



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

כתיבה: פרופ' שמואל חן | אישור: שירי ספקטור-בן ארי | עריכה לשונית: מערכת דברי הכנסת

תאריך: ג' באלול תש"ף, 23 באוגוסט 2020

סקירה

תוכן העניינים

1	תמצית.....	
4	מבוא	1.
4	עקרונות הפעולה של הטלפוניה הסלולרית והייחודיות של הדור החמישי (5G)	2.
7	קרינה סלולרית וקרינה מטלפוניה סלולרית בדור 5	3.
10	ההשלכות הבריאותיות של חשיפה לקרינה סלולרית	4.
16	עמדותיהם של גופי ממשל בעניין הסכנה הבריאותית בפריסת רשת ה-5G: מבט משווה	5.
19	רגולציה בנושא 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
27	נספח 1: סטטוס פריסת תשתיות 5G במדינות שונות (יוני 2020)	

תמצית

5G הוא הכינוי הנפוץ לרשתות הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית. הדור החמישי מאופיין במהירות גבוהה, וצפוי שקצב העברת הנתונים בו יהיה 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 מאוד, 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" מתאר ריבוי יישומים שמטרתם קישור והפעלה של פעילויות רבות במרחב הציבורי, כגון: תעבורה אוטונומית, ניהול ערים חכמות ובכלל זה איסוף אשפה מבוקר ועוד.

השינויים הטכנולוגיים שתוארו לעיל עשויים להשפיע על חשיפת האוכלוסייה לקרינה בלתי מייננת. הדעות חלוקות בעניין השפעת השימוש בטכנולוגיית הדור החמישי על היקף החשיפה לקרינה סלולרית. במסמך מובאות עמדות, בהן עמדת המשרד להגנת הסביבה, ולפיהן **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 החשיפה המקסימליים לקרינה סלולרית: 400–1,000 מיקרו-ואט לסמ"ר ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$). זהו "סף חשיפה בריאותי" שמעליו הקרינה נחשבת למסוכנת. המשרד להגנת הסביבה בישראל פועל על פי עקרון הזהירות המונעת (precautionary principle) בניסיון למזער ככל האפשר את חשיפת הציבור לקרינה. לפיכך, המשרד להגנת הסביבה בישראל אימץ סף מחמיר יותר מהסף שקבע ארגון הבריאות העולמי. **על פי הסף הישראלי, באזורים שבהם אנשים שוהים זמן ממושך, כגון סביבת מגורים ומשרדים, סף החשיפה לקרינה ממוקדי שידור לא יעלה על 10% מסף החשיפה הבריאותי, ובאזורים שבהם זמן שהייה קצר, כגון מדרכות וכבישים, סף החשיפה לא יעלה על 30% ממנו.**

השלכות בריאותיות של חשיפה לקרינה סלולרית

במסמך זה נסקרים מחקרים ומאמרים בנושא הקשר שבין חשיפה לקרינה סלולרית ובין תחלואה. על אף העובדה שההשלכות האפשריות של החשיפה לקרינה אלקטרומגנטית, המאפיינת בין השאר את פעולת הטלפוניה הסלולרית, נבחנו במחקרים רבים, חילוקי הדעות בדבר משמעות תוצאות מחקרים אלה נותרו בעינם. ביקורת על המחקרים ותוצאותיהם נבעה מטעמים שונים, החל בכשלים מתודולוגיים ותוצאות 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 (ובה גם הקרינה הסלולרית) כ"מסרטן אפשרי".

בעוד שחילוקי הדעות בנוגע להשלכות הבריאותיות של דורות 2, 3, ו-4 בטלפוניה הסלולרית נמשכות, ההשלכות הבריאותיות הפוטנציאליות של הדור החמישי, מטבע הדברים, טרם נחקרו ברובן. טענה מרכזית היא

שבחלק גדול מהמחקרים בשני העשורים האחרונים, שעליהם גם מבוססות הנחיות החשיפה לקרינה בלתי מייננת, נבחנו 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 לנוכח 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 בהם נבחן הקשר בין נזקים ביולוגיים לבין חשיפה לקרינה סלולרית. נזקים כאלו הם, 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 מבוססים בעיקר על ניסויי מעבדה וניסויים בבעלי חיים, והם אינם מחקרים אפידמיולוגיים.**

קיימת הסכמה מדעית כי יש קבוצות באוכלוסייה הנמצאות בסיכון גבוה יותר לתחלואה כתוצאה מחשיפה לקרינה אלקטרומגנטית. אלה הן בין השאר **ילדים ובני נוער, נשים בהיריון 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 מיוחד לאוכלוסיות רגישות לקרינה**. כך לדוגמה, אין מגבלה על הקמת תשתיות סלולריות בקרבת מוסדות חינוך. על פי המשרד להגנת הסביבה, **מגבלה שכזו אינה נחוצה**, ולא תהיה נחוצה גם לאחר שייפרסו תשתיות הדור החמישי, שכן סף החשיפה המחמיר מיועד להגן על כלל האוכלוסייה 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 אוכלוסייה הסובלת מרגישות יתר לקרינה אלקטרומגנטית – תסמונת שאין לה בהכרח הסבר טוקסיקולוגי או פיזיולוגי ברור, ובה הפרט סובל מתסמינים שונים שאפשר לייחס לחשיפה אקוטית או כרונית לקרינה אלקטרומגנטית. **יש חוסר הסכמה בין גורמים בתחום הבריאות בדבר הקשר הישיר בין החשיפה לקרינה לבין התסמינים שעליהם מדווחים הסובלים מהתסמונת, ובדבר המדיניות שיש לנקוט בהקשר זה**. מדינות רבות (לרבות ישראל) אימצו את עמדת ארגון הבריאות העולמי שלפיה רגישות לקרינה אלקטרומגנטית אינה נחשבת אבחנה רפואית, ולעומת זאת יש גופים ומדינות המכירים בצורך לתת מענה לאוכלוסייה זאת, בין השאר על ידי הכרה בתסמונת כנכות, ויצירת אזורים "נקיים מקרינה".

פריסת תשתיות הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית בעולם ובישראל

במסמך מובאת סקירה של מצב פריסת תשתיות ה-5G במדינות שונות בעולם בשנת 2020. כפי שיתואר בסקירה, מדינות רבות כבר החלו בתהליכי הפריסה של רשת ה-5G, אולם היקף הפריסה הנוכחי שונה בכל מדינה. במדינות מסוימות, כדוגמת מדינות האיחוד האירופי ודרום קוריאה, הוכנו תוכניות אסטרטגיות להקמת רשתות 5G, ובחלק מהמדינות נעשו שינויים רגולטוריים. על פי אסטרטגיית האיחוד האירופי, יש חשיבות לשיתוף הציבור בתהליך פריסת

הרשתות של 5G. במסמך מובאות גם דוגמאות למדינות, ובעיקר לרשויות מקומיות, אשר פריסת רשתות 5G בהן מתעכבת בגלל 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 שלוש שנים כל אחת מהן תסיים להקים 250 אתרים, דבר שיזכה אותן בתמריץ להקמת תשתיות בסך 200 מיליון ש"ח.

הרגולציה של הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית בישראל

נכון להיום, ברגולציה בישראל אין התייחסות מיוחדת 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 מיוחד לטכנולוגיית הדור החמישי. לדבריו, חוק הקרינה הבלתי מייננת וסף החשיפה המחמיר שקבע המשרד, בהתאם לעקרון הזהירות המונעת, נותנים מענה גם לנוכח רשת הדור החמישי.** את העמדה הזו, שלפיה הרגולציה הקיימת מספקת, אימץ גם משרד התקשורת, ובגינה **לא הוכנסו דרישות סביבתיות או בריאותיות במסמכי מכרז 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 על רמות החשיפה בשלבים השונים של פריסת תשתיות הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית, מתוך התייחסות למאפיינים הייחודיים לטכנולוגיית ה-5G** (ובהם ריבוי מקורות קרינה, יישום טכנולוגיית הטיית אלומות, השלכות הפריסה במקביל של תשתיות הדור הרביעי עם טכנולוגיית הדור החמישי), **והתאמתן של רמות החשיפה לעקרון הזהירות המונעת.** במקביל המליץ משרד הבריאות להקים "ועדה בין-משרדית 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". **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
על נושא הקרינה
הסלולרית ועל
ההשלכות
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 תוזכר ביקורת שעניינה הצורך בהרחבת תחומי המחקר בנושא הקרינה הסלולרית כך שיבחנו גם את המאפיינים 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. פרק אחד יוקדש לרגולציה הנהוגה בישראל בתחום הקרינה הסלולרית, ולשאלה בדבר הצורך בשינוי הרגולציה בשל הפריסה הצפויה של תשתית ה-5G.

