



היבטים בריאותיים של פריסת תשתיות הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית (5G)

כתיבה: פרופ' שמואל חן | אישור: שירי ספקטור-בן ארי

תאריך: ג' באלול תש"ף, 23 באוגוסט 2020

סקירה

תוכן עניינים

1.....	תמצית.....	
4.....	מבוא	.1
4.....	עקרונות הפעולה של הטלפוניה הסלולרית והייחודיות של הדור החמישי (5G)	.2
6.....	קרינה סלולרית וקרינה מטלפוניה סלולרית בדור 5.....	.3
9.....	ההשלכות הבריאותיות של חשיפה לקרינה סלולרית.....	.4
16.....	עמדתם של גופי ממשל לסכנה הבריאותית בפריסת רשת ה-5G – מבט משווה.....	.5
19.....	רגולציה בדבר קרינה בלתי מייננת בישראל והתייחסותה לטכנולוגיית ה-5G.....	.6
23.....	פריסת תשתיות 5G בעולם ובישראל.....	.7
23.....	פריסת תשתיות 5G בעולם.....	7.1
25.....	פריסת תשתיות 5G בישראל.....	7.2
26.....	נספח 1: סטטוס פריסת תשתיות 5G במדינות שונות (יוני 2020).....	

תמצית

5G הינו הכינוי הנפוץ לרשתות הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית. הדור החמישי מאופיין במהירות גבוהה, וקצב העברת הנתונים אשר צפוי להיות פי אלף ויותר בהשוואה לדור הרביעי של הטלפוניה הסלולרית. כמו כן, טכנולוגיית ה-5G מתאפיינת בהעברת מידע בשיהוי נמוך, ותומכת בתקשורת בין מספר עצום של רכיבים. על מנת לאפשר את המאפיינים שתוארו לעיל, רשת דור 5 צפויה להשתמש בתדרים גבוהים מאד, והיא תצריך שילוב של אנטנות גדולות מהדורות הקודמים יחד עם ריבוי של אנטנות בסיס קטנות יותר, חלקן בתוך מבנים, שהמרחקים ביניהן יהיו קטנים. הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית שונה מהדורות הקודמים בכך שהוא מיועד לשרת בעיקר את ה"אינטרנט של הדברים". המונח "אינטרנט של הדברים" עוסק בריבוי יישומים שמטרתם קישור והפעלה של פעילויות רבות במרחב הציבורי כגון: תעבורה אוטונומית, ערים חכמות, איסוף אשפה מבוקר ועוד.

השינויים הטכנולוגיים שתוארו לעיל עשויים להשפיע על חשיפת האוכלוסיה לקרינה בלתי מייננת. הדעות חלוקות לגבי השפעת השימוש בטכנולוגיית הדור החמישי על היקף החשיפה לקרינה סלולרית. במסמך מובאות עמדות, ביניהן של המשרד להגנת הסביבה, לפיהן **היעילות הטכנולוגית של הטלפוניה בדור החמישי תפחית את החשיפה הכללית לקרינה בלתי-מייננת.** לעומתם יש הטוענים כי **השימוש בתדרים גבוהים, הגדלת נפחי הגלישה, והפריסה הנרחבת של האנטנות רק יגבירו את החשיפה לקרינה.**

ארגון הבריאות העולמי המליץ בשנת 1998 על שיעורי חשיפה מקסימליים לקרינה סלולרית: 400-1000 מיקרו-ואט לסמ"ר ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$). מעל סף זה נחשבת הקרינה למסוכנת ("סף חשיפה בריאותי"). המשרד להגנת הסביבה בישראל פועל על פי עקרון הזהירות המונעת (Precautionary principle), בניסיון למזער ככל הניתן את חשיפת הציבור לקרינה. לפיכך, המשרד להגנת הסביבה בישראל אימץ סף מחמיר יותר מהסף שנקבע על ידי ארגון הבריאות העולמי. **הסף הישראלי קובע כי באזורים שבהם אנשים שוהים זמן ממושך, כגון סביבת מגורים, משרדים וכו', סף החשיפה לקרינה ממוקדי שידור לא יעלה על 10% מסף החשיפה הבריאותי ובאזורים שבהם זמן השהייה קצר, כגון מדרכות, כבישים וכו', סף החשיפה לא יעלה על 30% ממנו.**

השלכות בריאותיות של חשיפה לקרינה סלולרית

במסמך זה נסקרים מחקרים ומאמרים העוסקים בקשר שבין חשיפה לקרינה סלולרית ובין תחלואה. על אף העובדה שמחקרים רבים בחנו את ההשלכות האפשריות של החשיפה לקרינה אלקטרומגנטית, המאפיינת בין השאר את פעולת הטלפוניה הסלולרית, חילוקי הדעות בדבר משמעות תוצאות מחקרים אלה נותרו בעינם. ביקורת על המחקרים ותוצאותיהם נבעה מטעמים שונים, החל מכשלים מתודולוגיים, תוצאות שאינן מובהקות סטטיסטית, וכלה בטענות על הטיית המחקרים על ידי בעלי עניין. על רקע אי-הוודאות, **ארגון הבריאות העולמי הגדיר בשנת 2011 את הקרינה האלקטרומגנטית בתדרי רדיו (הכוללת גם את הקרינה הסלולרית) כ"מסרטן אפשרי".**

בעוד שחילוקי הדעות בנוגע להשלכות הבריאותיות של דורות 2, 3, 4 בטלפוניה הסלולרית נמשכות, ההשלכות הבריאותיות הפוטנציאליות של הדור החמישי, מטבע הדברים טרם נחקרו ברובן. טענה מרכזית היא שחלק גדול מהמחקרים בשני העשורים האחרונים, עליהם גם מבוססות הנחיות החשיפה לקרינה בלתי מייננת, בחנו בעיקר השפעה של חשיפה קצרת טווח לקרינה על ספיגת האנרגיה של הגוף, שהתבטאה **בהתחממות רקמות.** חוקרים

שונים טוענים שבעקבות השינויים במאפייני החשיפה לקרינה בשנים האחרונות, ובפרט לאור הפריסה העתידית של רשת ה-5G, יש צורך בהרחבת הגוף המחקרי הבוחן השפעות שאינן מתבטאות בחימום הרקמות (non-thermal effects), השפעות ביולוגיות והשפעות שעלולות להיגרם מחשיפה ארוכת טווח לקרינה הבלתי מייננת.

במסמך נסקרים בין השאר מחקרים אשר בחנו את הקשר בין נזקים ביולוגיים לבין חשיפה לקרינה סלולרית. נזקים כאלו כוללים, בין השאר: פגיעה בשלמות החומר הגנטי – DNA, פגיעה בקרומי התא, פגיעה בביטוי הגנטי ובסינתזת חלבונים, פגיעה בזרע ובמערכת החיסון, ועוד. עבודות נוספות מצביעות על פגיעה בפוריות ושינויים ניווניים במערכת העצבים. ישנן גם עבודות המצביעות על נזק לעצבים, לעולם החי ולטבע בכלל. חשוב לציין שהמחקרים בתחום זה מתבססים בעיקר על ניסויי מעבדה וניסויים בבעלי חיים, והם אינם מחקרים אפידימיולוגיים.

קיימת הסכמה מדעית כי יש קבוצות באוכלוסיה המצויות בסיכון גבוה יותר לתחלואה כתוצאה מחשיפה לקרינה אלקטרומגנטית. אלה כוללות בין השאר ילדים ובני נוער, נשים בהריון וחולים במחלות כרוניות. מסיבה זו ננקטו במדינות שונות צעדים להפחתת החשיפה של ילדים לקרינה אלקטרומגנטית, ובפרט במוסדות חינוך. בישראל, חוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ו-2006, אינו מתייחס באופן ייעודי לאוכלוסיות רגישות לקרינה. כך לדוגמה, אין מגבלה על הקמת תשתיות סלולריות בקרבת מוסדות חינוך. על פי המשרד להגנת הסביבה, מגבלה שכזו אינה נחוצה, גם לא לאחר שייפרסו תשתיות הדור החמישי, שכן סף החשיפה המחמיר מיועד להגן על כלל האוכלוסיה ובכל מקום, ומכאן- שאין הבדל בין סף החשיפה המומלץ במוסדות חינוך לבין סף החשיפה המומלץ בסביבתם הביתית של ילדים. בהקשר זה יש לציין כי יש אוכלוסיה הסובלת מרגישות יתר לקרינה אלקטרומגנטית- תסמונת שאין לה בהכרח הסבר טוקסיקולוגי או פיזיולוגי ברור, ובה הפרט סובל מסימפטומים שונים שניתן לייחס לחשיפה אקוטית או כרונית לקרינה אלקטרומגנטית. יש חוסר הסכמה בין גורמים שונים בתחום הבריאות בדבר הקשר הישיר בין החשיפה לקרינה לבין התסמינים עליהם מדווחים הסובלים מהתסמונת, ובדבר המדיניות שיש לנקוט בהקשר זה. מדינות רבות (לרבות ישראל) אימצו את עמדת ארגון הבריאות העולמי לפיה רגישות לקרינה אלקטרומגנטית אינה נחשבת אבחנה רפואית, ולעומת זאת יש גופים ומדינות המכירים בצורך לתת מענה לאוכלוסיה זאת, בין השאר על ידי הכרה בתסמונת כנכות, ויצירת אזורים "נקיים מקרינה".

פריסת תשתית הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית בעולם ובישראל

במסמך מובאת סקירה של מצב פריסת תשתיות ה-5G במדינות שונות בעולם בשנת 2020. מהסקירה ניתן לראות כי מדינות רבות כבר החלו בהליכי הפריסה של רשת ה-5G, אולם היקף הפריסה נכון להיום משתנה ממדינה למדינה. במדינות מסוימות, דוגמת מדינות האיחוד האירופי ודרום קוריאה, הוכנו תכניות אסטרטגיות להקמת רשתות 5G, ובחלק מהמדינות נקטו בשינויים רגולטוריים. יצוין כי באסטרטגיית האיחוד האירופי יש התייחסות לחשיבות שיתוף ציבור בתהליך פריסת הרשתות של 5G. במסמך מובאות גם דוגמאות למדינות, ובעיקר לרשויות מקומיות אשר פריסת רשתות 5G בהן מתעכבת בשל התנגדות ציבורית בשל החשש מהשלכות בריאותיות שליליות.

בישראל הסתיים ב-12 באוגוסט 2020 מכרז התדרים שישרתו את הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית. במכרז זכו החברות פלאפון, סלקום-גולן-מרתון ופרטנר-הוט מובייל. בהמשך, לאחר קבלת הרישיונות, יחלו החברות בפריסה

של תשתית הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית. על פי משרד התקשורת, מצופה מהחברות הזוכות כי בתוך 3 שנים יסיימו להקים 250 אתרים כל אחת, דבר שיזכה אותן בתמריץ להקמת תשתיות על סך של 200 מיליון ש"ח.

הרגולציה של הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית בישראל

נכון להיום, ברגולציה בישראל אין התייחסות ייעודית לעניין החשיפה לקרינה הנובעת מטכנולוגיית הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית. לדברי פרופ' סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, **אין צורך לתקן את הרגולציה הקיימת בישראל, כך שתתייחס באופן ייעודי לטכנולוגיית הדור החמישי. לדבריו, חוק הקרינה הבלתי מייננת וסף החשיפה המחמיר שקבע המשרד, בהתאם לעקרון הזהירות המונעת, נותנים מענה גם לרשת הדור ה-5.** עמדה זו, הרואה ברגולציה הקיימת כמספקת אומצה גם על ידי משרד התקשורת, ובגינה לא הוכנסו דרישות סביבתיות או בריאותיות במסמכי מרכז הקצאת התדרים לדור החמישי. יתרה מכך, על פי משרד התקשורת, **דרישות כאלו גם לא יוטמעו ברישיונות שיוענקו לזוכים במכרז.**

במכתב שכתב במרץ 2019 מנכ"ל משרד הבריאות, למנכ"ל משרד התקשורת המליץ משרד הבריאות כי המשרד להגנת הסביבה **יפקח אחר רמות החשיפה בשלבים השונים, תוך התייחסות למאפיינים הייחודיים לטכנולוגיית ה-5G** (לרבות ריבוי מקורות קרינה, יישום טכנולוגיית הטיית אלומות, השלכות הפריסה במקביל של תשתיות הדור הרביעי עם טכנולוגיית הדור ה-5), **והתאמתן של רמות החשיפה לעקרון הזהירות המונעת.** במקביל המליץ משרד הבריאות להקים "ועדה בינמשרדית שתכלול את הנציגים הרלוונטיים בתחום, לרבות נציג בריאות, שתבחן תקופתית, בין היתר, את התקנים והסטנדרטים הקיימים ביישום הטכנולוגי, ותפעל במידת הצורך לעדכוןם, ככל שהידע יצטבר". **בפועל, עד כה לא הוקמה ועדה בין-משרדית שעניינה בדיקת הצורך בשינוי התקנים והסטנדרטים ביישום טכנולוגיית ה-5G.**

1. מבוא

עניינו של מסמך זה - סוגיות בנושא פריסת תשתיות הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית (המכונה 5G), בדגש נושא הקרינה הסלולרית ועל השלכות הבריאותיות האפשריות של שימוש נרחב בטכנולוגיה זו.

