



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

תמצית	2
<u>1. תקשורת סלולרית</u>	<u>3</u>
<u>2. הסדרה ממשלתית של התקשורת הסלולרית בישראל</u>	<u>4</u>
<u>3. פריסת תשתיות</u>	<u>5</u>
3.1. נתונים על מספר מוקדי השידור בישראל	5
3.2. מדיניות ממשלתית ושיתוף התשתיות	7
<u>4. דור רביעי</u>	<u>9</u>
<u>5. רמת כיסוי ואיכות השידור</u>	<u>10</u>
5.1. נתונים השוואתיים	12
<u>6. קרינה בלתי מייננת</u>	<u>14</u>
<u>נספח 1: כמות צריכת הנתונים של כלל החברות הסלולריות, 2013–2018</u>	<u>17</u>
<u>נספח 2: מקטעים מתוך רישיון מפעיל רט"ן: זרישות דיווח, כיסוי ואיכות שידור</u>	<u>18</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 במסמך יוצגו נתונים מהשנים האחרונות על פריסת רשת האנטנות הסלולריות בארץ, על מגמות בענף הסלולר ועל מדיניות משרדי הממשלה בתחום.

במסמך מובאים כמה ממצאים עיקריים:

- **משרד התקשורת** הוא הגוף הממשלתי העיקרי האחראי להסדרת הפעולה של החברות הסלולריות בישראל. מכוח חוק התקשורת ופקודת הטלגרף האלחוטי הוא מנפיק רישיונות לחברות, המגדירים את תחומי פעולתן. **המשרד להגנת הסביבה** הוא הגוף האמון על כל 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, כיום יש כ-7,821 מוקדי שידור של כלל החברות – ירידה של כ-20% משנת 2014. מגמה זו נובעת במידה רבה מההליך שיתוף התשתיות בין החברות הסלולריות, בעידודו של משרד התקשורת. כיום יש שלוש תשתיות סלולר פרוסות במלואן, המשרתות שישה מפעילי רשתות תקשורת סלולרית: חברת פרטנר וחברת הוט מובייל שותפות ברשת תחת תאגיד PHI; החברות סלקום, אקספון וגולן טלקום שותפות ברשת התאגיד CMG; חברת פלאפון מפעילה רשת עצמאית. בנוסף לאלה פועלות חמש חברות וירטואליות, אשר משתמשות ברשתות התקשורת של המפעילות האחרות.**
- מקובל לסווג את טכנולוגיית התקשורת הסלולרית לפי "דורות". עיקר הפעילות של הרשתות הסלולריות כיום בישראל מתבססת על טכנולוגיה מסוג דור 3. בשנים האחרונות פועל משרד התקשורת יחד 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 טכנולוגיית דור 4, שהם כ-70% מכלל מוקדי השידור. מכרז התדרים שהמשרד ביקש 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 בכל אחד מהדורות הטכנולוגיים. דוחות על העמידה בתנאים אלו אמורים להיות מסופקים על ידי החברות למשרד התקשורת מדי שנה. **לפי תשובת המשרד על פנייתנו, 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. מתשובות המשרד לא ברור כיצד דיווחים אלו נבדקים ומאומתים, ושאלתנו בסוגיה זו נותרה ללא מענה. עם זאת, מטעם המשרד נמסר כי בימים אלו הוא בוחן, עם מומחה חיצוני ותוך התייעצות עם גולטורים בחו"ל, את הגברת הפיקוח והאכיפה בנושא ואת האפשרות לשנות את ניסוח האסדרה.**

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



- על פי הנתונים ממשרד התקשורת, ממוצע כיסוי האוכלוסייה של שלוש הרשתות בדור 4 הוא כ-89%. על פי מחקרים של חברות בין-לאומיות בתחום הסלולר בשנים 2016-2017, רמת הזמינות של כלל הדורות בישראל גבוהה – כ-95% – אך רמת הזמינות של דור 4 היא כ-65%, והיא מציבה את ישראל במקום 74 מתוך 88 המדינות שנבדקו. בדירוג מהירות הגלישה הממוצעת באינטרנט הסלולרי, באופן כללי ובפרט לגבי דור 4, ישראל נמצאת, על פי מחקרים אלו, במקום נמוך יחסית למדינות ה-OECD.
- המשרד להגנת הסביבה עוקב אחר רמות הקרינה באמצעות שתי מערכות ניטור ודיווחים שנתיים של החברות על כל אחד ממוקדי השידור שבידיהן. **אין כיום בידי המשרד דוח המסכם את נתוני הקרינה שדווחו על כלל 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 עלייה של 2.56% ביחס לממוצע השנה הקודמת, וב-2017 נרשמה עלייה של כ-9.4%. על פי המשרד, מגמת העלייה ברמת הקרינה מתונה במיוחד על רקע העלייה המתמשכת בצריכת הנתונים ברשת הסלולרית, ששיעורה הממוצע הוא כ-83% בשנה מאז 2013. מגמת שיתוף התשתיות, הפחתת מוקדי השידור והמעבר לדור 4 תורמים כולם למיתון העלייה ברמות הקרינה הנפלטת מרשת הסלולר. עוד עולה מתשובת המשרד על פנייתנו כי בכל שנה נרשמו מקרים בודדים שבהם טיפל המשרד, והם היו בעקבות חריגה מתנאי הרישיון אך לא מהסף הבריאותי לחשיפה לקרינה.