פריסת תשתית ה-5G בעולם אומנם עודנה בראשיתה, אולם היא מתקדמת בקצב הולך ועולה בשנה האחרונה, כפי שיתואר בפרק האחרון, העוסק בפריסת תשתיות ה-5G בישראל ובמדינות אחרות.

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 השם "תקשורת סלולרית". התאים משיקים זה לזה בפעילותם, עם חפיפה קלה ביניהם, ויוצרים רצף של כיסוי תקשורת.

בתאים נעשה שימוש בגלי רדיו בתדרים שונים. התחום הכולל של גלי הרדיו נמצא בתדרים בין 3 KHz ל-300 GHz או אורכי גל מ-100 ק"מ ועד 1 מ"מ.¹ מערכת הטלפונים (הסלולרית)

¹ תדרי הרדיו נמדדים ביחידות של הרץ (Hz), המבטא את מספר מחזורי גל הרדיו ביחידת זמן. היחידה "הרץ" היא מספר מחזורי הגל בשנייה. ככל שאורך הגל גדול יותר התדר הוא נמוך יותר, וככל שאורך הגל קטן יותר התדר גבוה יותר.

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

משתמשת במספר תדרים מוגדר בכל תא. כל תדר עשוי לאכלס מספר מסוים של משתמשים. טכנולוגיה זו נועדה לאפשר מספר גדול של משתמשים בו בזמן. עם זאת, כיוון שמספר התדרים בכל תא מוגבל, גם מספר המשתמשים בתוך כל תא מוגבל. תאים סמוכים משתמשים בתדרים שונים כדי למנוע הפרעה בין-תאית.²

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

עד כה, בדורות הראשונים ובדור הרביעי, הטלפוניה הסלולרית נועדה לתמוך בעיקר בקשרי טלפון בין בני אדם ובהפעלת אפליקציות בסביבת אינטרנט, ואילו הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית נועד לשתי מטרות עיקריות: 1. לשפר את פעילות הטלפונים הסלולריים ותעבורת הנתונים הן בתחום האפליקציות והן מבחינת מהירות העברת וידיאו; 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. אפשר לציין לדוגמה את הבתים החכמים ואת הערים החכמות, שבהן תחומים כמו איסוף אשפה ותחבורה מתנהלים באופן אוטומטי או אוטונומי. גם נסיעתן הבטוחה של מכוניות אוטונומיות עשויה לפעול באמצעות האינטרנט של הדברים, ולמעשה, צפוי שחלק ניכר מחיינו בעתיד יתנהל 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 20,000
מיליון ביט (bit)
בשנייה והעלאת
נתונים בקצב שיא של
10,000 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 בקיבולת של הרשת וביכולתה לתמוך בסוגים שונים של שירותים. ההבדלים הם, בין השאר, אלה:

א. **קצב העברת מידע:** בדור 5 קצב העברת המידע צפוי להיות גדול פי אלף ויותר מאשר בדור הרביעי – הורדת נתונים בקצב שיא של 20,000 מיליון ביט (bit) בשנייה והעלאת נתונים בקצב שיא של 10,000 מיליון ביט בשנייה. יכולת זו קרויה (Enhanced Mobile Broadband) EMBB או

² מרכז תנועת, פריסת אנטנות סלולריות: כיסוי מרחבי, כניסה: 17 ביוני 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 כדי לאפשר את הגדלת הקיבולת ויכולת השימוש בפס רחב ובשיהוי נמוך.

פס רחב נייד משופר, ובאמצעותה אפשר לספק מהירויות גבוהות עבור יישומים כגון גישה לאינטרנט, שיחות ועידה בווידאו, מציאות מדומה (VR) ומציאות רבודה (AR).

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

ג. **תמיכה בתקשורת בין מספר עצום של רכיבים - Massive IoT:** הטלפוניה הסלולרית של דור 5 תאפשר ליצור מיליארדי חיבורים בין מקומות שונים ברשת, שבאמצעותם ייעשו 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 לפחות במיליון אמצעי קצה (טלפונים ניידים) בשטח של קילומטר מרובע אחד.

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.

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

בהתאם לפונקציות המשתנות, גם **המרכיבים הפיזיים של רשת דור 5** יהיו שונים. מכיון שרשת דור 5 מתבססת על שימוש בתדרים גבוהים באורכי גל נמוכים, **המרחק בין האנטנות יהיה קטן יותר**. יתקיים שילוב של אנטנות גדולות מהדורות הקודמים יחד עם **ריבוי של אנטנות בסיס קטנות יותר שהמרחקים ביניהן יהיו קטנים** (כמה מאות מטרים בין בסיס לבסיס). נוסף על כך, בתאים הסלולריים של דור 5 תיושם **טכנולוגיית "הטיית אלומות" (beam steering)** שמאפשרת העברת מידע ישירה בין האנטנה לבין מכשיר הקצה הסלולרי, זאת לעומת שידור "רחב" ולא ממוקד הנעשה כיום מאנטנות דור 3 ודור 4. זאת ועוד, מכיון 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

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, מכתב תשובה על פניית מרכז המחקר והמידע של הכנסת, 31 באוקטובר 2019.

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

3. קרינה סלולרית וקרינה מטלפוניה סלולרית בדור 5

קרינה היא אנרגיה הנעה בתווך כלשהו בצורת גלים או חלקיקים. מכיוון שהקרינה מתפשטת בצורת גלים אפשר למדוד את אורך הגל ואת תדירותו, כלומר את מספר הפעמים שהגל נע בשנייה. **ככל שאורך הגל גדול יותר, כך התדר שלו קטן יותר ולהפך.** קרינה בעלת אורך גל קטן יותר תהיה בתדר גבוה יותר. **קרינה בתדרים גבוהים יותר היא בעלת אנרגיה גדולה יותר.**



הקרינה הלא-מייננת שייכת לתחום התדרים הנמוכים יותר ביחס לקרינה המייננת. בסוגי הגל השייכים לתחום הקרינה הבלתי מייננת נכללים, בין השאר, גלי הרדיו וגלי המיקרו (ובהם גם תקשורת סלולרית ו-Wi-Fi). ככלל, הקרינה הבלתי מייננת נכללים, בין השאר, גלי הרדיו וגלי המיקרו (ובהם גם תקשורת סלולרית ו-Wi-Fi). ככלל, הקרינה הבלתי מייננת נחשבת למסוכנת פחות מהקרינה המייננת.

את הקרינה האלקטרומגנטית (ראו תרשים לעיל)⁸ אפשר לחלק לשני טיפוסים קרינה: קרינה לא מייננת וקרינה מייננת. הקרינה הלא מייננת שייכת לתחום התדרים הנמוכים יותר, בעלי אנרגיה נמוכה ביחס לקרינה המייננת. בסוגי הגל השייכים לתחום הקרינה הבלתי מייננת נכללים, בין השאר, גלי הרדיו וגלי המיקרו (ובהם גם תקשורת סלולרית ו-Wi-Fi). אין בכוחה של קרינה זו לגרום לשחרור של אלקטרון מן האטום או מן המולקולה שבחומר שעליו היא קורנת. **ככלל, הקרינה הבלתי מייננת נחשבת למסוכנת פחות מהקרינה המייננת.**

לעומת הקרינה הבלתי מייננת, הקרינה המייננת פעילה בתדרים הגבוהים יותר (אולטרא-סגול, קרינת X וקרינת גמא). כמו כן, היא בעלת אנרגיה גבוהה יותר ועלולה 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 לקרינה בלתי מייננת, שכאמור, מסוכנת פחות מהקרינה המייננת. עם זאת, בשנים האחרונות, השיח הציבורי בדבר השלכות בריאותיות וסביבתיות שליליות של הקרינה האלקטרומגנטית הולך**

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

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

במשרד להגנת
הסביבה סבורים כי
חשיפת האוכלוסייה
לקרינה סלולרית
עשויה דווקא
להצטמצם.