מסמך זה נכתב לבקשת חבר הכנסת עידן רול, ועניינו סקירת סוגיות בנושא פריסת תשתיות הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית (המכונה 5G), בדגש על נושא הקרינה הסלולרית וההשלכות הבריאותיות האפשריות של שימוש נרחב בטכנולוגיה זו. בתחילה תובא סקירה קצרה של עיקרי ההבדלים הטכנולוגיים בין הדור השלישי והרביעי של הטלפוניה הסלולרית לבין הדור החמישי. בהמשך תובא התייחסות לנושא הקרינה הסלולרית בכלל ולקרינה הצפויה מתשתיות הדור החמישי בפרט. פרק מרכזי יוקדש לנושא ההשלכות הבריאותיות של חשיפה לקרינה סלולרית. חשוב להדגיש שמטבע הדברים, ההשלכות הבריאותיות האפשריות של חשיפה לקרינה הנובעת מתשתיות ה-5G טרם נחקרו ברובן, אולם במסמך תובא התייחסות לביקורת בדבר הצורך בהרחבת תחומי המחקר בנושא הקרינה הסלולרית, כך שיתייחסו גם למאפיינים הייחודיים של טכנולוגיית ה-5G. כמו כן, על רקע חוסר הוודאות בדבר ההשלכות הבריאותיות של הקרינה הסלולרית בכלל והקרינה מטכנולוגיית ה-5G בפרט, יובאו דוגמאות למדינות, ובעיקר לרשויות מקומיות אשר פריסת רשתות 5G בהן מתעכבת בשל התנגדות ציבורית הנובעת מהחשש מהשלכות בריאותיות שליליות. בתוך כך, יוקדש פרק לרגולציה הנהוגה בישראל בתחום הקרינה הסלולרית, ולשאלה בדבר הצורך בשינוי הרגולציה בשל הפריסה הצפויה של תשתית ה-5G.

פריסת תשתית ה-5G בעולם נמצאת אמנם בראשיתה, אולם מתקדמת בקצב הולך ועולה בשנה האחרונה, כפי שיתואר בפרק האחרון העוסק בפריסת תשתיות ה-5G במדינות שונות בעולם ובישראל.

2. עקרונות הפעולה של הטלפוניה הסלולרית והייחודיות של הדור החמישי (5G)

רשת הסלולר פועלת באמצעות שני מרכיבים עיקריים – מכשירי טלפון ניידים ומתקני שידור קבועים. הטלפון הנייד, מכשיר הקצה, משדר גלי רדיו אל האנטנה של מתקן השידור – תחנת הבסיס הסלולרית וקולט גלי רדיו ממנה. לצורך פעילות רשת הסלולר שטח המדינה מחולק לאלפי יחידות גיאוגרפיות בשם "תאים" - cells – ומכאן מקור השם "תקשורת סלולרית". התאים משיקים זה לזה בפעילותם, עם חפיפה קלה ביניהם, ויוצרים רצף של כיסוי תקשורתי.

התאים עושים שימוש בגלי רדיו בתדרים שונים. התחום הכולל של גלי הרדיו נמצא בתדרים בין 3KHz ל- 300 GHz או אורכי גל מ- 100 ק"מ ועד 1 מ"מ.¹ מערכת הטלפונים (הסלולרית) משתמשת במספר תדרים מוגדר בכל תא. כל תדר יכול לאכלס מספר מסוים של משתמשים.

¹ תדרי הרדיו נמדדים ביחידות של הרץ Hz המודד את מספר מחזורי גל הרדיו ביחידת זמן. היחידה "הרץ" היא מספר מחזורי הגל בשניה. ככל שאורך הגל ארוך יותר התדר הוא נמוך יותר וככל שהאורך הגל קצר יותר, התדר גבוה יותר.

הדור החמישי של
הטלפוניה הסלולרית
נועד לשתי מטרות
עיקריות: 1. שיפור
פעילות הטלפונים
הסלולריים ותעבורת
הנתונים הן בתחום
האפליקציות והן
במהירות העברת
וידאו. 2. לשרת את
מה שמכונה
"אינטרנט של
הדברים" - IoT

טכנולוגיה זו נועדה לתת מענה למספר גדול של משתמשים בו זמנית. עם זאת כיוון שמספר התדרים בכל תא מוגבל, גם מספר המשתמשים בתוך כל תא מוגבל. תאים סמוכים משתמשים בתדרים שונים כדי למנוע הפרעה בין תאים.²

כיום נפוצים בארץ, הדור השלישי והרביעי של הטלפוניה הסלולרית. גודל התא הסלולרי (כלומר, האנטנה והטלפונים הסלולריים אליהם משדרת האנטנה) תלוי במספר המשתמשים. בסביבה העירונית, בה יש מספר משתמשים רב לכל תא, נמצא תאים רבים יותר ליחידת שטח. לעומת זאת באזורים לא עירוניים, בהם מספר המשתמשים קטן יותר, נמצא פחות תאים ורדיוס תא יכול להגיע אף ל-15 ק"מ.³

אם עד כה, הטלפוניה הסלולרית, בדורות הראשונים ובדור הרביעי, נועדה לתמוך בעיקר בקשרי טלפון בין בני אדם והפעלת אפליקציות שונות בסביבת אינטרנט, הרי שהדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית נועד לשתי מטרות עיקריות: 1. שיפור פעילות הטלפונים הסלולריים ותעבורת הנתונים הן בתחום האפליקציות והן במהירות העברת וידאו. 2. לשרת את מה שמכונה "אינטרנט של הדברים" - IoT. האינטרנט של הדברים הוא רשת של ישויות פיזיות הקשורות באמצעים אלקטרוניים ובאמצעות האינטרנט, המסוגלות לאסוף מידע ולפעול בהתאם למידע זה, בעיקר באופן אוטומטי. ניתן, לדוגמה, לציין את הבתים החכמים ואת הערים החכמות, בהן תחומים כמו איסוף אשפה או תחבורה מתנהלים באופן אוטומטי או אוטונומי. גם נסיעתן הבטוחה של מכוניות אוטונומיות עשויה לפעול באמצעות האינטרנט של הדברים ולמעשה חלק ניכר מחיינו בעתיד צפוי להתנהל באמצעות האינטרנט של הדברים שיסתמך, בין השאר, על טכנולוגיית הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית.⁴

בדור 5 קצב העברת
המידע צפוי להיות
גדול פי אלף ויותר
מאשר בדור הרביעי -
הורדת נתונים בקצב
שיא של 20 אלף
מיליון ביט (bit)
בשנייה והעלאת
נתונים בקצב שיא של
10 אלף מיליון ביט
בשנייה.

לדברי נתי שוברט, סגן מנהל מינהל הנדסה (ספקטרום) במשרד התקשורת, יש שורה של הבדלים טכנולוגיים מרכזיים בין הדורות הקודמים של הטלפוניה הסלולרית לבין הדור החמישי, המתבטאים בעיקר ביכולת הקיבולת של הרשת וביכולתה לתמוך בסוגים שונים של שירותים. אלה כוללים בין השאר:

א. **קצב העברת מידע:** בדור 5 קצב העברת המידע צפוי להיות גדול פי אלף ויותר מאשר בדור הרביעי - הורדת נתונים בקצב שיא של 20 אלף מיליון ביט (bit) בשנייה והעלאת נתונים בקצב שיא של 10 אלף מיליון ביט בשנייה. יכולת זו קרויה (Enhanced Mobile Broadband) EMBB או פס רחב נייד משופר, ובאמצעותה ניתן לספק מהירויות גבוהות עבור יישומים כגון: גישה לאינטרנט, שיחות ועידה בווידאו, מציאות מדומה (VR), ומציאות רבודה (AR).

² אתר תנועת - פריסת אנטנות סלולריות - כיסוי מרחבי -כניסה בתאריך 17.6.2020

³ שם.

⁴ אלירן זרד, [תשתיות אנטנות הסלולר בישראל - מסמך עדכון, מרכז המחקר והמידע של הכנסת](#), 29 בנובמבר 2018.

רשת דור 5 צפויה להשתמש בתדרים גבוהים מאוד, על מנת לאפשר הגדלת הקיבולת ויכולת השימוש בפס רחב ובשיהוי נמוך

גם המרכיבים הפיזיים של ה-5G יהיו שונים: המרחק בין התאים יהיה קטן יותר; יתקיים שילוב של אנטנות גדולות מהדורות הקודמים עם ריבוי של אנטנות קטנות יותר במרחקים קטנים; יותקנו אנטנות בתוך מבנים; תיושם טכנולוגיית "הטיית אלומות" שתאפשר העברת מידע ישירה מהאנטנה למכשיר הסלולרי

ב. **אמינות תהליך העברת המידע:** רשת דור 5 תתאפיין בהעברת מידע בשיהוי נמוך⁵ ובאמינות גבוהה. יכולת זו קרויה URLLC (Ultra Reliable Low Latency) ומשמשת יישומים מיוחדים כגון אוטומציה תעשייתית, יישומים רפואיים חדשים, כלי רכב אוטונומיים, תחבורה חכמה ותקשורת בין מכונות- MTM (Machine to Machine).

ג. **תמיכה בתקשורת בין מספר עצום של רכיבים- Massive IoT:** טלפוניה סלולרית דור 5 תאפשר ליצור מיליארדי חיבורים בין מקומות שונים ברשת, שבאמצעותם יתבצע איסוף מידע ואוטומציה. כיום התעשייה מתמקדת בארבעה תחומים עיקריים של האינטרנט של הדברים: ערים חכמות, תעשייה, תחבורה ובית חכם. מגוון התחומים צפוי להתרחב עם התפתחות הטכנולוגיות;

ד. **תמיכה בצפיפות גבוהה של מתקני קצה:** רשת דור 5 תאפשר תמיכה בלפחות מיליון אמצעי קצה (טלפונים ניידים) בשטח של 1 קילומטר מרובע;

ה. **תחומי התדרים:** רשת דור 5 צפויה להשתמש בתדרים גבוהים מאוד, למשל בתחומי תדרים של 3,500 מגה-הרץ ו-24,000 מגה-הרץ על מנת לאפשר הגדלת הקיבולת ויכולת השימוש בפס רחב ובשיהוי נמוך.⁶

בהתאם לפונקציות המשתנות, גם **המרכיבים הפיזיים של רשת דור 5** יהיו שונים. מכיוון שדור זה מתבסס על שימוש בתדרים גבוהים באורכי גל נמוכים, **המרחק בין התאים יהיה קטן יותר**. יתקיים שילוב של אנטנות גדולות מהדורות הקודמים יחד עם **ריבוי של אנטנות בסיס קטנות יותר שהמרחקים ביניהן יהיו קטנים** (מספר מאות מטרים בין בסיס לבסיס). בנוסף, בתאים הסלולריים של דור 5 תיושם **טכנולוגיית "הטיית אלומות" (beam steering)** שמאפשרת העברת מידע ישירות בין האנטנה לבין מכשיר הקצה הסלולרי, זאת בהשוואה לשידור "רחב" ולא ממוקד המתבצע כיום מאנטנות דור 3 ודור 4. זאת ועוד, מכיוון שלגלים המילימטריים יכולת חדירה מוגבלת למבנים, יהיו גם **אנטנות בתוך המבנים** שיאפשרו את מעבר התקשורת מן החוץ אל פנים המבנה ואת התקשורת בתוך המבנה.⁷

3. קרינה סלולרית וקרינה מטלפוניה סלולרית בדור 5

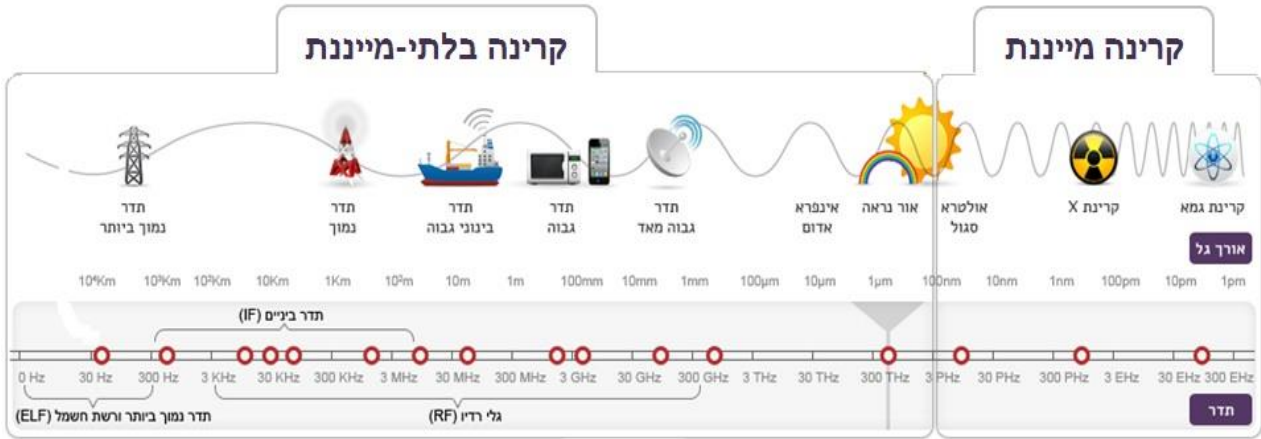
קרינה, היא אנרגיה הנעה בתווך כלשהו בצורת גלים או חלקיקים. כאמור, הקרינה מתפשטת בצורת גלים ולכן ניתן למדוד את אורך הגל ואת תדירותו, כלומר את מספר הפעמים בו הגל נע בשניה. **ככל שאורך הגל ארוך יותר, כך התדר שלו קטן יותר ולהיפך**. קרינה בעלת אורך גל

⁵ שיהוי נמוך פירושו העברת נתונים במהירות גבוהה ללא תופעת ה- delay (שיהוי=עיכוב), המאפיינת היום תהליכים רבים בטלפוניה הסלולרית. השיהוי הנמוך מבטיח שהעברת המידע תהיה כמעט רציפה, תכונה חשובה ליישומי תקשורת חדשניים.

⁶ נתי שוברט, סגן מנהל מינהל הנדסה במשרד התקשורת, תשובה על פניית מרכז המחקר והמידע של הכנסת, 31 באוקטובר 2019.

⁷ שיחה עם פרופ' סטיליאן גלברג, ראש אגף מניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, 15 בספטמבר 2019

קצר יותר תהיה בתדר גבוה יותר. **קרינה בתדרים גבוהים יותר הינה בעלת אנרגיה גדולה יותר.**



הקרינה הלא-מייננת שייכת לתחום התדרים הנמוכים יותר ביחס לקרינה המייננת. סוגי הגל השייכים לתחום הקרינה הבלתי מייננת כוללים, בין השאר, את גלי הרדיו וגלי המיקרו (ובתוכם, גם תקשורת סלולרית ו-wi-fi). ככלל, הקרינה הבלתי מייננת כוללים, בין השאר, את גלי הרדיו וגלי המיקרו (ובתוכם, גם תקשורת סלולרית ו-wi-fi). ככלל, הקרינה הבלתי מייננת נחשבת כקרינה שהינה פחות מסוכנת מהקרינה המייננת.

