

ד"ר זמיר פ. שליטיא

מיקרוביולוג רפואי, יועץ במיפגעי סביבה אלקטרומגנטיים, וכימיים
השושן 3, רמת גן, 52365 טלפקס 03-574-7527 סולורי 0544-567-977
shalita@shani.net

20 בינואר, 2006

רמות החשיפה המותרות:

בישראל קיבל המשרד להגנת הסביבה (הגה"ס), את המלצות הועדה הבינלאומית לקרינה בלתי מייננת (בראשי תיבות ICNIRP) של האגודה הבינלאומית להגנה מקרינה (IRPA), משנת 1998, המוכרת ע"י אירגון הבריאות העולמי (WHO). המשרד מתייחס להמלצות אלו כאל "הסף הבריאותי" וכ- תקן ישראלי (ת.י. 5021), אולם יש להדגיש שהמלצות אלו מעולם לא נתקבלו כתקן רשמי, כך שלמעשה אין תקן.

אנשים רבים (כ- 7-8%) באוכלוסיה הם אלרגיים לקרינות אלקטרומגנטיות (אלמ"ג) לסוגיהן, וסימן לכך שהם מרגישים שמשותפים מול המחשב. אנשים אלה עלולים להיפגע מחשיפה לשדות אלקטרומגנטיים חלשים, שאינם גורמים לתגובות באנשים שאינם אלרגיים, ולהגיב בתסמינים קשים של אלרגיה, גם בעוצמות נמוכות ביותר, שאינן משפיעות על אחרים, ואינן מוכרות למרבית הרופאים.

באשר לשדות מגנטיים, מרשות המלצות ICNIRP את חשיפת הציבור לשדה מגנטי (H-field), עד 1000 mG (מיליגאוס, שזה גבוה באופן מופרז). משרד הגה"ס הסכים מתוך "זהירות מונעת" להוריד את סף החשיפה עד ל- 10 mG שגם זה אינו מספיק. מדינות מתקדמות הורידו את הסף מרצון עד ל- 2 mG בלבד, היות ומעל זה עלה הסיכון פי 2 ללאוקמיה בילדים. לאחרונה הכיר בכך גם המשרד להגה"ס בכך, אולם לא השאיר את המלצתו לציבור על 10 mG, בהסבר שבכך יכולה לעמוד חברת החשמל, ללא שינויים בתשתית, הכרוכים בהוצאות גדולות. הרקע המגנטי מחוץ לבניינים אמור להיות רוב הזמן < 0.1 mG, אולם בימים לא מעטים, בפרט בחורף ניתן למדוד בחוץ רקע המגנטי עד כ- 3 mG ויותר, בגלל הופעת כתמים בשמש, שינויים המטענים חשמליים בעננים, וכיוב. לכן, כנראה, מתרבים בחורף מקרי מחלות ודיכאון. ביום המדידה, הגיע הרקע המגנטי בחוץ ל- 0.05 mG.

בבתי מגורים רבים עוברים קווי חשמל גם לייד הראש בחדר השינה, וגם מחברים מטענים לטלפונים סלולרים, ואחרים, היוצרים שדה מגנטי ניכר לייד הראש, וגורמים לנדודי שינה. שדות מגנטיים ניכרים נוצרים סביב למסכי מחשבים, על סדינים חשמליים, וכל יתר המכשירים המפועלים בחשמל (ראה טבלא להלן). גם טלפון סלולרי דלוק, או שעון חשמלי קרוב לראש, עלולים גם כן לגרום נדודי שינה (והם גם מסוכנים בעליל. אנשים רבים (כ- 7-8%) באוכלוסיה רגישים לאלקטרומגנטיות (אלמ"ג) לסוגיה, והם מרגישים שמשותפים מול המחשב. אלה עלולים להיפגע ולהגיב בתסמינים קשים של אלרגיה, גם בעוצמות נמוכות ביותר, שאינן משפיעות על אחרים, ואינן ידועות למרבית הרופאים.