וגובר, על רקע חילוקי הדעות בין גופי המחקר והאקדמיה בנוגע לכך.¹⁰ נושא זה יידון ביתר הרחבה בפרק 4 במסמך זה.

החששות מקרינה בלתי מייננת מתגברים כאשר מדובר בפריסת רשת 5G, שכן, כאמור לעיל, מדובר ברשת בעלת מאפיינים של תדרים גבוהים יותר ופריסת אנטנות רבות יותר. נוסף על כך, קצב העברת הנתונים הגבוה ברשת ה-5G וכן הפריסה הנרחבת של אנטנות הנחוצה לשם כך, עלולים להיות כרוכים בכמות מצטברת גבוהה יותר של קרינה סלולרית.

פרופ' סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, וכן גורמים נוספים באגף,¹¹ סבורים כי חשיפת האוכלוסייה 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 מאוד בשל התווך האלחוטי הקצר ביניהם, וכתוצאה מכך צפוי שגם החשיפה לקרינה תהיה נמוכה באופן יחסי. נוסף על כך, כיום, האנטנות הממוקמות מחוץ לבניינים משדרות בהספקי שידור גבוהים כדי 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 מתוך 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, וכך יפחת משך החשיפה לקרינה. יצויין 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

¹⁰ Russell, Cindy L., [5G wireless telecommunications expansion: Public Health and environmental implications](#), *Environmental Research* 165, August 2018, pp. 484-495; [Environmental Health Trust](#), accessed: August 4th 2020; אתר המשרד להגנת הסביבה, [קרינה בלתי מייננת](#), כניסה: 4 באוגוסט 2020; אתר עמותת רגישות לקרינה ישראל, כניסה: 4 באוגוסט 2020.

¹¹ גיל כהן, ראש תחום קרינה בלתי מייננת במשרד להגנת הסביבה, מכתב אל נתנאל כהן, מנכ"ל משרד התקשורת, 12 בפברואר 2019; סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, פגישה, 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. ולהפך, ככל שהטלפון הנייד רחוק יותר מתחנת הבסיס, נדרשת השקעת אנרגיה גדולה יותר לצורך ביצוע הפונקציות התקשורתיות, ההספק גדל וכך גם הקרינה הסלולרית.

הוועדה הבין-לאומית להגנה מפני קרינה בלתי מייננת (ICNIRP) של ארגון הבריאות העולמי (WHO) קבעה סף בריאותי של 1000-400 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 מדרכות וכבישים, סף החשיפה לא יעלה על 30% ממנו.

הגלישה בדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית יגרמו דווקא לעלייה בשימוש באינטרנט, ולכן בסופו של דבר כמות הקרינה הכוללת הנובעת מהשימוש בטלפוניה בדור החמישי תהיה גדולה יותר בהשוואה למצב הנוכחי.¹³

ד. בדור החמישי נעשה שימוש באנטנות מסוג Massive MIMO antenna, המאפשרות שימוש באלומה צרה ומדויקת לכיוון מכשירי הקצה, ואילו האנטנות המשמשות בטכנולוגיות הקודמות משדרות באלומה רחבה וחושפות אזורים נרחבים לקרינה שלא לצורך. **לאנטנות של הדור החמישי יעילות אנרגטית גבוהה המפחיתה מאוד את החשיפה לקרינה.**

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

בהקשר זה יצוין 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 בנוגע להתמודדות עם ההשלכות הסביבתיות והבריאותיות של הקרינה. בשנת 1998 פרסם הארגון את הנחיותיו בדבר חשיפה סביבתית לקרינה בלתי מייננת, ובהן נקבע **סף בריאותי של 1000-400 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 נוגע 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), ומבקש למזער ככל הניתן את חשיפת הציבור לקרינה.¹⁵ לפיכך, המשרד להגנת הסביבה בישראל אימץ **סף מחמיר יותר** מהסף שקבע ארגון הבריאות העולמי. על פי **הסף הישראלי, באזורים שבהם אנשים שוהים זמן ממושך, כגון סביבת מגורים ומשרדים, סף החשיפה לקרינה ממוקדי שידור לא יעלה על 10% מסף הקרינה הבריאותי שקבעה ICNIRP**

¹³ ד"ר יעל שטיין, בית החולים הדסה עין כרם, שיחה, 26 בפברואר 2020.

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

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

(כלומר, $40-100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$), ובאזורים שבהם זמן השהייה קצר, כגון מדרכות וכבישים, סף החשיפה לא יעלה על 30% ממנו.¹⁶

4. ההשלכות הבריאותיות של חשיפה לקרינה סלולרית

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

בפרק זה יוזכרו מחקרים ומאמרים שבהם נבחנה ההשפעה הבריאותית של חשיפה לקרינה סלולרית. חשוב להדגיש כי מדובר במאמרים מרכזיים שצוטטו 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 שבבסיסם.

בשנים האחרונות התפרסמו תוצאות של מגוון עבודות מחקר, נרחבות ונקודתיות כאחד, שבהן נבחנו ההשלכות הבריאותיות של החשיפה לקרינה סלולרית, ובפרט על היארעות גידולים סרטניים מסוגים שונים בחיות מעבדה. נציין לדוגמה את תוכנית המחקר הטוקסיקולוגית הלאומית של ארה"ב,¹⁷ ואת תוכנית 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

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

¹⁶ המשרד להגנת הסביבה, טווחי זהירות ורמות חשיפה מרביות מותרות לעניין קרינה בתדרי רדיו, 2009, עמ' 4; מרכז תנועה, המלצות לגבי החשיפה לקרינה בלתי מייננת מאנטנות סלולריות בישראל, כניסה: 6 בנובמבר 2018.

¹⁷ בתוכנית המחקר הטוקסיקולוגית נעשתה סדרת מחקרים שמטרתה הייתה לבחון השפעות קרינה סלולרית של טלפונים מהדור השני והדור השלישי של הטלפוניה הסלולרית על בריאותם של עכברים וחולדות ולבחון אם הקרינה משרה סרטן בבעלי חיים אלו. בנובמבר 2018, לאחר עשר שנים של מחקר ועיבוד הממצאים, פורסמו תוצאות המחקר. נמצאו תוצאות ודאיות המעידות שהקרינה יצרה גידולים ממאירים שונים בזכרי חולדות. לגבי חולדות נקבות ועכברים (זכרים ונקבות) הממצאים היו שנויים במחלוקת, כלומר לא היה אפשר לקשור בין הימצאות הגידולים לבין הקרינה הסלולרית. חשוב לציין שנמתחה ביקורת על המתודולוגיה של המחקר ועל הרלוונטיות שלו, שכן הקרינה שנבחנה בו מאפיינת את מכשירי דור 2 ודור 3 ואילו כעת המכשירים חדשים יותר. החוקרים השיבו על טענה 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, pp. 4-5.

¹⁸ בקבוצה של מחקרים שערכו חוקרים במכון Ramazzini שבאיטליה, החוקרים חשפו בעלי חיים למנות הולכות וגדלות של קרינה עד לרמה של 19 שעות קרינה ביום. במקרים שבהם ניתנה מנת 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 אם 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

ההשלכות האפשריות של החשיפה לקרינה אלקטרומגנטית, המאפיינת בין השאר את פעולת הטלפוניה הסלולרית, נבחנו במחקרים רבים, **אולם חילוקי הדעות בדבר משמעות התוצאות של מחקרים אלה נותרו בעינם**. ביקורת על המחקרים ותוצאותיהם נבעה מטעמים שונים, החל בכשלים מתודולוגיים ותוצאות 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 שאינה חשופה לקרינה כלל. כמו כן, ייתכן מאוד שהשלכות הקרינה מושפעות מגורמים מתערבים רבים ושונים. נוסף על כך, מי שנולדו בשני העשורים האחרונים הם הדור הראשון של חשיפה לקרינה אלקטרומגנטית בתדרים הרלוונטיים במשך כל תקופת החיים. לפיכך, יתכן שחלק מההשלכות הבריאותיות יבואו לידי ביטוי רק בעוד שנים.²¹

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

לאחרונה קבע הארגון כי כיוון שבשנים האחרונות חלה התפתחות מחקרית 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 הדור השני, השלישי והרביעי בטלפוניה הסלולרית נמשכים, **ההשלכות האפשריות של הדור החמישי, על מאפייניו השונים, מטבע הדברים טרם נחקרו ברובן.**

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")

סוגי הסרטן שנבדקו. לגבי סוגי מסויימים החוקרים ציינו כי זמן החביון של המחלה 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.