את הקרינה האלקטרומגנטית (ראו תרשים לעיל),⁸ ניתן לחלק לשני טיפוסים קרינה: קרינה לא מייננת וקרינה מייננת. הקרינה הלא-מייננת שייכת לתחום התדרים הנמוכים יותר, בעלי אנרגיה נמוכה ביחס לקרינה המייננת. סוגי הגל השייכים לתחום הקרינה הבלתי מייננת כוללים, בין השאר, את גלי הרדיו וגלי המיקרו (ובתוכם, גם תקשורת סלולרית ו-wi-fi). קרינה זו אינה מסוגלת לגרום לשחרור של אלקטרון מן האטום או מן המולקולה שבחומר עליו היא קורנת. **ככלל, הקרינה הבלתי מייננת נחשבת כקרינה שהינה פחות מסוכנת מהקרינה המייננת.**

לעומת הקרינה הבלתי-מייננת, הקרינה המייננת פעילה בתדרים הגבוהים יותר (אולטרא סגול, קרינת X וקרינת גמא). היא בעלת אנרגיה גבוהה יותר ויכולה לגרום לשינויים בחומר ביולוגי כולל ב-DNA.⁹

הטכנולוגיה הנוכחית של הטלפוניה הסלולרית (דורות 2, 3, +3, 4 ו-LTE המתקדם), פועלת בתחומי התדרים 800-900 מגה הרץ. **הקרינה הסלולרית בתדרים אלו נחשבת כקרינה בלתי מייננת, שכאמור, פחות מסוכנת מהקרינה המייננת. עם זאת, בשנים האחרונות, השיח הציבורי בדבר השלכות בריאותיות וסביבתיות שליליות של הקרינה האלקטרומגנטית הולך וגובר, זאת על רקע חילוקי הדעות בין גופי המחקר והאקדמיה בנוגע לכך.**¹⁰ נושא זה יידון ביתר הרחבה [בפרק 4](#) במסמך זה.

⁸ התרשים "ספקטרום הקרינה האלקטרומגנטית" מתוך [אתר תנועה](#), מרכז ידע לאומי להשפעת הקרינה הבלתי-מייננת על הבריאות. ⁹ אתר תנועה, [סוגי קרינה אלקטרומגנטית](#), תאריך עדכון: 1 ביולי 2014, נצפה בתאריך 20 באוגוסט 2020.

¹⁰ Russel, L.C., [5G wireless telecommunications expansion: Public Health and environmental implications](#), *Environmental Research*, Volume 165, August 2018, Pages 484-495; [Environmental Health Trust](#) Viewd 4.8.2020; [המשרד להגנת הסביבה – קרינה בלתי מייננת](#) נצפה בתאריך 4.8.2020; [עמותת רגישות לקרינה ישראל](#) נצפה בתאריך 4.8.2020.

החששות מעלייה
בהיקף הקרינה בלתי
מייננת מתגברות
כאשר מדובר
בפריסת רשת 5G,
בשל קצב העברת
הנתונים הגבוה,
השימוש בתדרים
גבוהים ושאר
מאפייניה הפיזיים.

במשרד להגנת
הסביבה סבורים כי
חשיפת האוכלוסיה
לקרינה סלולרית
עשויה דווקא
להצטמצם

החששות מקרינה בלתי מייננת מתגברות כאשר מדובר בפריסת רשת 5G, שכן, כאמור לעיל, מדובר ברשת בעלת מאפיינים של תדרים יותר גבוהים ופריסת מספר גדול יותר של אנטנות. נוסף על כך, קצב העברת הנתונים הגבוה ברשת ה-5G וכן הפריסה הנרחבת של אנטנות הנחוצה לשם כך, עשויים להתבטא בכמות מצטברת גבוהה מבעבר של קרינה סלולרית.

פרופ' סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה וגורמים נוספים באגף,¹¹ סבורים כי חשיפת האוכלוסיה לקרינה סלולרית עשויה דווקא להצטמצם, וזאת מכמה סיבות:

א. השימוש בתדרים גבוהים יותר יחייב פריסה רחבה יותר של אנטנות קטנות בתוך מבנים. בפריסה זו הספקי השידור¹² של מוקדי השידור ושל ציוד הקצה יהיו נמוכים מאד בשל התוון האלחוטי הקצר ביניהם, וכתוצאה מכך גם החשיפה לקרינה צפויה להיות נמוכה באופן יחסי. בנוסף לכך, כיום, האנטנות הממוקמות מחוץ לבניינים משדרות בהספקי שידור גבוהים, זאת על מנת לפצות על הירידה בעוצמת האותות בעת החדירה לבניינים. **פריסה של אנטנות קטנות בתוך הבניינים תביא לירידה בעוצמת הקרינה מהאנטנות החיצוניות.**

ב. טכנולוגיית הדור החמישי יעילה יותר מהדורות הקודמים בשימוש בהספקי השידור **ומאפשרת העברת מידע בקצב גבוה יותר תוך שימוש יעיל יותר בהספקי השידור**, דבר המסייע בהפחתת החשיפה לקרינה.

ג. הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית מאפשר גלישת אינטרנט רבת משתמשים ובמהירויות גבוהות. **כאשר מהירות הגלישה עולה, משך הגלישה קטן, מה שיפחית את משך החשיפה לקרינה**. יצוין כי כנגד טענה זו, טוענת ד"ר יעל שטיין, רופאה מרדימה ורופאת כאב בבית החולים הדסה עין כרם, החוקרת את נושא הרגישות לקרינה אלקטרומגנטית, כי **יעילות הגלישה ומהירות הגלישה בדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית יגרמו דווקא לעלייה בשימוש באינטרנט**, ולכן בסופו של דבר כמות הקרינה הכוללת הנובעת מהשימוש בטלפוניה בדור החמישי תהיה יותר גדולה בהשוואה למצב הנוכחי.¹³

ד. בדור החמישי נעשה שימוש באנטנות מסוג Massive MIMO antenna המאפשרות שימוש באלומה צרה ומדויקת לכיוון מכשירי הקצה, בהשוואה לאנטנות הנמצאות בשימוש בטכנולוגיות הקודמות, המשדרות באלומה רחבה וחושפות אזורים נרחבים לקרינה שלא לצורך. **לאנטנות**

¹¹ מכתב של מר גיל כהן, ראש תחום קרינה בלתי מייננת, במשרד להגנת הסביבה, אל מר נתנאל כהן, מנכ"ל משרד התקשורת. המכתב מתאריך 12 בפברואר 2019; פגישה עם פרופ' סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, 15 ספטמבר, 2019.

¹² ההספק החשמלי הוא כמות האנרגיה החשמלית העוברת במעגל החשמלי ליחידת זמן. האנרגיה החשמלית יכולה להיות מומרת לקרינה. ככל שמכשיר הקצה הסלולרי – הטלפון הנייד, קרוב יותר לתחנת הבסיס – האנטנה, כך נדרשת צריכה קטנה יותר של אנרגיה, ההספק קטן יותר והחשיפה לקרינה במרחב קטנה יותר. ולהיפך, ככל שהטלפון הנייד רחוק יותר מתחנת הבסיס, נדרשת השקעת אנרגיה גדולה יותר לצורך ביצוע הפונקציות התקשורתיות, ההספק גדל וכך גם הקרינה הסלולרית.

¹³ ד"ר יעל שטיין. שיחה אישית בתאריך 26 בפברואר 2020.

של הדור החמישי יעילות אנרגטית גבוהה המפחיתה באופן משמעותי את החשיפה לקרינה.

הוועדה הבין-לאומית להגנה מפני קרינה בלתי מייננת הבריאות העולמי (ICNIRP) של ארגון הבריאות העולמי (WHO) קבעה "סף בריאותי" של 400-1000 מיקרו-ואט לסמ"ר ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$), שמעליו הקרינה נחשבת למסוכנת.

המשרד להגנת הסביבה בישראל אימץ סף חשיפה מחמיר יותר. סף החשיפה לקרינה ממוקדי שידור לא יעלה על 10% מסף הקרינה הבריאותי שקבע ICNIRP ובאזורים שבהם זמן השהייה קצר, כגון השהייה קצר, כגון מדרכות, כבישים וכו', סף החשיפה לא יעלה על 30% ממנו.

ה. הפריסה הצפופה של מוקדי השידור בדור החמישי תגרום לכך שהחשיפה לקרינה מכל מוקדי השידור תהיה יחסית שווה, והיא מוערכת בעד 5 מיקרו-ואט לסנטימטר מרובע, **ערך נמוך בסדר גודל מהסיפיים המומלצים על פי ארגון הבריאות העולמי** (כפי שיתוארו להלן).

בהקשר זה יצויין כי הוועדה הבין-לאומית להגנה מפני קרינה בלתי מייננת (ICNIRP) של ארגון הבריאות העולמי (WHO) היא הגוף הבין-לאומי המרכזי החוקר את תחום הקרינה הבלתי מייננת ומפיק המלצות והנחיות לגבי התמודדות עם ההשלכות הסביבתיות והבריאותיות של הקרינה. בשנת 1998 פרסם הארגון את הנחיותיו לגבי חשיפה סביבתית לקרינה בלתי מייננת, ובהן נקבע "סף בריאותי" של 400-1000 מיקרו-ואט לסמ"ר ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$), **שמעליו הקרינה נחשבת למסוכנת גם במקומות ציבוריים שבהם אין חשיפה ממושכת**.¹⁴ יודגש כי הסף הבריאותי מתייחס לחשיפה אקוטית, קצרת טווח בלבד. לדברי פרופ' סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, המשרד פועל על פי עקרון הזהירות המונעת (Precautionary principle), בניסיון למזער ככל הניתן את חשיפת הציבור לקרינה.¹⁵ לפיכך, המשרד להגנת הסביבה בישראל אימץ **סף מחמיר יותר** מהסף שנקבע על ידי ארגון הבריאות העולמי. **הסף הישראלי קובע כי באזורים שבהם אנשים שוהים זמן ממושך, כגון סביבת מגורים, משרדים וכו', סף החשיפה לקרינה ממוקדי שידור לא יעלה על 10% מסף הקרינה הבריאותי שקבע ICNIRP (כלומר, בין 40-100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$), ובאזורים שבהם זמן השהייה קצר, כגון מדרכות, כבישים וכו', סף החשיפה לא יעלה על 30% ממנו.**¹⁶

4. ההשלכות הבריאותיות של חשיפה לקרינה סלולרית

התקשורת הסלולרית פועלת בעולם ובישראל מזה עשרות שנים, אך העדויות החלקיות הראשונות לנזקים אפשריים לבריאות הנובעים משימוש בטלפונים הסלולריים, מתחילות להצטבר רק בשנים האחרונות.

בפתח הדברים יצויין כי בפרק זה תובא התייחסות למחקרים ולמאמרים הבוחנים את ההשפעה הבריאותית של חשיפה לקרינה סלולרית. חשוב להדגיש כי מדובר במאמרים מרכזיים שצוטטו

¹⁴ ICNIRP, [Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields](#), *Health Physics* 74 (4): 494-522; 1998. Pp. 511, Table 7.

¹⁵ הרף המדויק נקבע כפונקציה של התדר. הטווח המוצג מתייחס לתדרים שבהם משתמשים בתקשורת סלולרית, 300GHz-800MHz. אתר המשרד להגנת הסביבה, [קרינה בלתי מייננת](#), כניסה: 7 במאי, 2020; פגישה עם פרופ' סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, 15 ספטמבר, 2019.

¹⁶ המשרד להגנת הסביבה, [טווחי זהירות ורמות חשיפה מרביות מותרות לעניין קרינה בתדרי רדיו](#), 2009, עמ' 4; אתר תנועת, [המלצות לגבי החשיפה לקרינה בלתי מייננת מאנטנות סלולריות בישראל](#), תאריך כניסה: 6 בנובמבר, 2018.

בשנים האחרונות התפרסמו תוצאות של מגוון עבודות מחקר נרחבות ונקודתיות, הבוחנות את ההשלכות הבריאותיות של החשיפה לקרינה סלולרית, ובפרט על היארעות גידולים סרטניים שונים בחיות מעבדה. אולם חילוקי הדעות בדבר משמעות תוצאות מחקרים אלה נותרו בעינם.

בסקירות מחקריות ומקצועיות בתחום זה, וכי אין מדובר בסקירה מלאה של כלל המחקרים בתחום. כמו כן, אין ביכולתנו לשפוט את פרטי המחקרים ואת הכלים המתודולוגיים שעמדו בבסיס המחקרים.