1. תקשורת סלולרית

טכנולוגיית התקשורת הסלולרית מבוססת על רשת של מוקדי שידור,² 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 זה את זה במידה מסוימת, כדי 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 של מנוי בין התאים. גודל התאים הסלולריים אינו אחיד, והוא נקבע בהתאם למספר המשתמשים בכל תא ועל פי קיומן של הגבלות פיזיות בשטח (כמו בניינים או גבעות) המפחיתות את העבירות של גלי הרדיו. שטח עירוני מצריך מוקדי שידור לטווח קצר בצפיפות גבוהה יותר, ואילו אזור כפרי מאפשר שימוש בפחות מוקדים, אך בעלי עוצמה רבה יותר.³

העיקרון ההנדסי הבסיסי בפריסת רשת תקשורת סלולרית הוא שכדי לספק שירות סלולרי, נדרשות גם יכולת לספק שירות לכלל השטח שבו חברות הסלולר מספקות את השירות ("כיסוי") וגם יכולת לספק שירות למספר רב של משתמשים בו זמנית ("קיבולת"). מתקן שידור בתא טיפוסי מסוגל לתמוך במספר

² מונח זה משמש בפרסומי המשרד להגנת הסביבה ומתייחס לכל אתר שיש בו חדר עם ציוד שידור של חברת תקשורת. כל אתר כזה יכול להכיל ציוד של כמה חברות ומספר רב של אנטנות. בחוק התקשורת, בחוק הקרינה הבלתי-מייננת ובתוכנית המתאר הארצית לרשת הסלולרית, תמ"א 36, נעשה שימוש במונח "מתקן שידור" באותה המשמעות.

³ הצוות הבין-משרדי בנושא מתקן גישה אלחוטית, [דוח מסכם](#), יוני 2009, עמ' 5-6. אתר תנועת, [פריסת אנטנות סלולריות – כיסוי מרחבי](#), כניסה: 29 באוקטובר 2018.



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

מוגבל של משתמשים בו זמנית. לפיכך, ככל שמספר המשתמשים והשימושים גדל יש צורך בתוספת תדרים או בהקטנת גודל התא (תוספת מוקדי שידור). תוספת מוקדים יכולה לחפות על מחסור בתדרים, ולהפך. כל המכשירים הסלולריים נמצאים בקשר קבוע עם מתקן השידור הסמוך אליהם. כאשר המכשיר מתרחק ממתקן השידור, או כאשר יש 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 שחברות הסלולר מחויבות על פי חוק במתן שירות אוניברסלי, כלל-ארצי, ללא הפליה על בסיס גיאוגרפי.⁴

גלי הרדיו שעליהם 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 שאפשר.

נהוג לסווג את טכנולוגיית התקשורת הסלולרית לפי "דורות".⁵ כל חידוש טכנולוגי משמעותי המצריך פריסה מחדש או שדרוג של המערכת הפיזית של התקשורת, נחשב לדור 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 המשרד עושה 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 בכל 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.

על פי תנאי הרישיון, החברות מחויבות להעביר למשרד מדי שנה דוחות שונים – דוח כספי, דוח מנויים הכולל את היקף ההכנסות, דוח שימוש בתדרים ודוח המערך ההנדסי. כמו כן, המשרד רשאי לבקש דוח

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, 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.



תקלות ואופן הטיפול בהן, דוח טיב שירות וכיוצא באלה. מלבד זאת רשאי המשרד להגיע למתקני החברה ולמשרדה, 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 בשנת 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 ואקספון.⁹ כמה מחברות אלו 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 משנת 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 הקשורות למתקנים המשתמשים בקרינה בלתי מייננת, ובהם מתקני השידור של החברות הסלולריות. בהתאם לתקנה 12(ג) לתקנות הקרינה הבלתי-מייננת, התשס"ט-2009, אחת לשנה המשרד מציג דוח בפני ועדת הפנים והגנת הסביבה, ובו הוא מדווח על ממצאיו בנוגע לרמות הקרינה ועל פעולות הפיקוח שבוצעו מטעמו באותה שנה. גופים נוספים שמעורבים בתהליכי הקמת מוקדי שידור חדשים הם הוועדות המקומיות לתכנון ובנייה, המאשרות את הקמת המתקנים על פי תוכנית מתאר ארצית ייעודית להסדרת תשתית הסלולר (תמ"א 36').

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. בחודש אוקטובר 2018 היו כ-7,821 מוקדי שידור של כלל החברות ברחבי הארץ, ועוד כ-211 מוקדים בשלבי הקמה. להלן מוצגים נתוני אוקטובר 2018 לפי החברות השונות:

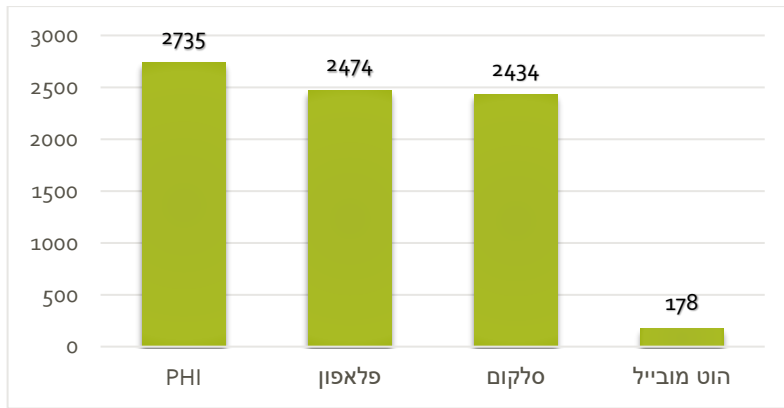
⁸ משרד התקשורת, [רישיון כללי למרתון 018 אקספון](#), 21 במאי 2018, עמ' 110-12.

