



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

תשתיות אנטנות הסלולר בישראל – מסמך עדכון

מוגש לוועדת המדע והטכנולוגיה

כ"א בכסלו תשע"ט
29 בנובמבר 2018

כתיבה: אלירן זרד
אישור: יובל וורגן, ראש צוות

הכנסת, מרכז המחקר והמידע

קריית בן-גוריון, ירושלים 9195015

טל': 02 - 6408240 / 1

פקס: 02 - 6496103

www.knesset.gov.il/mmm

תוכן

2	תמצית
3	1. <u>תקשורת סלולרית</u>
4	2. <u>הסדרה ממשלתית של התקשורת הסלולרית בישראל</u>
5	3. <u>פריסת תשתיות</u>
5	3.1. <u>נתונים על מספר מוקדי השידור בישראל</u>
7	3.2. <u>מדיניות ממשלתית ושיתוף התשתיות</u>
9	4. <u>דור רביעי</u>
10	5. <u>רמת כיסוי ואיכות השידור</u>
12	5.1. <u>נתונים השוואתיים</u>
14	6. <u>קרינה בלתי מייננת</u>
17	<u>נספח 1: כמות צריכת הנתונים של כלל החברות הסלולריות, 2013-2018</u>
18	<u>נספח 2: מקטעים מתוך רישיון מפעיל רט"ן: דרישות דיווח, כיסוי ואיכות שידור</u>



תמצית

מסמך זה נכתב לבקשת יו"ר ועדת המדע והטכנולוגיה של הכנסת, חה"כ אורי מקלב, כמסמך עדכון למסמך שנכתב על ידי מרכז המחקר והמידע של הכנסת בינואר 2016.¹ המסמך יציג את נתוני השנים האחרונות בנוגע לפריסת רשת האנטנות הסלולריות בארץ, מגמות בענף הסלולר ומדיניות משרדי הממשלה בתחום.

מן המסמך עולים כמה ממצאים עיקריים:

- **משרד התקשורת** הוא הגוף הממשלתי העיקרי האחראי להסדרת פעולתן של החברות הסלולריות בישראל. מכוח חוק התקשורת ופקודת הטלגרף האלחוטי הוא מנפיק רישיונות לחברות, המגדירים את תחומי פעולתן. **המשרד להגנת הסביבה** הוא הגוף האחראי בכל הנוגע לאישור הקמה ולפיקוח על מתקנים הפולטים קרינה בלתי מייננת, ובכלל זה מוקדי השידור של החברות הסלולריות.
- **מספר מוקדי השידור של רשתות התקשורת הסלולריות בארץ נמצא בשנים האחרונות בירידה מתמשכת. על פי נתוני המשרד להגנת הסביבה ישנם כיום כ-7,821 מוקדי שידור של כלל החברות, ירידה של כ-20% משנת 2014. מגמה זו נובעת במידה רבה מתהליך שיתוף התשתיות בין החברות הסלולריות, בעידודו של משרד התקשורת. כיום ישנן שלוש תשתיות סלולר פרושות במלואן, המשרתות שישה מפעילי רשתות תקשורת סלולרית: חברת 'פרטנר' וחברת 'הוט מובייל' שותפות ברשת תחת תאגיד PHI; החברות 'סלקום', 'אקספון' ו'גולן טלקום' שותפות ברשת התאגיד CMG וחברת פלאפון מפעילה רשת עצמאית. בנוסף לאלה פועלות 5 חברות וירטואליות, אשר עושות שימוש ברשת התקשורת של אחת המפעילות האחרות.**
- מקובל לסווג את טכנולוגיית התקשורת הסלולרית לפי "דורות". עיקר פעולתה של הרשת הסלולרית כיום בישראל מתבססת על טכנולוגיה מסוג דור 3. בשנים האחרונות פועל משרד התקשורת ביחד עם החברות לקידום המעבר לדור 4. תהליך שיתוף התשתיות נועד גם הוא להקלת התקדמות זו. **על פי משרד התקשורת, כיום פועלים בארץ כ-5,452 מוקדי שידור על בסיס טכנולוגית דור 4, שהם כ-70% מכלל מוקדי השידור. מכרז התדרים שביקש המשרד לקיים ב-2018, אשר נועד לקדם פריסת דור 4 ו-5, נדחה ואמור להתקיים בתחילת 2019.**
- רישיון של חברות התקשורת הסלולרית מחייב אותן לעמוד בדרישות של רמת כיסוי, קליטה ואיכות שידור, לגבי כל אחד מהדורות הטכנולוגיים. דוחות בנוגע לעמידה בתנאים אלה אמורים להיות מסופקים על ידי החברות למשרד התקשורת מדי שנה. **על-פי תשובת המשרד לפנייתנו, דיווחי החברות מעידים על עמידתן בדרישות המוגדרות ברישיון, הן מבחינת רמת הכיסוי – כלומר רמת כיסוי של 99% מהאוכלוסייה לדור 3 ושל 65% מהאוכלוסייה לדור 4 (בשלב זה של פריסת הרשת) – והן מבחינת איכות השידור. לא ברור מתשובת המשרד כיצד דיווחים אלה נבדקים ומאומתים ושאלתנו בסוגיה זו נותרה ללא מענה. יחד עם זאת, ציין המשרד, כי בימים אלה הוא בוחן ביחד עם מומחה חיצוני ותוך התייעצות עם רגולטורים בחו"ל, את הגברת הפיקוח והאכיפה בנושא וכן את אפשרות שינוי ניסוח האסדרה.**

¹ אהוד בקר, [תשתיות אנטנות הסלולר בישראל](#), מרכז המחקר והמידע של הכנסת, 7 בינואר 2016.



- על פי נתוני משרד התקשורת, ממוצע כיסוי האוכלוסייה של שלוש הרשתות בדור 4 עומד על כ-89%. על פי מחקרים של חברות בינלאומיות בתחום הסלולר בשנים 2016-2017, רמת הזמינות של כלל הדורות בישראל גבוהה ועומדת על כ-95%, אך רמת הזמינות של דור 4 הינה כ-65% ומציבה את ישראל במקום 74 מתוך 88 המדינות שנבדקו. מבחינת מהירות הגלישה הממוצעת באינטרנט הסלולרי, באופן כללי ובפרט לגבי דור 4, מצויה ישראל, על-פי מחקרים אלה, במקום נמוך יחסית למדינות ה-OECD.
- המשרד להגנת הסביבה עוקב אחר רמות הקרינה על בסיס שתי מערכות ניטור ודיווחים שנתיים של החברות על כל אחד ממוקדי השידור שבידיהן. **אין כיום בידי המשרד דוח המסכם את נתוני הקרינה המדווחים ביחס לכלל מוקדי השידור ומציג נתון כלל-ארצי. על-פי הנתונים המוגשים בכל שנה לוועדת הפנים והגנת הסביבה של הכנסת, המתבססים על חמש תחנות ניטור, רמת הקרינה נמצאת במגמת עלייה מתונה אך עקבית לאורך השנים, ועם זאת רחוקה מאוד מהרף שקבע המשרד להגנת הסביבה לרמת החשיפה המרבית המותרת.** ב-2016 נרשמה עליה של 2.56% ביחס לממוצע השנה הקודמת וב-2017 נרשמה עליה של כ-9.4%. על פי המשרד, מגמת העלייה ברמת הקרינה מתונה במיוחד על רקע העלייה המתמשכת בהיקפי צריכת הנתונים ברשת הסלולרית, בשיעור שנתי ממוצע של כ-83% בשנה מאז 2013. מגמת שיתוף התשתיות, צמצום כמות מוקדי השידור והמעבר לדור 4 תורמים כולם למיתון העלייה ברמות הקרינה הנפלטת מרשת הסלולר. מתשובת המשרד לפנייתנו עולה עוד כי בכל שנה נרשמו מקרים בודדים שבהם טיפל המשרד, כתוצאה מחריגה מתנאי הרישיון, אך לא מהסף הבריאותי לחשיפה לקרינה.

1. תקשורת סלולרית

טכנולוגיית התקשורת הסלולרית מבוססת על רשת של מוקדי שידור² אשר באמצעות גלי רדיו מאפשרים יצירת קשר אלחוטי בין מכשירי טלפון ניידים, ללא צורך בחיבור קווי ניח. כל מוקד שידור מכסה יחידה גיאוגרפית מוגדרת, תא שטח, כך שנוצרת רשת המכסה תחום גיאוגרפי מסוים, במבנה הדומה לכוורת דבורים. שמה של הטכנולוגיה הסלולרית נגזר מאופן זה של כיסוי השטח וחלוקתו לתאים – 'CELLS'.

התאים חופפים במידה מסוימת זה את זה, על מנת לאפשר כיסוי מיטבי של השטח. אם אין השקה בין תאים נוצר "חור" ברצף הכיסוי, שמשמעותו חוסר קליטה באזור זה, והיעדר אפשרות לקיים תקשורת רציפה בעת מעבר מנוי בין התאים. גודל התאים הסלולאריים אינו אחיד, ונקבע בהתאם למספר המשתמשים באותו תא ועל פי קיומן של הגבלות פיסיות בשטח (כמו בניינים, גבעות) המפחיתות את העבירות של גלי הרדיו. שטח עירוני מצריך מוקדי שידור לטווח קצר בצפיפות גבוהה יותר ואילו אזור כפרי מאפשר שימוש בפחות מוקדים, בעלי עוצמה רבה יותר.³

העיקרון ההנדסי הבסיסי בפריסת רשת תקשורת סלולרית הוא שעל מנת לספק שירות סלולארי, נדרשים גם יכולת לספק שירות לכלל השטח בו על חברות הסלולר לספק את השירות ("כיסוי") וגם

² מונח זה משמש בפרסומי המשרד להגנת הסביבה ומתייחס לכל אתר המכיל חדר ובו ציוד שידור של חברת תקשורת. כל אתר כזה יכול להכיל ציוד של מספר חברות ומספר רב של אנטנות. בחוק התקשורת, בחוק הקרינה הבלתי מייננת ובתכנית המתאר הארצית לרשת הסלולרית, תמ"א 36, נעשה שימוש במונח 'מיתקן שידור' באותה המשמעות.