בשנים האחרונות התפרסמו תוצאות של מגוון עבודות מחקר נרחבות ונקודתיות, הבוחנות את ההשלכות הבריאותיות של החשיפה לקרינה סלולרית, ובפרט על היארעות גידולים סרטניים מסוגים שונים בחיות מעבדה. ניתן לציין לדוגמה את תכנית המחקר הטוקסיקולוגית הלאומית של ארה"ב,¹⁷ ואת תכנית המחקר של מכון המחקר הציבורי האיטלקי Ramazzini.¹⁸ מחקר רחב היקף נוסף, ה-Interphone, היה פרי שיתוף פעולה בין חוקרים מ-16 מכוני מחקר ב-13 מדינות. המחקר תואם על ידי הסוכנות הבין לאומית לחקר הסרטן (IARC).¹⁹

ניתן לראות כי מחקרים רבים בחנו את ההשלכות האפשריות של החשיפה לקרינה אלקטרומגנטית, המאפיינת בין השאר את פעולת הטלפוניה הסלולרית, **אולם חילוקי הדעות בדבר משמעות תוצאות מחקרים אלה נותרו בעינם.** ביקורת על המחקרים ותוצאותיהם נבעה מטעמים שונים, החל מכשלים מתודולוגיים, תוצאות שאינן מובהקות סטטיסטית, וכלה בטענות על הטיית המחקרים על ידי בעלי עניין.²⁰ בהקשר זה חשוב לציין כי **קיימים קשיים מובנים בעריכת מחקרים אפידמיולוגיים הבוחנים השלכות של חשיפת אוכלוסייה לקרינה,** בין השאר בשל הקושי לאתר קבוצת ביקורת שלא חשופה לקרינה כלל. כמו כן, יתכן מאד שהשלכות

¹⁷ בתכנית המחקר הטוקסיקולוגית התבצעה [סדרת מחקרים](#) שמטרתה הייתה לבחון השפעות קרינה סלולרית של טלפונים מהדור השני והדור השלישי של הטלפוניה הסלולרית על בריאותם של עכברים וחולדות ולבחון האם הקרינה משרה סרטן בבעלי חיים אלו. לאחר 10 שנים של מחקר ועיבוד התוצאות, בנובמבר 2018 פורסמו תוצאות המחקר. נמצאו תוצאות **ודאיות** המעידות על כך שהקרינה יצרה גידולים ממאירים שונים בזכרי חולדות. לגבי חולדות נקבות ועכברים (זכרים ונקבות) הממצאים היו שניים במחלוקת, כלומר לא היה ניתן לקשור בין הימצאות הגידולים לבין הקרינה הסלולרית. חשוב לציין שהושמעה ביקורת כלפי המתודולוגיה של המחקר, וכלפי הרלוונטיות שלו, שכן הקרינה שנבחנה בו מאפיינת את מכשירי דור 2 ודור 3 ואילו כעת המכשירים חדשים יותר. החוקרים השיבו לטענה זו בטענה נגדית שעדיין קיימים בשטח רכיבים רבים של דור 2 ודור 3 והם עדיין פעילים.

Nicole Scholz, [Mobile phones and health: Where do we stand?](#), EPRS | European Parliamentary Research Service, Members' Research Service PE 635.598 – March 2019. P. 4-5

¹⁸ בקבוצה של מחקרים שבוצעה על ידי חוקרים במכון Ramazzini שבאיטליה, החוקרים חשפו בעלי חיים למנות הולכות וגדלות של קרינה עד לרמה של 19 שעות קרינה ביום. במנת הקרינה הגבוהה ביותר החוקרים מצאו שיעורי היארעות גבוהים יותר של גידולים מסויימים בלבבות של חולדות ממין זכר.

Nicole Scholz, [Mobile phones and health: Where do we stand?](#), EPRS | European Parliamentary Research Service, Members' Research Service PE 635.598 – March 2019. P.5

¹⁹ מטרת המחקר הייתה לבחון האם קרינה סלולרית מגבירה את שיעור ההיארעות של מקרי סרטן צוואר וראש, ובאופן כללי יותר לבחון האם הקרינה הסלולרית היא קרצינוגנית (מחוללת סרטן). ממצאי המחקר שפורסמו בשנת 2011 לא הראו כל עלייה בשיעור ההיארעות של סוגי הסרטן שנבדקו. לגבי סוגי סרטן מסויימים החוקרים ציינו כי זמן החביון של המחלה הינו ארוך וכי ייתכן שנדרשת תקופת מחקר ארוכה יותר.

Nicole Scholz, [Mobile phones and health: Where do we stand?](#), EPRS | European Parliamentary Research Service, Members' Research Service PE 635.598 – March 2019. P.5

²⁰ Nicole Scholz, [Mobile phones and health: Where do we stand?](#), EPRS | European Parliamentary Research Service, Members' Research Service PE 635.598 – March 2019.

בהיעדר ממצאים מחקרניים חד-משמעיים, הקרינה הסלולרית הוגדרה בשנת 2011 על ידי הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן (IARC), כגורם מסרטן אפשרי בבני אדם ("possibly carcinogenic to humans")

הקרינה מושפעת מגורמים מתערבים רבים ושונים. נוסף על כך, הדור שנולד בשני העשורים האחרונים הוא הדור הראשון החשוף לקרינה אלקטרומגנטית בתדרים הרלוונטיים במשך כל תקופת חייהם. לפיכך, יתכן שחלק מההשלכות הבריאותיות יבואו לידי ביטוי רק בעוד שנים.²¹

בהיעדר ממצאים מחקרניים חד-משמעיים, הקרינה האלקטרומגנטית בתדרי רדיו (הכוללת בין השאר את הקרינה הסלולרית) הוגדרה בשנת 2011 על ידי הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן (IARC), המסוּפָּף לארגון הבריאות העולמי כגורם מסרטן אפשרי בבני אדם ("possibly carcinogenic to humans").²²

לאחרונה קבע הארגון, כי בשל ההתפתחות המחקרית בשנים האחרונות בנוגע להשלכות בריאותיות של קרינה בתדרי רדיו, יש עדיפות גבוהה לעריכת בחינה מחודשת של הגדרה זו במהלך חמש השנים הקרובות (2020-2024).²³

בעוד שחילוקי הדעות בנוגע להשלכות הבריאותיות של דורות 2, 3, 4 בטלפוניה הסלולרית נמשכים, **ההשלכות הפוטנציאליות של הדור החמישי, על מאפייניו השונים, מטבע הדברים טרם נחקרו ברובן.**

טענה מרכזית היא שחלק גדול מהמחקרים בשני העשורים האחרונים, עליהם גם מבוססות הנחיות החשיפה לקרינה בלתי מייננת, כפי שתוארו לעיל, התבססו בעיקר על השפעה של חשיפה קצרת טווח לקרינה על ספיגת האנרגיה של הגוף, שהתבטאה בהתחממות רקמות. חוקרים שונים טוענים שבעקבות השינויים במאפייני החשיפה לקרינה בשנים האחרונות, **ובפרט לאור הפריסה העתידית של רשת ה-5G**, יש צורך בהרחבת הגוף המחקרי הבוחן השפעות ביולוגיות אפשריות של החשיפה לקרינה.²⁴

בהקשר זה נסביר כי נהוג להתייחס לשני סוגים מרכזיים של השלכות הקרינה הבלתי מייננת על הבריאות: האחד, השלכות בריאותיות הנגרמות **מהתחממות הרקמות** שנמצאות ליד המכשיר הסלולרי. רמת החשיפה נמדדת באמצעות מִדַּד SAR – Specific Absorption Rate, מִדַּד הספיגה הסגולי, והוא מתאר את כמות האנרגייה הנספגת ליחידת מסה של חומר ביולוגי (לדוגמה: גוף האדם).²⁵ החסרון במדד ה-SAR הוא שהוא מודד רק נזקי התחממות בחשיפה

²¹ Russel, L.C., [5G wireless telecommunications expansion: Public Health and environmental implications](#), *Environmental Research*, August 2018, Pages 484-495.

²² International Agency for Research on Cancer (IARC), World Health Organization, [IARC CLASSIFIES RADIO FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS AS POSSIBLY CARCINOGENIC TO HUMANS](#), 31 May 2011.

²³ International Agency for Research on Cancer, World Health Organization, [Report of the Advisory Group to Recommend Priorities for the IARC Monographs during 2020–2024](#), 2019.

²⁴ Russel, L.C., [5G wireless telecommunications expansion: Public Health and environmental implications](#), *Environmental Research*, Volume 165, August 2018, Pages 484-495.

²⁵ אתר המשרד להגנת הסביבה. https://www.gov.il/he/Departments/Guides/radio_frequency_radiation?chapterIndex=3

יש מחקרים
המצביעים על נזקים
ביולוגיים הנובעים
מהקרנה הלא-
מייננת.
יש גם עבודות
המראות נזק לעצים,
לעולם החי ולטבע
בכלל.

קיים גוף הולך
ומצטבר של עבודות
מחקר המעידות על
השלכות ביולוגיות
ואחרות
(non-thermal
effects)
של חשיפה לקרינה
בלתי מייננת
המאפיינת את
התקשורת הסלולרית

קצרת טווח, ואינו מתייחס להשפעות שאינן מתבטאות בחימום הרקמות (non-thermal effects) או להשפעות שעלולות להיגרם מחשיפה ארוכת טווח לקרינה הבלתי מייננת. לכן, מתייחסים כיום גם להשפעות הביולוגיות²⁶ האפשריות של הקרינה הבלתי מייננת.

מאמר סקירה שנכתב בשנת 2018 על ידי Cindy L. Russell,²⁷ סוקר היבטים מרכזיים במחקר המצטבר בנושא ההשלכות הבריאותיות של הקרינה הסלולרית, ובפרט ההשפעות הביולוגיות. במאמר מתייחסת הכותבת גם להשלכות הבריאותיות האפשריות של הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית. הכותבת מציינת כי קיים גוף הולך ומצטבר של עבודות מחקר המעידות על השלכות ביולוגיות ואחרות (non-thermal effects) של חשיפה לקרינה בלתי מייננת המאפיינת את התקשורת הסלולרית. לפיכך היא מבקרת את הגישה האופיינית, לדבריה, לאנשי מקצוע ומדענים מתחום הפיזיקה וההנדסה, לפיה נזקה היחיד של הקרינה הלא-מייננת הוא החימום הנובע מהקרנה. היא מציינת שבניגוד לגישה זו, מדענים מתחומי הכימיה והביולוגיה גילו מכניזמים של פגיעה תאית הנגרמת על ידי קרינה לא-מייננת גם כשלא כרוכה בה פליטת חום. כך, היא מצטטת מחקרים המצביעים על נזקים ביולוגיים הנובעים מהקרנה הלא-מייננת ולא מאלמנט החימום שלה. נזקים כאלו כוללים, בין השאר: פגיעה בשלמות החומר הגנטי – DNA, פגיעה בממברנות התא (קרומ התא), פגיעה בביטוי הגנטי ובסינתזת חלבונים, פגיעה בנוירונים, פגיעה בזרע ובמערכת החיסון. עבודות נוספות מצביעות על פגיעה בפוריות, כמו גם שינויים ניווניים במערכת העצבים. Russell מצביעה גם על עבודות המראות נזק לעצים, לעולם החי ולטבע בכלל.²⁸

מהסקירה של ראסל ומסקירות נוספות²⁹ עולה כי גורם מרכזי לנזק הביולוגי הוא **חמצון של הרקמות**.³⁰ כך למשל, Yakymenko וחבריו שסקרו כ-100 עבודות מצאו שב-93 מתוכן נמצא שקרינת רדיו לא-מייננת גרמה להופעה יתרה של גורמים מחמצנים, שעלולה לגרום לנזקים

²⁶ השפעות ביולוגיות הן השפעות על התהליכים הביולוגיים של הגוף, כגון תהליכים פיזיולוגיים, ביוכימיים או מטבוליים (תהליכי חילוף חומרים) או השפעות שגורמות לשינויים בחומר התורשתי שבתאים - DNA או RNA.

²⁷ Russel, L.C., [5G wireless telecommunications expansion: Public Health and environmental implications](#), *Environmental Research*, Volume 165, August 2018, Pages 484-495.

²⁸ Saravanamuttu, Sivani & Sudarsanam, D. [Impacts of radio-frequency electromagnetic field \(RF-EMF\) from cell phone towers and wireless devices on biosystem and ecosystem—A review](#). *Biology and Medicine*. 4.2013, pp. 202-216.

²⁹ Effects of 5G wireless communication on human health. EPRS: European Parliamentary Research Service. Author: Miroslava Karaboytcheva, Members` Research Service, PE646.172 – February 2020; Russel, L.C., [5G wireless telecommunications expansion: Public Health and environmental implications](#), *Environmental Research*, Volume 165, August 2018, Pages 484-495.

³⁰ חמצון הוא תגובה כימית בה אלקטרונים עוברים מחומר מסוים לחומר המחמצן. תהליכי חמצון הם תהליכי חיים חשובים אולם במקרים מסוימים עודף חמצון ייצור כימיקלים לא יציבים הנקראים רדיקלים חופשיים ואלו עלולים לגרום להרס חלבונים, תאים ורקמות ובסופו של דבר למחלות קשות.

מחקרים בתחום
ההשפעה הביולוגית
של קרינה בלתי
מייננת מתבססים
בעיקר על ניסויי
מעבדה וניסויים
בבעלי חיים, וזאת
בניגוד למחקרים
אפידמיולוגיים
הבוחנים קשר בין
חשיפה לגורם סיכון
לבין תחלואה
באוכלוסיה.

בסקירה של
הפרלמנט האירופי
נטען כי מכיוון
ש- 5G הינה
טכנולוגיה שלא
נוסתה מעולם, יתכן
ויש טעם בנקיטת
גישה זהירה בכל
הנוגע ליישום רחב
היקף שלה.

שונים בתאים. כמו כן קיים קשר בין נזקי חמצון לבין התפתחות מחלות כרוניות או הופעתם של סוגים מסוימים של סרטן.³¹

חשוב לציין שהמחקרים בתחום ההשפעה הביולוגית של קרינה בלתי מייננת מתבססים בעיקר על ניסויי מעבדה וניסויים בבעלי חיים, וזאת בניגוד למחקרים אפידמיולוגיים הבוחנים קשר בין חשיפה לגורם סיכון לבין תחלואה באוכלוסיה. כמו כן, יתכן והתוצאות של חלק מהמחקרים הן עדיין ראשוניות או שנויות במחלוקת.³²

בכינוס שהתקיים בפברואר 2020 בחוג למדיניות ציבורית באוניברסיטת ת"א, ועסק בקרינה סלולרית וקרינה מרשתות אלחוטיות,³³ הוצגו מחקרים ממדינות שונות שבחנו מנגנונים נוספים שעשויים להוביל לנזקים ביולוגיים כתוצאה מחשיפה לקרינה. אחת העבודות הייתה של החוקרים Yuri Feldman , Noa Betzalel , Paul Ben Ishai שהראו שניתן להתייחס לעור כאל איבר שבו מיליוני "אנטנות". ה"אנטנות" הן החלק הסלילי של בלוטות הזיעה שבעבודה זו הוכח כי יש להן הולכה אלקטרומגנטית. על פי החוקרים, הדבר משמעותי במיוחד באורכי גל מילימטריים, האופייניים לטלפוניה הסלולרית בדור ה-5, שחודרים לשכבה העליונה של העור אך עלולים להמשיך את ההולכה האלקטרומגנטית אל הגוף פנימה באמצעות "האנטנות" של בלוטות הזיעה.³⁴

סקירה עדכנית של הפרלמנט האירופי, עוסקת גם היא בהשלכות הבריאותיות של 5G.³⁵ כותבת הסקירה מסיקה כי הספרות האקדמית העדכנית מראה שלקרינה סלולרית מתמשכת יש השפעות ביולוגיות, בייחוד אם מתייחסים למאפיינים הייחודיים של 5G: השילוב של גלים מילימטריים, תדרים גבוהים יותר, ריבוי תחנות השידור וריבוי החיבורים. לפי כותבת הסקירה, מחקרים שונים מציעים ש-5G עלול להשפיע על בריאותם של בני אדם, צמחים, בעלי חיים,

³¹ [Yakymenko, I., Tsybulin, O., Sidorik, E., Henshel, D., Kyrylenko, O., Kyrylenko, S. Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation. *Electromagn. Biol. Med.* 35 \(2\), 2016, pp. 186–202](#)

³² [Effects of 5G wireless communication on human health](#). EPRS: European Parliamentary Research Service. Author: Miroslava Karaboytcheva, Members` Research Service, PE646.172 – February 2020.