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

¹⁰ שי רטר, סמנכ"ל מינהל פיקוח ואכיפה, משרד התקשורת, מכתב תשובה על בקשת 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' 6-8.

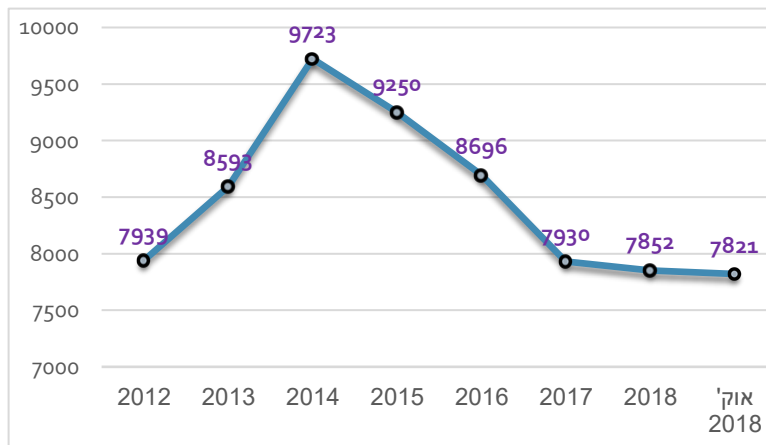


תרשים 1: מוקדי השידור הסלולריים בארץ בחלוקה למפעילים, אוקטובר 2018¹¹



אפשר לראות שכיום יש למעשה שלוש תשתיות בפריסה רחבה – של החברות פלאפון, סלקום ו-PHI. הוט מובייל מחזיקה עדיין בכמה מוקדי שידור, אך עיקר פעילותה היא 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 הנתונים מהשנים האחרונות, שיאפשרו לבחון את המגמות ביחס לכמות מוקדי השידור בארץ:

תרשים 2: מוקדי השידור הסלולריים בארץ, 2012–2018¹⁴



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

¹¹ הנתונים מתוך: [אנטנות סלולריות](#), אתר המשרד להגנת הסביבה, כניסה: 29 באוקטובר 2018. הנתונים אינם כוללים אנטנות במיקומים מסווגים.

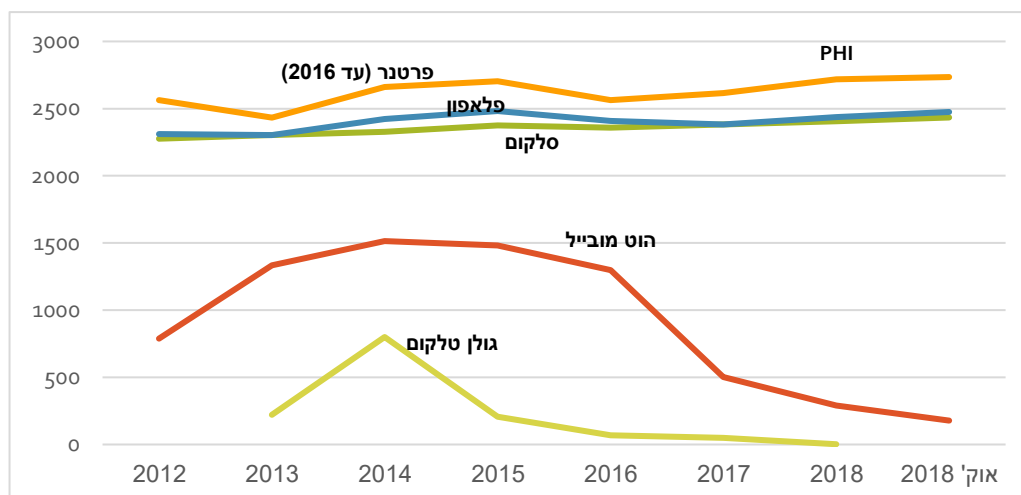
¹² הנתונים מתייחסים למוקדי שידור של סלקום בהתאם לסיווגם בטבלאות המקור של המשרד להגנת הסביבה, על אף שרשת זו כיום למעשה מוגדרת כתאגיד CMG, כאמור להלן.

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.



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



כפי שאפשר לראות בתרשים, שלוש החברות בעלות התשתיות הפעילות נמצאות לאורך השנים במגמת עלייה מתונה, פחות או יותר באותו היקף של מוקדי שידור. הגורמים העיקריים למגמת הירידה הכללית קשורים בפירוק מוקדי השידור של החברות גולן טלקום והוט מובייל. גולן טלקום, שהתחילה לפרוס תשתיות ב-2013 ולפרק אותן ב-2014, סיימה את התהליך ב-2018.¹⁶ כיום גולן טלקום שותפה 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, שבמסגרתו היא הורידה יותר מ-1,000 מוקדים.¹⁷ מגמה זו של צמצום תשתיות התקשורת הסלולרית יש להבין גם על רקע מגמה ברורה של עלייה מתמשכת בהיקפי השימוש בתקשורת הסלולרית.¹⁸

3.2 מדיניות ממשלתית ושיתוף התשתיות

כפי שעולה מהנתונים שלעיל, אף שקיימים כיום שישה מפעילים של רשתות סלולריות, יש 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. אפשר 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 נסקור כמה גורמים עיקריים שהביאו את המשרד לנקוט מדיניות זו:²⁰

¹⁵ גיל כהן, ראש תחום קרינה בלתי מייננת במשרד להגנת הסביבה, דוא"ל, 24 באוקטובר 2018.