³ הצוות הבין-משרדי בנושא מתקן גישה אלחוטי, דוח מסכם, יוני 2009, עמ' 5-6. אתר תנועה, פריסת אנטנות סלולריות - כיסוי מרחבי, תאריך כניסה: 29 באוקטובר 2018.



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

יכולת לספק שירות למספר רב של משתמשים בו זמנית ("קיבולת"). מתקן שידור בתא טיפוסי מסוגל לתמוך במספר מוגבל של משתמשים בו זמנית. לפיכך, ככל שמספר המשתמשים והשימושים גדלים יש צורך בתוספת תדרים או בהקטנת גודל התא (תוספת מוקדי שידור). תוספת מוקדים יכולה לחפות על מחסור בתדרים ולהיפך. כל המכשירים הסלולאריים נמצאים בקשר קבוע עם מתקן השידור הסמוך אליהם. כאשר המכשיר מתרחק ממתקן השידור, או כאשר ישנו מחסום פיזי בין המכשיר לבין מתקן השידור, הן המכשיר והן מתקן השידור מגבירים את עוצמות השידור שלהם במטרה לאפשר תקשורת ביניהם (בדומה לוויסות עוצמת הקול בשיחה בין שני אנשים המתרחקים זה מזה). בעניין זה יצוין כי צוות בין משרדי קבע בעבר כי חברות הסלולר מחויבות על פי חוק במתן שירות אוניברסלי, כלל ארצי, ללא הפליה על בסיס גיאוגרפי.⁴

גלי הרדיו עליהם מתבססת התקשורת הסלולרית מהווים קרינה אלקטרומגנטית הנחשבת לקרינה בלתי מייננת, כלומר, כזו שאינה משנה את מבנה האטומים שדרכם היא עוברת, ולכן פחות מסוכנת מהקרינה המייננת (רדיואקטיבית). אף שאין הוכחה מדעית לקשר חד משמעי בין הקרינה הבלתי מייננת לבעיות בריאותיות מסוימות, רשויות הבריאות והגנת הסביבה בארץ ובעולם עושות מאמץ להקטין את החשיפה לקרינה בלתי מייננת עד כמה שניתן.

נהוג לסווג את טכנולוגיית התקשורת הסלולרית לפי "דורות".⁵ כל חידוש טכנולוגי משמעותי המצריך פריסה מחדש או שדרוג של המערכת הפיזית של התקשורת, נחשב ל"דור" חדש. כיום, עיקר התקשורת הסלולרית בישראל מבוססת על מה שמכונה "דור שלישי" (UMTS וסוגים נוספים; להלן: דור 3). טכנולוגיית הדור השני (GSM ו-CDMA) עדיין מופעלת, אך בהיקפים הולכים וקטנים.⁶ החל משנת 2011 מקדם משרד התקשורת את הפעלת טכנולוגיית הדור הרביעי בישראל (LTE, LTE-A; להלן דור 4), המאפשרת מעבר נתונים מהיר יותר. כיום עושה המשרד מאמצים גם להטמעה של טכנולוגיית הדור החמישי בישראל.

2. הסדרה ממשלתית של התקשורת הסלולרית בישראל

חברות הסלולר בישראל פועלות במסגרת רישיון של משרד התקשורת, מכוח סעיף 4 לחוק התקשורת (בזק ושידורים), תשמ"ב-1982 (להלן: חוק התקשורת), ופקודת הטלגרף האלחוטי [נוסח חדש], התשל"ב-1972.⁷ הרישיון שמנפיק משרד התקשורת מגדיר את תחום פעולתן של החברות לכל היבטיו. הוא קובע בין השאר את אופן הקמת הרשת הסלולרית, את לוח הזמנים לשם כך ואת אופן תחזוקתה. הוא מתייחס למתן השירות למשתמשים, כולל רמת השירות, מידת הכיסוי, אופן קביעת התעריפים ועוד. הרישיון מגדיר גם את חובות הדיווח ואמצעי הפיקוח והאכיפה של המשרד.

⁴ הצוות הבין-משרדי בנושא מתקן גישה אלחוטי, **דוח מסכם**, יוני 2009, עמ' 6.

⁵ ראו בהרחבה: איתמר מילרד, **תשתיות אינטרנט: נתונים, תועלת כלכלית למשק וכלי מדיניות לעידוד הקמתן**, מרכז המחקר והמידע של הכנסת – המחלקה לפיקוח תקציבי, 18 ביוני, 2017. עמ' 4-5.

⁶ חברת פלאפון, למשל, **פירקה את התשתית הטכנולוגית של דור 2 ב-2017** והודיעה על החלפת המכשירים למנויים על חשבון החברה למכשירים הפועלים על דור 3. מתוך אתר החברה, תאריך כניסה: 4 בנובמבר 2018.

⁷ ראו למשל משרד התקשורת, **רישיון כללי למרתון 018 אקספון בע"מ למתן שירותי רדיו טלפון נייד בשיטה התאית (רטי'ן)**, 21 במאי 2018, עמ' II.



על פי תנאי הרישיון החברות מחויבות לספק למשרד מדי שנה דוחות שונים – דוח כספי, דוח מנויים, הכולל את היקף ההכנסות, דוח שימוש בתדרים ודוח המערך ההנדסי. כמו כן רשאי המשרד לבקש דוח תקלות ואופן הטיפול בהן, דוח טיב שירות ועוד כיוצא בזה. מלבד זאת רשאי המשרד להגיע למתקני ומשרדי החברה, לבחון מסמכים ולערוך מדידות ובדיקות.⁸ משרד התקשורת גם ממנה את ועדת התדרים, אשר מכוח חוק פקודת הטלגרף האלחוטי [נוסח חדש], תשל"ב-1972 (פרק ה') היא הגוף הממשלתי המקצה תדרי שידור, הנחשבים למשאב ציבורי ומותרים לשימוש רק על ידי קנייתם במכרז.

שירותי התקשורת הסלולרית בישראל החלו לפעול החל משנת 1986 וכיום פועלות בשוק שש חברות סלולריות שקיבלו ממשרד התקשורת רישיון למתן שירותי רדיו טלפון נייד (רט"ן): 'פלאפון', 'סלקום', 'פרטנר', 'הוט מובייל', 'גולן טלקום' ו'אקספון'.⁹ כמה מחברות אלה מחזיקות במשותף את התשתית הפיזית של רשת התקשורת: הוט ופרטנר תחת תאגיד PHI ואקספון סלקום וגולן תחת תאגיד CMG, כך שלמעשה קיימות שלוש רשתות תקשורת בפריסה מלאה. לצד חברות אלה, המחזיקות בתשתית רשת תקשורת פיזית, פועלות בשוק הסלולר החל מ-2011, על-פי רישיון משרד התקשורת, גם חמש מפעילות וירטואליות (Mobile Virtual Network Operator), הנסמכות על רשת של מפעיל אחר.¹⁰

בנוסף לרגולציה האמורה של משרד התקשורת, המשרד להגנת הסביבה מוסמך מתוקף חוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ו-2006 לנפק רישיונות, לפקח ולאכוף את ההגבלות בנוגע למתקנים העושים שימוש בקרינה בלתי מייננת, בהם מתקני השידור של החברות הסלולריות. בהתאם לתקנה 12(ג) לתקנות הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ט – 2009, מציג המשרד אחת לשנה דוח בפני ועדת הפנים והגנת הסביבה, בו הוא מדווח על ממצאיו בנוגע לרמות הקרינה ועל פעולות הפיקוח שבוצעו מטעמו באותה שנה. גוף נוסף שמעורב בתהליכי הקמת מוקדי שידור חדשים הוא הוועדות המקומיות לתכנון ובניה, המאשרות את הקמת המתקנים על פי תכנית מתאר ארצית ייעודית להסדרת תשתית הסלולר (תמ"א 36א').

3. פריסת תשתיות

3.1 נתונים על מספר מוקדי השידור בישראל

מדי חודש מפרסם המשרד להגנת הסביבה באתר האינטרנט את נתוני מוקדי השידור הפרוסים בארץ. נכון לחודש אוקטובר 2018 ישנם כ-7,821 מוקדי שידור של כלל החברות ברחבי הארץ ועוד כ-211 מוקדים בשלבי הקמה. להלן מוצגים נתוני חודש אוקטובר 2018 לפי החברות השונות:

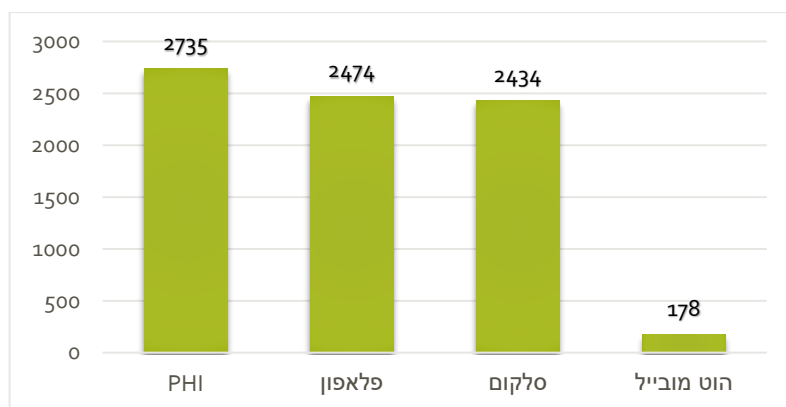
⁸ משרד התקשורת, [רישיון כללי למרתון 018 אקספון](#), 21 במאי 2018, עמ' 110-12.

⁹ אתר משרד התקשורת, [רישיונות כלליים](#); 3. [רישיון כללי למתן שירותי רדיו טלפון נייד בשיטה התאית \(רט"ן\)](#). תאריך כניסה: 11 בנובמבר, 2018. הרישיון מבחין בין מפעיל רט"ן למפעיל ברשת אחרת (רט"ן בר"א).