חשיפה לשדות אלמ"ג עלולה לגרום, גם באנשים שאינם אלרגיים לקרינות, לנדודי שינה, כאבי ראש, עייפות כרונית, חוסר תיפקוד, חוסר המתצאות, וכיוב', כך שהקרינות גם ברמות נמוכות עלולים להיות מסוכנים בעליל. חשיפת הציבור לקרינות רדיו, סלולרים, וטלפונים אלחוטיים, לפי המלצות ICNIRP מותרת בהתאם לתדר עד לרמה הגורמת חימום. בתדר סלולרי 800MHz (מגאהרץ), מותרת חשיפת הציבור לצפיפות הספק של $400 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, לפי החישוב דלקמן:

$$\frac{\text{frequency}}{2000} = \frac{800}{2000} = 0.4 \text{ mW}/\text{cm}^2 = 400 \mu\text{W}/\text{cm}^2 = \text{"הסף הבריאותי"}$$

המלצות ICNIRP, פורסמו קרוב לסוף שנות ה-1990 על ידי הועדה, שהתעלמה ופסלה כל מחקר שהראה נזק מקרינות, בנימוקים מגוחכים (לדוגמא: מחקר מעולה של לאי וסינג מאוניברסיטת ואשינגטון, שהראה שברים ב-DNA, הוגדר כ-"לוקה בחוסרים מתודולוגיים", וכיוב'). בועדה ישבו שני אנשי צבא, מהם אחד ד"ר סטוק היה ראש המחקר הרפואי בצבא ארה"ב, שידע על מחקרים צבאיים להכנת נשק אלמ"ג המבוסס על אלומה חזקה, או נשק פסיכורוני, או אחר המשפיע על אנשים, או פוגע בהם או בצידום, או נשק המשנה את מזג האוויר, ונשקים אחרים. בפיתוח נשקים כאלה על ידי המעצמות, נודע למדעניהם שגוף האדם ניזוק כבר בחשיפה לקרינות שידור בעוצמות של מיקרוואטים בודדים לס"מ רבוע, ובכל זאת אישרו "תקן" של 400 מיקרוואט לס"מ רבוע ומעלה, בהתאם לתדר, כפי שמראה הנוסחא לעיל. באותו זמן עדיין רימו את הציבור בקונצנזוס החומני שאמר: "מה שלא צולה אותי לא יכול לפגוע בך". לכן המיגבלה להקרנת הציבור ושמירה על בריאותו, התבססה רק על קרינה שמחממת תמיסת מי סוכר ומלח ב-1°C, בתוך דגם גולגולת אדם (=פני שד") עם חיישנים המחוברים למחשב. מעולם לא פורסם על ידי

הגוף האחראי (ICNIRP) אם נבדקה בטיחות רמה גבוהה זו, דהיינו, האם נמצאו נזקים בטווח הקצר, או בטווח הארוך מקרינות ברמות חשיפה מירביות, עליהן המליץ.

כשפורסמו מחקרים, על פגיעת קרינות בתדרי רדיו (קרינה בלתי מייננת) ברמות נמוכות יותר מאלו עליהן המליץ ICNIRP, אשר לא גרמו לחימום הרקמות, הוכח ביתר תוקף לציבור, שהקונצנזוס החומני היה מוטעה. לכן בפועל המלצות אלו, אינן מגינות על התושבים, אלא מתירות לפגוע ולסרטן אותם במסגרת החוק, המתייחס להמלצות ICNIRP בטעות כ-"תקין". המלצות אלו משמשות כיום רק 'עלה תאנה', דהיינו מיפלט חוקי, כנגד תביעות בגין נזיקין מפגיעות מקרינה בלתי מייננת "בתחום התקין".

נזקי גוף מקרינות אלמ"ג לאדם ולחי, ברמות קרינה נמוכות, שאינן גורמות חימום, פורסמו במחקרים רבים, במשך עשרות שנים. למרות זאת, הרשויות בישראל (משרדי הגה"ס, הבריאות, והתיקשורת) אינן מכירות בנזקי קרינות אלמ"ג שאינם חומניים, עד היום הזה.

