשרד החינוך בבקשה לפרט כמה בתי-ספר וכיתות מחוברים לאינטרנט ובאיזה אופן.

על-פי תשובת משרד החינוך, "אנו נמצאים כרגע בבחינה מקיפה של בתי-ספר שבהם הותקנו רשתות אלחוטיות. כרגע ניתן לתת מידע על 881 בתי-ספר שבהם הותקן ציוד, במסגרת התוכנית 'התאמת מערכת החינוך למאה ה-21'. בבתי-ספר אלו הותקנו בממוצע 21 נקודות תקשורת, מתוכן 10 נקודות אלחוטיות ו-11 נקודות קוויות".⁴⁵

כפי שניתן לראות, הנתונים שהועברו בעניין זה נותנים אינדיקציה חלקית בלבד למצב בשטח מבחינת פריסת תשתיות אינטרנט בבתי-הספר. בעיקר ניתן להסיק מן המידע כי בממוצע כמחצית מן הנקודות בבתי-הספר הן נקודות קוויות ומחציתן נקודות אלחוטיות. סביר להניח כי ברוב בתי-הספר שאינם חלק מהתוכנית המכונה "התאמת מערכת החינוך למאה ה-21" מספר נקודות הגישה לאינטרנט קטן יותר.

להחלטה אם להתקין חיבור אינטרנט קווי או חיבור אלחוטי יש משמעות כלכליות. על-פי משרד החינוך, "עלות ממוצעת של נקודת תקשורת קווית עומדת על 320 ש"ח; עלות ממוצעת של נקודת תקשורת אלחוטית עומדת על 560 ש"ח". מן התשובה עולה כי על-פי נתוני המשרד, התקנת גישה לאינטרנט לכיתה של 30 תלמידים, לדוגמה (ללא עלויות נקודות הקצה – מחשבים וכדומה), תעלה כ-

⁴⁴ יצוין כי חוזר המנכ"ל המצוטט מחליף ומעדכן חוזר מנכ"ל קודם בנושא מאוקטובר 2012. על-פי סעיף 4.2 לחוזר הקודם, "רק באזורים שקיימת בהם בעיה בטיחותית להתקין רשת חוטית – על בסיס חוות דעתו של יועץ בטיחות מוסמך ובאישור ממונה הבטיחות הארצי – תותקן רשת אלחוטית בהתאם להנחיות שלהלן, תוך מזעור רמת הקרינה ככל האפשר". על-פי האמור בראשית החוזה המעודכן, העילה לשינוי הסעיף נובעת מ"קשיים שהתגלו ביישומו ובהתאם להמלצות ועדה". לעיון בנוסח החוזר הקודם שבוטל ראו: חוזר מנכ"ל משרד החינוך תשעג/2(ב), [3.6-9 שילוב ציוד תקשורת והתקני קצה בבתי-הספר – השלכות בריאותיות ובטיחותיות](#), אוקטובר 2012.

⁴⁵ ד"ר עופר רימון, ראש מינהל מדע וטכנולוגיה, משרד החינוך, דוא"ל, 23 באוקטובר 2012.



1,120 ש"ח, אם ייעשה שימוש בחיבור אלחוטי,⁴⁶ ו-9,600 ש"ח, אם החיבור יהיה קווי – ומכאן כי הנגשת כיתה לאינטרנט קווי עולה כמעט פי תשעה מהנגשה לאינטרנט אלחוטי.

לטענת פרופ' סיגל סדצקי, כפי שהיא הובעה בדיון בנושא בכנסת, גם בתרחיש של שימוש במחשבים ניידים בכיתות יידרש חיבור לחשמל בסמוך לנקודות הקצה, כיוון שלא ניתן יהיה להסתמך על הטענת המחשבים בבתייהם של התלמידים, ומכאן שלא מדובר בשני תרחישים שונים לחלוטין, של כיתות שיש בהן חיווט ושל כיתות לא חיווט, אלא בשאלה אם יידרש, נוסף על החיבור לרשת החשמל, גם חיבור קווי לרשת האינטרנט.⁴⁷ יש לבחון אם עובדה זו עשויה להקטין את עלויות החיבור הקווי לאינטרנט.