²¹ Russell, Cindy L., [5G wireless telecommunications expansion: Public Health and environmental implications](#), *Environmental Research*, August 2018, pp. 484–495.

²² International Agency for Research on Cancer (IARC), World Health Organization, [IARC classifies radio frequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans](#), May 31ST 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.

טענה מרכזית היא שחלק גדול מהמחקרים שנעשו בשני העשורים האחרונים, שעליהם מבוססות ההנחיות בדבר חשיפה לקרינה בלתי מייננת, כפי שתוארו לעיל, התבססו בעיקר על השפעה של חשיפה קצרת טווח לקרינה על ספיגת האנרגיה של הגוף, שהתבטאה בהתחממות רקמות. יש חוקרים הטוענים 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 לדון בשני סוגים מרכזיים של השלכות הקרינה הבלתי מייננת על הבריאות: האחד, השלכות בריאותיות הנגרמות **מהתחממות הרקמות** שנמצאות ליד המכשיר הסלולרי. רמת החשיפה נמדדת באמצעות $SAR - Specific Absorption Rate$ מ TD , הספיגה הסגולי, המתאר את כמות האנרגיה הנספגת ליחידת מסה של חומר ביולוגי (לדוגמה: גוף האדם).²⁵ החיסרון במדד ה- SAR הוא שהוא מודד רק נזקי התחממות בחשיפה 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.

במאמר סקירה שכתבה סינדי ראסל בשנת 2018²⁷ נסקרו סוגיות מרכזיות במחקר המצטבר בנושא ההשלכות הבריאותיות של הקרינה הסלולרית, ובפרט ההשפעות הביולוגיות. הכותבת עוסקת גם בהשלכות הבריאותיות האפשריות של הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית, ומציינת 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, שלפיה נזקה היחיד של הקרינה הלא מייננת הוא החימום הנובע מהקרינה. היא מציינת שבניגוד לגישה זו, מדענים מתחומי הכימיה והביולוגיה גילו מנגנונים של פגיעה בתאים הנגרמת על ידי קרינה לא מייננת גם כשלא כרוכה בה פליטת חום. כך, היא מצטטת מחקרים המצביעים על נזקים ביולוגיים הנובעים מהקרינה הלא-מייננת ולא מאלמנט החימום שלה. נזקים כאלו הם, בין השאר, פגיעה בשלמות החומר הגנטי - DNA, פגיעה בממברנות התא (קרומ

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

²⁵ אתר המשרד להגנת הסביבה, https://www.gov.il/he/Departments/Guides/radio_frequency_radiation?chapterIndex=3
²⁶ השפעות ביולוגיות הן השפעות על התהליכים הביולוגיים של הגוף, כגון תהליכים פיזיולוגיים, ביוכימיים ומטבוליים (תהליכי חילוף חומרים) או השפעות שגורמות לשינויים בחומר התורשתי שבתאים - DNA ו-RNA.

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

ההשלכות הפוטנציאליות של הדור החמישי, על מאפייניו השונים, מטבע הדברים טרם נחקרו ברובן. יש חוקרים הטוענים שלנוכח הפריסה העתידית של רשת ה-5G, יש צורך בהרחבת הבחינה של השפעות ביולוגיות אפשריות של החשיפה לקרינה.

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

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

התא), פגיעה בביטוי הגנטי ובסינתזת חלבונים, פגיעה בנוירונים, פגיעה בזרע ובמערכת החיסון. עבודות אחרות מצביעות על פגיעה בפוריות וכן על שינויים ניווניים במערכת העצבים. ראסל מצביעה גם על עבודות המראות נזק לעצים, לעולם החי ולטבע בכלל.²⁸

מהסקירה של ראסל ומסקירות אחרות²⁹ עולה כי גורם מרכזי לנזק הביולוגי הוא **חמצון של הרקמות**.³⁰ כך למשל, איגור יאקימנקו ועמיתיו סקרו כ-100 עבודות ומצאו שב-93 מהן נמצא שקרינת רדיו לא מייננת גרמה להופעה יתרה של גורמים מחמצנים, שעלולה לגרום לנזקים כאלה ואחרים בתאים. כמו כן קיים קשר בין נזקי חמצון לבין התפתחות מחלות כרוניות והופעת סוגים מסוימים של סרטן.³¹

חשוב לציין שהמחקרים בתחום ההשפעה הביולוגית של קרינה בלתי מייננת מתבססים בעיקר על ניסוי מעבדה וניסויים בבעלי חיים, וזאת בניגוד למחקרים אפידמיולוגיים, שבהם בוחנים קשר בין חשיפה לגורם סיכון לבין תחלואה באוכלוסייה. כמו כן, ייתכן שתוצאותיהם של חלק מהמחקרים עדיין ראשוניות או שנויות במחלוקת.³²

בכינוס שהתקיים בפברואר 2020 בחוג למדיניות ציבורית באוניברסיטת תל אביב, ועסק בקרינה סלולרית וקרינה מרשתות אלחוטיות,³³ הוצגו מחקרים ממדינות שונות שבחנו מנגנונים נוספים שעשויים לגרום לנזקים ביולוגיים כתוצאה מחשיפה לקרינה. אחת העבודות הייתה של החוקרים יורי פלדמן, נועה בצלאל ופול בן ישי, שהראו שאפשר להתייחס **לעור** כאל איבר שיש בו מיליוני "אנטנות". ה"אנטנות" הן החלק הסלילי של בלוטות הזיעה, ובעבודה זו הוכח כי יש להן יכולת הולכה אלקטרומגנטית. על פי החוקרים, **הדבר משמעותי במיוחד באורכי גל מילימטריים, האופייניים לטלפוניה הסלולרית בדור החמישי**, שחודרים לשכבה העליונה של העור אך

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 Miroslava Karaboytcheva, [Effects of 5G wireless communication on human health](#), EPRS: European Parliamentary Research Service, Members' Research Service, PE646.172, February 2020; Russell, Cindy L., [5G wireless telecommunications expansion: Public Health and environmental implications](#), *Environmental Research* 165, August 2018, pp. 484-495.

³⁰ חמצון הוא תגובה כימית שבה 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.

³¹ Yakymenko et al., [Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity radiofrequency radiation](#), *Electromagnetic Biology and Medicine* 35(2), 2016, pp. 186–202.

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

³³ 2020 Expert Forum: Wireless and Cellphone Radiation and Public Policy, Department of Public Policy, Tel Aviv University, February 10th–11th 2020.

אפשר לקרוא את חוברת התקצירים של הכינוס [פה](#), ולראות את תצלומי הוידאו של הכנס [פה](#).

בסקירה של הפרלמנט האירופי נטען כי מכיוון שטכנולוגיית 5G לא נוסתה מעולם, ייתכן שיש טעם בנקיטת גישה זהירה בכל הנוגע ליישום רחב היקף שלה.

עלולים להמשיך את ההולכה האלקטרומגנטית אל הגוף פנימה באמצעות ה"אנטנות" 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 שטכנולוגיית ה-5G עלולה להשפיע על בריאותם של בני אדם, צמחים, בעלי חיים, חרקים וחיידקים, ומכיוון ש-5G היא טכנולוגיה שלא נוסתה מעולם, ייתכן שיש טעם בנקיטת גישה זהירה בכל הנוגע ליישום רחב היקף שלה.**

ארגון הבריאות העולמי הצהיר בפברואר 2020 כי לעת עתה לא ידוע כל נזק בריאותי שעלול להיגרם מקרינה סלולרית של הדור החמישי, וכל עוד נשמרים ערכי החשיפה המותרים לא צפוי נזק בריאותי. עם זאת הודגש הצורך בקידום המחקר בתחום זה, והוגדרו צעדים אופרטיביים לשם כך.