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 על בקשת 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.



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

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

א.1. **חלוקת תדירים** – חוות הדעת הכלכלית של המשרד קבעה שבישראל "לא קיימים מספיק תדירים לקיומן של חמש 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 ההתנגדות בקרב הציבור והשלטון המקומי להקמת אתרים חדשים הולכת וגוברת.

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 מפחית באופן עקיף את רמות הקרינה (להרחבה ראו פרק 6 להלן).²⁵

מנגד, במסמכי המדיניות שהמשרד פרסם צוין כי גורם אחד מרכזי המעורר חשש מפני מגמת שיתוף התשתיות בין החברות הוא עליית הפוטנציאל לפגיעה בתחרות בין החברות. הגברת התחרות בשוק הייתה במוקד המדיניות 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 תדירים, במיוחד לצורך קידום המעבר לדור 4. ואולם, ביחס לצורת שיתוף זו המשרד הציב כמה תנאים מגבילים וסייגים, במטרה להימנע ככל האפשר מפגיעה בתחרות בשוק. למשל, השיתוף ייעשה 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' 19-16.

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 שלוש 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 שאף שמספר מוקדי השידור הצטמצם לאורך השנים, הרי שכיום לכל חברה יש 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 שדרוג המערכת לדור 4, כלומר לטכנולוגיית LTE ו-LTE Advanced. מערכת זו תאפשר מעבר נתונים גדול ומהיר יותר, ותשפר בעיקר את השימוש ברשת האינטרנט מהמכשירים הסלולריים, על כל היישומים התלויים בה. בהקשר זה יש לציין שעל פי נתוני משרד התקשורת, **צריכת הנתונים בתקשורת הסלולרית גדלה בתוך חמש שנים, מ-2013 עד 2018, ביותר מפי 20, בשיעור שנתי ממוצע של כ-83%.**³⁰

כאמור, אחת המוטיבציות המרכזיות של משרד התקשורת בקידום מגמת שיתוף התשתיות הייתה קשורה לצורך בהתקדמות טכנולוגית של השוק לדורות מתקדמים של תקשורת סלולרית. לפי המשרד, מלבד התועלת הפרטית לצרכן ולאזרח, המעבר לטכנולוגיית תקשורת משופרת ישפיע באופן נרחב על המדינה ועל החברה כולה. בהיבט זה, פריסת תשתיות האינטרנט מקבילה במשמעותה להקמת תשתיות לאומיות כמו כבישים, מים וחשמל, וביכולתה להביא לפיתוח כלכלי לאזור השירות. ההשקעה בפיתוח תשתיות מתקדמות מעודדת צמיחה כלכלית ומובילה לצמצום פערים חברתיים ולעידוד חדשנות במגוון תחומים.³¹ בחוות הדעת שפרסם המשרד להגנת הסביבה בדצמבר 2011, המשרד הכיר בצורך ובהכרח במעבר לטכנולוגיית דור 4, ואף הצביע על היתרון בכך גם מבחינת רמת הקרינה.³² בהינתן שצריכת הנתונים הולכת וגדלה בהתמדה, טכנולוגיית דור 4, בשל יעילותה בהעברת הנתונים (בערך פי שלושה מדור 3), תוריד את רמת החשיפה לקרינה לעומת העברה של אותה כמות נתונים במערכת של דור 3. עם זאת, המשרד המליץ על כמה עקרונות שצריכים להיות מיושמים בתהליך המעבר:

- א. כיוון שעיקר הקרינה היא מהמכשיר הנייד ולא ממוקדי השידור והאנטנות, יש חשיבות לפיזור של יותר אנטנות ומוקדי שידור בצפיפות גבוהה ובהספקים נמוכים. המשרד המליץ על שימוש במכשירים ביתיים זעירים (Femtocell או Small-cell) המחוברים 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 על בקשת 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 אלו.³⁴ בתוכנית העבודה של המשרד לשנים 2017-2018, חלק מיעדי התוכנית הם אסדרה חדשה לאתרים סלולריים זעירים, Small-cell, והקמה של אתרים מסוג זה.³⁵ כמו כן, המשרד פרסם כאמור את מדיניותו, הממליצה ומחייבת את שיתוף התשתיות, בדגש על שיתוף תחום התדרים שיאפשר מעבר מהיר יותר לדור 4. לטענת המשרד, ההיצע המצומצם בתדרים המתאימים לשידור בדור 3⁶⁴ הוא אחד החסמים המשמעותיים להמשך המעבר הטכנולוגי.³⁷ לצורך כך, בשנת 2014 נערך מכרז להקצאת תדרים אשר ישמשו לרשת דור 4, וזכו בו כל ששת המפעילים הקיימים. בתוכנית המשרד לשנת 2018 מוגדר יעד המתייחס לארגון מחדש ולייעול של סדין התדרים בישראל.³⁸ באוגוסט 2017 הודיע משרד התקשורת על מכרז תדרים נוסף שיתקיים ב-2018, שבו יוקצו תדרים נוספים, על מנת להמשיך לקדם את פריסת הדור הרביעי ולהתחיל להטמיע את הדור החמישי.³⁹ בתשובתו האחרונה על פניית 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, בינואר 2016, נשאלו נציגי החברות הסלולריות על ידי חברי הוועדה לגבי פריסת דור 4. בתשובה טענו נציגי PHI שבידיהם 1,500 מוקדי שידור המותאמים לדור 4 (יותר מחצי מהמוקדים שהיו ברשותם באותה תקופה), ונציגי סלקום ופלאפון טענו שלכל אחת מהחברות כ-800 מוקדים (כשליש מהמוקדים שהחזיקו באותה תקופה).⁴¹ משרד התקשורת נמסר בתשובה על פנייתנו כי מטעמי סודיות מסחרית אין אפשרות לפרסם את מספר מוקדי השידור המותאמים לדור 4 שבידי כל חברה כיום, אך **לכל החברות ביחד יש כיום כ-5,452 מוקדי שידור מדור 4, שהם כ-70% מכלל מוקדי השידור הפעילים.**⁴²