¹⁰ שי רטר, סמנכ"ל מנהל פיקוח ואכיפה, משרד התקשורת, מכתב תשובה לבקשת מידע, 19 בנובמבר 2018. הרך לבאות, סמנכ"ל בכיר כלכלה במשרד התקשורת, [חוות דעת כלכלית בעניין שיתוף רשתות הרדיו בשוק הרט"ן בישראל](#), 15 במאי, 2014, עמ' 8-6.

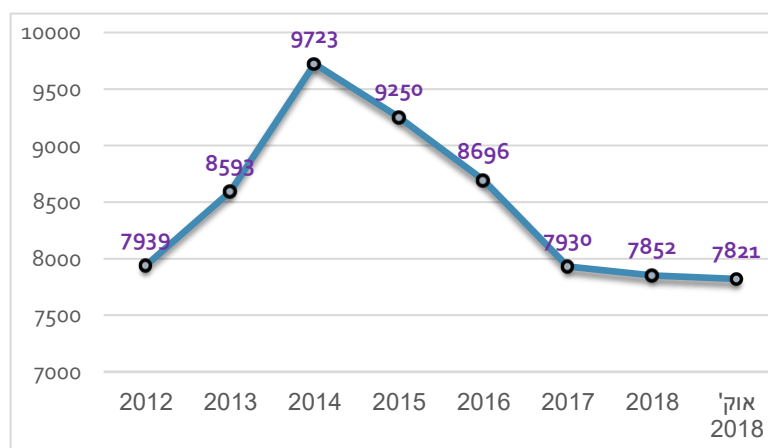


תרשים 1: מוקדי השידור הסלולריים בארץ בחלוקה למפעילים, אוקטובר 2018¹¹



ניתן לראות כי ישנן כיום למעשה שלוש תשתיות בפריסה רחבה, של החברות פלאפון, סלקום ו-PHI. הוט מובייל מחזיקה עדיין בכמה מוקדי שידור, אך עיקר פעולתה מתבצעת על גבי הרשת המשותפת שלה ושל פרטנר – PHI, שהיא הרחבה ביותר מבחינת פריסת התשתיות ומחזיקה כמה מאות מוקדי שידור יותר מפלאפון וסלקום.¹³ להלן יוצגו נתוני השנים האחרונות, אשר יאפשרו בחינת המגמות ביחס לכמות מוקדי השידור בארץ:

תרשים 2: מוקדי השידור הסלולריים בארץ, 2012-2018¹⁴



המגמה העיקרית שנרשמה, כפי שניתן לראות מהגרף, היא ירידה של כ-20% במספר מוקדי השידור מאז 2014 עד היום (כמעט 2,000 מוקדים פחות). יחד עם זאת, מאז 2017 נראה כי מגמת הירידה מתמתנת ומתחילת שנת 2018 פחת מספר המוקדים רק ב-31. להלן נבחן את המגמות בשנים אלה ביחס לכל אחת מהחברות בעלות התשתית הסלולרית.

¹¹ הנתונים מתוך: 'אנטנות סלולריות', אתר המשרד להגנת הסביבה, תאריך כניסה: 29 באוקטובר 2018. הנתונים אינם מכילים אנטנות במיקומים מסווגים.

¹² הנתונים מתייחסים למוקדי שידור של 'סלקום' בהתאם לסיווגן בטבלאות המקור של המשרד להגנת הסביבה, למרות שרשת זו כיום למעשה מוגדרת כתאגיד CMG, כאמור להלן.

¹³ גיל כהן, ראש תחום קרינה בלתי מייננת במשרד להגנת הסביבה, דוא"ל, 24 באוקטובר 2018.

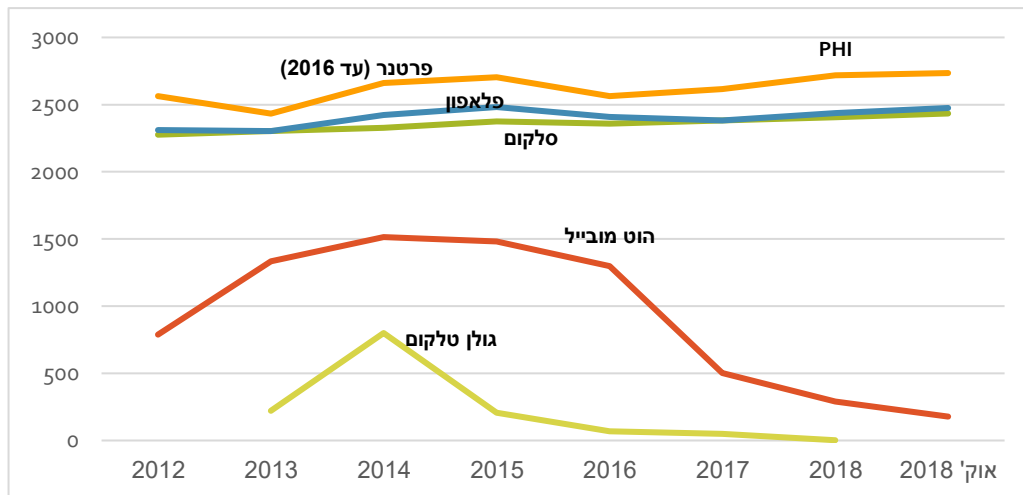
¹⁴ הנתונים מתוך: גיל כהן, ראש תחום קרינה בלתי מייננת במשרד להגנת הסביבה, דוא"ל, 24 באוקטובר 2018. לגבי כל שנה מוצגים נתוני חודש ינואר וכן המדידה האחרונה באוקטובר 2018.



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

תרשים 3: מוקדי השידור הסלולריים בארץ בחלוקה למפעילים, 2012-2018¹⁵



כפי שניתן לראות בתרשים, שלוש החברות בעלות התשתיות הפעילות נמצאות לאורך השנים במגמת עליה מתונה, פחות או יותר באותו היקף של מוקדי שידור. הגורמים העיקריים למגמת הירידה הכללית קשורים במגמת פירוק מוקדי השידור של החברות גולן טלקום והוט מובייל. גולן טלקום שהתחילה לפרוס תשתיות ב-2013 והחלה לפרק אותן מאז 2014, סיימה תהליך זה ב-2018.¹⁶ כיום שותפה גולן טלקום ברשת התשתית הסלולרית ביחד עם סלקום ואקספון, במסגרת התאגיד CMG, שהחל לפעול בשנה האחרונה. חברת הוט מובייל כאמור, נמצאת גם היא במגמת ירידה משמעותית בשל תהליך שיתוף התשתיות, במסגרתו היא הורידה יותר מ-1,000 מוקדים.¹⁷ מגמה זו, של צמצום תשתיות התקשורת הסלולרית יש להבין גם על רקע מגמה ברורה של עליה מתמשכת בהיקפי השימוש בתקשורת הסלולרית.¹⁸

3.2 מדיניות ממשלתית ושיתוף התשתיות

כפי שעולה מהנתונים לעיל, למרות שקיימים כיום שישה מפעילים של רשת סלולרית, ישנן למעשה שלוש תשתיות פרוסות ברמה מלאה. מגמה זו היא במידה מסוימת פרי מדיניותו של משרד התקשורת, אשר מאז שנת 2013 שם דגש מיוחד על סוגיית שיתוף התשתיות בין החברות השונות. ניתן להבחין בין כמה צורות של שיתוף התשתיות בין החברות, משיתוף 'פסיבי' ברמת האתר הפיזי עצמו והאנטנות ועד לשיתוף 'אקטיבי' הכולל את החלקים הפעילים של רשת הרדיו ואף את התדר (Multi-Operator Core Network, להלן, MOCN).¹⁹ להלן נסקור מספר גורמים עיקריים שהביאו את המשרד לנקוט במדיניות זו:²⁰

¹⁵ שם.

¹⁶ בשל תהליך זה שנעשה ללא אישור משרד התקשורת, חולטה ב-2018 ערבות בנקאית של החברה בסכום של כ-27 מיליון שקלים. שי רטר, סמנכ"ל מנהל פיקוח ואכיפה, משרד התקשורת, מכתב תשובה לבקשת מידע, 19 בנובמבר 2018.

¹⁷ גיל כהן, ראש תחום קרינה בלתי מייננת במשרד להגנת הסביבה, דוא"ל, 25 באוקטובר 2018.

¹⁸ ראו נספח 1.

¹⁹ הרן לבאות, סמנכ"ל בכיר כלכלה במשרד התקשורת, [חוות דעת כלכלית בעניין שיתוף רשתות הרדיו בשוק הרט"ן בישראל](#), 15 במאי 2014, עמ' 4-5.

²⁰ ראו בהרחבה: אהוד בקר, [תשתיות אנטנות הסלולר בישראל](#), מרכז המחקר והמידע של הכנסת, 7 בינואר 2016.



א. **מעבר לטכנולוגיית דור 4** – הצורך במעבר לדור 4 עליו הצהיר משרד התקשורת כבר ב-2011, הוא התמריץ העיקרי לחיוב מגמת שיתוף התשתיות משתי סיבות עיקריות:

א.1. **חלוקת תדרים** – חוות הדעת הכלכלית של המשרד קבעה כי בישראל "לא קיימים מספיק תדרים לקיומן של 5 רשתות רדיו עצמאיות בדור הרביעי".²¹ בהתאם לכך, קבע המשרד במסמך המדיניות שלו כי בישראל יפעלו לכל הפחות שלוש רשתות אלחוטיות עצמאיות.²²

א.2. **יעילות כלכלית** – השקעה בתשתית רשת רדיו משותפת מוזילה כל שדרוג טכנולוגי ומקצרת את הזמן שבין תחילת ההשקעה לעלייה ברווחים בעקבותיה.²³

ב. **כניסת חברות חדשות** – היעדר תשתיות מהווה חסם משמעותי עבור חברות חדשות מבחינת יכולתן להתחרות בוותיקות, בעלות הפריסה המלאה.²⁴

ג. **קושי בהקמת אתרים** – כיום הולכת וגוברת ההתנגדות בקרב הציבור והשלטון מקומי להקמת אתרים חדשים.