ארגון הבריאות העולמי ציין אף הוא את הצורך בקידום המחקר ובגיבוש הידע בתחום הקרינה הסלולרית וההשלכות הבריאותיות של טכנולוגיית ה-5G, לאורך שלבי הפריסה של הטכנולוגיה. בדף שאלות ותשובות שפרסם בפברואר 2020³⁶ הצהיר הארגון כי **לעת עתה לא ידוע כל נזק בריאותי שעלול להיגרם מקרינה סלולרית של הדור החמישי, וכל עוד נשמרים ערכי החשיפה המותרים, לא צפוי נזק בריאותי.** עם זאת הארגון פועל בכמה דרכים לקידום המחקר וגיבוש גוף הידע בתחום זה:

1. הארגון מקיים סקר סיכוני בריאות הכרוכים בחשיפה לתדרי רדיו, כולל אלו של 5G. הסקר יפורסם בשנת 2022.
2. עם פריסת רשתות 5G ועם הצטברות מידע זמין יותר, הארגון יסקור את המידע המדעי העדכני בדבר סיכוני בריאות הנובעים מחשיפה ל-5G.
3. הארגון ייסד בשנת 1996 את פרויקט (EMF) International Electromagnetic Fields שמטרתו לחקור את ההשפעות הבריאותיות של חשיפה לקרינה אלקטרומגנטית, כולל תדרי 300GHz, שהם תדרים בשירות הטכנולוגיה הסלולרית בדור החמישי.

³⁴ Betzalel et al., "The Modeling of the Absorbance of Sub-THz Radiation by Human Skin", IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology 7(5), September 2017 pp. 521–528; Betzalela et al., A sub-THz receiver: Does 5G pose a danger to it or not? *Environmental Research* 163, May 2018, pp. 208–216; Kochnev et al., "Human sweat ducts as helical antennas in the sub-THz frequency", Terahertz Science and Technology 11(2), June 2018, pp 43–56.

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

³⁶ <https://www.who.int/westernpacific/news/q-a-detail/5g-mobile-networks-and-health>, accessed: August 18th 2020.

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.

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 של עקרון הזהירות המונעת חשוב לציין כי יש **אוכלוסיות אשר רגישותן להשפעות קרינה אלקטרומגנטית גבוהה יותר לעומת כלל האוכלוסייה**. 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 ובהם קרינה אלקטרומגנטית הן, בין השאר, ילדים ובני נוער, נשים בהיריון וחולים במחלות כרוניות**. על פי האתר, "החשש מהשלכות בריאותיות וחברתיות מתגבר כשמדובר בילדים ובני נוער [...] התחלקות התאים 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 שבה נקבע, בין השאר, כי יש הסכמה כללית שילדים הם אוכלוסייה פגיעה או רגישה במיוחד לקרינה משדות אלקטרומגנטיים. במאי 2011 פרסמה מועצת אירופה דוח ובעקבותיו החלטה בנושא "הסיכונים האפשריים משדות אלקטרומגנטיים והשפעתם על הסביבה". באחת ההמלצות המובאות בהחלטה מודגש 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 הם במיוחד נתונים בסיכון ללקות בגידולים סרטניים בראש".⁴⁰

עוד חשוב להזכיר בהקשר של אוכלוסיות רגישות את הסובלים מתסמונת רגישות היתר **לאלקטרומגנטיות (EHS - Electromagnetic Hypersensitivity)**. רגישות יתר לקרינה אלקטרומגנטית היא תסמונת שאין לה בהכרח הסבר טוקסיקולוגי או פיזיולוגי ברור, ואצל האדם

³⁷ להרחבה בנושא עמדתם של ארגונים בין-לאומיים ומדינות בנושא ההשלכות הבריאותיות של הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית, ראו גם: מרכז תנודע, דור 5 (5G) התייחסות ארגונים ומדינות בעולם לשאלת הסיכון הבריאותי, כניסה: 19 באוגוסט 2020.

³⁸ בשנת 2013 הוקם בישראל, בעקבות החלטת ממשלה, מרכז תנודע, מיסודם של משרד המדע והמשרד להגנת הסביבה. תנודע הוא מרכז ידע לאומי בנושא קרינה בלתי מייננת והשפעותיה על בריאות הציבור, 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. כמו כן, המרכז מסייע למשרד הבריאות במתן מענה לציבור הרחב בכל הקשור להנגשת הידע בתחום ההשפעות הבריאותיות האפשריות של החשיפה לקרינה בלתי מייננת והשימוש בטכנולוגיות פולטות קרינה.

³⁹ מרכז תנודע, שימוש בטלפונים סלולריים: השלכות בריאותיות, עודכן: 17 ביוני 2014, כניסה: 20 באוגוסט 2020.

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

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

הסובל ממנה מופיעים תסמינים שונים (ובפרט תסמינים הקשורים למערכת העצבית)⁴¹ שאפשר 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 שעליהם מדווחים הסובלים מהתסמונת. לדוגמה, משרד הבריאות בישראל מאמץ את עמדת ארגון הבריאות העולמי שלפיה רגישות לקרינה אלקטרומגנטית אינה נחשבת אבחנה רפואית ולא ברור כי התופעה מבטאת בעיה רפואית בודדת. לעומת זאת, לדברי ד"ר יעל שטיין, רופאה מבית החולים הדסה עין כרם, אשר מטפלת גם בחולים המדווחים תסמינים התואמים את תסמונת ה-EHS ומאובחנים כסובלים ממנה, יש כיום בעולם הכרה בצורך לתת מענה לאוכלוסייה זו. כך, לדבריה, בשבדיה התסמונת מוכרת כנכות.⁴² גם בהחלטת מועצת אירופה מ-2011 שהוזכרה לעיל הוצע להתייחס באופן מיוחד לאנשים שיש להם "רגישות אלקטרומגנטית", הסובלים מתסמונת של היעדר סבילות לשדות אלקטרומגנטיים, ולנקוט צעדים כדי להגן עליהם, כולל יצירת אזורי נטולי קרינה שאינם מכוסים ברשתות אלחוטיות.⁴³ לפי תפיסתה של ד"ר שטיין, כאשר דנים בהקמתה של רשת סלולרית בדור החמישי, חשוב מאוד להביא בחשבון את החולים בתסמונת רגישות היתר לאלקטרומגנטיות ולנסות לפעול להפחתת סבלם ככל שאפשר.⁴⁴

5. עמדותיהם 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 בסקירה תוארו בקצרה עמדות של מדינות נבחרות (ניו זילנד, אוסטרליה, קנדה, בריטניה, הולנד, גרמניה, ארצות הברית ושווייץ) בסוגיות כגון ההשלכות הבריאותיות של רשת ה-5G, הצורך במחקר בדבר ההשלכות הבריאותיות וניטור הקרינה, ומגבלות התדרים שישמשו את טכנולוגיית ה-5G בטווח הקצר והארוך. על פי אתר

⁴¹ התסמינים המדווחים הם 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. תסמינים נוספים הם עיבוי גידים, הגדלה של בלוטות הלימפה, שינוי קצב הלב, פעימות לב מוקדמות, קוצר נשימה, יובש בעיניים, תחושות טעם מוזרות וכאבים במקומות שונים.

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

⁴² ד"ר יעל שטיין, בית החולים הדסה עין כרם, שיחה, 26 בפברואר 2020.

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

⁴⁴ ד"ר יעל שטיין, בית החולים הדסה עין כרם, שיחה, 26 בפברואר 2020.