5. רמת כיסוי ואיכות השידור

הרישיון שמנפיק משרד התקשורת לחברות מגדיר את חובות החברות מבחינת רמת הכיסוי, איכות השירות ורמת הקליטה. לדור 3, דרישות המינימום לחובת כיסוי הרשת הן כ-99% מהאוכלוסייה ולא פחות מ-92% מהשטח; לדור 4, חובת הכיסוי של הרשת מוגדרת בתיקון שהוכנס לרישיון החברות באוגוסט 2015 בעקבות המכרז ב-2014.⁴³ התיקון מפרט את שלבי פריסת התשתית לטכנולוגית דור 4: בשלב א', עד כשנה וחצי מיום תיקון הרישיון, תושלם פריסת הרשת כך שתעמוד ב-30% מחובת הכיסוי

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

³⁵ משרד התקשורת, תוכנית עבודה לשנים 2017-2018, 13 במרס 2017, עמ' 658.

³⁶ התדרים הרלוונטיים בישראל הם בתחום ה-1,800 ו-2,600 מה"צ. חלקם שימשו עד לפני כמה שנים למתן שירותי דור 2, ולכן נדרשה אסדרה מחדשת של כל התחום. הן 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; הן לבאות, חוות דעת כלכלית, 2014, עמ' 11-17.

³⁸ משרד התקשורת, תוכנית עבודה לשנים 2017-2018, 13 במרס 2017, עמ' 659.

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

⁴⁰ שי רטר, סמנכ"ל מנהל פיקוח ואכיפה, משרד התקשורת, מכתב תשובה על בקשת 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 על בקשת 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 הקשורים לפריסת דור 4. ראו: אתר משרד התקשורת, רישיונות כלליים. כניסה: 7 בנובמבר 2018.



המינימלית; בשלב ב', עד שלוש שנים מהתיקון, תושלם הפריסה כך שתעמוד ב-65% מדרישת הכיסוי; בשלב ג', לאחר ארבע שנים, תושלם פריסה של 100% כיסוי כמוגדר ברישיון.⁴⁴ בתוכנית העבודה של משרד התקשורת נקבע יעד שלפיו בשנת 2018 שיעור הכיסוי של דור 4 בישראל יגיע ל-85%.⁴⁵

איכות השירות מוגדרת כך שאחוז השיחות החסומות (חוסר יכולת לקיים שיחה) והנופלות (ניתוק באמצע שיחה), לא יעלה בשעות השיא על 2%. כמו כן, הרישיון מגדיר את אופן הבחינה של רמת הקליטה לדור 3 ולדור 4, כולל הספקי העברת הנתונים באינטרנט הסלולרי.⁴⁶ **על החברות לספק את הנתונים לגבי כל אחד מהפרמטרים האלה 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, והן היו הבסיס לדיון שנערך בנושא בוועדת המדע והטכנולוגיה של הכנסת בינואר 2016.⁴⁸ נושא זה הועלה שוב ביתר שאת סביב האירוע החמור שהתרחש בערבה ביוני 2017 – תאונת דרכים שבה הנהג נהרג ואשתו נפצעה. הפצועה לא הצליחה להזעיק עזרה בשל חוסר קליטה במכשיר הסלולרי, ונשארה לשכב באזור התאונה מ-22:00 בערב ועד 07:00 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 על תלונות צרכנים שעניין קשיי קליטה, ניכרת ירידה משמעותית: בשנת 2015 דווח על 36 תלונות לגבי כלל החברות, ובשנת 2018 על 14 תלונות בלבד. לשם השוואה, בשנת 2018 הוגשו 88 תלונות שעניין חיוב יתר (גם בתחום זה ניכרת מגמת ירידה: בשנת 2013 היו 753 תלונות),⁵⁰ ואולם מנתונים אלה אי-אפשר 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 שהם מועברים ומבוקרים.

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

⁴⁴ התחום המוגדר כאזור שירות לפריסה בשלבים אלו הוא כיסוי של 97% מהאוכלוסייה ולא פחות מ-75% מהשטח; בכל יישוב בנפרד – 90% משטח היישוב, ובכבישים: 90% מכביש חד-ספרתי ו-75% מכביש ארבע-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, [תוכנית 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 שנייה, נספח ה', עמ' 3-5. וראו נספח למסמך זה.