3.3. קרינה בתדר נמוך מאוד (ELF) מרשת החשמל

כפי שמצוין בדוח סדצקי, כמו קרינה אלקטרומגנטית, גם קרינה אלקטרומגנטית בתדר נמוך מאוד (ELF)⁴⁸ הוגדרה על-ידי הארגון הבין-לאומי לחקר הסרטן כגורם מסרטן אפשרי. נוסף על כך, ארגון הבריאות העולמי המליץ כבר בשנת 1999 להקטין את החשיפה לקרינת ELF הן באמצעות הרחקה ממקור הקרינה והן באמצעות הקטנת משך החשיפה למקור הקרינה.⁴⁹

על-פי דוח סדצקי, בסביבת בתי-הספר יש מקורות חשמליים שונים הפולטים קרינת ELF, ובהם " קווי מתח עליון, קווי מתח עלי, קווי מתח תת-קרקעי, פילרים, שנאים, לוחות חשמל ראשיים ומשניים, מעגלי מזגנים תלת-פזיים, ונקודות שבהן קיימת זליגת מתח בין האפס להארקה".⁵⁰

בין שנת 2009 לאוקטובר 2012 ערכה עמותת מלר"ז (המועצה הציבורית למניעת רעש וזיהום אוויר בישראל) בדיקות קרינה ב-182 בתי-ספר וב-814 גני-ילדים. ב-101 בתי-ספר (כ-55%) וב-125 גנים (כ-15%) נמצאה לפחות כיתה אחת שבה רמת החשיפה הייתה גבוהה מזו שמנויה בהמלצות המשרד להגנת הסביבה.⁵¹

בדומה לגישתם כלפי מקורות הקרינה האלקטרומגנטית האחרים, גם לעניין הקרינה מרשת החשמל הסכימו נציגי המשרדים כי יש לפעול על-פי עקרון הזהירות המונעת.

אשר לצעדים היישומיים לטיפול בנושא, בדוח סדצקי ובמסמך משרד החינוך "התאמת מערכת החינוך למאה ה-21" מצוינות, בין השאר, הנקודות האלה:

- על-פי דוח סדצקי ערך המשרד להגנת הסביבה, עוד לפני סוף שנת 2010, בדיקות של קווי מתח עליון ועלי בבתי-הספר, וליקויים תוקנו. נוסף על כך, המשרד ערך פיילוט של בדיקות בפתח-תקווה ובלוד, ולאחר הפיילוט יונחו הרשויות אשר לתיקונים הנדרשים. עוד צוין כי "יש

⁴⁶ לנוכח הנחיות חוזר מנכ"ל המצוטט לעיל, בסעיף 4.2.3, המחייבות כי נקודת גישה אלחוטית אחת לא תשמש יותר מ-25 משתמשים.

⁴⁷ פרוטוקול מס' 27 משיבת הוועדה משותפת פנים-עבודה לנושא סביבה ובריאות, [קרינה אלקטרומגנטית במוסדות חינוך – ישיבת מעקב](#), 22 בנובמבר 2010.

⁴⁸ Extremely Low Frequency.

⁴⁹ מכון גרטנר, היחידה לאפידמיולוגיה של סרטן ושל קרינה, נייר עמדה בנושא: קרינה אלקטרומגנטית בסביבת התלמיד, נובמבר 2010.

⁵⁰ שם.

⁵¹ מלר"ז – המועצה הציבורית למניעת רעש וזיהום אוויר בישראל, [נתוני מדידות חשמל במוסדות חינוך, 2009 – אוקטובר 2012](#), 14 בנובמבר 2012.



ביכולתו של המשרד להגנת הסביבה לבצע את מדידת השדות האלקטרומגנטיים בכל בתי-הספר וגני-הילדים בישראל".

■ המשרד להגנת הסביבה אמור היה להכין תוכנית בדיקה בתוך כשנה – דהיינו לא יאחר מסוף שנת 2011.

■ כדי לאפשר את קיום הבדיקות, משרד החינוך אמור להעביר מיפוי של כלל בתי-הספר שיש בהם כיתות הצמודות ללוח חשמל וכן להעביר רשימה כוללת של בתי-הספר למשרד להגנת הסביבה, כדי שאפשר יהיה לערוך תעדוף של הצרכים.

■ כיוון שהבעלות על נקודות החשמל משתנה, גם הגורם המופקד על הטיפול משתנה ("עד שעון החשמל" הבעלות היא של חברת החשמל, וכך גם האחריות לטיפול במפגעים ותקלות; מהשעון ועד לנקודת הקצה הבעלות והטיפול הם של הגוף שבבעלותו בית-הספר, כגון רשות מקומית, רשתות חינוך, גופים פרטיים ועוד). בכל מקרה הטיפול המידי במפגע הוא באחריות משרד החינוך, ועל המשרד להעביר את המידע ואת האחריות לטיפול במפגע לגורם שבבעלותו בית-הספר.