ד. **קרינה** – מבחינת המשרד להגנת הסביבה העילה החשובה ביותר לשיתוף התשתיות היא ההפחתה ברמות הקרינה המופקות על ידי הרשת הסלולרית. יש לציין כי גם המעבר לדור 4 באופן עקיף מפחית את רמות הקרינה (להרחבה ראו פרק 6 להלן).²⁵

מנגד, מציין המשרד במסמכי המדיניות שפרסם, כי גורם אחד מרכזי המעורר חשש מפני מגמת שיתוף התשתיות בין החברות הוא עליית הפוטנציאל לפגיעה בתחרות בין החברות. הגברת התחרות בשוק הייתה במוקד מדיניותו של המשרד בשנים 2007-2013 והיא הביאה לירידת מחירים משמעותית ולהטבות רבות לצרכנים.²⁶ צינון התחרות, כתוצאה מקשר בין חברות שונות, מהחלפת מידע אפשרית ומהיווצרות אינטרס משותף, עשוי לפגוע בין השאר במוטיבציה של חברות לשדרוגים טכנולוגיים.²⁷

במסמך המדיניות שפרסם המשרד במאי 2014 הוא תמך ועודד את החברות לבצע שיתוף פסיבי, וכן חיבב בתנאים מסוימים את השיתוף האקטיבי המלא (MONC), הכולל שיתוף תדרים, במיוחד לצורך קידום המעבר לדור 4. ואולם, ביחס לצורת שיתוף זו הציב המשרד כמה תנאים מגבילים וסייגים, במטרה להימנע ככל הניתן מפגיעה בתחרות בשוק. למשל, השיתוף יעשה בעיקר בין בעל תשתית ותיק לבין חברה חסרת תשתית, במטרה לאפשר את הישרדותה בשוק, אך לא יאושר לשתי חברות בעלות פריסה מלאה של רשת דור 3.²⁸ **לפי משרד התקשורת, מדיניות זו הצליחה וכיום קיימות למעשה שלוש רשתות תשתית סלולריות: פלאפון בעלת רשת עצמאית, PHI המשרתת את החברות פרטנר והוט מובייל, ו-CGM**

²¹ הרן לבאות, [חוות דעת כלכלית](#), 2014, עמ' 15.

²² משרד התקשורת, [מדיניות שיתוף ברשת גישה רחבת פס](#), 2014, עמ' 14.

²³ הרן לבאות, [חוות דעת כלכלית](#), 2014, עמ' 26.

²⁴ שם, עמ' 16-19.

²⁵ גיל כהן, ראש תחום קרינה בלתי מייננת במשרד להגנת הסביבה, דוא"ל, 24 באוקטובר 2018.

²⁶ כחלק ממדיניות זו קודמו כמה פעולות: הכנסה הדרגתית של חברות נוספות לשוק, פתיחת השוק לחברות וירטואליות והקלות שונות שהיטיבו עם הצרכנים והגבירו את התחרות. הצלחתה של מדיניות זו ניכרת על פי משרד התקשורת בירידה בהיקף ההכנסות של שלושת החברות הוותיקות מאז 2010, עם כניסתן של החברות החדשות. ארז כהן, התערבות או מעורבות: [תהליכי רגולציה בענף התקשורת הסלולרית בישראל](#), מסגרות מדיה 11 (סתיו 2013), עמ' 92-96; הרן לבאות, [חוות דעת כלכלית](#), 2014, עמ' 6-11.

²⁷ משרד התקשורת, [מדיניות שיתוף ברשת גישה רחבת פס](#), 2014, עמ' 9-10.

²⁸ שם, עמ' 9-15.



המשרתת את סלקום, גולן טלקום ואקספון.²⁹ על רקע מגמת שיתוף התשתיות, יש לציין, כי למרות שמספר מוקדי השידור הצטמצם לאורך השנים, הרי שכיום לכל חברה ישנם יותר מוקדי שידור מבעבר.

4. דור רביעי

כפי שצוין, רשת התקשורת הסלולרית בישראל פועלת בעיקרה על בסיס טכנולוגיית דור 3. בעשור האחרון נעשים מאמצים על ידי החברות והממשלה לקדם את שדרוגה של המערכת לדור 4, כלומר, לטכנולוגיית LTE ו-LTE Advanced. מערכת זו תאפשר מעבר נתונים רב ומהיר יותר, ותשפר בעיקר את השימוש ברשת האינטרנט מהמכשירים הסלולריים, על כל היישומים התלויים בה. בהקשר זה יש לציין כי על פי נתוני משרד התקשורת עלתה כמות צריכת הנתונים בתקשורת הסלולרית בתוך חמש שנים, מ-2013 עד 2018, ביותר מפי 20, בשיעור שנתי ממוצע של כ-83% בשנה.³⁰

כאמור, אחת המוטיבציות המרכזיות של משרד התקשורת בקידום מגמת שיתוף התשתיות הייתה קשורה בצורך בהתקדמות טכנולוגית של השוק לדורות מתקדמים של תקשורת סלולרית. לפי המשרד, מלבד התועלת הפרטית עבור הצרכן והאזרח, למעבר לטכנולוגיית תקשורת משופרת ישנה השפעה רחבה על המדינה והחברה כולה. בהיבט זה, פריסת תשתיות האינטרנט מקבילה במשמעותה להקמת תשתיות לאומיות כדוגמת כבישים, מים וחשמל וביכולתה להביא לפיתוח כלכלי לאזור השירות. ההשקעה בפיתוח תשתיות מתקדמות מעודדת צמיחה כלכלית, מובילה לצמצום פערים חברתיים ולעידוד חדשנות בתחומים שונים.³¹

בחוות הדעת שפרסם המשרד להגנת הסביבה בדצמבר 2011, הוא הכיר בצורך ובהכרח במעבר לטכנולוגיית דור 4 ואף הצביע על היתרון בכך גם מבחינת רמת הקרינה.³² בהינתן שכמות צריכת הנתונים הולכת וגוברת בהתמדה, טכנולוגיית דור 4, בשל יעילותה בהעברת הנתונים (פי 3 בערך ביחס לדור 3), תוריד את רמת החשיפה לקרינה ביחס להעברה של אותה כמות נתונים במערכת של דור 3. יחד עם זאת המליץ המשרד על כמה עקרונות שצריכים להיות מיושמים בתהליך המעבר:

- א. כיוון שעיקר הקרינה מקורה במכשיר הנייד ולא במוקדי השידור והאנטנות, ישנה חשיבות לפיזור של יותר אנטנות ומוקדי שידור בצפיפות גבוהה ובהספקים נמוכים. המשרד המליץ על שימוש במכשירים ביתיים זעירים (Femtocell או Small-cell) אשר מחוברים ישירות לרשת האינטרנט הקווית ובכך מורידים את העומס מהמערכת הסלולרית ואת רמות הקרינה בהתאם.
- ב. המשרד המליץ על שיתוף תשתיות בין החברות באתרים החיצוניים של הרשת.³³

²⁹ שי רטר, סמנכ"ל מנהל פיקוח ואכיפה, משרד התקשורת, מכתב תשובה לבקשת מידע, 19 בנובמבר 2018.

³⁰ ראו נספח 1.

³¹ משרד התקשורת, מדיניות שיתוף ברשת גישה רחבת פס של בעל רישיון כללי למתן שירותי רט"ן, מאי 2014. הנ"ל, טכנולוגיית הדור הרביעי - האינטרס הציבורי בהכנסת טכנולוגיה זו לשימוש רשתות הרט"ן, 22 בדצמבר 2011.

³² ד"ר סטיליאן גלברג, ראש האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, מסמך הצדקה – הכנסת דור רביעי לתקשורת הסלולרית, 10 בדצמבר 2011.

³³ שם, עמ' 7-9.



משרד התקשורת אימץ במידה רבה עקרונות אלה.³⁴ בתכנית העבודה של המשרד לשנים 2017-2018 מוגדרת אסדרה חדשה לאתרים סלולריים זעירים – Small-cell והקמה של אתרים מסוג זה כאחד מיעדי התכנית.³⁵ כמו כן, המשרד פרסם כאמור את מדיניותו הממליצה ומחייבת את שיתוף התשתיות, בדגש על שיתוף תחום התדרים, שיאפשר מעבר מהיר יותר לדור 4. ההיצע המצומצם בתדרים המתאימים לשידור בדור 4,³⁶ מהווה, לטענת המשרד את אחד החסמים המשמעותיים להמשך המעבר הטכנולוגי.³⁷ לצורך כך, נערך בשנת 2014 מכרז להקצאת תדרים אשר ישמשו לרשת דור 4, במכרז זכו כל 6 המפעילים הקיימים. בתכניות המשרד לשנת 2018 מוגדר יעד הנוגע לארגון מחדש וייעול של סדן התדרים בישראל.³⁸ באוגוסט 2017 הודיע משרד התקשורת על מכרז תדרים נוסף שיתקיים ב-2018 ובו יוקצו תדרים נוספים, על מנת להמשיך לקדם את פריסת הדור ה-4 ולהתחיל להטמיע את הדור ה-5.³⁹ בתשובתו הנוכחית לפניית מרכז המחקר והמידע של הכנסת ציין המשרד כי **מכרז זה עתיד להיות מפורסם ברבעון הראשון של שנת 2019**, כלומר חלה דחייה בלוח הזמנים המתוכנן.⁴⁰