³³ 2020 Expert Forum: Wireless and Cellphone Radiation and Public Policy, Department of Public Policy, Department of Public Policy, Tel Aviv University, 10-11.2.2020.

ניתן לקרוא את חוברת התקצירים של הכינוס פה, ולראות את צילומי הוידאו של הכנס פה

³⁴ a. Noa Betzalel, Yuri Feldman, and Paul Ben Ishai, "The Modeling of the Absorbance of Sub-THz Radiation by Human Skin". *IEEE TRANSACTIONS ON TERAHERTZ SCIENCE AND TECHNOLOGY*, VOL. 7, NO. 5, SEPTEMBER 2017.

b. Noa Betzalela ,Paul Ben Ishaia,b, Yuri Feldmana, [a sub-THz receiver – Does 5G pose a danger to it or not?](#) *Environmental Research* Volume 163, May 2018, PP. 208-216.

c. Anna Kochnev, ,Noa Betzalel. ,Paul Ben Ishai, and Yuri Feldman, "Human sweat ducts as helical antennas in the sub-THz frequency", *Terahertz Science and Technology*, Vol.11, No.2, June 2018 pp 43-56.

³⁵ [Effects of 5G wireless communication on human health](#). EPRS: European Parliamentary Research Service. Author: Miroslava Karaboytcheva, Members` Research Service, PE646.172 – February 2020.

חרקים וחידקים, ומכיון ש-5G הינה טכנולוגיה שלא נוסתה מעולם, יתכן ויש טעם בנקיטת גישה זהירה בכל הנוגע ליישום רחב היקף שלה.

ארגון הבריאות העולמי התייחס אף הוא לצורך בקידום המחקר ובגיבוש הידע בתחום הקרינה הסלולרית וההשלכות הבריאותיות של טכנולוגיית ה-5G, לאורך שלבי הפריסה של הטכנולוגיה. בדף שאלות ותשובות שפירסם ארגון הבריאות העולמי בפברואר 2020,³⁶ מצהיר הארגון **כי לעת עתה לא ידוע כל נזק בריאותי שיכול להיגרם מקרינה סלולרית של הדור החמישי וכל עוד נשמרים ערכי החשיפה המותרים, לא צפוי נזק בריאותי**. עם זאת הארגון פועל בכמה מישורים לקידום המחקר וגיבוש גוף הידע בתחום זה:

1. הארגון מקיים סקר סיכוני בריאות הנובע מחשיפה לתדרי רדיו, כולל אלו של 5G. הסקר יפורסם בשנת 2022.

2. עם פריסת רשתות 5G וככל שיתקבל מידע זמין יותר, הארגון יסקור את המידע המדעי המתקבל לגבי סיכוני בריאות הנובעים מחשיפה ל-5G.

3. הארגון ייסד בשנת 1996 את פרויקט International Electromagnetic Fields (EMF) שמטרתו לחקור את ההשפעות הבריאותיות הנובעות מחשיפה לקרינה אלקטרומגנטית, כולל תדרי 300GHz שהינם תדרים בשירות הטכנולוגיה הסלולרית בדור החמישי.

4. הארגון ממשיך לעודד את המחקר באשר להשפעות ארוכות הטווח של הקרינה הסלולרית וממשיך לעודד את שיתוף הפעולה בין ממשלות, מכוני מחקר והציבור.³⁷

בהקשר לעקרון הזהירות המונעת, חשוב לציין כי יש **אוכלוסיות אשר רגישותן להשפעות קרינה אלקטרומגנטית גבוהה יותר מאשר כלל האוכלוסיה**. על פי אתר מרכז הידע הלאומי בנושא קרינה בלתי מייננת והשפעותיה על בריאות הציבור ("תנודע"),³⁸ **אוכלוסיות הנמצאות בסיכון גבוה לתחלואה בעקבות חשיפה לגורמי סיכון, וביניהם קרינה אלקטרומגנטית כוללות בין השאר, ילדים ובני נוער, נשים בהריון וחולים במחלות כרוניות**. על פי האתר "החשש מהשלכות בריאותיות וחברתיות מתגבר כשמדובר בילדים ובני נוער... התחלקות התאים

³⁶ <https://www.who.int/westernpacific/news/q-a-detail/5g-mobile-networks-and-health> viewd 19.8.2020

³⁷ להרחבה בנושא עמדתם של ארגונים בינלאומיים ומדינות בנושא ההשלכות הבריאותיות של הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית, כאן גם **דור 5: (5G) התייחסות ארגונים ומדינות בעולם לשאלת הסיכון הבריאותי באתר תנודע** נצפה בתאריך 19.8.2020

³⁸ בשנת 2013 הוקם בישראל, בעקבות **החלטת ממשלה**, מרכז ידע לאומי בנושא קרינה בלתי מייננת והשפעותיה על בריאות הציבור. אתר האינטרנט של המרכז מכונה אתר "תנודע". מרכז תנודע, מיסודם של משרד המדע והמשרד להגנת הסביבה, משמש גוף המספק ידע מדעי למשרד הבריאות בנושא השפעות הקרינה הבלתי מייננת על הבריאות באמצעות איסוף מידע וסקירות ספרות, ומציע לו המלצות בכל הקשור לאיזון בין הטכנולוגיה המתקדמת ובין הגנה על בריאות הציבור. בנוסף, המרכז מסייע למשרד הבריאות במתן מענה לציבור הרחב בכל הקשור להנגשת הידע בתחום ההשפעות הבריאותיות האפשריות של החשיפה לקרינה בלתי מייננת ובשימוש בטכנולוגיות פולטות קרינה.

המלצת מועצת
אירופה משנת 2011:
"יש לנקוט את כל
הצעדים הסבירים כדי
להפחית את החשיפה
לשדות
אלקטרומגנטיים,
בייחוד תדרי רדיו
מטלפונים ניידים,
ובפרט בקרב ילדים
וצעירים".

גורמים שונים סבורים
כי יש לתת מענה
יעודי לאוכלוסיית
הסובלים מרגישות יתר
לקרינה
אלקטרומגנטית
(EHS), כמו למשל
הקצאת אזורים "נטולי
קרינה".

הגבוהה בגופם של הילדים הגדלים גורמת להם להיות רגישים יותר לנזקים בחומר הגנטי (DNA). בנוסף, ילדים המתחילים להשתמש בטלפון בגיל צעיר צפויים להיחשף לקרינה הנפלטת מהטלפון עוד שנים רבות והחשיפה המצטברת אצלם תהיה משמעותית יותר....לכן, יש להתייחס לאוכלוסיית הילדים כאוכלוסייה רגישה (יחסית), בהשוואה לאוכלוסייה המבוגרת.³⁹

ההתייחסות לילדים כאוכלוסיית סיכון בהקשר זה עמדה בבסיס החלטות מדיניות בנושא חשיפתם של ילדים לקרינה אלקטרומגנטית. למשל, בשנת 2009 התקבלה החלטת הפרלמנט האירופי ובה נקבע, בין השאר, כי יש הסכמה כללית שילדים הם אוכלוסייה פגיעה או רגישה במיוחד לקרינה משדות אלקטרומגנטיים. במאי 2011 פרסמה מועצת אירופה דו"ח ובעקבותיו החלטה בנושא "הסיכונים האפשריים משדות אלקטרומגנטיים והשפעתם על הסביבה". אחת ההמלצות המובאות בהחלטה מדגישה את הסיכון לילדים – "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".⁴⁰

עוד חשוב להזכיר בהקשר לאוכלוסיות רגישות, את הסובלים מתסמונת רגישות היתר לאלקטרומגנטיות (**EHS – Electromagnetic Hypersensitivity**). רגישות יתר לקרינה אלקטרומגנטית היא תסמונת שאין לה בהכרח הסבר טוקסיקולוגי או פיזיולוגי ברור, ובה הפרט סובל מסימפטומים שונים (ובפרט סימפטומים הקשורים למערכת העצבית),⁴¹ שניתן לייחס לחשיפה אקוטית או כרונית לקרינה אלקטרומגנטית. יש חוסר הסכמה בין גורמי מחקר, אנשי רפואה ומקבלי החלטות בתחום הבריאות בדבר הקשר הישיר בין החשיפה לקרינה לבין התסמינים המדווחים הסובלים מהתסמונת. כך לדוגמה, משרד הבריאות בישראל מאמץ את עמדת ארגון הבריאות העולמי לפיה רגישות לקרינה אלקטרומגנטית אינה נחשבת אבחנה רפואית ולא ברור כי התופעה מייצגת בעיה רפואית בודדת. לעומת זאת, לדברי ד"ר יעל שטיין, רופאה מבית החולים הדסה עין כרם, אשר מטפלת גם בחולים המדווחים על סימפטומים התואמים את תסמונת ה-EHS ומאובחנים כסובלים ממנה, יש כיום הכרה בעולם בצורך לתת מענה לאוכלוסיה זו. כך, לדבריה, בשבדיה התסמונת מוכרת כנכות.⁴² גם בהחלטת מועצת

³⁹אתר תנועה, [שימוש בטלפונים סלולריים – השלכות בריאותיות](#), תאריך עדכון: 17 ביוני 2014, תאריך כניסה: 20 באוגוסט 2020.

⁴⁰להרחבה בנושא, ראו: רועי גולדשמידט ושירי ספקטור-בן ארי, [קרינה אלקטרומגנטית ומדיניות הטיפול בה במערכת החינוך](#), מרכז המחקר והמידע של הכנסת, 16 במאי 2013.

⁴¹תסמינים מדווחים כוללים: התכווצות שרירי ירך, אי נוחות בלסת, קשיים בהירדמות, כאבי ראש כרוניים, ערפל מוחי (Brain Fog), בעיות זיכרון, Black outs, הגברה של החושים, עקצוצים בקרקפת, טיניטוס הפיך ובלתי הפיך, כאבי בטן, מעי רגיז, דופק מואץ וחרדתיות. סימפטומים נוספים הם: עיבוי גידים, הגדלה של בלוטות הלימפה, שינוי קצב לב, פעימות לב מוקדמות, קוצר נשימה, יובש בעיניים, תחושות טעם מזרות, וכאבים במקומות שונים.

Yael Stein and Iris G. Udasin, [Electromagnetic hypersensitivity \(EHS, microwave syndrome\) – Review of mechanisms](#), *Environmental Research* 186, (2020).

⁴²שיחה אישית עם ד"ר יעל שטיין, 26 בפברואר 2020.

אירופה מ-2011 שהוזכרה לעיל הוצע להתייחס באופן ייעודי לאנשים שיש להם "רגישות אלקטרומגנטית", הסובלים מתסמונת של היעדר סבילות לשדות אלקטרומגנטית, ולנקוט צעדים כדי להגן עליהם, כולל יצירת אזורים נטולי קרינה שאינם מכוסים ברשתות אלחוטיות.⁴³ לתפיסתה של ד"ר שטיין, כאשר דנים בהקמתה של רשת סלולרית בדור החמישי, יש חשיבות רבה להתייחסות לחולים בתסמונת רגישות היתר לאלקטרומגנטיות ולנסות לפעול להפחתת סבלם ככל שניתן.⁴⁴

5. עמדתם של גופי ממשל לסכנה הבריאותית בפריסת רשת ה-5G – מבט משווה

אתר תנועת פרסם במאי 2020 סקירה שכותרתה "עמדות מדינות נבחרות לשאלת הסיכון הבריאותי בהטמעת טכנולוגיית דור 5".⁴⁵ הסקירה התייחסה בקצרה לעמדות של המדינות השונות (ניו זילנד, אוסטרליה, קנדה, בריטניה, הולנד, גרמניה, ארצות הברית ושווייץ) לסוגיות כגון: ההשלכות הבריאותיות של רשת ה-5G ביחס למגבלות החשיפה לקרינה, הצורך במחקר בדבר ההשלכות הבריאותיות וניטור הקרינה, מגבלות התדרים שישמשו את טכנולוגיית ה-5G בטווח הקצר והארוך, ועוד. על פי אתר תנועת, מהסקירה עולה כי ברוב המדינות שנסקרו, העמדה הרווחת בנושא ההשלכות הבריאותיות של טכנולוגיית ה-5G היא כי על-פי הידע המדעי הקיים אין הוכחה להשלכות בריאותיות לבני אדם מקרינה הנגרמת משימוש בתדרי רדיו בטכנולוגיית דור 5; יש צורך בהמשך מחקר בשאלת הסיכון הבריאותי של טכנולוגיית ה-5G; יש צורך בבחינת החשיפה הצפויה לקרינה בקרבת אתרי שידור של הדור החמישי וכן ממכשירים שיתמכו בדור החמישי; מגבלות החשיפה שהמדינות קיבלו על עצמן בהתאם להמלצות ICNIRP הן מספקות גם בהינתן התדרים שישמשו בהם בדור 5, שכן גם אם תהיה עליה מסויימת ברמת החשיפה הכללית כתוצאה מיישום טכנולוגיית דור 5, הרי שזו עדיין תהיה מתחת למגבלות החשיפה.