חלק מהמדינות המכירות בהמלצות ICNIRP, כולל ישראל, נקטו בזהירות מונעת לפיה הוסיפו מקדם ביטחון, המוריד את ה-"סף הבריאותי", ל-"סף הסביבתי". משרד הגה"ס בישראל קבע מקדם ביטחון של 10 בלבד, דהיינו ל-"סף הסביבתי" של $40 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. מקדם הביטחון במדינות שונות, גבוה בהרבה מאשר בישראל (ראה טבלאות בנספח). יש מדינות שאינן נוקטות במקדם ביטחון (ארה"ב, ובריטניה), והאחרות בגלל שיקולים הקשורים במערכות אלקטרוניות הפולטות קרינה בעוצמות נכרות. מפעילים רבים של מערכות אלו ניפגעים, לפי המותר בחשיפתם, כגון מפעילי מכ"ם בצבאות ארה"ב וגרמניה. שיעור הלוקים במחלות ממאירות בין אלה גבוה, והתביעות על נזקי גוף מתבררות עכשיו.

המשותף לשניהם, שאינם מגינים על התושבים מחשיפה לקרינה מיותרת, ומתירים חשיפתם לכמויות אנרגייה הגורמות בחשיפות ממושכות וחוזרות, לסימפטומים רבים, ועם הזמן, להקדמת התפתחות מחלות גיל, בעיקר בפרקים, בעצבים, בלב ובכלי הדם, ומחלות סרטן שונות.

מחקרים רפואיים הראו שלאורך זמן, קרינה סולרית בעוצמה של $5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ שחלשה בהרבה מעוצמה שגורמת לחימום, גרמה באנשים עם הזמן, לסטיות בכרומוזומים, לאוקמיה, שטפי דם במוח, ועוד. ניתן למדוד בדם הקפי תוך 3 דקות נזקים מחשיפה לקרינה אלמ"ג בצפיפות כוח של כ- $27 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (שמתאים לשדה חשמלי בתדרי שידור בעוצמת 10 V/m), הכוללים ירידה בריכוז יוני סידן, ירידה בריכוז אצטיל כולין (מעביר עצבי), עלייה של גורם קרישה (תרומבוקסאן), ומוצרי גנים 'קדם מסרטנים' (הפעילים בחלוקת התא), וגנים לחלבוני הלם חום המופעלים שלא לצורך, ועלולים לגרום או לסייע לסרטן מתפתח (ראה גם להלן). לכן הורידו 9 מדינות מתקדמות (בהן שוויץ, איטליה, ולוקסמבורג) את התקן מרצון, לצפיפות כוח של כ- $9-10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ בלבד, רוסיה הורידה ל- $2.4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ וסין ל- $6.6 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. אוסטריה ביטלה אותו למעשה בתחומה, ובזלצבורג הסף $0.1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. האחרון אמור להיות רקע עירוני בכל מדינה המכבדת את עצמה, ורקע כפרי, אמור להיות רק כ- $0.01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (ראה טבלא). טלפונים סולריים משדרים בעוצמה של כ- $10-500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ לפי קירבתם לאנטנה של השרת שלהם, וקרינת אנטנות מגיעה לסביבות מגורים בדרך כלל בעוצמה נמוכה מ- $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ אבל יש מקרים של מקורות קרינה מוסוים, או נעלמים (מוסתרם), או בתוך האדמה, או מעבר לקיר, שגורמים לעיתים לקרינה חזקה יותר, ולהפתעות לא נעימות.

מדידת הקרינה בישראל:

בארץ אין מעבדה המוסמכת כיוול בפיקוח הרשות הלאומית להסמכת מעבדות, כולל המעבדה של הכור בנחל שורק, אצלה נראה לי שבוצעו רוב הכיולים (ראה באתר הרשות www.israc.gov.il). מצאתי שמכשירים שכוילו במעבדה זו, קראו רק כ- 1:10 מהקריאות של המכשירים שברשותי, המכוילים בחו"ל. (מדידות ההשוואה היו עם ד"ר אהוד נאמן, בעבר רמ"ד קרינה בהגה"ס, וד"ר סטיליאן גלברג, רמ"ד מכהן כיום, ביולי 2004). נמצא גם שהמעבדה המכילת בנחל שורק, אינה מורשה לכייל מכשירי מדידה (עדות מומחה לתקנים עמיקם לוי בועדת ביקורת המדינה בכנסת, בתאריך 8 במאי, 2005, בפני ח"כ ד"ר יורי שטרן, ראש הועדה). ולפיכך, הצהיר מר לוי, שמדידות הקרינה של מכשירים שכוילו שם, אינן תקינות. הקריאות הנמוכות של קרינת האנטנות, במכשירים שכוילם נמוך, מכוונות למעשה לאפשר אישור של כל אנטנה, גם אם היא קורנת חזק. קרינה זו פוגעת בעליל בבריאותם של התושבים, וזה ומתבטא בשיעור התחלואה העולה בסרטן, ושאר מחלות גיל קשות, המופיעות ברבים בטרם עת (ראה להלן).

יש להדגיש, שנזקי קרינה מיידיים (כגון: הגברת ביטוי גנים קדם מסרטנים (הפעילים בחלוקת התא), ואחרים, ירידה חדה ביצירת מעבירים עצביים, והופעת גורם קרישה בדם, שהם, כאמור, מדידים בדם הקפי תוך 3 דקות, באנשים הנחשפים לקרינה אלמ"ג בצפיפות הספק של כ- $27 \mu\text{W}/\text{cm}^2$: בהם נמצאה ירידה חדה בריכוז אצטיל כולין (מעביר עצבי), עלייה של גורם קרישה (תרומבוקסאן), הגורם לקרישונים בדם הקפי, ו-mRNA המתאימים לרצפים של גנים 'קדם מסרטנים', המראה שהם התחילו להתבטא בגלל החשיפה לקרינה (Omura and Losco 1993, Linn et al 2001). בנוסף מתבטאים גם גנים המקודדים לחלבונים

הלם חום הגורמים לשינויים בכלי הדם במוח, ופריצת המחסום בין הדם למוח (BBB), ויציאת חלבוני דם אל המוח (שמתבטא בכאבי ראש), ואיתם מזהמים כימיים הפוגעים במוח (Leszczynski et al.2002). חלבוני הלם החום גם מאפשרים לתאים פגועי DNA, להתחמק ממסלול "מוות מתוכנן" שאליו עוברים תאים פגועי DNA, שלא ניתן לתיקון, וזוהם מתפתחים תאים סרטניים. ביטוי גנים קדם מסרטנים נמצא גם בעוד שבע מעבדות באוניברסיטאות מכובדות שונות, בארה"ב גרמניה, וצרפת. צוות מחקר באוניברסיטת קולומביה בניו יורק, גילה את הרצפים המסויימים ב-DNA בפרומוטרים של גנים (קדם מסרטנים, וגנים המקודדים לחלבונים להלם חום), המגיבים לקרינות, כולל בתדרי שידור, וגם לשדה מגנטי בתדר הרשת (Lin et al 2001).

מחקר אירופאי מקיף (REFLEX 2004) מצא נזקים גנטוקסיים (פגיעות ב-DNA) ואחרים לתאי הגוף. מחקרים בצרפת (Santini et al 2003) ושת"פ ספרדי-אוסטרי (Oberfeld et al 2005) הראו שחשיפה לקרינת אנטנות גורמת ברבים לכאבי ראש, עייפות, חוסר תיפקוד, אובדן זיכרון וכיוב', אולם, המחלות הקשות, ובעיקר הסרטניות, מחלות העצבים, הלב, והכנה לשבץ מוחי מתפתחות במשך שנים. כאלה מצאנו מצאנו בעוספיא, על רכס הכרמל (אני היועץ שלהם, בהתנדבות): בתחילת שנות ה-1990 הוצבו שם אנטנות סולריות ורדיו פירטי. לאחר כ-7 - 8 שנים הופיעו שם מקרי סרטן, שבץ מוחי, ופגיעות קשות בעצבים, שמנו עד היום למעלה מ-250 חולים, מהם למעלה מ-100 כבר נפטרו. כל אלה גרו רק לייד האנטנות על פי רוב במרחקים של עד 100 מטרים. הקרינה שנמדדה על ידי מודדי הגה"ס בעוספיא בשנים 2001-2003, היתה כ- $27 - 5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, כך שלא עברה את ה-"סף הסביבתי", אך במקרים רבים הן היו כבר בתחום של קרינה מסרטנת. לפי פירוט מדידות באותם בתים בהם נמצאה קרינה, בהם גם חלו בסרטן, נראה לדוגמא, שבחדרי ביתו של הפרופסור פאדל מנסור, נמדדו $26 - 7 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ אשתו חלתה בסרטן, ונפטרה. באיזור המרכזי של הכפר הישן, בו נמצאו אנטנות יותר זמן, רב יותר מספר חולי הסרטן, בעוספיא.