בדיון הקודם של ועדת המדע והטכנולוגיה בנושא זה, בינואר 2016, נשאלו נציגי החברות הסלולריות על ידי חברי הוועדה לגבי פריסת דור 4. בתשובה, טענו נציגי PHI כי בידיהם נכון לאותו יום 1,500 מוקדי שידור המותאמים לדור 4 (יותר ממחצית המוקדים שהיו ברשותם באותה תקופה), וסלקום ופלאפון טענו כי בידיהם כ-800 מוקדים כל אחת (בערך כשליש מהמוקדים שהחזיקו באותה תקופה).⁴¹ משרד התקשורת מסר בתשובה לפנייתנו כי מטעמי סודיות מסחרית, לא ניתן לפרסם את מספר מוקדי השידור המותאמים לדור 4 שישנם בידי כל חברה כיום, אך **לכל החברות ביחד ישנם כיום כ-5,452 מוקדי שידור מדור 4, שהם כ-70% מסך כל מוקדי השידור הפעילים.**⁴²

5. רמת כיסוי ואיכות השידור

הרישיון שמנפק משרד התקשורת לחברות מגדיר את חובת החברות מבחינת רמת הכיסוי, איכות השירות ורמת הקליטה. דרישות המינימום לחובת כיסוי הרשת מוגדרות כ-99% מהאוכלוסייה ולא פחות מ-92% מהשטח עבור דור 3. חובת הכיסוי של הרשת מבחינת דור 4 מוגדרת בתיקון שהוכנס לרישיון החברות באוגוסט 2015⁴³ בעקבות המכרז ב-2014. התיקון מפרט את שלבי פריסת התשתית לטכנולוגית דור 4, כאשר בשלב א', עד כשנה וחצי מיום תיקון הרישיון, תושלם פריסת הרשת, כך שתעמוד ב-30%

³⁴ משרדי התקשורת, הבריאות, המשרד להגנת הסביבה, עמדה בעניין תקשורת סלולרית בדור רביעי, 7 במאי, 2012.

³⁵ משרד התקשורת, תכנית עבודה לשנים 2017-2018, 13 במרץ 2017. עמ' 658.

³⁶ התדרים הרלוונטיים בישראל הם בתחום ה-1,800 ו-2,600 מה"צ. חלקם שמשו עד לפני כמה שנים למתן שירותי דור 2 ולכן נדרשה אסדרה מחודשת של כל התחום. הרן לבאות, חוות דעת כלכלית, 2014, עמ' 13.

³⁷ משרד התקשורת, מדיניות שיתוף ברשת גישה רחבת פס של בעל רישיון כללי למתן שירותי רט"ן, מאי 2014. עמ' 6-8. הרן לבאות, חוות דעת כלכלית, 2014, עמ' 11-17.

³⁸ משרד התקשורת, תכנית עבודה לשנים 2017-2018, 13 במרץ 2017. עמ' 659.

³⁹ אתר משרד התקשורת, הודעה לתקשורת: שר התקשורת מינה ועדת מכרזים להקצאת תדרים, 13 באוגוסט, 2017. תאריך כניסה: 11 בנובמבר, 2018.

⁴⁰ שי רטר, סמנכ"ל מנהל פיקוח ואכיפה, משרד התקשורת, מכתב תשובה לבקשת מידע, 19 בנובמבר 2018.

⁴¹ ועדת המדע והטכנולוגיה, פרוטוקול מס' 38, מצבן של תשתיות תקשורת סלולריות בישראל, 11 בינואר 2016.

⁴² שי רטר, סמנכ"ל מנהל פיקוח ואכיפה, משרד התקשורת, מכתב תשובה לבקשת מידע, 26 בנובמבר 2018.

⁴³ תאריך זה תקף לגבי החברות סלקום, פרטנר, הוט מובייל ופלאפון. חברת אקספון קיבלה את רישיונה רק ב-2017 ואילו ברישיון של גולן טלקום המפורסם באתר משרד התקשורת לא מופיעים תנאים בנוגע לפריסת דור 4. ראו אתר משרד התקשורת, רישיונות כלליים. תאריך כניסה: 7 בנובמבר, 2018.



מחובת הכיסוי המינימלית, בשלב ב', עד שלוש שנים מהתיקון, תושלם הפריסה שתעמוד ב-65% מדרישת הכיסוי ובשלב ג', לאחר ארבע שנים, תושלם פריסה של 100% כיסוי כמוגדר ברישיון.⁴⁴ בתכנית העבודה שלו קבע משרד התקשורת יעד לפיו שיעור הכיסוי של דור 4 בישראל יגיע ב-2018 ל-85%.⁴⁵

איכות השירות מוגדרת כך שאחוז השיחות החסומות (חוסר יכולת לקיים שיחה) והנופלות (ניתוק באמצע שיחה), לא יעלה בשעת השיא על 2%. כמו כן מגדיר הרישיון את אופן בחינת רמת הקליטה לדור 3 ולדור 4, כולל הספקי העברת הנתונים באינטרנט הסלולרי.⁴⁶ **על החברות לספק את הנתונים לגבי כל אחד מהפרמטרים הנ"ל כחלק מדוח המערך ההנדסי (נספח ב' לרישיון) שהן מחויבות להגיש אחת לשנה וכן לספק על גבי מפות את אזורי כיסוי הרשת.**⁴⁷

תלונות על בעיות באיכות השידור, ברמת הכיסוי והקליטה של הרשת הסלולרית עולות מעת לעת על ידי צרכני התקשורת הסלולרית, והיוו את הבסיס לדיון בוועדת המדע והטכנולוגיה של הכנסת בנושא בינואר 2016.⁴⁸ נושא זה הועלה שוב ביתר שאת סביב האירוע החמור שהתרחש בערבה ביוני 2017, תאונת דרכים בה נהרג הנהג ואשתו נפצעה. הפצעה לא הצליחה להזעיק עזרה בשל חוסר קליטה במכשיר הסלולרי ונשארה לשכב באזור התאונה מ-22:00 בערב ועד 7:00 בבוקר שלמחרת. בדיון זה הצהיר נציג משרד התקשורת, רן שטרית, כי "במדינת ישראל יש 99% כיסוי סלולרי באזורים שהם מרובי אוכלוסייה", כי החברות עומדות בתנאי הרישיון וכי אין מדינה בעולם שבה 100% כיסוי.⁴⁹

על פי נתוני המועצה הישראלית לצרכנות בנוגע לתלונות צרכנים בנושא קשיי קליטה, ניכרת ירידה משמעותית מ-36 תלונות שדווחו לגבי כלל החברות בשנת 2015 ל-14 בלבד בשנת 2018. לשם השוואה, ב-2018 הוגשו 88 תלונות שעניינן חיוב יתר (גם בתחום זה ניכרת מגמת ירידה מ-753 תלונות ב-2013),⁵⁰ ואולם מנתונים אלה לא ניתן להסיק מסקנה כוללת. נראה כי המדד הרלוונטי ביותר שקיים כיום לבחינת השינויים ברמות הקליטה והכיסוי של רשת התקשורת הסלולרית הוא דיווחי החברות למשרד התקשורת, ככל שאלו מועברים ומבוקרים.

בתשובה לבקשת מידע של מרכז המחקר והמידע של הכנסת השיב משרד התקשורת כי **על פי דיווחי החברות, הן עומדות ברמות הכיסוי ובמדדי איכות השידור המוגדרים להן על ידי הרישיון, עבור כל אחד מהדורות.** תקלות בעניין זה מטופלות באופן מקומי. ואולם, לא ברור מתשובות המשרד כיצד דיווחים אלה נבדקים ומאומתים ושאלתנו בסוגיה זו נותרה ללא מענה. יחד עם זאת, ציין המשרד, כי בימים אלה הוא בוחן ביחד עם מומחה חיצוני ותוך התייעצות עם רגולטורים בחו"ל, את הגברת הפיקוח והאכיפה

⁴⁴ התחום המוגדר כאזור שרות לפריסה בשלבים אלה הוא כיסוי של 97% מהאוכלוסייה ולא פחות מ-75% מהשטח; בכל יישוב בנפרד - 90% משטח היישוב ובכבישים: 90% מכביד חד-ספרתי ו-75% מכביש 4 ספרתי. בשלב ד' מוגדרת פריסה אופטימלית יותר. ראו לדוגמה, משרד התקשורת, [רישיון כללי לסלקום ישראל בע"מ למתן שירותי רדיו טלפון נייד בשיטה התאית \(רט"ן\)](#), 21 במאי 2018. נספח ה'.

⁴⁵ משרד התקשורת, [תכנית עבודה לשנים 2017-2018](#), 13 במרץ 2017. עמ' 653.

⁴⁶ ראו למשל - משרד התקשורת, [רישיון כללי לפרטנר תקשורת בע"מ למתן שירותי רדיו טלפון נייד בשיטה התאית \(רט"ן\)](#), 21 במאי 2018, תוספת שניה, נספח ה', עמ' 3-5. וראו נספח למסמך זה.

⁴⁷ שם, תוספת שניה, נספח ב', עמ' 4-7. לגבי התכנית ההנדסית מציין הרישיון - "לא מפורסם לציבור". שם, עמ' 1.

⁴⁸ ועדת המדע והטכנולוגיה, פרוטוקול מס' 38, [מצבן של תשתיות תקשורת סלולריות בישראל](#), 11 בינואר 2016.

⁴⁹ הוועדה המיוחדת לצדק חלוקתי ולשויון חברתי, פרוטוקול מס' 66, [מנתקים במדבר - מחסור בתשתיות תקשורת וסלולר באזור הערבה](#), 20 ביוני 2017, עמ' 5.

⁵⁰ יעל כהן-שאואט, המועצה הישראלית לצרכנות, [תלונות צרכנים בנושא קשיי קליטה בשנים 2012-2018](#), דוא"ל, 12 בנובמבר 2018.