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

על פי אתר תנודע, העמדה הרווחת בחלק מהמדינות היא כי על פי הידע המדעי הקיים אין הוכחה להשלכות בריאותיות לבני אדם מקרינה הנגרמת משימוש בתדרי רדיו בטכנולוגיית דור 5, וכי מגבלות החשיפה שהמדינות קיבלו על עצמן מספקות גם בהינתן התדרים שישתמשו בהם בדור 5, וכי

תנודע, מהסקירה עולה כי ברוב המדינות שנסקרו, העמדה הרווחת בנושא ההשלכות הבריאותיות של טכנולוגיית ה-5G היא זו: 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 שישתמשו בהם בדור 5, שכן גם אם תהיה עליה מסויימת ברמת החשיפה הכללית כתוצאה מיישום טכנולוגיית דור 5, הרי היא 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 מחמירה יותר מאלה שבשאר מדינות אירופה (וגם מחמירה יותר מאשר בישראל). על פי דוח המועצה הפדרלית שקבעה את מגבלות הקרינה, נכון לזמן כתיבת הדוח, התדרים הזמינים ל-5G זהים 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 טכנולוגיית דור 5. על פי המכון, אף שרמות החשיפה לקרינה הצפויות מאנטנות דור 5 הן פחותות מסיפי החשיפה המומלצים, עדיין צפויה עלייה במספר מקורות הקרינה ובהיקף תעבורת הנתונים. לפיכך, "עדיין לא ניתן להעריך באיזו מידה תשתנה החשיפה ביחס למגבלות הקיימות". כמו כן, עדיין שורר 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 בסקירה שפורסמה באתר תנודע מוצגות מדינות מעטות בלבד, ואין בידינו מידע המסביר מדוע נסקרו דווקא מדינות אלו. זאת ועוד, המידע הוא על עמדות של מדינות (לרוב – של רשויות פדרליות להגנה מפני קרינה). עם זאת, כפי שיתואר להלן, יש גם מקרים של התנגדות של גופי ממשל, **בעיקר ברמה האזורית והמקומית**, אשר הגבילו את פריסת רשת ה-5G בשטחן ועיכבו אותה בשל החששות מהשפעת הטכנולוגיה על הבריאות, או ביקשו לקבל מידע מגופים מוסמכים בנושא ההשלכות הבריאותיות של רשת ה-5G. להלן כמה דוגמאות לכך:

⁴⁶ מרכז תנודע, עמדות מדינות נבחרות לשאלת הסיכון הבריאותי בהטמעת טכנולוגיית דור 5 – שווייץ, עודכן: 17 במאי 2020, כניסה: 22 באוגוסט 2020.

⁴⁷ מרכז תנודע, עמדות מדינות נבחרות לשאלת הסיכון הבריאותי בהטמעת טכנולוגיית דור 5 – הולנד, עודכן: 17 במאי 2020, כניסה: 22 באוגוסט 2020.

ארצות הברית

יחד עם הדיווחים על פריסה נרחבת של רשתות 5G בארה"ב נשמעים גם דיווחים על התנגדות הולכת וגוברת לרשתות. רוב ההתנגדויות מלוות בבקשה לבחון את הטכנולוגיה קודם יישומה כדי לוודא את בטיחותה ולמנוע נזקים בריאותיים.

הארגון האמריקני העוסק בבריאות וסביבה, Environmental Health Trust, סוקר חלק מההתנגדויות.⁴⁸ לדוגמה, פרלמנט מדינת ניו המפשייר שבארה"ב העביר ביוני 2019 הצעת חוק ובה דרישה להקים ועדה שתבחן את ההשלכות הבריאותיות והסביבתיות של הקמת רשת 5G בדגש על השפעה בריאותית על קבוצות רגישות כגון ילדים, עוברים, קשישים ואנשים עם מחלות רקע. חברי הוועדה יהיו 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 טכנולוגיית ה-5G. הפרלמנט במדינת אורגון העביר החלטה דומה, ולפיה 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 ה-5G.⁵¹

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

- ב-7 במאי 2020 העיר איסטון (Easton) שבמדינת קונטיקט החליטה לעצור פריסת רשתות 5G עד לסוף שנת 2020, כדי לאפשר למידה של הסיכונים הכרוכים ברשת 5G.⁵³

⁴⁸ [Environmental Health Trust](#), accessed: August 6th 2020.

⁴⁹ [New Hampshire House Bill 522, establishing a commission to study the environmental and health effects of evolving 5G technology](#), July 7th 2019, accessed: August 6th 2020.

⁵⁰ <https://legiscan.com/LA/text/HR145/2019>, accessed: August 18th 2020.

⁵¹ <https://olis.leg.state.or.us/liz/2019R1/Downloads/MeasureDocument/SB283>, accessed: August 18th 2020.

⁵² <https://ehtrust.org/usa-city-ordinances-to-limit-and-control-wireless-facilities-small-cells-in-rights-of-ways/>, accessed: April 2nd 2020.

⁵³ ehtrust.org/wp-content/uploads/5G-Resolution-By-Easton-.pdf, accessed: August 18th 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 ועדה מקצועית שתבחן את ההשלכות הבריאותיות של הסביבתיות של הקמת רשת 5G בדגש על השפעה בריאותית על אוכלוסיות רגישות.

- העיר הולנדל (Hallandale) שבפלורידה פרסמה החלטה שבה היא קוראת לרשויות המדינה ולרשויות הפדרליות לערוך מחקר עצמאי לבחינת ההשלכות הבריאותיות של טכנולוגיית 5G כדי לקבוע הנחיות לפריסת הרשת באופן שלא יסכן את בריאות תושבי העיר.⁵⁴

אירלנד

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

אנגליה

מועצת העיר וולס (Wells) החליטה בישיבתה ב-28 בנובמבר 2019 לדחות הקמת רשת 5G מתוך התבססות על עקרון הזהירות המונעת.⁵⁶

6. רגולציה בנושא קרינה בלתי מייננת בישראל והתייחסותה לטכנולוגיית

ה-5G

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.

בחוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ו-2006, נקבע 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 נוגע בעיקר למצבי ספק, שבהם הידע העובדתי, המקצועי והמדעי, אינו חד-חד ערכי. הגדרת עקרון הזהירות המונעת בחקיקה הישראלית נמצאת בדברי ההסבר לחוק הקרינה הבלתי מייננת, ולפיה "**גם בהיעדר הוכחות מדעיות מספקות לקיום נזקים בריאותיים מגורם מסוים, יש לנקוט אמצעים סבירים**

בחוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ו-2006, נקבע 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"

⁵⁴ <https://ehtrust.org/wp-content/uploads/Hallandale-Small-Cell-5G-Health-Study-Resolution.pdf>, accessed: August 18th 2020.

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, June 10th 2019 at 3:45 p.m.](https://www.clare.gov.ie/~/media/ClareCountyCouncil/Minutes/Minutes_2019/Council_Minutes_2019_11_28.pdf?fbclid=IwAR2e_vcc1S8oKNmlhu1FmkTPPOz-UQpq1LneDXrMZfzKs5f30StmHJifN5Kk), Item 15, p.14.

⁵⁶ https://www.wells.gov.uk/uploads/documents/Minutes_2019/CityCouncil_Minutes_2019_11_28.pdf?fbclid=IwAR2e_vcc1S8oKNmlhu1FmkTPPOz-UQpq1LneDXrMZfzKs5f30StmHJifN5Kk Accessed: October 1st 2020.

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, גם סף החשיפה הסביבתי לקרינה בישראל נקבע בהתאם לעקרון הזהירות המונעת. כפי שתואר בתחילת מסמך זה, המשרד להגנת הסביבה בישראל אימץ סף מחמיר יותר מהסף שקבעה הוועדה להגנה מפני קרינה בלתי מייננת (ICNIRP) הפועלת בארגון הבריאות העולמי. בהחלטת המשרד להגנת הסביבה באשר לסף הישראלי נקבע כי באזורים שבהם אנשים שוהים זמן ממושך, כגון סביבת מגורים ומשרדים, סף החשיפה לקרינה ממוקדי שידור לא יעלה על 10% מסף הקרינה הבריאותי שקבע ICNIRP (כלומר $100-240 \mu\text{W}/\text{cm}^2$), ובאזורים שבהם זמן השהייה קצר, כגון מדרכות וכבישים, סף החשיפה לא יעלה על 30% ממנו.⁵⁸

נוסף על כך, יש תקנים ייעודיים שבהם מוגדרת פליטת הקרינה המותרת ממכשירים סלולריים. התקנים עבור טלפונים סלולריים נמדדים על פי רמת קצב ספיגה סגולי בגוף (Specific Absorption Rate – SAR) ומטרתם למנוע חימום יתר ברקמות. בישראל, בשל העובדה שמכשירי הטלפון מיובאים ממדינות שונות, אומצו שני תקנים בין-לאומיים עיקריים למגבלות חשיפה לקרינה מטלפונים ניידים:

- תקן אירופי המבוסס על ICNIRP עבור מכשירים שקיבלו רישוי באירופה – 2.0 ואט לק"ג בממוצע לעשרה גרם רקמה.
- תקן אמריקני המבוסס על ה-FCC עבור מכשירים שקיבלו רישוי בארה"ב – 1.6 ואט לק"ג בממוצע לגרם רקמה אחד.⁵⁹

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

במכתב שכתב במרץ 2019 מנכ"ל משרד הבריאות משה בר סימן טוב למנכ"ל משרד התקשורת נתנאל (נתי) כהן⁶⁰ נכתב כי מכיוון שמצד אחד "השלכותיה הבריאותיות של החשיפה לקרינה מטכנולוגיית הדור החמישי אינן ברורות", ומצד שני "לא ניתן לעצור את ההתפתחות הטכנולוגית על שלל יתרונותיה הנלווים לה", מומלץ כי המשרד להגנת הסביבה יפקח על רמות החשיפה

⁵⁷ מרכז תנווע, עקרון הזהירות המונעת, עודכן: 1 באוגוסט 2014, כניסה: 19 באוגוסט 2020.