מחקר חדיש, (Marinelli et al 2004), הראה שקרינה סולרית בתדר 900 MHz בעוצמה של $2.4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, גרמה לשברים ב-DNA בתאי אדם! זה מאשש עובדות הידועות ממחקרים מלפני עשרות שנים, וביניהם מחקר בעובדי שגרירות ארה"ב במוסקווה, שניפגעו במכוון (Lilienfeld et al 1978): הרוסים כיוונו בעת ה-"מלחמה הקרה" קרינת מכ"ם קבועה בעוצמת $5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (שרחוקה מאד מעוצמה שגורמת לחימום, ואף מהספ הסביבתי שניקבע על ידי משרד הגה"ס), מעבר לרחוב, אל משרד השגריר: הקרינה גרמה בעובדים לכאבי ראש, עייפות, חוסר ריכוז ותיפקוד, פגיעות בעיניים, דימומים מהאף, נדודי שינה וסחרחורת. עם הזמן נגרמו בהם סטיות בכרומוזומים, לאוקמיה (בה לקה השגריר עצמו, ונפטר, ומחליפו גם הוא חלה ונפטר), וכן שטפי דם במוח, הפלות ועוד. הנוק הלך וגדל כפי שנמצא באנשים ששירתו יותר זמן, והיה ברוב המקרים מובהק מבחינה סטטיסטית (פירוט נוסף ב-"Project Pandora" באתר: Omega News, ובמאמר 2000). (Cherry 2000).

על הסיכונים שנתגלו מחשיפה לקרינות רדיו, ולשדות מגנטיים מקווי כוח ושנאים, אני מעיד מדי פעם בכנסת, בפני ועדות הפנים-ואיכות הסביבה, ביקורת המדינה, המדע, והכלכלה, ובפני כבוד השופט (בדימ). בכנסת שלמה שוהם, נציב הדורות הבאים.

המלצות ICNIRP לחשיפת הציבור לקרינה אלמ"ג בכל תדרי הרדיו

| Frequency MHz | E-Field V/m | H-Field A/m | B-Field μT | Power W/m ² | Density $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| 0.1 - 1 | 87 | 0.73/f | 0.92/f | - | - |
| 1 - 10 | $87/f^{0.5}$ | 0.73/f | 0.92/f | - | - |
| 10 - 400 | 28 | 0.073 | 0.092 | 2 | 200 |
| 400 - 2,000 | $1,375/f^{0.5}$ | $0.0037f^{0.5}$ | $0.0046f^{0.5}$ | f/200 | f/2,000 |
| 2,000 - 300,000 | 61 | 0.16 | 0.20 | 10 | 1 |

f – frequency At cellular frequency of 800 MHz, power density of $0.40 \text{ mW}/\text{cm}^2 = 400 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ = הסף הבריאותי

מחקרים שגילו נזקי קרינות רדיו בצפיפות הספק נמוכה מהמלצות ICNIRP

המלצות אלו מבוססות על חימום, ומרשות חשיפת התושבים לקרינת שידור (בלתי מייננת) בתדר 900 MHz, בעוצמה של $450 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ לפי החישוב: frequency:2000=900:2000- of $0.45 \text{ mW}/\text{cm}^2 = 450 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ וזהו ה-"סף הבריאותי".