⁴⁷ משרד התקשורת, [רישיון כללי לפרטנר תקשורת בע"מ למתן שירותי רדיו טלפון נייד בשיטה התאית \(רט"ן\)](#), 21 במאי 2018, תוספת שנייה, נספח ב', עמ' 4-7. לגבי התוכנית 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 ולשוויון 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.



וכן את האפשרות לשנות את ניסוח האסדרה.⁵¹ במענה על שאלה לגבי ההשפעה 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. אשר לדור 4, תהליך הפריסה כיום, כשלוש שנים מתיקון הרישיון, נמצא בתום שלב ב', שבו אמורות החברות להשלים את פריסת הרשת כך שתעמוד ברמת כיסוי של כ-65%. מפאת סודיות מסחרית, המשרד מנוע מלמסור את נתוני הכיסוי של כל אחת מהחברות, אך על פי נתוניו, **ממוצע כיסוי האוכלוסייה של שלוש הרשתות בדור 4 הוא כ-89%**.⁵² לפי נתון זה, המשרד עומד ביעד שהציב לעצמו בתוכנית העבודה, שהוא 85% פריסה של דור 4 עד סוף 2018.⁵³

5.1. נתונים השוואתיים

נראה שכיום המקור השיטתי והמקיף היחיד לנתונים על רמת 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 הבין-לאומי (International Telecommunication Union) ושל מאגרי המידע של ה-OECD לא נמצאו נתונים רלוונטיים לענייננו.⁵⁴ מקור מידע נוסף שיכול לספק נתונים על רמת הכיסוי של הרשת הסלולרית הוא חברות פרטיות בין-לאומיות העורכות מחקרים בתחום. למקורות אלו יש להתייחס ביתר ביקורתיות, שכן הם חשופים יותר להטיות שונות ומהימנותם מוגבלת. הם מובאים תוך הסתייגות, כדי לספק זווית ראייה 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 המשתמשים ביישומון (אפליקציה) של החברה (כמו בשיטה של Waze). כך למשל, **בדוח שפורסם באוגוסט 2016 דורגה ישראל במקום השלישי מבין 95 מדינות שנבדקו, מבחינת נגישות לתקשורת סלולרית בדור 3 או 4, עם ממוצע של 95.23% זמינות**.⁵⁵ ואולם, על פי דוח שפרסמה החברה בפברואר 2018, **ביחס לדור 4 בלבד ישראל נמצאת 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 על בקשת מידע, 26 בנובמבר 2018.

⁵² שם; הרן לבאות, סמנכ"ל בכיר כלכלה במשרד התקשורת, [חוות דעת כלכלית בעניין שיתוף רשתות הרדיו בשוק הרט"ן בישראל](#), 15 במאי, 2014, עמ' 6-8.

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

⁵⁴ ראו למשל: [OECD Broadband Portal](#), כניסה: 29 בנובמבר, 2018;

ITU/UNESCO Broadband Commission, [The State of Broadband](#), September 2018.

מקורות אלו בוחנים אינדיקטור הקשור לשיעור מנויי אינטרנט בפס רחב סלולרי באוכלוסייה (Mobile-Broadband Subscriptions per 100 inhabitants), אך הוא אינו מאפשר ללמוד על רמת הכיסוי או על איכות השידור בפועל.

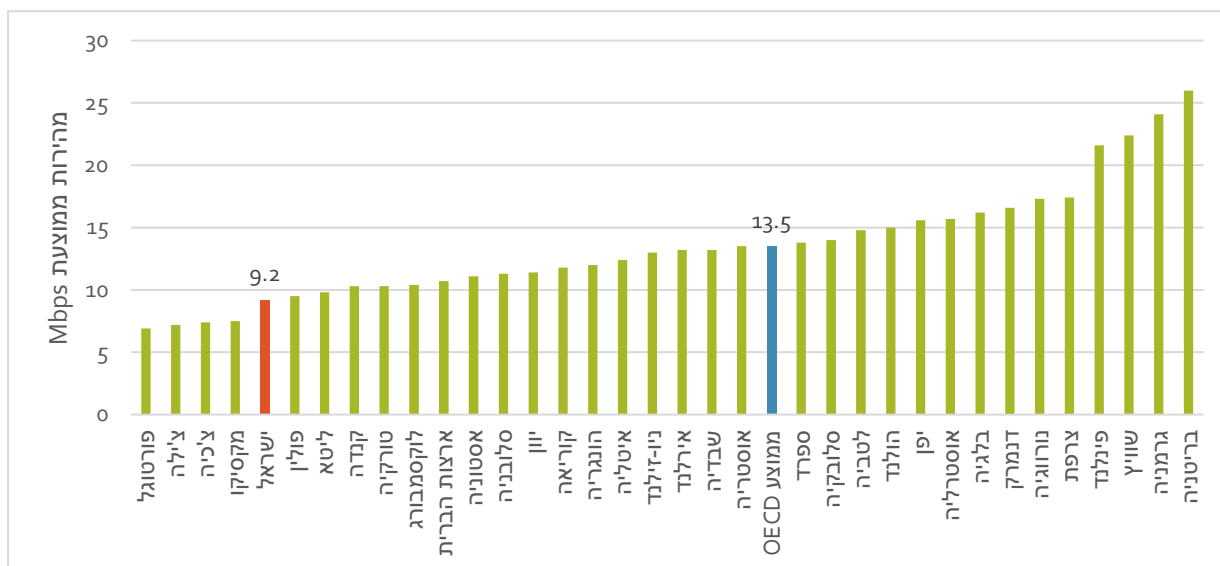
⁵⁵ Open Signal, [Global State of Mobile Networks](#), August 2016. המחקר הסתמך על כ-12 מיליארד מדידות מתוך יותר מ-800,000 מכשירים בתקופה שבין מאי ליולי 2016. כניסה: 28 בנובמבר 2018. מדד הזמינות מקביל למדד הכיסוי, אבל נבחן "מלמטה", מנקודת מבטו של המשתמש. הוא בוחן באיזה אחוז מהזמן יכלו המשתמשים לקבל אות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