חוזר מנכ"ל משרד החינוך תשע"ג/9 ממאי 2013⁵² עוסק בנושא הקרינה בתדר נמוך מאוד בבתי-הספר. תחת הכותרת "הנחיות בנושא קרינה בתדר רשת החשמל (ELF)" נכתב כך:

■ 5.1 בהתקנת מערכת חדשה ו/או בתחזוקת מערכת קיימת במוסד חינוכי או בסביבתו הגוף האחראי למערכת (כגון הרשות המקומית) ידאג שהמערכת תותקן ותתוחזק באופן שהקרינה בסביבתה תהיה מזערית על-פי הטכנולוגיה העדכנית הזמינה ביותר. פעילות הגוף תקיף התקנת מערכות חדשות, ניטור ותחזוקה של מערכות קיימות וכן טיפול במפגעים שיימצאו.

■ 5.2 אין לאפשר טעינת התקני קצה מכל סוג בכיתה, ובכלל זה טלפונים ניידים. יש להגדיר אזורים מיוחדים לטעינת מכשירים מחוץ לכיתה ולוודא שהמרחק בין עמדת הטעינה לעוברים ושבים יהיה 3 מטרים לפחות. אזורים אלה יסומנו בשילוט ברור עם הכיתוב הזה: "אזור לטעינת מכשירים חשמליים. שים לב: ייתכן כי באזור זה קיימת קרינה בלתי מייננת ברמה גבוהה העלולה להזיק לבריאות. שהייה ארוכה אינה מומלצת". באזורים אלה תותר טעינה של התקני קצה אשר נעשה בהם שימוש במסגרת הלמידה בבית-הספר בלבד.

■ 5.3 יש להימנע ככל האפשר מטעינת התקן הקצה בעמדת המורה. אם עולה הצורך לחבר את התקן הקצה של המורה לטעינה, הדבר ייעשה בתנאי שהמרחק מהמטען לכל אדם לא יפחת מ-20 ס"מ.

■ 5.4 בית-הספר יקפיד כי מחשבים ניידים וספקי כוח של מסכים שטוחים המותקנים בשטחו יוצבו באופן שספק הכוח יהיה מרוחק לפחות 20 ס"מ מהתלמידים ומהמורה.

■ 5.5 בית-הספר יקפיד כי מסכים מסוג CRT המותקנים בשטחו יוצבו באופן שהחלק האחורי שלהם יימצא במרחק.

⁵² חוזר מנכ"ל משרד החינוך תשע"ג/9, 3.6 שילוב ציוד תקשורת והתקני קצה בבתי-הספר – השלכות בריאותיות ובטיחותיות, 1 במאי 2013.



נוסף על כך, סעיף 2 לחוזר האמור לעיל, שכותרתו "הנחיות כלליות", קובע כי יש לערוך בדיקות קרינה:

"בכל בית-ספר שהותקנו בו ציוד תקשורת והתקני קצה יש לבצע בדיקת קרינה RF ו-ELF על-ידי גורם מוסמך לפני התקנת הציוד ואחריה ולוודא שרמות הקרינה עומדות בדרישות המשרד להגנת הסביבה. יש לבצע את הבדיקות כאשר הציוד מופעל בכל בית-הספר. משרד החינוך יערוך בקרות מזמן לזמן כדי לוודא כי רמות הקרינה בבית-הספר אינן עולות על רמות החשיפה המרביות שנקבעו על-ידי המשרד להגנת הסביבה".⁵³

יצוין שיש חילוקי דעות בשאלה מיהם הגורמים האחראים למימון בדיקות הקרינה ותיקון הליקויים ולביצועם,⁵⁴ הן בשל קיומן של כמה בעלויות על תוואי החשמל, כפי שהוזכר לעיל, והן בשל העלויות של עריכת בדיקות הקרינה בבתי-הספר (כ-590 ש"ח לבית-ספר בסדר גודל בינוני).⁵⁵

בימים אלו מקיים המשרד להגנת הסביבה, באמצעות מלר"ז, פרויקט של מדידת רמת הקרינה האלקטרומגנטית ב-50 בתי-ספר בכל רחבי הארץ (מתוך 4,500 בתי-ספר). בתי-הספר בפיילוט נקבעו בתהליך תעדוף שנערך במשרד החינוך. **המשרד להגנת הסביבה פרסם במאי 2013 תוצאות חלקיות של בדיקות קרינה שנערכו ב-25 בתי ספר במסגרת הפיילוט**. מתוצאות המדידות עולה כי "באף אחד מ-25 בתי הספר שנבחרו על ידי משרד החינוך לא נמצאה חשיפה חריגה ממקורות קרינה חיצוניים. עם זאת, נמצאה חשיפה חריגה לקרינה שמקורה במתקנים פנימיים, הממוקמים בתוך בית-הספר [...] לאור תוצאות המדידות, ממליץ המשרד להגנת הסביבה להרחיק בכ-1.5 מטר את מקומות הישיבה של התלמידים מלוחות וארונות חשמל. כמו כן, מומלץ כי מדידות דומות יתבצעו בכל מוסדות החינוך בארץ".⁵⁶