| המקור | אפקטים ביולוגיים שדווחו באנשים או בחיות ניסוי | צפיפות הספק |
|-------------------|---|--------------------------------|
| Von Klitzing 1995 | באנשים בעת החשיפה לשידור סולרי, ניגרמו שינויים בגלי המוח EEG- | $0.1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ |
| Kolodynski, 1996 | שינויים בילדים, בתיפקוד מוטורי, זיכרון, ותשומת לב בחשיפה לשידורי רדיו | $0.16 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ |

| | | |
|---------------------------------------|---|----------------------|
| 0.168-1.053 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | אובדן פוריות בלתי הפיך, בעכברים, לאחר 5 דורות שנחשפו לשידור סלולרי מצבר של אנטנות. | Magras & Xenos, 1997 |
| 0.2-8 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | הגדלת סיכון פי 2 ללאוקמיה בילדים בחשיפה לשידורי רדיו AM-FM | Hocking, 1996 |
| 1.3-5.7 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | הגדלת סיכון פי 2 ללאוקמיה בממגרם בחשיפה לשידור רדיו AM-FM | Dolk, 1997 |
| 2.4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | הפרעות למכשירים רפואיים, בתדירויות עד 1,000 MHz לפחות. | Joyner, 1996 |
| 2.4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | ב- 900 MHz, שברים ב-DNA בתאי אדם בתרבית, בתוך 2 שעות. | Marinelli 2003 |
| 2 - 4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | השפעה ישירה של שחרור על תעליות היונים, ופתיחת תעליות- האצטילכולין (מעביר עצבי). | D'Inzeo, 1988 |
| 4 - 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | זמן תגובה ראייתית בילדים הואט, תיפקודים ירדו במבחני זיכרון | Chiang, 1989 |
| 5 - 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | הפרעות בפעילות מערכת העצבים באנשים | Dumanski, 1974 |
| 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | הבדלים מובהקים בזמן תגובה ראייתית, ותיפקוד זיכרון ירד. | Chiang, 1989 |
| 10-25 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | ניגרמו שינויים בהיפוקמפוס (בחלק התחתון של המוח). | Belokrinitskiy, 1982 |
| 30 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | שינויים במערכת החיסון - גדל מספר התאים מפרשי מגדמם (PFC) | Veyret, 1991 |
| 50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | ירידה של 18% בזמן של שנת REM (תנועות עיניים מהירות)- שנת חלום, החשובה לתיפקודי הזיכרון והלימוד. | Mann, 1996 |
| 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | שינויים בתיפקוד מערכת החיסון | Elekes, 1996 |
| 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | ירידה של 26% של האינסולין | Navakatikian, 1994 |
| 120 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | שינוי פתולוגי במחסום בין הדם למוח (BBB) בתדירות 915 MHz. | Salford, 1993 |

המלצות לחשיפת הציבור, ורמות קרינת רקע.

| צפיפות הספק | תקנים | מקור |
|----------------------------------|--|-------------------------|
| 450 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | ICNIRP for public exposure, Israeli Standard | IRPA-PEL |
| 579 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | 800-900 MHz Cell Phone Signal Standard | ANSI/IEEE |
| 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | PCS(GSM in US)STANDARD for public exposure (September 1, 1997) | FCC, 1996 |
| 5000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | PCS STANDARD for occupational exposure (September 1, 1997) | FCC, 1996 |
| קרינות רקע | | |
| 0.003 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | רקע סביבתי בערים ובפרברים, כפי שנמדד בשנות ה-1990. | Mantiply 1997 |
| 1 - 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ | רקע קרינת רדיו במרחק 30 עד 60 מטרים מאנטנה PCS, או בבליעה בשעור ספציפי של $\text{SAR} \sim 0.2 - 0.5 \text{ mW}/\text{Kg}$ בגוף אדם. | Sage, 1998, Unpublished |

מקורות של נזקי החשיפה לקרינות בתדרי רדיו וסלולרים.