⁵⁸ אתר המשרד להגנת הסביבה, קרינה בלתי מייננת, 25 במאי 2019, עודכן: 27 באפריל 2020, כניסה: 19 באוגוסט 2020.

⁵⁹ מרכז תנווע, תקנים של טלפונים סלולריים, כניסה: 20 באוגוסט 2020.

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

כיום אין בישראל כל חקיקה או רגולציה ייחודית בעניין הקרינה מתשתיות הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית, וזאת על אף המאפיינים הייחודיים של טכנולוגיה זו.

משרד הבריאות
המליץ להקים ועדה
בין-משרדית 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.

בשלבם השונים של פריסת הרשתות, מתוך התייחסות למאפיינים הייחודיים לטכנולוגיית ה-5G (לרבות ריבוי מקורות קרינה, יישום טכנולוגיית הטיית אלומות, השלכות הפריסה במקביל של תשתיות הדור הרביעי עם טכנולוגיית הדור החמישי), והתאמתן של רמות החשיפה לעקרון הזהירות המונעת. במקביל המליץ משרד הבריאות להקים "ועדה בין-משרדית שתכלול את הנציגים הרלוונטיים בתחום, לרבות נציג משרד הבריאות, שתבחן תקופתית, בין היתר, את התקנים והסטנדרטים הקיימים ביישום הטכנולוגי, ותפעל במידת הצורך לעדכוןם, 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 תנועת, ⁶⁴ 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 הקיימת בישראל כך שתתייחס באופן מיוחד לטכנולוגיית הדור החמישי.** לדבריו, **חוק הקרינה הבלתי מייננת וסף החשיפה המחמיר שקבע המשרד, בהתאם לעקרון הזהירות המונעת, נותנים מענה גם לנוכח רשת הדור החמישי.**⁶⁶

בהקשר זה חשוב לציין כי בחוק הקרינה הבלתי מייננת **אין התייחסות מיוחדת לאוכלוסיות רגישות לקרינה (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 האוכלוסייה ובכל מקום, ומכאן

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

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

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

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

⁶⁵ בשיחת טלפון שהתקיימה ב-19 באוגוסט 2020 עם פרופ' סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, התברר כי אחת הסיבות שמרכז תנועת אינו יוזם מחקרים עצמאיים היא שהארגון הוא 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 פרופ' סטליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, פגישה, 15 ספטמבר 2019.

שאינו הבדל בין סף החשיפה המומלץ במוסדות חינוך לבין סף החשיפה המומלץ בסביבתם הביתית של ילדים. בנוגע לאוכלוסייה המוגדרת כסובלת מתסמונת רגישות לקרינה, פרופ' גלברג גורס שאם המדינה תכיר באופן רשמי בתסמונת כנכות, כפי שהוחלט בכמה מדינות,⁶⁷ אז יהיה צורך להתייחס לאוכלוסייה זו באופן מובחן, ובין השאר להנגיש אזורי מגורים ללא קרינה.⁶⁸ עמדה זו, שלפיה הרגולציה הקיימת מספקת, אומצה גם על ידי משרד התקשורת, ובגינה **לא הוכנסו דרישות סביבתיות או בריאותיות במסמכי מכרז הקצאת התדרים לדור החמישי** (ראו בפרק להלן). יתרה מכך, לדברי נתי שוברט, סגן מנהל מינהל הנדסה (ספקטרום) במשרד התקשורת, **דרישות כאלו גם לא יוטמעו ברישיונות שיוענקו לזוכים במכרז.**⁶⁹ לדבריו, עקרון הזהירות המונעת מיושם הן על ידי המשרד להגנת הסביבה באמצעות קביעת סיפי החשיפה הסביבתית לקרינה הסלולרית והן באמצעות מדיניות שלפיה יש להעדיף פריסה קווית היכן שאפשר וכן להשתמש באמצעים אלחוטיים מופחתי קרינה בתוך מבנים.⁷⁰

במענה של משרד התקשורת על פניית מרכז המחקר והמידע של הכנסת בנוגע לשינויים הדרושים ברגולציה על רקע ההתקדמות בהטמעת טכנולוגיית ה-5G בישראל, נכתב כי צוות משותף של משרד התקשורת, משרד האוצר, המשרד להגנת הסביבה ומינהל התכנון הוקם כדי 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 נעשו.**⁷²

יודגש כי בצוות הבין-משרדי שהקים 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 וגמן,

⁶⁷ 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' סטיליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, שיחה, 19 באוגוסט 2020.

⁶⁹ נתי שוברט, סגן מנהל מינהל הנדסה (ספקטרום) במשרד התקשורת, שיחה, 19 באוגוסט 2020.

⁷⁰ שם. ראו גם אתר משרד התקשורת, [האם טכנולוגיית 5G מסוכנת לבריאות שלנו?](#) אוחר: 20 באוגוסט 2020.

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

⁷² בשיחה עם עומרי בן חורין, פרופ' תקשורת באגף התקציבים של משרד האוצר, ב-19 באוגוסט 2020, אמר בן חורין כי הבעיה לא הייתה תקציבית אלא ביורוקרטית וכי הבחינה הרגולטיבית נועדה לבדוק באופן ייחודי מתן פטור מהיתר לאתרי תקשורת. בשיחה עם פרופ' סטיליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, ב-19 באוגוסט 2020, הובהר כי הוועדה עסקה בנושא תכנוני מצומצם – תיקון ועדכון של תמ"א 36-א'.

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

שינויי רגולציה עבור הקמת תשתיות שישרתו את הדור החמישי של הטלפוניה הסלולרית היו אמורים להיבחן על סמך בדיקת הרגולציה בחו"ל, ואולם בשל אילוצי תקציב בחינות אלו לא נעשו.

מנכ"לית תנודע, משרד הבריאות נמצא בקשר עם משרד התקשורת ובתנודע מעריכים כי בעתיד ישולבו נציגי משרד הבריאות בצוות הבין-משרדי.⁷⁴

7. פריסת תשתיות 5G בעולם ובישראל

7.1 פריסת תשתיות 5G בעולם

מדינות רבות נוקטות בימים אלו צעדים לקידום הטמעת טכנולוגיית הדור החמישי של רשתות הטלפוניה הסלולרית. ככלל, במרבית המדינות שייסקרו להלן ננקטים הצעדים הבאים: פרסום מכרזים לקביעת התדרים לפעולת הרשתות; שינוי רגולציה המיועדים להקל את הכנת התשתיות לנשיאת האנטנות של רשתות הדור החמישי; ניסויים טכנולוגיים ראשוניים ופריסה ראשונית של תשתיות. יש מדינות אשר פרסמו תוכניות אסטרטגיות או שנמצאות בעיצומו של תהליך אסטרטגי בנושא הטמעת תשתיות הדור החמישי, ואילו מדינות אחרות נמצאות בשלבים ראשוניים של קביעת אסטרטגיה זו. חשוב להדגיש כי **במקביל לפעילות המדינות לקידום הטכנולוגיה נשמעת 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 תהליכים הקשורים בפריסת רשת הדור החמישי במדינות האיחוד האירופי ומופיעות בו גם סקירות רבעוניות המסכמות את המתרחש בתחום זה 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.

⁷⁴ הדס וגמן, מנכ"לית תנודע, שיחה, 19 באוגוסט 2020.

⁷⁵ [European Commission, European 5G Observatory](#), accessed: December 2nd 2019.

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: August 5th 2020.

האיחוד האירופי

בדירקטיבה
האירופית שמסדירה
את תחום
הטלקומוניקציה
(2018) מפורטות
הסיבות שבגינן
רשאית מדינה
להגביל את הקצאת
התדרים לסוגים
שונים של רשתות או
טכנולוגיות. אחת
מסיבות אלה היא
הגנה על בריאות
הציבור מפני חשיפה
לקרינה
אלקטרומגנטית.