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



מדד מקובל נוסף לבחינת איכות השירות שמספקת 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 נתונים על מהירות הגלישה הממוצעת במדינות ה-OECD מהדוח של הרבעון הראשון בשנת 2017. המהירות נמדדת בכמות העברת המידע בשנייה (Mega Byte per second):

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



בשנת 2017, המהירות הממוצעת לגלישה באינטרנט בישראל הייתה כ-9.2 Mbps, בעוד המהירות הממוצעת במדינות ה-OECD הייתה 13.5 Mbps. נתון זה מציב את ישראל בחמישייה האחרונה של מדינות ה-OECD. עם זאת, זהו שיפור לעומת 2016, שבה ברבעון השלישי המהירות הממוצעת שנמדדה הייתה 7.1 Mbps – במקום נמוך יותר בקרב מדינות ה-OECD.⁵⁹ נתונים נוספים על גלישה בדור 4 מסופקים על ידי OpenSignal. בדוח מפברואר 2018, קצב הורדת הנתונים הממוצע בישראל היה 20.73 Mbps. הממוצע העולמי של 88 המדינות שנבדקו היה 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. נתוניה מופקים מתוך רשת זו, שלדברי החברה מנהלת כ-15%–30% מכלל תעבורת המידע ברשת העולמית. יש לציין כי רשות המחקר של ה-OECD משתמשת גם היא בנתוני המחקרים של Akamai. ראו [אתר החברה](#), כניסה: 29 בנובמבר 2018; Akamai's, [State of the Internet / Connectivity Report – 2017 Q1](#), May 2017, 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 מתקיים דיון מתמשך, מחקרי וציבורי, בניסיון להבין את ההשפעות הבריאותיות של הגברת השימוש בתקשורת הסלולרית. כאמור, גלי השידור שעליהם 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 הבין-לאומית להגנה מפני קרינה בלתי מייננת (ICNIRP) של ארגון הבריאות העולמי (WHO) היא הגוף הבין-לאומי המרכזי העוסק במחקר בתחום ומפיק המלצות והנחיות לגבי התמודדות עם ההשלכות הסביבתיות והבריאותיות של הקרינה. בשנת 1998 פרסם הארגון את הנחיותיו לגבי חשיפה לקרינה בלתי מייננת, ובהן נקבע רף של בין 400-1000 מיקרו-ואט לסמ"ר ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$) כסף, שמעליו הקרינה נחשבת למסוכנת גם במקומות ציבוריים שבהם אין חשיפה ממושכת.⁶³

בישראל, המשרד להגנת הסביבה אימץ 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 לגבי חשיפה לקרינה בלתי מייננת.⁶⁵

מכיוון שגם מוקד השידור הסלולרי וגם המכשיר הנייד קולטים ומפיצים בו-זמנית 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 מפיק.⁶⁶

ככל שגדל המרחק בין מוקד השידור והמכשיר, כך גם גדלה עוצמת השידור של שניהם, ויחד איתה 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](#), כניסה: 29 באוקטובר 2018.

⁶² אתר המשרד להגנת הסביבה, [קרינה מהי?](#), 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 חשיפה 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 חשיפה 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 של קרינת SAR נכללו [בתקנות הגנת הצרכן \(מידע בדבר קרינה בלתי מייננת\)](#), התשס"ב – 2002. ראו: אתר תנועה, [חובת סימון ומידע על הקרינה הבלתי מייננת](#), כניסה: 6 בנובמבר 2018; אתר המשרד להגנת הסביבה, [קרינה ממכשירי טלפון סלולריים](#), 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, שבשנים האחרונות נמצא בעלייה מתמדת. להערכת המשרד, השימוש המתרחב במכשירים הסלולריים, בעיקר עקב צריכת הנתונים האינטרנטיים, מביא לעלייה של כמעט פי שניים בצריכת הנתונים בכל שנה.⁶⁸

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

כאמור, המשרד להגנת הסביבה מנטר באופן קבוע את רמת הקרינה המופקת ממקורות שונים, ובהם 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 עד סוף שנת 2018 היא צפויה לבחון גם אנטנות מסוג דור 4.⁷²