| מקור | תיאור האפקטים |
|----------------------------------|--|
| Adey, WR. et. al., 1996. | Brain tumor incidence in rats chronically exposed to digital cellular telephone fields in an initiation-promotion model. Bioelectromag. Soc. 18th Annual Meeting, Proceedings, Abstract A-7-3. |
| Belokrinitskiy, VS. 1982. | "Destructive and reparative processes in hippocampus with long-term exposure to nonionizing radiation." In U.S.S.R. Report, Effects of Nonionizing Microwave Radiation, No. 7, JPRS 81865, pp. 15-20. |
| Chiang, H. et. Al. 1989. | Health effects of environmental electromagnetic fields. Journal of Bioelectricity, 8: 127-131 |
| Chou, CK, Guy, AW, 1992. | Long-term low level microwave irradiation of rats. Bioelectromagnetics 13:469-496 |
| D'Inzeo, G., et. al., 1988. | Microwave effects on acetylcholine-induced channels in cultured chick myotubes. Bioelectromagnetics 9: 363-372 |
| Dolk, H., et. al., 1997. | Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. Am J Epidemiology 145(1) P 1-9 Jan 1997 |
| Dumanski, JD Shandala, MG., 1974 | "The Biological Action and Hygenic Significance of Electromagnetic Fields of Superhigh and Ultrahigh frequencies in Densely Populated Areas," from Biological Effects and Health Hazards of Microwave Radiation. Proceedings of an International Symposium, Warsaw 15-18 October, 1973, Polish Medical Publishers, Warsaw, 1974. |
| Dutta, SK., et. Al., 1989. | Radiofrequency radiation-induced calcium ion efflux enhancement from human and other neuroblastoma cells in culture. Bioelectromagnetics 10: 197-202. |
| Elekes, E., 1996. | Effect on the immune system of mice exposed chronically to 50 Hz amplitude-modulated 2.45 GHz microwaves. Bioelectromagnetics 17:246-8. |
| Hocking, B., et. al., 1996. | Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers Med J Aust 165(11-12) P. 601-5 Dec 2-16, 1996. |
| Joyner, K., et. Al., 1996. | Mobile telephones interfere with medical electrical equipment. Australas Phys Eng Sci Med 1994 Mar. 17(1). P 23-7. |
| Kolodynski, AA., Kolodynska | Motor and psychological functions of school children living in the area of the Skruna radio location station in |

| | |
|--|--|
| VV, 1996. | Latvia. Sci Total Environ 1996;180:87-93 |
| Kues, HA., 1992. | Increased sensitivity of the non-human primate eye to radiation following ocular drug pretreatment. Bioelectromagnetics 13:379-93. |
| Kwee, 1997 | The biological effects of microwave radiation. Abstract in Proceedings of the Second World Congress for Electricity and Magnetism in Biology and Medicine, Bologna, Italy, June 1997. |
| L. Salford (1993) | "Experimental studies of brain tumor development during exposure to continuous and pulsed 915 MHz radio frequency radiation," in Bioelectrochemistry and Bioenergetics, Vol. 30: pg. 313-318. |
| L. Von Klitzing | "Low-Frequency pulsed electromagnetic fields influence EEG of man." Physica Medica, Vol. 11, No. 2, pps 77-80, April-June 1995. |
| Lai, H, Singh, NP., 1995. | Acute low intensity microwave exposure increases DNA single strand breaks in rat brain cells, Bioelectromagnetics 1995;16:207-10. |
| Lai, H, Singh, NP., 1996. | Single and double strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation. Int J Radiat Biol 1996;69:513-21. |
| M.A. Navakatikian and L.A. Tomashevskaya | "Phasic Behavioral and Endocrine Effects of Microwaves of Nonthermal Intensity," by Carpenter DO and Ayrapetyan S, editors. Biological Effects of Electric and Magnetic Fields. Volume 1, published by Academic Press |
| Magras,IN, Zenos,TD, 1997. | RF Radiation-induced changes in the prenatal development of mice. Bioelectromagnetics 18:455-461. |
| Mann, K., et. al., 1996. | Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep. Neuropsychobiology 1996;33:41-7. |
| Phillips, J., et. al., 1998. | DNA damage in molt-4 lymphoblastoid cells exposed to cellular telephone radiofrequency fields in vitro. Bioelectrochemistry and Bioenergetics 45:103-110. |
| Ray, S & Behari, J., 1990. | Physiological changes in rats after exposure to low levels of microwaves. Radiat Res 123: 190-202 |
| Repacholi, M et. al., 1997. | Lymphomas in Eμ-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz - electromagnetic fields. Radiat Res. 1997; 147:31-40. |
| Salford, 1997 | Blood brain barrier permeability in rats exposed to electromagnetic fields from a GSM wireless communication transmitter. Abstract in Proceedings of the Second World Congress for Electricity and Magnetism in Biology and Medicine, Bologna, Italy, June 1997. |
| Salford,LG.et.al,1993 | Permeability of the blood brain barrier induced by 915 MHz electromagnetic radiation;continuous wave and modulated at 8, 16, 50 and 200 Hz. Bioelectrochem Bioenerg 1993;30:293-301. |
| Szmigielski, S et.al , 1982. | Accelerated development of spontaneous and benzpyrene-induced skin cancer in mice exposed to 2350 MHz microwave radiation. Bioelectromagnetics 3: 179-192. |
| Szmigielski, S., et.al 1982. | Cancer morbidity in subjects occupationally exposed to high frequency (radiofrequency and microwave) electromagnetic radiation. Sci Total Environ 1996; 180:9-17 |
| Veyret, B., et. al., 1991. | "Antibody responses of mice exposed to low-power microwaves under combined, pulse and amplitude modulation," Bioelectromagnetics 12: P 47-56. |