לדברי פרופ' סטיליאן גלברג, ראש אגף רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, המשרד מממן את הבדיקות בבתי-הספר המשתתפים בפיילוט כדי לקדם את התהליך, אולם האחריות על המשך הבדיקות בשאר בתי-הספר היא של משרד החינוך והרשויות המקומיות.⁵⁷ כאמור, מלבד הפיילוט, שמתתפים בו 50 בתי-ספר, נערכו במהלך השנים בדיקות (שתוצאותיהן הוצגו בקצרה לעיל) במאות בתי-ספר וגני-ילדים, ביוזמת משרד החינוך, רשויות מקומיות ואף ועדי הורים.⁵⁸

עוד יצוין כי למרות פניות חוזרות ונשנות למשרד החינוך בבקשה למידע על המשך מדידת הקרינה בבתי-ספר, הרחבת פעילות זו ולוח הזמנים המתוכנן בנושא, לא נתקבלה תשובת משרד החינוך בעניין זה.

⁵³ ש.ם.

⁵⁴ פרוטוקול מספר 27 מיישיבת הוועדה המשותפת פנים-עבודה לנושא סביבה ובריאות, קרינה אלקטרומגנטית במוסדות חינוך – ישיבת מעקב, 22 בנובמבר 2010.

⁵⁵ פרופ' סטיליאן גלברג, ראש אגף רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, שיחת טלפון, 17 בפברואר 2013.

⁵⁶ המשרד להגנת הסביבה, קרינה בבתי-ספר: תוצאות המדידות והמלצות לצמצום החשיפה, מאי 2013.

⁵⁷ פרופ' סטיליאן גלברג, ש.ם.

⁵⁸ שלומי בן-עמי, מלר"ז – המועצה הציבורית למניעת רעש וזיהום אוויר בישראל, שיחת טלפון, 17 בפברואר 2013.



4. החלטות ממשלה בנושא הקמת מרכז ידע לאומי לבחינת השפעת הקרינה הבלתי מייננת על בריאות הציבור ויישומן

בספטמבר 2004 נתקבלה החלטת ממשלה שכותרתה "הקמת מרכז לחקר השפעת הקרינה על בריאות הציבור". בהחלטה נקבע כי "יש להקים צוות בדיקה מקצועי שיבחן את האפשרות להקים מרכז ידע לאומי לחקר הקרינה האלקטרומגנטית (קרינה בלתי מייננת) והשפעתה על הציבור, וזאת במטרה לקדם את הנושאים הבאים: א. גיבוש ראייה כוללת ואינטגרטיבית על השפעות הקרינה האלקטרו-מגנטית על בריאות הציבור; ב. קידום, עידוד, ביצוע ופרסום מחקרים ואיסוף מידע עדכני, בארץ ובעולם, בנושא ויצירת תשתית מחקרית ומעבדתית למחקר בתחום".

בהחלטה פורטו נציגי המשרדים שיהיו בצוות הבדיקה שימנה שר המדע והטכנולוגיה, וצוין כי צוות הבדיקה יגיש את המלצותיו תוך שלושה חודשים מיום מינויו ליו"ר ועדת השרים למדע וטכנולוגיה.⁵⁹

במרס 2006 נתקבלה החלטת הממשלה "הקמת מרכז ידע לאומי לבחינת השפעת הקרינה הבלתי מייננת על בריאות הציבור". בהחלטה נקבעו, בין השאר, הנקודות האלה: "לאמץ את עיקרי ההמלצות הכלולות בדוח המסכם של צוות הבדיקה להקמת מרכז ידע לאומי לבחינת השפעת הקרינה הבלתי מייננת על בריאות הציבור כדלקמן:

1) יש צורך בהקמת מרכז ידע מחקרי-לאומי, אשר יאסוף מידע עדכני ואמין מהארץ ומרחבי העולם בתחום הקרינה הבלתי מייננת והשפעתה על בריאות הציבור. המרכז יעבד את הידע, והוא יהיה נגיש לציבור הרחב ולמקבלי החלטות בממשלה באמצעות דוחות שנתיים ותשובות על שאלות, לרשות הציבור הרחב ולמקבלי החלטות בממשלה.