בנושא וכן את אפשרות שינוי ניסוח האסדרה.⁵¹ במענה לשאלה בנוגע להשפעה של הפחתת מוקדי השידור על רמת הכיסוי ואיכות השידור השיב המשרד כי שימוש בתדרים מתחום הגיגה הראשון מרחיב את שטח הכיסוי ללא תוספת אתרים וככל שתהליך השיתוף נעשה כנדרש אין סיבה להשפעה שכזו. בנוגע לדור 4, מצוי תהליך הפריסה כיום, כשלוש שנים מתיקון הרישיון, בתום שלב ב', בו אמורות החברות להשלים את פריסת הרשת כך שתעמוד ברמת כיסוי של כ-65%. מפאת סודיות מסחרית, מנוע המשרד מלמסור את נתוני הכיסוי של כל אחת מהחברות, אך על פי נתוניו **ממוצע כיסוי האוכלוסייה של שלוש הרשתות בדור 4 עומד על כ-89%**.⁵² לפי נתון זה עומד המשרד ביעד שהציב לעצמו בתכנית העבודה, של 85% פריסה של דור 4 עד סוף 2018.⁵³

5.1. נתונים השוואתיים

נראה כי כיום המקור השיטתי והמקיף היחיד לנתונים בנוגע לרמת הכיסוי ואיכות השידור של רשתות התקשורת הסלולרית הוא דיווחי החברות עצמן המוגשים למשרד התקשורת. לפיכך ביקשנו לבחון מקורות השוואתיים נוספים שעשויים לספק מידע בסוגיה זו. בבדיקה של פרסומי איגוד הטלקומוניקציה הבינלאומי (International Telecommunication Union) וכן של מאגרי המידע של ה-OECD, לא נמצאו נתונים רלוונטיים לענייננו.⁵⁴ מקור מידע נוסף שיכול לספק נתונים לגבי רמת הכיסוי של הרשת הסלולרית הוא חברות פרטיות בינלאומיות העורכות מחקרים בתחום. למקורות אלה יש להתייחס ביתר ביקורתיות, שכן הם חשופים יותר להטיות שונות ומהימנותם מוגבלת. הם מובאים תוך הסתייגות על מנת לקבל זווית נוספת על התחום, שהמידע הרשמי או השיטתי בו מוגבל או חסוי.

חברת OpenSignal למשל, בוחנת את רמת הכיסוי של מדינות רבות ברחבי העולם, לא על בסיס נתונים רשמיים של החברות או של המדינה, אלא מתוך נתוני זמן אמת הנאספים על ידי לקוחות העושים שימוש ביישומון (אפליקציה) של החברה (בדומה לשיטה של Waze). כך למשל, **בדוח שפורסם באוגוסט 2016 דורגה ישראל במקום ה-3 מבין 95 מדינות שנבדקו, מבחינת נגישות לתקשורת סלולרית בדור 3 או 4, עם ממוצע של 95.23% זמינות**.⁵⁵ ואולם, מדוח שפרסמה החברה בפברואר 2018, **מסתבר כי ביחס לדור 4 בלבד ישראל מצויה במקום 74 מבין 88 מדינות שנבדקו, עם רמת זמינות של 64.66%**.⁵⁶

⁵¹ שי רטר, סמנכ"ל מנהל פיקוח ואכיפה, משרד התקשורת, מכתב תשובה לבקשת מידע, 26 בנובמבר 2018.

⁵² שי רטר, סמנכ"ל מנהל פיקוח ואכיפה, משרד התקשורת, מכתב תשובה לבקשת מידע, 19 בנובמבר 2018. הרן לבאות, סמנכ"ל בכיר כלכלה במשרד התקשורת, [חוות דעת כלכלית בעניין שיתוף רשתות הרדיו בשוק הרט"ן בישראל](#), 15 במאי, 2014, עמ' 8-6.

⁵³ משרד התקשורת, [תכנית עבודה לשנים 2017-2018](#), 13 במרץ 2017. עמ' 653.

⁵⁴ ראו למשל את ה-[OECD Broadband Portal](#), תאריך כניסה: 29 בנובמבר, 2018. ITU/UNESCO Broadband Commission, [The State of Broadband](#), September 2018. מקורות אלה בוחנים אינדיקטור הנוגע לשיעור מנויי אינטרנט בפס-רחב סלולרי באוכלוסייה (Mobile-Broadband Subscriptions per 100 inhabitants), אך הוא אינו מאפשר ללמוד על רמת הכיסוי או איכות השידור בפועל.

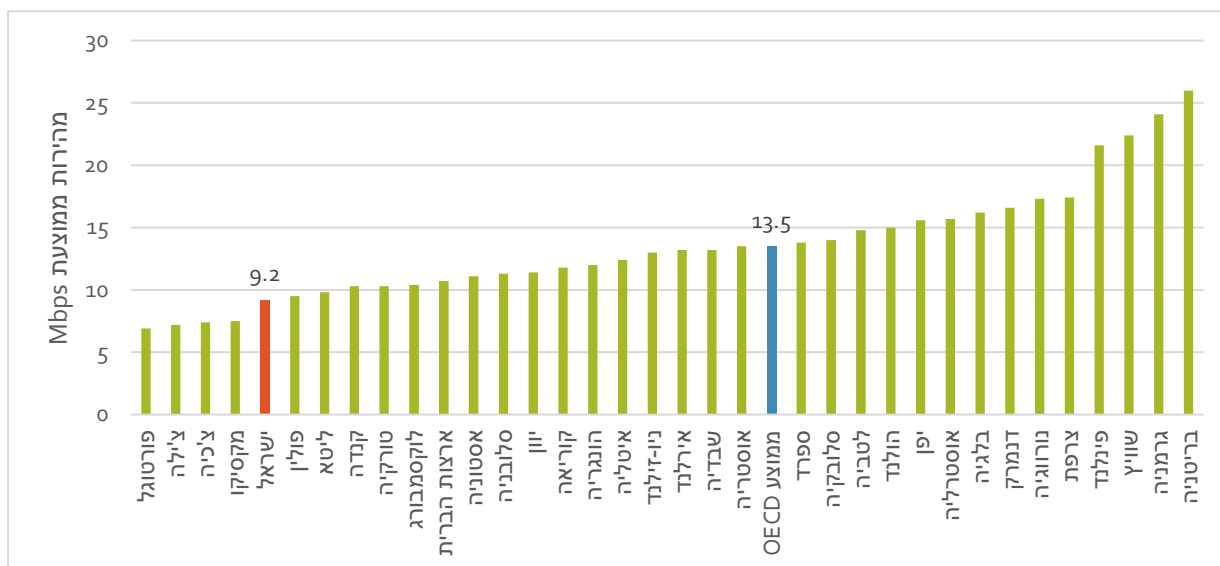
⁵⁵ Open Signal, [Global State of Mobile Networks](#), August 2016. המחקר הסתמך על כ-12 ביליון מדידות מתוך יותר מ-800,000 מכשירים בתקופה שבין מאי ליולי, 2016. תאריך כניסה: 28 בנובמבר 2018. מדד הזמינות מקביל למדד הכיסוי, אבל נבחן "מלמטה", מנקודת מבטו של המשתמש. הוא בוחן באיזה אחוז מהזמן יכלו המשתמשים לקבל אות שידור של אחת הרשתות ברמת דור 3 או 4.

⁵⁶ Open Signal, [The State of LTE](#), February 2018. המחקר הסתמך על כ-58 ביליון מדידות מתוך יותר מ-480,000 מכשירים בתקופה שבין אוקטובר לדצמבר, 2017. תאריך כניסה: 28 בנובמבר 2018.



מדד מקובל נוסף לבחינת איכות השירות שמעניקה רשת התקשורת הסלולרית הוא מהירות העברת הנתונים, בעיקר בהתייחס לגלישה באינטרנט. בנושא זה מפרסמת חברת Akamai דוחות רבעוניים, אשר בדומה למתודולוגיה של OpenSignal, מבוססים על מידע של לקוחותיה.⁵⁷ להלן נתוני מהירות הגלישה הממוצעת במדינות ה-OECD מהדוח של 2017, הרבעון הראשון. המהירות נמדדת בכמות העברת המידע בשנייה (Mega Byte per second):

תרשים 4: מהירות ממוצעת של העברת נתונים באינטרנט הסלולרי במדינות ה-OECD, Q1 2017⁵⁸



מהתרשים עולה כי המהירות הממוצעת לגלישה באינטרנט בישראל ב-2017 עמדה על כ-9.2 Mbps, בעוד ממוצע מדינות ה-OECD עומד על 13.5. נתון זה מציב את ישראל בחמישייה האחרונה של מדינות ה-OECD. יחד עם זאת הוא מהווה שיפור מ-2016, כאשר ברבעון השלישי נמדדה מהירות ממוצעת של 7.1 Mbps, במקום נמוך יותר בקרב מדינות ה-OECD.⁵⁹ נתונים נוספים לגבי גלישה בדור 4 מסופקים על ידי OpenSignal. בדוח מפברואר 2018 נרשם קצב הורדת נתונים ממוצע בישראל של 20.73 Mbps. הממוצע העולמי של 88 המדינות שנבדקו עומד על 16.9 Mbps, אך מבין מדינות ה-OECD נתון זה מציב את ישראל שוב בחמישייה האחרונה.⁶⁰

⁵⁷ Akamai מספקת שירותים אינטרנטיים לכ-814 מיליון כתובות IP מ-239 מדינות, המחברים לרשת הטכנולוגית שלה- Akamai Intelligent Platform. נתונה מופקים מתוך רשת זו, שלדברי החברה מנהלת כ-15% מכלל תעבורת המידע ברשת העולמית. יש לציין כי רשות המחקר של ה-OECD משתמשת גם היא בנתוני המחקרים של Akamai. ראו [אתר החברה](#). תאריך כניסה: 29 לנובמבר, 2018. May, 2018. [State of the Internet / Connectivity Report – 2017 Q1](#), Akamai's, עמ' 5.

⁵⁸ Akamai's, [State of the Internet / Connectivity Report – 2017 Q1](#), May 2017. ממוצע פשוט ללא איסלנד.

⁵⁹ איתמר מילרד, [תשתיות אינטרנט: נתונים, תועלת כלכלית למשק וכלי מדיניות לעידוד הקמתן](#), מרכז המחקר והמידע של הכנסת – המחלקה לפיקוח תקציבי, 18 ביוני, 2017. עמ' 12.