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, והולמת תוכניות מדיניות שונות, כולל מדיניות מפורטת להטמעה של טלפוניה סלולרית בדור החמישי – European Action Plan for 5G.⁷⁸ הדירקטיבה מתייחסת לשיתוף ציבור ולהגנה על הציבור מפני נזק של שדות אלקטרומגנטיים. כמו כן, בסעיף 45 בפרק 3 בדירקטיבה מפורטות הסיבות שבגינן מדינה רשאית להגביל את הקצאת התדרים לסוגים שונים של רשתות או טכנולוגיות. **בסיבות אלה נכללת, 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 תוכניות אסטרטגיות לאומיות לפריסת רשת 5G.
- ברחבי אירופה בוצעו 192 ניסויים במסגרת הכנה לפריסת רשת ה-5G, ובנוסף מתוכננות 248 ערים "לדוגמה", שבהן 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 כבר יש 10,000 תחנות בסיס פעילות.⁸²
- ב-14 מדינות באירופה (13 מדינות מהאיחוד האירופי ואנגליה) כבר פועל שירות של ספק 5G סלולרי: אוסטריה, בלגיה, פינלנד, גרמניה, הונגריה, אירלנד, איטליה, לטביה,

⁷⁷ [DIRECTIVE \(EU\) 2018/1972 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, of 11 December 2018, establishing the European Electronic Communications Code](#), accessed: August 6th 2020.

⁷⁸ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/5g-europe-action-plan>, accessed: November 19th 2019.

⁷⁹ [DIRECTIVE \(EU\) 2018/1972 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, December 11th 2018, establishing the European Electronic Communications Code](#), accessed: August 6th 2020.

⁸⁰ מסדרונות בין-מדינתיים הם מעברים בין מדינות, בדרך כלל אוטוסטרדות, שבהם מותקנת רשת 5G שמשרתת שימושים שונים כגון נהיגה אוטונומית.

⁸¹ [European Commission, European 5G Observatory](#), accessed: August 6th 2020.

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

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

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.

לפי הערכת דוח האיחוד האירופי מיוני 2020, בעולם כבר יש 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.

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 בעניין תהליך הטמעת טכנולוגיית ה-5G בישראל,⁸⁴ ובצידו 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 שבה התקיים המכרז התבצע ניסויים שמטרתם להעביר מידע באמצעים שימשו בעתיד גם למתן שירותים שיסופקו על ידי תשתיות הדור החמישי.⁸⁷

ב-4 באוגוסט 2020 החל השלב העיקרי בתהליך המכרזי שמשרד התקשורת הוביל לקראת פריסת רשתות 5G. שלב זה נקרא תהליך התיחור, ובסופו הוקצו תדרים לחברות המתחרות במכרז. בהמשך, החברות יקבלו רשיונות להפעלת שירותי טלפוניה סלולרית בדור החמישי

⁸³ שם, עמ' 10.

⁸⁴ משרד התקשורת, הודעת דוברות, [תהליך הקמת תשתיות דור 5: מידע כללי לציבור](#), 11 ביולי 2019, כניסה: 11 בדצמבר 2019.

⁸⁵ אתר משרד התקשורת, [האם טכנולוגיית 5G מסוכנת לבריאות שלנו?](#) 9 ביולי 2019, עודכן: 15 ביולי 2020, כניסה: 17 באוגוסט 2020.

⁸⁶ משרד התקשורת, הודעת דוברות, [מכרז תדרים לדור 5 יוצר לדרך](#), 14 ביולי 2019, כניסה: 11 בדצמבר 2019.

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

בתדרים שבהם זכו.⁸⁸ יחד עם פתיחת תהליך התיחור התפרסמו בעיתונות ידיעות על פעילות החברות הסלולריות לקראת פריסת רשתות ה-5G.⁸⁹

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

⁸⁸ משרד התקשורת, הודעת דוברות, 5G.il: מכרז תדרים דור 5 מגיע לנקודת השיא, 4 באוגוסט 2020.

⁸⁹ טל שחף, [הדור החמישי כאן – והוא באמת מהיר](#), ynet, 4 באוגוסט 2020, כניסה: 6 באוגוסט 2020.

⁹⁰ משרד התקשורת, הודעת דוברות, [סיום מכרז תדרים דור 5, 12 באוגוסט 2020](#).

⁹¹ נתי שוברט, סגן מנהל מינהל הנדסה (ספקטרום) במשרד התקשורת, 19 באוגוסט 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 בלמעלה מעשר ערים.
	שווייץ	שתי ספקיות אינטרנט פעילות בתחום 5G. Swisscom פעילה היום ביותר מ-50 ערים, ומתכננת לשרת 90% מהאוכלוסייה עד סוף שנת 2020. יצוין כי פריסה זו מתקיימת על אף איסור השימוש בגלים מילימטריים שהוטל בשווייץ בשנת 2019.
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. יחד הן מכסות אלפי ערים ומשרתות מעל 200 מיליון תושבים בארה"ב.
אסיה	איחוד האמירויות	שתי ספקיות השיקו שירותי 5G במהלך 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 שפריסת הרשתות תסתיים בשנת 2022 או 2023. עד אפריל 2020 הצטרפו יותר מ-6 מיליון מנויים לרשתות 5G.
	הודו	להודו קשיי תשתית רבים. חלק ניכר ממנויי הסלולר עדיין משתמשים בטכנולוגיית 2G ולכן לא צפוי שהודו תשיק את רשתות 5G לפני 2022. עם זאת, הודו השקיעה 76 מיליון דולר

⁹² אלא אם כן צוין אחרת, מקור המידע בטבלה זו הוא

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

יבשת	מדינה	סטטוס פריסת תשתיות 5G במדינה
		בתוכנית מחקר ופיתוח, והשיקה שתי תוכניות אסטרטגיות: Digital India - India's Smart Cities Mission.
	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, בזמן האולימפיאדה (שנדחתה בעקבות מגפת הקורונה). אחת החברות, Rakuten Mobile, תכננה קמפיין השקה שלפיו 3 מיליון לקוחותיה יהיו פטורים מכל תשלום בשנה הראשונה לשימוש ב-5G. בפועל, בחודש אפריל 2019 הקצתה ממשלת יפן תדרים לשלוש ספקיות סלולר ובחודש מרץ 2020 השיקו הספקיות שירותי 5G.
	כווית	שלוש ספקיות הסלולר של כווית החלו לספק שירותי 5G בחודש יולי 2019.
	סין	ב-1 בנובמבר 2019 השיקו שלוש ספקיות סלולר שירותי 5G. בעת ההשקה פעלו הספקיות ב-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, והספקית Ooredoo תספק שירותי 5G בשש ערים נוספות.
	ערב הסעודית	כבר בשנת 2018 קיבלו שלוש ספקיות רישיונות ניסוי על מנת לנסות את הטכנולוגיה. מאז יוני 2019 שתי ספקיות מספקות שירותי 5G.

יבשת	מדינה	סטטוס פריסת תשתיות 5G במדינה
	קטאר	קטאר הייתה אחת המדינות הראשונות שפרסו רשתות 5G, ומאז 2019 שתי ספקיות סלולר מספקות שירותים אלו.
	תאילנד	במרץ 2020 השיקה חברת AIS שירותי 5G והודיעה כי היא מתעתדת להשקיע 290,000–430,000 יורו בשדרוג רשתות 5G בתוך שנה.
אוקיאניה	אוסטרליה	מאז אוגוסט 2018 הושקו רשתות 5G ביותר מ-50 ערים. אחת מספקיות האינטרנט, Optus, תכננה להקים 1200 תחנות בסיס עד מרץ 2020. לטענת ספקית אחרת, Telstra, ניכר גידול משמעותי במספר הצרכנים הפוטנציאליים שלה – מארבעה מיליון לשמונה מיליון לקוחות.
	ניו זילנד	בדצמבר 2019 החלה הספקית Vodafone לספק שירותי 5G בארבע ערים ברחבי ניו זילנד.
אפריקה	דרום אפריקה	במהלך חודש מאי 2020 החלה חברת Vodacom לספק שירותי 5G ביוהנסבורג, פרטוריה וקייפטאון.