מערכת נוספת של המשרד מודדת את רמת הקרינה של מוקדי שידור סלולריים באמצעות תחנות לניטור קרינה הפרוסות בחמש ערים גדולות בארץ ליד מוקדי שידור מרכזיים: ירושלים, באר שבע, אשדוד, רחובות ובת ים,⁷³ אך כיום המערכת לא מסוגלת לנפק מידע על רמות הקרינה באופן כללי, אלא מספקת אינדיקציה מסוימת לגבי מגמות כלליות ושינויים בעוצמות הקרינה. **נתוני המערכת מראים שרמת הקרינה נמצאת בעלייה 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 עלייה של כ-9.4% ביחס לממוצע בשנת 2016. בין 2015 ל-2016 נרשמה עלייה של 2.56%. המשרד מציין בדוחות כי מדובר במגמה מתונה ביותר לנוכח הגידול שהוא העריך, של 100%, על פי הגידול בנפח צריכת הנתונים.**⁷⁴

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

⁶⁷ סטיליאן גלברג, [פריסת אנטנות סלולריות בתוך הערים](#), האגף למניעת רעש וקרינה במשרד להגנת הסביבה, פברואר 2008; אתר תנודע, [פריסת אנטנות סלולריות – כיסוי מרחבי](#), 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 יש 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; בבית ים – בהיכל התרבות; באשדוד – בבית העירייה; ברחובות – ברחוב מנוחה ונחלה. אפשר 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.

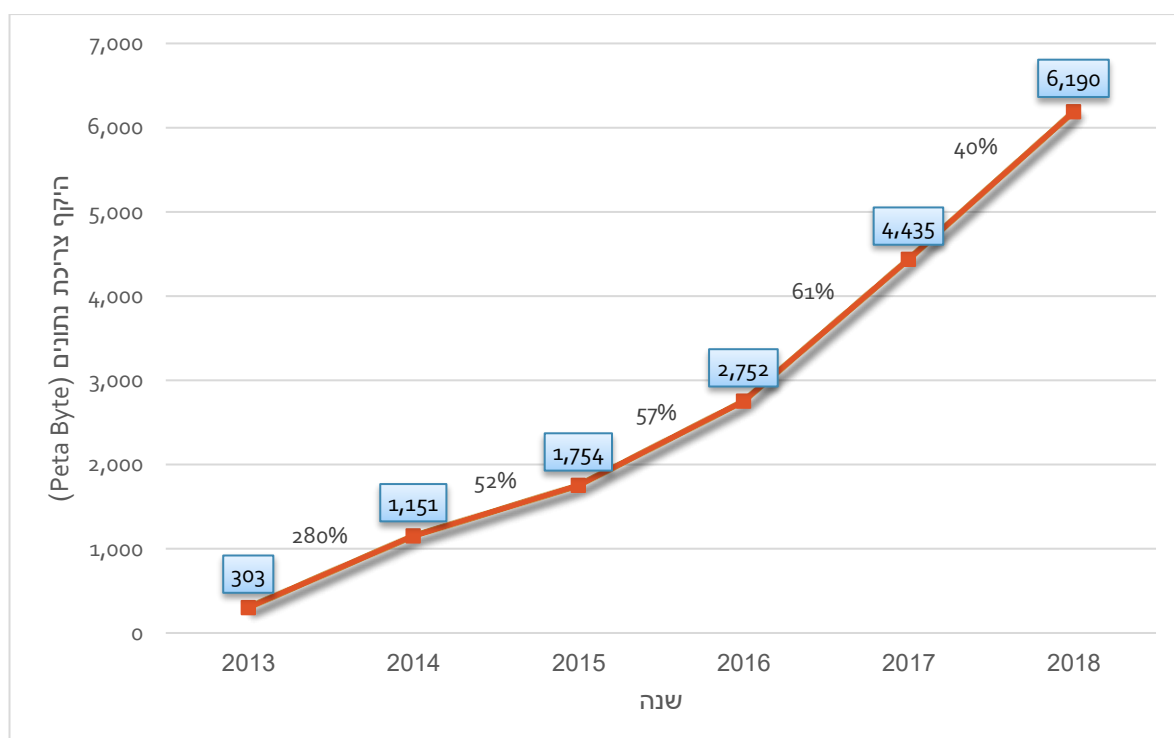


קרינה נמוכות מאוד יחסית לרף, אך אי-אפשר להפיק מהם כיום נתונים סטטיסטיים מקיפים שאפשר להציג לציבור. ביחד עם שאר הכלים שהוצגו לעיל, נתונים אלו מספקים למשרד אפשרות לפקח על רמות הקרינה המותרות ולאכוף אותן, על פי החוק ועל פי התקנות שקבע. לפי הדוחות של המשרד, בשנת 2016 נרשמו כעשרה מקרים של חריגות כאלה, בשנת 2017 נרשמו שלושה מקרים, ובשנת 2018 נרשמו עד כה שישה מקרים. יש לציין שבכל המקרים מדובר בחריגות מההיתר שמפיק המשרד למתקן השידור או בתוצאות מדידה לא סבירות, ולא בחריגה מהסיפים 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 על בקשת מידע, 19 בנובמבר 2018.



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

א. דרישות דיווח שיעורי כיסוי⁷⁸

תמצית דו"ח הנדסי				
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. כיסוי הרשת
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 הדוגמה, הציטוטים שלהלן נלקחו מתוך: משרד התקשורת, [רישיון כללי לפרטנר תקשורת בע"מ למתן שירותי רדיו טלפון נייד בשיטה התאית \(רט"ן\)](#), 21 במאי 2018.

⁷⁸ שם, תוספת שנייה, 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 משרד התקשורת, רישיון כללי לפרטנר תקשורת בע"מ למתן שירותי רדיו טלפון נייד בשיטה התאית (רט"ו), 21 במאי 2018, עמ' 4.