⁶⁰ Open Signal, [The State of LTE](#), February 2018.



6. קרינה בלתי מייננת

בשנים האחרונות ישנו דיון מתמשך, מחקרי וציבורי, בניסיון להבין את ההשפעות הבריאותיות של הגברת השימוש בתקשורת הסלולרית. כאמור, גלי השידור עליהם מתבססת התקשורת הסלולרית נכללים בקטגוריה של קרינה בלתי מייננת, אשר בהיעדר ממצאים מחקרניים חד משמעיים, מוגדרת על ידי הסוכנות הבין לאומית לחקר הסרטן (IARC) כגורם מסרטן **אפשרי** בבני אדם.⁶¹ בהתאם לכך פועל המשרד להגנת הסביבה, כאמור בחוק, על פי עקרון הזהירות המונעת (Precautionary principle), בניסיון למזער ככל הניתן את חשיפת הציבור לקרינה.⁶²

הוועדה הבינלאומית להגנה מפני קרינה בלתי מייננת (ICNIRP) של ארגון הבריאות העולמי (WHO) היא הגוף הבינלאומי המרכזי העוסק במחקר בתחום ומפיק המלצות והנחיות באשר להתמודדות עם ההשלכות הסביבתיות והבריאותיות של הקרינה. ב-1998 פרסם ארגון זה את הנחיותיו בנוגע לחשיפה לקרינה בלתי מייננת ובהן נקבע רף של בין 400-1000 מיקרו-וואט לסמ"ר ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$) כסף שמעליו נחשבת הקרינה למסוכנת, גם במקומות ציבוריים בהם אין חשיפה ממושכת.⁶³

בישראל אימץ המשרד להגנת הסביבה תקן מחמיר יותר, הקובע 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 ה-ICNIRP (כלומר, בין $40-100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$), ובאזורים שבהם זמן ההשייה קצר, כגון מדרכות, כבישים וכו', סף החשיפה לא יעלה על 30% ממנו.⁶⁴ יצוין, כי בימים אלו ממש עובד ה-ICNIRP על קביעת הנחיות חדשות בנוגע לחשיפה לקרינה בלתי מייננת.⁶⁵

מכיוון שגם מוקד השידור הסלולרי וגם המכשיר הנייד בו זמנית קולטים ומפיצים גלי רדיו, שניהם מהווים מקור קרינה. הקרינה המופקת ממכשיר הטלפון הנייד בעלת עוצמה נמוכה יותר מזו של האנטנה הסלולרית, אך היא הקרובה יותר לגוף. היא נמדדת במדד בשם SAR (קצב ספיגה סגולי – Specific Absorption Rate) ויצרני המכשירים מחויבים לבצע מדידות, לעמוד בתקנים ולציין על גבי המכשיר את רמת הקרינה שהוא מפיץ.⁶⁶

ככל שגדל המרחק בין מוקד השידור והמכשיר, כך גם גדלה עצמת השידור של שניהם ויחד אתה הקרינה המופקת. משום כך, בניגוד למקובל לחשוב, **פריסה של יותר מוקדי שידור באופן הנכון יכולה להפחית את החשיפה לקרינה**. לכן המליץ המשרד להגנת הסביבה בשנת 2008 "להגדיל את מספר מוקדי השידור

⁶¹ אתר תנועה, [השלכות בריאותיות של חשיפה לקרינה בתדרי רדיו](#), תאריך כניסה: 29 באוקטובר 2018.

⁶² אתר המשרד להגנת הסביבה, [קרינה מהי?](#), תאריך כניסה: 29 באוקטובר 2018.

⁶³ ICNIRP, [Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields](#), Health Physics 74 (4): 494-522; 1998. Pp. 511, Table 7. המלצות לגבי החשיפה לקרינה מאנטנות סלולריות בישראל, תאריך כניסה: 6 בנובמבר, 2018.

⁶⁴ המשרד להגנת הסביבה, [טווחי זהירות ורמות חשיפה מרביות מותרות לעניין קרינה בתדרי רדיו](#), 2009, עמ' 4. אתר תנועה, [המלצות לגבי החשיפה לקרינה בלתי מייננת מאנטנות סלולריות בישראל](#), תאריך כניסה: 6 בנובמבר, 2018.

⁶⁵ ICNIRP, [Guidelines on Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields \(100 kHz to 300 GHz\)](#)-Draft, 11.8.2018.

⁶⁶ בישראל, התקנים ביחס לקרינת SAR נכללו [בתקנות הגנת הצרכן \(מידע בדבר קרינה בלתי מייננת\)](#), התשס"ב – 2002. ראו אתר תנועה, [חובת סימון ומידע על הקרינה הבלתי מייננת](#), תאריך כניסה: 6 בנובמבר, 2018. אתר המשרד להגנת הסביבה, [קרינה ממכשירי טלפון סלולריים](#), תאריך כניסה: 6 בנובמבר, 2018.



בתוך סביבה עירונית, ובכך בעצם להקטין את התא הסלולרי שכל מוקד שידור משרת ולהפחית את החשיפה הכפויה לקרינת רדיו ממוקדי שידור סלולריים.⁶⁷ רמת הקרינה עולה גם ככל שעולה נפח צריכת הנתונים בתקשורת הסלולרית, שנמצא בשנים האחרונות בעלייה מתמדת. השימוש המתרחב במכשירים הסלולריים, בעיקר עקב צריכת הנתונים האינטרנטיים, מביא להערכת המשרד לעליה של קרוב לפי 2 בהיקף צריכת הנתונים בכל שנה.⁶⁸

לנוכח התעצמות גוברת זו של הענף, המשרד שם לו ליעד לשמור על רמת עליה של פחות מ-10% לשנה ברמת הקרינה. אחת הדרכים לעשות זאת היא באמצעות המשך מגמת איחוד התשתיות של חברות הסלולר וצמצום מספר מוקדי השידור עקב כך.⁶⁹ גם המעבר לשימוש בטכנולוגיות חדשות (דור 4, 5), המאפשרות העברת מידע בקצבים גבוהים יותר תוך שימוש יעיל בהספקי השידור, מסייע בהפחתת הקרינה.⁷⁰ ואולם כפי שראינו, מגמת שיתוף התשתיות בין החברות קרובה למיזוי ויחד אתה מגמת הירידה במספר מוקדי השידור מתמתנת מאז 2017, מה שמותיר את המעבר לטכנולוגיות מתקדמות כאפשרות העיקרית למיתון עליית רמות הקרינה.⁷¹

כאמור, המשרד להגנת הסביבה מנטר באופן קבוע את רמת הקרינה המופקת על ידי מקורות קרינה שונים, בהם מוקדי שידור סלולריים, ומגיש דוח שנתי בנושא לוועדת הפנים והגנת הסביבה של הכנסת. למשרד מערכת ניטור קבוע העוקבת אחר פעילותן של 60,000 אנטנות ובוחנת את הספקי השידור שלהן. מערכת זו בוחנת כיום בעיקר אנטנות מסוג דור 3, אך צפויה להיות מופעלת גם ביחס לדור 4 עד סוף 2018.⁷²

מערכת נוספת של המשרד בוחנת את רמת הקרינה של מוקדי שידור סלולריים באמצעות תחנות לניטור קרינה הפרושות בחמש ערים גדולות בארץ ליד מוקדי שידור מרכזיים: ירושלים, באר-שבע, אשדוד, רחובות ובת-ים.⁷³ אך כיום מערכת זו לא מסוגלת לנפק מידע לגבי רמות הקרינה באופן כללי, אלא מספקת אינדיקציה מסוימת לגבי מגמות כלליות ושינויים בעוצמות הקרינה. **נתוני המערכת מראים כי רמת הקרינה נמצאת בעליה מתונה מאוד אך עקבית לאורך השנים ויחד עם זאת היא רחוקה מאוד מהרף שקבע המשרד להגנת הסביבה לרמת החשיפה המרבית המותרת. על פי הדוחות לוועדת הפנים והגנת הסביבה שמפיק המשרד, ב-2017 נרשמה עליה של כ-9.4% ביחס למוצע בשנת 2016. בין 2015 ל-2016 נרשמה עליה של 2.56%. המשרד מציין בדוחות כי מדובר במגמה מתונה ביותר לנוכח הגידול שהיה צפוי, של 100% להערכתו, על פי הגידול בנפח צריכת הנתונים.**⁷⁴

בנוסף לשתי מערכות אלה, עורכות החברות הסלולריות אחת לשנה בדיקה של כל מוקדי השידור על ידי בודק קרינה מוסמך ומעבירות את דיווחיהן למשרד להגנת הסביבה. **נתונים אלה מצביעים בדרך כלל על**

⁶⁷ סטיליאן גלברג, [פריסת אנטנות סלולריות בתוך הערים](#), האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, פברואר 2008. אתר תנדוע, [פריסת אנטנות סלולריות - כיסוי מרחבי](#), תאריך כניסה: 29 באוקטובר 2018.

⁶⁸ גיל כהן, ראש תחום קרינה בלתי מייננת במשרד להגנת הסביבה, דוא"ל, 25 באוקטובר 2018. ראו נספח 1.

⁶⁹ כאמור, למרות מגמת צמצום מספר מוקדי השידור, הרי שכיום לכל חברה ישנם יותר מוקדי שידור מבעבר.

⁷⁰ גיל כהן, ראש תחום קרינה בלתי מייננת במשרד להגנת הסביבה, דוא"ל, 24 באוקטובר 2018.

⁷¹ שם.

⁷² המשרד להגנת הסביבה- אגף מניעת רעש וקרינה, דוח פיקוח על מקורות קרינה בלתי מייננת, 2017.

⁷³ בירושלים – בכיכר ספרא; בבאר-שבע – בקריית הממשלה; בבת-ים – בהיכל התרבות; באשדוד – בבית העירייה; ברחובות – ברחוב מנוחה ונחלה. ניתן לעקוב בכל עת אחר תוצאות הניטור באתר המשרד להגנת הסביבה, [Radio Frequency Monitoring System](#).