בשתיים מהמדינות שנכללו בסקירה, הולנד ושווייץ, הובעה עמדה זהירה יותר כלפי ההשלכות הבריאותיות האפשריות של טכנולוגיית ה-5G. כך, **בשווייץ**, הוגדרה בנובמבר 2019 מגבלת קרינה הדוקה יותר משאר מדינות אירופה (וגם יותר הדוקה מאשר בישראל). על פי דוח המועצה הפדרלית שקבעה את מגבלות הקרינה, התדרים הזמינים ל-5G הם נכון לכתיבת הדוח זהים

⁴³ רועי גולדשמידט ושירי ספקטור-בן ארי, [קרינה אלקטרומגנטית ומדיניות הטיפול בה במערכת החינוך](#), מרכז המחקר והמידע של הכנסת, 16 במאי 2013.

⁴⁴ שיחה אישית עם ד"ר יעל שטיין, 26.2.2020.

⁴⁵ אתר תנועת, [עמדות מדינות נבחרות לשאלת הסיכון הבריאותי בהטמעת טכנולוגיית דור 5](#), תאריך עדכון: 17 במאי 2020, תאריך כניסה: 22 באוגוסט 2020.

יש מדינות, כגון הולנד ושווייץ, בהן הובעה עמדה זהירה יותר כלפי ההשלכות הבריאותיות האפשריות של טכנולוגיית 5G. לדוגמה, בשווייץ הוטלו מגבלות הדוקות יחסית על רמת הקרינה ועל השימוש בגלים מילימטריים שאמור לעמוד בבסיס טכנולוגיית 5G.

לתדרי דור 4, והשימוש בגלים מילימטריים לתקשורת רדיו, אשר אמור לעמוד בבסיס טכנולוגיית ה-5G, אינו מאושר בשווייץ בעת הזו.⁴⁶

בהולנד, כך על פי הסקירה באתר תנודע, המכון הלאומי לבריאות הציבור והסביבה (RIVM) המליץ לפקח מקרוב על הטמעת דור 5. על-פי המכון, על אף שרמות החשיפה לקרינה הצפויות מאנטנות דור 5 הן פחותות מספי החשיפה המומלצים, עדיין צפויה עליה במספר מקורות הקרינה ובהיקף תעבורת הנתונים. לפיכך, "עדיין לא ניתן להעריך באיזו מידה תשתנה החשיפה ביחס למגבלות הקיימות". בנוסף, יש עדיין חוסר ודאות בכל הנוגע למחקר בדבר ההשלכות הבריאותיות של מערכות ה-5G. מצד אחד, יש מחקרים המספקים אינדיקציה להשלכות בריאותיות, ומנגד - מחקרים עדיין לא הוכיחו השלכות בריאותיות הנגרמות מתחת למגבלות החשיפה.⁴⁷

ראוי לסייג ולומר כי הסקירה שפורסמה באתר תנודע מתייחסת למספר מצומצם של מדינות, ואין בידנו מידע המסביר מדוע נסקרו דווקא מדינות אלו. זאת ועוד, המידע מתייחס לעמדות של מדינות (לרוב - של רשויות פדרליות להגנה מפני קרינה). עם זאת, כפי שיתואר להלן - ניתן לזהות התנגדות של גופי ממשל, **בעיקר ברמה האזורית והמקומית** אשר הגבילו את פריסת רשת ה-5G בשטחן, עיכבו את הפריסה בשל החששות מהשפעת הטכנולוגיה על הבריאות או ביקשו לקבל מידע מגופים מוסמכים בנושא ההשלכות הבריאותיות של רשת ה-5G. להלן כמה דוגמאות לכך:

ארצות הברית

יחד עם הדיווחים על פריסה נרחבת של רשתות 5G בארה"ב, ישנם דיווחים שונים על התנגדות הולכת וגוברת לרשתות. מירב ההתנגדויות מבקשות לבחון את הטכנולוגיה קודם יישומה על מנת לוודא את בטיחותה ועל מנת למנוע נזקים בריאותיים.

הארגון האמריקני העוסק בבריאות וסביבה, Environmental Health Trust, סוקר חלק מההתנגדויות.⁴⁸ כך, לדוגמה, פרלמנט מדינת ניו-המפשייר שבארה"ב, העביר ביוני 2019 הצעת חוק הדורשת להקים וועדה שתבחן את ההשלכות הבריאותיות והסביבתיות של הקמת רשת 5G בדגש על השפעה בריאותית על אוכלוסיות רגישות כגון ילדים, עוברים, קשישים ואנשים

⁴⁶ אתר תנודע, עמדות מדינות נבחרות לשאלת הסיכון הבריאותי בהטמעת טכנולוגיית דור 5-שווייץ, תאריך עדכון: 17 במאי 2020, תאריך כניסה: 22 באוגוסט 2020.

⁴⁷ אתר תנודע, עמדות מדינות נבחרות לשאלת הסיכון הבריאותי בהטמעת טכנולוגיית דור 5-הולנד, תאריך עדכון: 17 במאי 2020, תאריך כניסה: 22 באוגוסט 2020.

⁴⁸ [Environmental Health Trust](https://www.environmentalhealthtrust.org/) viewed 6.8.2020

פרלמנטים של כמה
 מדינות בארצות
 הברית חוקקו חוקים
 או העבירו החלטות
 שמטרתן הצגת מידע
 עדכני בפני הפרלמנט
 בדבר ההשלכות
 הבריאותיות של
 חשיפה לקרינה
 אלקטרומגנטית,
 ובפרט 5G. בניו
 המפשייר הוקמה בחוק
 וועדה מקצועית
 שתבחן את ההשלכות
 הבריאותיות
 והסביבתיות של
 הקמת רשת 5G בדגש
 על השפעה בריאותית
 על אוכלוסיות רגישות

עם מחלות רקע. הוועדה תכלול נציגים מהפרלמנט, נציג ציבור, נציג התעשייה, ובפרט התעשייה הסלולרית, נציג המועצה הטכנולוגית במדינה (High Technology Council), נציג איגוד הרופאים המתמחה בתחום, נציג משרד הבריאות, נציג האקדמיה, ועוד.⁴⁹

בית הנבחרים של מדינת לואיזיאנה⁵⁰ הורה בחקיקה למשרד להגנת הסביבה ולמחלקת הבריאות במדינה, להגיש לפרלמנט דוח בנושא ההשלכות הבריאותיות של 5G. הפרלמנט במדינת אורגון העביר החלטה דומה, לפיה רשות הבריאות במדינה תכין סקירה מדעית עדכנית של מחקרים בנושא ההשלכות הבריאותיות של חשיפה לקרינה אלקטרומגנטית, בדגש על בתי ספר, ותציגה בפני ועדת החינוך של הפרלמנט. יצוין כי החוק שעבר באורגון מתייחס באופן כללי לחשיפה לקרינה אלקטרומגנטית (גלי רדיו וגלי מיקרו), ואינו מתמקד באופן ספציפי בטכנולוגיית 5G.⁵¹

רשויות מקומיות שונות בארצות הברית הטילו מגבלות על פריסת רשתות 5G, או ביקשו לעצור את פריסת רשת 5G עד לקיום מחקר וקבלת הנחיות שיבטיחו את בריאות הציבור. לדוגמא:⁵²

- בתאריך 7 במאי 2020 העיר איסטון (Easton) שבמדינת קונטיקט בהחליטה לעצור פריסת רשתות 5G עד לסוף שנת 2020, זאת על מנת לאפשר למידה של הסיכונים הכרוכים ברשת 5G.⁵³
- העיר Hallandale שבפלורידה פרסמה החלטה בה היא קוראת לרשויות המדינה ולרשויות הפדרליות לקיים מחקר עצמאי הבוחן את ההשלכות הבריאותיות של טכנולוגיית 5G כדי לקבוע הנחיות לפריסת הרשת באופן שלא יסכן את בריאות תושבי העיר.⁵⁴

⁴⁹ [New Hampshire House Bill 522. establishing a commission to study the environmental and health effects of evolving 5G technology.](#) 6.7.2019. viewed 6.8.2020

⁵⁰ <https://legiscan.com/LA/text/HR145/2019> viewed 18.8.2020

⁵¹ <https://olis.leg.state.or.us/liz/2019R1/Downloads/MeasureDocument/SB283> viewed 18.8.80

⁵² <https://ehtrust.org/usa-city-ordinances-to-limit-and-control-wireless-facilities-small-cells-in-rights-of-ways/> viewed 2.4.2020.

⁵³ ehtrust.org/wp-content/uploads/5G-Resolution-By-Easton-.pdf viewed 18.8.2020

⁵⁴ <https://ehtrust.org/wp-content/uploads/Hallandale-Small-Cell-5G-Health-Study-Resolution.pdf> viewde 18.8.2020

אירלנד

המועצה המחוזית Clare החליטה לעצור את פריסת רשתות 5G וקראה לשר התקשורת, שינויי אקלים וסביבה לכנס קבוצת עבודה שתגבש את העובדות הנוגעות להשפעות הקרינה שיש לדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית על בריאות האדם והסביבה.⁵⁵

אנגליה

מועצת העיר Wells החליטה בישיבתה בתאריך 28.11.2019 לדחות הקמת רשת 5G מתוך התבססות על עקרון הזהירות המונעת.⁵⁶

6. רגולציה בדבר קרינה בלתי מייננת בישראל והתייחסותה לטכנולוגיית ה-5G

חוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ו – 2006 קובע כי מטרתו "להגן על הציבור ועל הסביבה מפני השפעות של חשיפה לקרינה בלתי מייננת... בין השאר על ידי קביעת איסורים וחובות בהתאם לעקרון הזהירות המונעת"

ההוראות בדבר הקמתם והפעלתם של מכשיר, מתקן או מערכת טכנולוגית אשר במהלך הפעלתם עלולה להיפלט קרינה בלתי-מייננת מעוגנות בישראל במסגרת חוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ו – 2006.

חוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ו – 2006 קובע כי מטרתו "להגן על הציבור ועל הסביבה מפני השפעות של חשיפה לקרינה בלתי מייננת, ולהסדיר את העיסוק במקורות קרינה, הקמתם והפעלתם ובמתן שירות למדידת קרינה, בין השאר על ידי קביעת איסורים וחובות בהתאם לעקרון הזהירות המונעת". עקרון הזהירות המונעת עוסק בעיקר במצבי ספק, בהם הידע העובדתי, המקצועי והמדעי, אינו חד-חד ערכי. הגדרת עיקרון הזהירות המונעת בחקיקה הישראלית מצויינת בדברי ההסבר לחוק הקרינה הבלתי מייננת, ולפיה **"גם בהעדר הוכחות מדעיות מספקות לקיום נזקים בריאותיים מגורם מסוים, יש לנקוט אמצעים סבירים להפחתת "הסיכון", וזאת בלי להמתין לסיום המחקרים שמטרתם להקטין את אי הוודאות באשר לקיומם של נזקים בריאותיים כאמור"**.⁵⁷

לדברי פרופ' סטליאן גלברג ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה במשרד להגנת הסביבה, **גם סף החשיפה הסביבתי לקרינה בישראל נקבע בהתאם לעקרון הזהירות המונעת**. כך, כפי שתואר בתחילת מסמך זה, המשרד להגנת הסביבה בישראל אימץ סף מחמיר יותר מהסף שנקבע על ידי הוועדה להגנה מפני קרינה בלתי מייננת (ICNIRP) הפועלת בארגון הבריאות העולמי. בסף הישראלי נקבע כי **באזורים שבהם אנשים שוהים זמן ממושך, כגון**

⁵⁵ [Minutes of the June Monthly Meeting of Clare County Council held in the Council Chamber, Áras Contae an Chláir, New Road, Ennis, Co. Clare on Monday, 10th June, 2019 at 3:45 p.m.](#) Item 15, p.14.

⁵⁶ https://www.wells.gov.uk/uploads/documents/Minutes_2019/CityCouncil_Minutes_2019_11_28.pdf?fbclid=IwAR2evcc1S8oKNmlhu1FmkTPPOz-UQpq1LneDXrMZfeKs5f30StmHJlfN5Kk

⁵⁷ אתר תנועת, עיקרון הזהירות המונעת, תאריך עדכון: 1 באוגוסט 2014, תאריך כניסה: 19 באוגוסט 2020.

משרד הבריאות המליץ להקים ועדה בינמשרדית שתכלול את הנציגים הרלוונטיים בתחום, לרבות נציג משרד הבריאות, ותבחן את התקנים והסטנדרטים הקיימים ותפעל במידת הצורך לעדכוןם. בפועל, עד כה לא הוקמה ועדה שכזו.

סביבת מגורים, משרדים וכו', סף החשיפה לקרינה ממוקדי שידור לא יעלה על 10% מסף הקרינה הבריאותי שקבע ICNIRP (כלומר, בין 40-100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$), ובאזורים שבהם זמן השהייה קצר, כגון מדרכות, כבישים וכו', סף החשיפה לא יעלה על 30% ממנו.⁵⁸

נוסף על כך, ישנם תקנים יעודיים המגדירים את פליטת הקרינה המותרת ממכשירים סלולריים. התקנים עבור טלפונים סלולריים נמדדים על פי רמת קצב ספיגה סגולי הנספג בגוף, ומטרתם למנוע חימום יתר ברקמות (קצב ספיגה סגולי, SAR - Specific Absorption Rate). בישראל, בשל העובדה שמכשירי הטלפון מיובאים ממדינות שונות, אומצו שני תקנים בינלאומיים עיקריים למגבלות חשיפה לקרינה מטלפונים ניידים:

- תקן אירופאי המבוסס על ICNIRP עבור מכשירים שקיבלו רישוי באירופה - 2.0 וואט לק"ג בממוצע ל-10 גרם רקמה.
- תקן אמריקאי המבוסס על ה-FCC עבור מכשירים שקיבלו רישוי בארה"ב - 1.6 וואט לק"ג בממוצע ל-1 גרם רקמה.⁵⁹

הרגולציה הקיימת כפי שתוארה לעיל חלה על כל גורם שעשוי לפלוט קרינה בלתי מייננת במהלך הפעלתו, ואינה ספציפית לטכנולוגיה זו או אחרת. נכון להיום, **אין בישראל כל חקיקה או רגולציה ייחודית המתיחסת לקרינה הנפלטת מתשתיות הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית, וזאת על אף המאפיינים הייחודיים של טכנולוגיה זו.**

במכתב שכתב במרץ 2019 מנכ"ל משרד הבריאות, מר משה בר סימן טוב, למנכ"ל משרד התקשורת, מר נתנאל (נתי) כהן⁶⁰, נכתב כי מכיוון שמצד אחד "השלכותיה הבריאותיות של החשיפה לקרינה טכנולוגיית הדור החמישי אינן ברורות", ומצד שני "לא ניתן לעצור את ההתפתחות הטכנולוגית על שלל יתרונותיה הנלווים לה", מומלץ כי המשרד להגנת הסביבה **יפקח אחר רמות החשיפה בשלבים השונים, תוך התייחסות למאפיינים הייחודיים לטכנולוגיית ה-5G** (לרבות ריבוי מקורות קרינה, יישום טכנולוגיית הטיית אלומות, השלכות הפריסה במקביל של תשתיות הדור הרביעי עם טכנולוגיית הדור ה-5), **והתאמתן של רמות החשיפה לעקרון הזהירות המונעת**. במקביל המליץ משרד הבריאות להקים "ועדה בינמשרדית שתכלול את הנציגים הרלוונטיים בתחום, לרבות נציג משרד הבריאות, שתבחן תקופתית, בין היתר, את התקנים והסטנדרטים הקיימים ביישום הטכנולוגי, ותפעל במידת

⁵⁸ אתר המשרד להגנת הסביבה, [קרינה בלתי מייננת](#), תאריך פרסום 25 במאי 2019, תאריך עדכון: 27 באפריל 2020, תאריך כניסה: 19 באוגוסט 2020.