2) יפורסם "קול קורא" להגשת הצעות להקמת מרכז הידע, וייכללו בו אמות המידה להקמת המרכז, לרבות ניהול אדמיניסטרטיבי ומדעי, לסוגי המעבדות, הציוד והצוות הנדרשים.

3) תוקם ועדת היגוי ציבורית, אשר תלווה את הקמת המרכז. ועדת ההיגוי תציג תוכנית עבודה שנתית, וזו תובא לאישור הממשלה. במידת האפשר, תוכנית העבודה תכלול גם דרישה לביצוע מחקרים".

על-פי האמור בהחלטה, בין היתר, תפקיד ועדת ההיגוי "להטיל על שר המדע והטכנולוגיה ועל שר האוצר לבחון חלופות תקציביות למימון המרכז, תוך איגום משאבים של המשרדים הנוגעים בדבר". עוד נאמר בהחלטה כי "המרכז יחל את פעילותו לא יאוחר מיום 1 בינואר 2007".⁶⁰

בפברואר 2010 נתקבלה החלטת ממשלה שעניינה "מימון המרכז לקרינה בלתי מייננת". על-פי החלטה, "משרד המדע והטכנולוגיה והמשרד להגנת הסביבה יקצו עד 0.5 מיליון ש"ח כל אחד בכל

⁵⁹ משרד ראש הממשלה, "הקמת מרכז לחקר השפעת הקרינה על בריאות הציבור", החלטה מס' מט/13 של ועדת שרים לענייני מדע וטכנולוגיה מיום 25 באוגוסט 2004, אשר צורפה לפרוטוקול החלטות הממשלה וקיבלה תוקף של החלטת ממשלה ביום 9 בספטמבר 2004 ומספרה הוא 2545 (מט/13).

⁶⁰ משרד ראש הממשלה, "הקמת מרכז ידע לאומי לבחינת השפעת הקרינה הבלתי מייננת על בריאות הציבור", החלטה מס' מט/18 של ועדת שרים לענייני מדע וטכנולוגיה מיום 1 במרס 2006, אשר צורפה לפרוטוקול החלטות הממשלה וקיבלה תוקף של החלטת ממשלה ביום 16 במרס 2006 ומספרה הוא 4738 (מט/18).



שנה בשנים 2010–2012 לטובת הקמת המרכז. משרד המדע והטכנולוגיה והמשרד להגנת הסביבה יפנו למשרד האוצר בבקשה כי ישתתף בשליש מן הסכום הדרוש.⁶¹

רק בחודש ספטמבר 2012 פרסם משרד המדע והטכנולוגיה קול קורא להקמת מרכז ידע בתחום הקרינה הבלתי מייננת. מועד הגשת ההצעות נקבע לסוף אוקטובר 2012.

על-פי מידע שמסר מר אבי ענתי, סמנכ"ל משרד המדע והטכנולוגיה, התקבלו שתי הצעות, האחת ממכון גרטנר (בית-חולים שיבא) במשותף עם מכון טכנולוגי חולון (HIT) והאחרת מאוניברסיטת אריאל במשותף עם המרכז הגרעיני שורק (ממ"ג). לצורך בחינת הבקשות מונתה ועדת שיפוט, בראשותה של ד"ר סינייה נתניהו, המדענית הראשית של המשרד להגנת הסביבה. ועדת השיפוט הגישה את המלצותיה לוועדת ההיגוי, וזו בחרה בהצעה של מכון גרטנר והמכון הטכנולוגי חולון. עוד ציין ענתי כי נחתם הסכם התקשרות לתקופה של שלוש שנים בתקציב כולל של 3 מיליוני ש"ח, שיעמדו לרשות המרכז. לדבריו, התקציב לא אמור להיות מושפע מקיצוצים רוחביים, אם יהיו כאלה.⁶²

לדברי מר ענתי העיכובים ביישומה של החלטת הממשלה היו קשורים בין השאר למחלוקות על מימון הקמת המרכז, והמרכז מצוי כיום בהקמה.

⁶¹ החלטה מס' מט/2 של ועדת השרים לענייני מדע וטכנולוגיה מיום 23 בפברואר 2010, אשר צורפה לפרוטוקול החלטות הממשלה וקיבלה תוקף של החלטת ממשלה ביום 18 במרס 2010 ומספרה הוא 1512 (מט/2).

⁶² אבי ענתי, סמנכ"ל תיאום, תכנון ובקרה, משרד המדע והטכנולוגיה, דוא"ל 18 ו-19 במרס 2013.