⁷⁴ המשרד להגנת הסביבה- אגף מניעת רעש וקרינה, דוחות פיקוח על מקורות קרינה בלתי מייננת, 2016-2017.

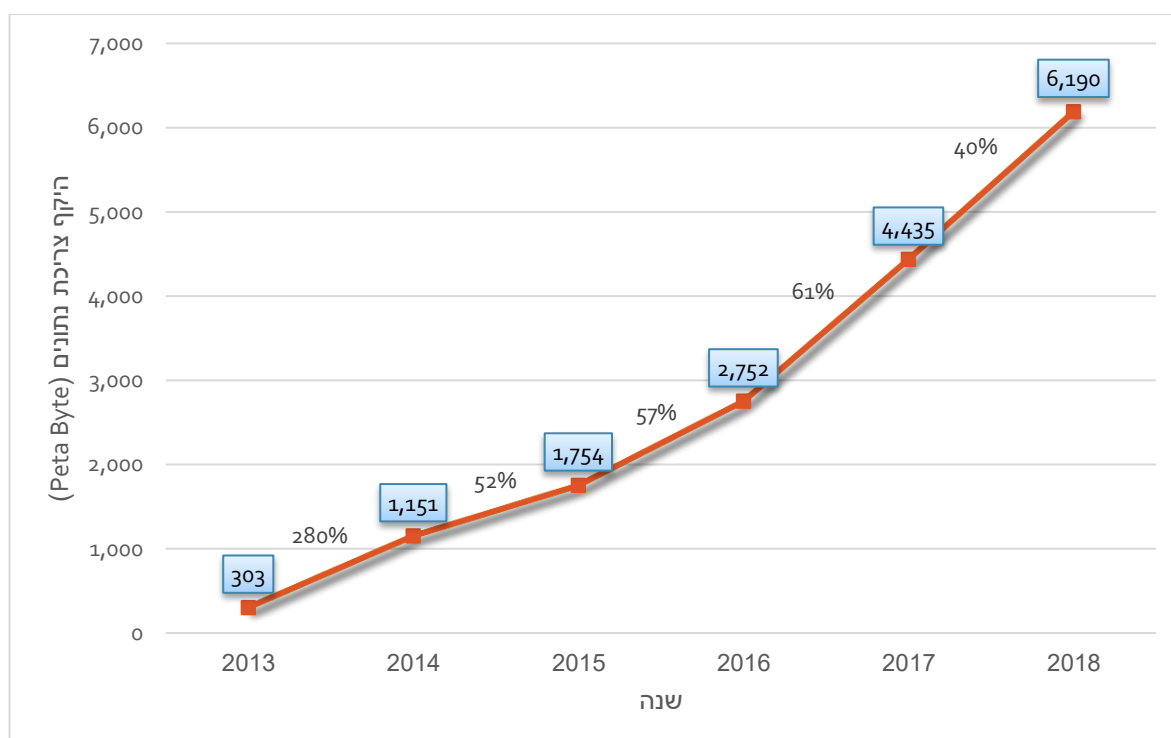


רמות קרינה נמוכות מאוד יחסית לרף, אך לא ניתן להפיק מהם כיום נתונים סטטיסטיים מקיפים אותם ניתן להציג לציבור. ביחד עם שאר הכלים שהוצגו לעיל, מספקים נתונים אלה למשרד אפשרות לפקח ולאכוף את רמות הקרינה המותרות על פי חוק ועל פי התקנות שקבע. על פי הדוחות שמפיק המשרד, נרשמו ב-2016 כ-10 מקרים של חריגות כאלה, ב-2017 שלושה מקרים וב-2018 עד כה שישה מקרים. יש לציין כי בכל המקרים מדובר בחריגות מההיתר שמפיק המשרד למתקן השידור או בתוצאות מדידה לא סבירות, ולא בחריגה מהספים הבריאותיים של חשיפה לקרינה שקבע המשרד. לפי המשרד, כל המקרים טופלו והליקויים תוקנו.⁷⁵

⁷⁵ המשרד להגנת הסביבה- אגף מניעת רעש וקרינה, דוחות פיקוח על מקורות קרינה בלתי מייננת, 2016-2017. גיל כהן, ראש תחום קרינה בלתי מייננת במשרד להגנת הסביבה, שיחת טלפון, 28 בנובמבר 2018.



נספח 1: כמות צריכת הנתונים של כלל החברות הסלולריות, 2013-2018⁷⁶



- * כמות צריכת הנתונים מצוינת בכל שנה בפטה-בייט (Peta-Byte) שהיא מיליון גיגה.
- * בין שנה לשנה מצוין שיעור העלייה באותה שנה באחוזים.
- * הבדיקה נערכה בכל שנה בחודש אוקטובר. לגבי שנת 2018 ניתנה הערכה בהתאם למדידה שבוצעה באוגוסט.

⁷⁶ הנתונים מתוך: שי רטר, סמנכ"ל מנהל פיקוח ואכיפה, משרד התקשורת, מכתב תשובה לבקשת מידע, 19 בנובמבר 2018.



נספח 2: מקטעים מתוך רישיון מפעיל רט"ן: דרישות דיווח, כיסוי ואיכות שידור⁷⁷

א. דרישות דיווח שיעורי כיסוי⁷⁸

<u>תמצית דו"ח הנדסי</u>				
מס'	נושא	דור 2 (GSM)	דור 3 (HSDPA/HSPA/HSPA+)	דור 4 (LTE/LTE adv)
1.	מס' מנויים (M)			
2.	תחומי התדר (מה"צ)			

[...]

12. כיסוי סלולרי [%] ת88)	שטח	שטח	שטח
	אוכלוסייה	אוכלוסייה	אוכלוסייה
	כבישים 1-3 ספרתי	כבישים 1-3 ספרתי	כבישים 1-3 ספרתי
	תוואי רכבות נוסעים	תוואי רכבות נוסעים	תוואי רכבות נוסעים
	כבישים + 4 ספרתי	כבישים + 4 ספרתי	כבישים + 4 ספרתי
	תוואי רכבות משא	תוואי רכבות משא	תוואי רכבות משא

ב. שיעורי כיסוי – דיווח ויזואלי⁷⁹

5. <u>כיסוי הרשת</u>	
א.	בעל הרישיון יפרט את אזורי הכיסוי בהם מספק הוא שירותיו.
ב.	אזורי כיסוי השירות יוצגו כדלהלן, (א) מפה בקנה מידה 1:100,000 באזורים פתוחים ו-1:10,000 או 1:25,000 באזורים עירוניים בה יצוינו גבולות אזור השירות;
ג.	המפות יוגשו בקבצי ArcView הכוללים את ה-Geodatabase.

ג. דרישת כיסוי דור 3⁸⁰

1.3 <u>דרישות מינימום לחובת כיסוי הרשת:</u> (א)ת88 ברשת בטכנולוגיות דור 3:
(1) ביצועי הרשת ושירותיה יסופקו תוך עמידה ברמת הכיסוי ולא יפלו, מדרישות המינימום הבאות:
אזור שירות: שטח בו מתגוררים 99% מהאוכלוסייה, ולא פחות מ-92% מהשטח.

⁷⁷ לצורך הדוגמא נלקחו הציטוטים להלן מתוך: משרד התקשורת, [רישיון כללי לפרטנר תקשורת בע"מ למתן שירותי רדיו טלפון נייד בשיטה התאית \(רט"ן\)](#), 21 במאי 2018.

⁷⁸ שם, תוספת שניה, נספח ב', עמ' 4.

⁷⁹ שם, עמ' 5.

⁸⁰ שם, נספח ה', עמ' 3.



1.4 איכות השירות:

(א) שיחות חסומות או שיחות נופלות:

- (1) אחוז השיחות החסומות, בשעת השיא, לא יעלה על שני אחוזים (2%) וכן, אחוז השיחות הנופלות, בשעת השיא, לא יעלה על שני אחוזים (2%);
- (2) עד עשרה אחוזים (10%) מכלל הסקטורים תתאפשר חריגה מעבר לשני אחוזים (2%).
- (3) כמות השיחות החסומות והנופלות תימדד באופן הבא:
 - (א) המדידה תתייחס לפרק זמן של שעה אחת;
 - (ב) שעת השיא אליה תתייחס המדידה תהיה השעה העמוסה ביותר של המערכת, ביום חול, שאינו חול המועד או ערב חג;
 - (ג) המדידה והחישוב של אחוז השיחות החסומות או הנופלות יתבצעו על-ידי בעל הרישיון לכל סקטור ולמערכת בכללותה. הנתונים יוצגו בצורה גרפית וימסרו למשרד במסגרת דו"ח המערך ההנדסי.

(ב) רמת קליטה:

- (1)⁸⁸רמת קליטת אות ייחוס לשירותי דור 3 תקבע על פי התקנים העדכניים ביותר של ETSI/3GPP לטכנולוגיית דור 3, כך שתאפשר מתן שירותי טלפוניה לכיסוי מחוץ למבנים (Outdoor), לפי הערוץ המגביל מבין הערוץ העולה והיורד;
- בעל הרישיון יבצע פרדיקציה אחת לשנה, לכל סקטור ולכל תא. הנתונים יוצגו וימסרו למשרד בצורת מפת כיסוי ארצית וכן במתכונת המוגדרת במסגרת דוח המערך ההנדסי.
- (2) רמת קליטת אות ייחוס לשירותי דור 4 לרשתות ברוחב פס של 15/20 מה"ץ של אותות המתקבלים מהערוץ היורד/עולה, לפי המגביל בניהם, על פי תקן ETSI²⁵, לפי רוחב סרט של 5 מה"ץ, תהיה:

רשת דור 4		סף קליטה (dbm)
ערוץ יורד	ערוץ עולה	
תדרי 1800 מה"צ	- 97	101.5 – (אתר בשטח פתוח)
		93.5 – (אתר בשטח בנוי)

⁸¹ שם, עמ' 4.