⁵⁹ [אתר תנועת - תקנים של טלפונים סלולריים](#) נצפה התאריך 20.8.2020

⁶⁰ משה בר סימן טוב, מנכ"ל משרד הבריאות, [הרחבת פרישת תשתיות תקשורת סלולרית והיערכות לתחילת הפרישה של תשתיות בדור החמישי](#), מכתב הממוען למר נתנאל (נתי) כהן, מנכ"ל משרד התקשורת, 20 במרץ 2019.

הצורך לעדכון, ככל שהידע יצטבר".⁶¹ בפועל, עד כה לא הוקמה ועדה בין-משרדית שעניינה בדיקת הצורך בשינוי התקנים והסטנדרטים ביישום טכנולוגיית ה-5G.⁶²

עוד צויין במכתב מנכ"ל משרד הבריאות כי "על אף היתרונות הברורים של טכנולוגיה זו, יש לבחון את ההיבטים הבריאותיים של החשיפה לקרינה זו על בריאות האדם... בהתחשב בכך, מרכז תנועת ימשיך לעקוב אחר הידע הנצבר בנושא הערכת החשיפה של ריבוי מקורות קרינה ואחר פרסום מחקרים בריאותיים".⁶³ משיחה עם הדס וגמן, מנכ"לית תנועת⁶⁴ עולה כי במרכז הידע אכן עוקבים אחר עבודות מחקר המתפרסמות בעולם אך הם אינם יוזמים מחקרים עצמאיים לבחינת השפעת הקרינה על בריאות האדם.⁶⁵

לדברי פרופ' סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, אין צורך לתקן את הרגולציה הנוכחית הקיימת בישראל, כך שתתייחס באופן ייעודי לטכנולוגיית הדור החמישי. לדבריו, חוק הקרינה הבלתי מייננת וסף החשיפה המחמיר שקבע המשרד, בהתאם לעקרון הזהירות המונעת, נותנים מענה גם לרשת הדור ה-5.⁶⁶

בהקשר זה חשוב לציין כי חוק הקרינה הבלתי מייננת אינו מתייחס באופן ייעודי לאוכלוסיות רגישות לקרינה (כגון ילדים, אנשים הסובלים מתסמונת הרגישות לקרינה, ועוד). כך לדוגמה, אין מגבלה על הקמת תשתיות סלולריות בקרבת מוסדות חינוך. לדברי פרופ' גלברג, מגבלה שכזו אינה נחוצה שכן סף החשיפה המחמיר מיועד להגן על כלל האוכלוסיה ובכל מקום, ומכאן- שאין הבדל בין סף החשיפה המומלץ במוסדות חינוך לבין סף החשיפה המומלץ בסביבתם הביתית של ילדים. בנוגע לאוכלוסיה המוגדרת כסובלת מתסמונת רגישות לקרינה, גורס פרופ' גלברג שבמידה שהמדינה תכיר באופן רשמי בתסמונת כנכות, כפי שהוחלט בכמה

⁶¹ מנכ"ל משרד הבריאות, [הרחבת פרישת תשתיות תקשורת סלולרית והיערכות לתחילת הפרישה של תשתיות בדור החמישי](#), מכתב הממוען למר נתנאל (נתי) כהן, מנכ"ל משרד התקשורת, 20 במרץ 2019.

⁶² פרופ' סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, שיחת טלפון, 19 באוגוסט 2020.

⁶³ מנכ"ל משרד הבריאות, [הרחבת פרישת תשתיות תקשורת סלולרית והיערכות לתחילת הפרישה של תשתיות בדור החמישי](#), מכתב הממוען למר נתנאל (נתי) כהן, מנכ"ל משרד התקשורת, 20 במרץ 2019.

⁶⁴ שיחה עם הדס וגמן, מנכ"לית תנועת בתאריך 19 באוגוסט 2020.

⁶⁵ שיחת טלפון שהתקיימה בתאריך 19.8.2020 עם פרופ' סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, הסתבר כי אחת הסיבות להיעדר ייזום מחקרים עצמאיים על ידי תנועת הוא היות הארגון מרכז ידע ולא מרכז מחקר. פרופ' גלברג אמר כי ניסה בעבר ליזום את הגדלת תנועת והפיכתה למרכז מחקר באמצעות הצטרפות משרדי ממשלה נוספים למימון תנועת (מלבד המשרד להגנת הסביבה ומשרד המדע) ואולם יוזמה זו לא קרמה עור וגידים.

⁶⁶ פגישה עם פרופ' סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, 15 ספטמבר, 2019.

על פי המשרד להגנת הסביבה, אין צורך לתקן את הרגולציה הקיימת בישראל, כך שתתייחס באופן ייעודי לטכנולוגיית הדור החמישי. לתפיסתם, חוק הקרינה הבלתי מייננת וסף החשיפה המחמיר שקבע המשרד, בהתאם לעקרון הזהירות המונעת, נותנים מענה גם לרשת 5G

לא הוכנסו דרישות
סביבתיות או
בריאותיות במסמכי
מרכז הקצאת
התדרים לדור
החמישי. דרישות
כאלו גם לא יוטמעו
ברישינות שיוענקו
לזוכים במכרז.

מדינות, ⁶⁷ אז יהיה צורך להתייחס לאוכלוסיה זו באופן ייעודי, ובין השאר להנגיש אזורי מגורים ללא קרינה. ⁶⁸

עמדה זו, הרואה ברגולציה הקיימת כמספקת אומצה גם על ידי משרד התקשורת, ובגינה **לא הוכנסו דרישות סביבתיות או בריאותיות במסמכי מרכז הקצאת התדרים לדור החמישי** (ראו בפרק להלן). יתרה מכך, לדברי נתי שוברט, סגן מנהל מינהל הנדסה (ספקטרום) במשרד התקשורת, **דרישות כאלו גם לא יוטמעו ברישינות שיוענקו למכרז**. ⁶⁹ לדבריו, עקרון הזהירות המונעת מיושם הן על ידי המשרד להגנת הסביבה באמצעות ספי החשיפה הסביבתית לקרינה הסלולרית והן באמצעות מדיניות לפיה יש להעדיף פריסה קווית היכן שניתן כמו גם להשתמש באמצעים אלחוטיים מופחתי קרינה בתוך מבנים. ⁷⁰

יצוין כי במענה של משרד התקשורת לפניית מרכז המחקר והמידע של הכנסת בנוגע לשינויים הדרושים ברגולציה על רקע ההתקדמות בהטמעת טכנולוגיית ה-5G בישראל, נכתב כי צוות משותף של משרדי התקשורת, האוצר, הגנת הסביבה ומנהל התכנון הוקם על מנת לדון בסוגיות בתחום התכנון והרישוי של תשתיות הסלולר. ⁷¹ הצוות סיכם כי יש לבחון **שינויי רגולציה עבור הקמת תשתיות שישרתו את הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית. שינויי הרגולציה היו אמורים להיבחן על סמך בדיקת הרגולציה בחו"ל ואולם בשל אילוצי תקציב בחינות אלו לא בוצעו**. ⁷²

יודגש כי בצוות הבין-משרדי שהוקם על ידי משרד התקשורת אין ייצוג למשרד הבריאות. נתי שוברט, סגן מנהל מינהל הנדסה (ספקטרום) במשרד התקשורת, אמר כי ההיבט הבריאותי מיוצג על ידי המשרד להגנת הסביבה וכי אין צורך בנציג של משרד הבריאות בצוות זה. ⁷³ לדברי הדס ווגמן, מנכ"לית תנועת, משרד הבריאות מצוי בקשר עם משרד התקשורת והם מעריכים שבעתיד הם ישולבו בצוות הבין-משרדי. ⁷⁴

⁶⁷ כך לדוגמה, כפי שצוין בפרק 4, לדברי ד"ר יעל שטיין רופאה במרפאת כאב בבית החולים הדסה עין כרם, בשבדיה התסמונת מוכרת כנכות והרשויות מתייחסות לכך בהתאם.

⁶⁸ פרופ' סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, שיחת טלפון, 19 באוגוסט 2020.

⁶⁹ שיחת טלפון עם מר נתי שוברט, סגן מנהל מינהל הנדסה (ספקטרום) במשרד התקשורת, 19 באוגוסט 2020.

⁷⁰ שם. ראו גם אתר משרד התקשורת - [האם טכנולוגיית 5G מסוכנת לבריאות שלנו?](#) נצפה בתאריך 20.8.2020.

⁷¹ לדברי פרופ' סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, הוועדה עסקה נושא תכנוני מצומצם - תיקון ועדכון של תמ"א 36 א'.

⁷² בשיחה אישית עם מר עומרי בן חורין, רפרנט תקשורת באגף התקציבים של משרד האוצר, בתאריך 19.8.2020, נאמר על ידו כי הבעיה לא הייתה תקציבית אלא ביורוקרטית וכי הבחינה הרגולטיבית נועדה לבחון באופן ייחודי מתן פטור מהיתר לאתרי תקשורת. בשיחה נוספת שהתקיימה עם פרופ' סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, בתאריך 19.8.2020, הובהר כי הוועדה הייתה וועדה לנושא תכנוני מצומצם - תיקון ועדכון של תמ"א 36 א'.

⁷³ שיחה אישית עם מר נתי שוברט, סגן מנהל מינהל הנדסה (ספקטרום) במשרד התקשורת, 19 באוגוסט 2020.

⁷⁴ שיחה עם הדס ווגמן, מנכ"לית תנועת, 19 באוגוסט 2020.

7. פריסת תשתיות 5G בעולם ובישראל

7.1 פריסת תשתיות 5G בעולם

מדינות רבות נוקטות בימים אלו בצעדים לקידום הטלפוניה הסלולרית. ככלל, במרבית המדינות שישקרו להלן ננקטים הצעדים הבאים: פרסום מכרזים לקביעת התדרים לפעולת הרשתות; שינויי רגולציה המיועדים להקל על הכנת התשתיות לנשיאת האנטנות של רשתות הדור החמישי; ניסויים טכנולוגיים ראשוניים ופריסה ראשונית של תשתיות. יש מדינות אשר פרסמו תכניות אסטרטגיות או שנמצאות בעיצומו של תהליך אסטרטגי בנושא הטמעת תשתיות הדור החמישי, זאת לעומת מדינות שנמצאות בשלבים ראשוניים של קביעת אסטרטגיה זו. חשוב להדגיש כי **במקביל לפעילות המדינות לקידום הטכנולוגיה ניתן לזהות גם התנגדות להקמת הרשתות, במיוחד ברמת השלטון המקומי**, כפי שתואר [בפרק 5](#) שלעיל.

הסקירה שלהלן מבוססת, בראש ובראשונה על מידע מתוך אתר הנציבות האירופית 5G Observatory, שעוקב אחר ההתפתחויות האחרונות בתחום 5G ופעולות ההכנה של התעשייה לקראת הצבת רשתות תקשורת 5G.⁷⁵ באתר מוצג מידע עדכני בדבר הליכים הקשורים בפריסת רשת הדור החמישי במדינות האיחוד האירופי ואף כולל בתוכו סקירות רבעוניות המסכמות את המתרחש בתחום במסגרת האיחוד. נוסף על כך, יובא מידע מתוך מסמך שפרסם הפרלמנט האירופי באפריל 2019.⁷⁶

להלן יוצג מידע כללי בנוגע למדיניות הטמעת טכנולוגיית ה-5G באיחוד האירופי. בנוסף, מידע על סטטוס פריסת התשתיות במדינות השונות מוצג בטבלה [בנספח 1](#) במסמך זה. המידע בטבלה מוצג בחלוקה על פי יבשות, ועל פי סדר אלפביתי בכל יבשת.

האיחוד האירופי

ב-11 בדצמבר 2018 נכנסה לתוקף דירקטיבה אירופית שמסדירה את תחום הטלקומוניקציה - The European Electronic Communications Code.⁷⁷ הדירקטיבה מהווה מסגרת רגולטורית לכלל רשתות התקשורת האלקטרונית באיחוד האירופי התקשורת באירופה, ונמצאת בהלימה עם תכניות מדיניות שונות, כולל מדיניות מפורטת להטמעה של טלפוניה סלולרית בדור החמישי

⁷⁵ [European Commission, European 5G Observatory](#) viewed 2.12.19

⁷⁶ Colin Blackman and Simon Forge, PE. [5G Deployment State of Play in Europe, USA and Asia](#) Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies Directorate-General for Internal Policies. 631.060 – April 2019; Accessed 5.8.2020

⁷⁷ [DIRECTIVE \(EU\) 2018/1972 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, of 11 December 2018, establishing the European Electronic Communications Code](#) viewed 6.8.2020

בדירקטיבה
האירופית שמסדירה
את תחום
הטלקומוניקציה
מפורטות (2018)
הסיבות בגין רשאית
מדינה להגביל את
הקצאת התדרים
לסוגים שונים של
רשתות או
טכנולוגיות. סיבות
אלה כוללות, בין
השאר הגנה על
בריאות הציבור מפני
חשיפה לקרינה
אלקטרומגנטית

דוח האיחוד האירופי
מיוני 2020 מעריך כי
בעולם יש כבר כ- 80
ספקי שירות של 5G
וכ- 199 סוגים של
טלפונים סלולריים
תומכי טכנולוגיית 5G

78. European Action Plan for 5G-
הדירקטיבה מתייחסת לשיתוף ציבור ולהגנה על הציבור מפני
נזק של שדות אלקטרומגנטיים. כמו כן, בפרק 3 סעיף 45 בדירקטיבה מפורטות הסיבות בגין
רשאית מדינה להגביל את הקצאת התדרים לסוגים שונים של רשתות או טכנולוגיות. **סיבות
אלה כוללות, בין השאר הגנה על בריאות הציבור מפני חשיפה לקרינה אלקטרומגנטית.**⁷⁹
להלן כמה נתונים בנוגע לפריסת רשת ה-5G במדינות האיחוד האירופי (הנתונים נכונים לחודש
יוני 2020):

- ל-12 מדינות באיחוד האירופי, כולל אנגליה, יש **תכניות אסטרטגיות לאומיות
לפריסת רשת 5G.**

- ברחבי אירופה בוצעו 192 ניסויים כהכנה לפריסת רשת ה-5G, ובנוסף מתוכננות 248
ערים "לדוגמא" בהם תופעל רשת 5G.

- באירופה הוקמו 11 מסדרונות בין-מדינתיים⁸⁰ של 5G.⁸¹

- בערים רבות באירופה צפויות לקום עשרות עד מאות תחנות בסיס בכל עיר. רק
בגרמניה יש כבר 10,000 תחנות בסיס פעילות.⁸²

- ב-14 מדינות באירופה (13 מדינות מהאיחוד האירופי ואנגליה) פועל כבר שירות של
ספק 5G סלולרי - אוסטריה, בלגיה, פינלנד, גרמניה, הונגריה, אירלנד, איטליה, לטביה,
הולנד, פולין, רומניה, ספרד, שבדיה ואנגליה. בחלק מהמדינות יש יותר מספק שירות
אחד ובאנגליה כל ארבע ספקיות השירות הסלולרי מספקות שירות גם בתחום ה-5G.

**דוח האיחוד האירופי מיוני 2020 מעריך כי בעולם יש כבר כ-80 ספקי שירות של 5G וכ-199
סוגים של טלפונים סלולריים תומכי טכנולוגיית 5G.**⁸³ כאמור, בטבלה שבנספח 1 במסמך
זה מוצג מידע בדבר פריסת תשתיות ה-5G במדינות השונות, המעודכן ברובו ליוני 2020.

⁷⁸ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/5g-europe-action-plan> viewed 19.11.19

⁷⁹ [DIRECTIVE \(EU\) 2018/1972 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, of 11 December 2018, establishing the European Electronic Communications Code](#) viewed 6.8.2020

⁸⁰ מסדרונות בין-מדינתיים הינם מעברים בין מדינות, בדרך כלל אוטוסטרדות, בהן מותקנת רשת 5G שמשרתת שימושים שונים כגון: נהיגה אוטונומית ועוד.

⁸¹ [European Commission, European 5G Observatory](#) viewed 6.8.2020

⁸² Frédéric PUJOL, Carole MANERO, Basile Carle and Santiago REMIS. [5G Observatory Quarterly Report 8 Up to June 2020](#). July 2020. P.8

⁸³ Frédéric PUJOL, Carole MANERO, Basile Carle and Santiago REMIS. [5G Observatory Quarterly Report 8 Up to June 2020](#). July 2020.p.10

7.2 פריסת תשתיות 5G בישראל

כפי שניתן ללמוד מהסקירה המשווה שהובאה לעיל, מדינות רבות החלו בעת האחרונה בפריסה ראשונית של רשתות 5G ובחינות ראשוניות של תיקון הרגולציה הדרושה לשם כך. בישראל כל תחום פריסת רשתות 5G נמצא בראשית הדרך.

ב-11 ביולי 2019 פרסמה דוברות משרד התקשורת מידע לציבור שעוסק בתהליך הטמעת טכנולוגיית ה-5G בישראל,⁸⁴ בתוספת נייר עמדה בנושא השפעת רשת ה-5G על בריאות הציבור. הנייר מבוסס על התייחסות גורמי המקצוע במשרד להגנת הסביבה לעניין השפעות פריסת תשתיות הדור החמישי על הקרינה הבלתי מייננת, ונראה שמטרתו להפיג את חששות הציבור מהשלכות בריאותיות אפשריות של רשת ה-5G.⁸⁵

שלושה ימים לאחר מכן, ב-14 ביולי 2019 פרסם משרד התקשורת את מכרז התדרים שישרתו את הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית.⁸⁶ במהלך השנה בה התקיים המכרז התבצעו ניסויים שמטרתם להעביר מידע באמצעים שימשו בעתיד גם למתן שירותים שיסופקו על ידי תשתיות הדור החמישי.⁸⁷

ב-4 באוגוסט 2020 החל השלב המשמעותי בהליך המכרזי שמשרד התקשורת הוביל לקראת פריסת רשתות ה-5G. שלב זה נקרא תהליך התייחור ובסופו של תהליך זה הוקצו תדרים לחברות המתחרות במכרז. בהמשך, החברות יקבלו רישיונות להפעלת שירותי טלפוניה סלולרית בדור החמישי בתדרים בהם זכו.⁸⁸ יחד עם פתיחת תהליך התייחור, התפרסמו בעיתונות ידיעות על פעילות החברות הסלולריות לקראת פריסת רשתות ה-5G.⁸⁹

ב-12 באוגוסט 2020 הסתיים מכרז התדרים בו זכו החברות "פלאפון, סלקום-גולן-מרתון ופרטנר-הוט מובייל".⁹⁰ בהמשך, לאחר קבלת הרישיונות, יחלו החברות בפריסה נמרצת יותר של תשתיות הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית. מצופה מהחברות הזוכות כי בתוך 3 שנים יסיימו להקים 250 אתרים כל אחת, דבר שיזכה אותן בתמריץ להקמת תשתיות שהוגדר במכרז (200 מיליון ₪).⁹¹

ב-14 ביולי 2019
פרסם משרד
התקשורת את מכרז
התדרים שישרתו את
הדור החמישי של
הטלפוניה הסלולרית.

ב-12 באוגוסט 2020
הסתיים מכרז
התדרים. בהמשך,
לאחר קבלת
הרישיונות, יחלו
החברות בפריסה של
תשתיות הדור החמישי
של הטלפוניה
הסלולרית. מצופה
מהחברות הזוכות כי
בתוך 3 שנים יסיימו
להקים 250 אתרים
כל אחת, דבר שיזכה
אותן בתמריץ
להקמת תשתיות
(200 מיליון ₪).

⁸⁴ תהליך הקמת תשתיות דור 5 - מידע כללי לציבור. [הודעת דוברות משרד התקשורת מיום 11.7.19](#). נצפה ביום 11.12.19

⁸⁵ אתר משרד התקשורת, [האם טכנולוגיית G5 מסוכנת לבריאות שלנו?](#) פורסם ב-9 ביולי 2019, עודכן ב-15 ביולי 2020, נצפה ב-17 באוגוסט 2020

⁸⁶ מכרז תדרים לדור 5 יוצא לדרך. [הודעת דוברות משרד התקשורת מיום 14.7.19](#). נצפה ביום 11.12.19

⁸⁷ מכתב של נתי שוברט, סגן מנהל מינהל הנדסה (ספקטרום) במשרד התקשורת, אל מרכז המחקר והמידע של הכנסת, מתאריך 31 באוקטובר 2019.

⁸⁸ [הודעה לעיתונות של משרד התקשורת מיום 4.8.2020](#)

⁸⁹ טל שחף. [הדור החמישי כאן - והוא באמת מהיב](#). Ynet. 4.8.2020. נצפה בתאריך 6.8.2020

⁹⁰ [הודעה לעיתונות של משרד התקשורת מיום 12.8.2020](#)

⁹¹ שיחת טלפון עם נתי שוברט, סגן מנהל מינהל הנדסה (ספקטרום) במשרד התקשורת בתאריך 19.8.2020

נספח 1: סטטוס פריסת תשתיות 5G במדינות שונות (יוני 2020)⁹²

יבשת	מדינה	סטטוס פריסת תשתיות 5G במדינה
אירופה	נורבגיה	שתי ספקיות אינטרנט השיקו שירות 5G למעלה מעשר ערים.
	שווייץ	שתי ספקיות אינטרנט פעילות בתחום 5G. Swisscom פעילה היום ביותר מ- 50 ערים, ומתכננת לכסות 90% מהאוכלוסייה עד סוף שנת 2020. יצויין כי פריסה זו מתקיימת על אף האיסור שהוטל בשווייץ בשנת 2019 על השימוש בגלים מילימטריים
אמריקה	אורוגוואי	חברת Antel השיקה רשת 5G בחודש אפריל 2019.
	ארצות הברית	בשנת 2018-19, ארבע הספקיות הגדולות של טלפוניה סלולרית החלו לספק שירותי 5G. 'חד, הן מכסות אלפי ערים ומעל 200 מיליון תושבים בארה"ב.
אסיה	איחוד האמירויות	שתי ספקיות השיקו שירותי 5G במלך חודש יוני 2019.
	בחריין	בחריין הודיעה על השקת שירותי 5G בשנת 2019
	דרום קוריאה	באפריל 2019, שלוש ספקיות סלולר בדרום קוריאה השיקו את רשתות ה- 5G הראשונות. עד סוף 2019 הונחו כבר 100,000 תחנות בסיס. צפוי שסיום פריסת הרשתות יתרחש בשנת 2022 או 2023. עד אפריל 2020 הצטרפו יותר מ-76 מיליון מנויים לרשתות 5G.
	הודו	להודו קשיי תשתית רבים. חלק ניכר ממנויי הסלולר עדיין מצויים בטכנולוגיית 2G ולכן הודו לא צפויה להשיק את רשתות 5G לפני 2022. עם זאת, הודו השקיעה 76 מיליון דולר בתכנית מחקר ופיתוח והשיקה שתי תכניות אסטרטגיות - India's Smart Cities Mission ו-Digital India.

⁹² אלא אם צויין אחרת, מקור המידע בטבלה זו הוא:

Frédéric PUJOL, Carole MANERO, Basile Carle and Santiago REMIS. European Commission, [5G Observatory Quarterly Report 8 Up to June](#) 2020 p.29

יבשת	מדינה	סטטוס פריסת תשתיות 5G במדינה
	הונג קונג	שלוש ספקיות שירות השיקו שירות 5G באפריל 2020. ספקית רביעית, CMHK, הכריזה כי רשת 5G שלה מכסה 90% משטחי האי.
	יפן	ביפן תכננו את השקת רשתות 5G לאוגוסט 2020 במקביל לקיום האולימפיאדה (שנדחתה בעקבות מגיפת הקורונה). אחת החברות, Rakuten Mobile, תכננה קמפיין השקה לפיו 3 מיליון לקוחותיה יהיו פטורים מכל תשלום בשנה הראשונה לשימוש ב- 5G. בפועל, בחודש אפריל 2019, ממשלת יפן הקצתה תדרים לשלוש ספקיות סלולר ובחודש מרץ 2020 הספקיות השיקו שירותי 5G.
	כוויית	3 ספקיות הסלולר של כוויית החלו לספק 5G החל מחודש יולי, 2019.
	סין	ב-1 בנובמבר 2019, השיקו 3 ספקיות סלולר שירותי 5G. בעת ההשקה פעלו הספקיות בתוך 50 ערים. רשויות מקומיות דיווחו בעת זו כי הן מתכננות להקים 50,000 אנטנות עד סוף שנת 2019. משרד התעשייה וטכנולוגיית המדע של סין הכריז כי עד יוני 2020 הוצבו 250,000 אנטנות וכי עד לסוף 2020 ייפרסו 600,000 אנטנות שימשו מיליוני משתמשים.
	עומאן	הספקית Omantel השיקה בדצמבר 2019 שירותי 5G ב-17 ערים ואילו הספקית Ooredoo תספק שירותי 5G ב- שש ערים נוספות.
	ערב הסעודית	כבר בשנת 2018 קיבלו 3 ספקיות רישיונות ניסוי על מנת לנסות את הטכנולוגיה. מאז יוני 2019, שתי ספקיות מספקות שירותי 5G.
	קטאר	קטאר הייתה בין המדינות הראשונות לפרוס רשתות 5G ומאז 2019 שתי ספקיות סלולר מספקות שירותים אלו.
	תאילנד	במהלך חודש מרץ 2020 חברת AIS השיקה שירותי 5G והודיעה כי היא מתעתדת בתוך שנה להשקיע 290-430 אלף יורו בשדרוג רשתות 5G.

יבשת	מדינה	סטטוס פריסת תשתיות 5G במדינה
אוקיאניה	אוסטרליה	מאז אוגוסט 2018, הושקו רשתות 5G ביותר מ-50 ערים. אחת מספקיות האינטרנט, Optus, תכננה עד מרץ 2020 להקים 1200 תחנות בסיס. ספקית אחרת, Telstra, אמרה כי ראתה גידול משמעותי בצרכנים הפוטנציאליים שלה-מארבעה מיליון לשמונה מיליון לקוחות.
	ניו זילנד	הספקית Vodafone החלה בדצמבר 2019 לספק שירותי 5G בארבע ערים ברחבי ניו זילנד.
אפריקה	דרום אפריקה	במהלך חודש מאי 2020 החלה חברת Vodacom לספק שירותי 5G ביוהנסבורג, פרטוריה וקייפטאון.