המלצות ICNIRP לעומת סף סביבתי בתדרי רדיו וסלולריים.

ההמלצות מתירות חשיפת הציבור לעוצמת שדה חשמלי, וצפיפות הספק של שדות אלמ"ג בתדרי רדיו (לפי פיליפס, תיקשורת אישית 2002, ונצ'ר והרטל 1995). רמות "שדה קרוב" ליד טלפון סלולרי משדר, מישתנות מאד כתלות בתכנון האנטנה, ועלויות לעבור לעיתים קרובות את רמות השדה החשמלי, וצפיפות ההספק שנקבעו כגבול לחשיפת הציבור. התדירות מוצגת ב- kHz - קילן-הרץ, או ב- MHz - מגא-הרץ, וצפיפות שדה חשמלי - E-field - ב- v/m - וולט למטר, וצפיפות ההספק האלמ"ג ב- W/m² - וואט למטר רבוע, וב- $\mu W/cm^2$ - מיקרוואט לסנטימטר רבוע.

| General Public Levels | Frequency MHz | E field V/m | Power density W/m ² | $\mu W/cm^2$ |
|---|------------------|----------------|-----------------------------------|---------------|
| NRPB, 1993 (old UK Investigation Levels to June 2000) | 400 | 100 | 26.4 | 2640 |
| Now ICNIRP at 900 & 1800 MHz (most TETRA is around 400 MHz) | 900 | 112 | 33 | 3300 |
| | 1800 | 194 | 100 | 10000 |
| FCCOET65:1997-01(USA) | 900 | 47 | 6 | 600 |
| based on NCRP report No. 86 | 1800 | 61 | 10 | 1000 |
| Canadian Safety Code 6 | 900 | 47 | 6 | 600 |
| (SC6) 1993 | 1800 | 61 | 10 | 1000 |
| ICNIRP, 1998 (recognized by WHO) - הסף הבריאותי | 900 | 41 | 4.5 | 450 |
| CENELEC, 1995 (EU) | 1800 | 58 | 9 | 900 |
| ICNIRP, radio | 1 - 10 | $87/f^{0.5}$ | Not specified | Not specified |
| ICNIRP, radio | 10 - 400 | 28 | 2 | 200 |
| Australia 1988 (under review) | 900 / 1800 | 27 | 2 | 200 |
| Two USA research bases (1995) | 30 - 100000 | 19 | 1 | 100 |
| Belgium (Federal) (2001 AELVOET levels) | 900 | 20.6 | 1.125 | 112.5 |
| | 1800 | 29.1 | 2.25 | 225 |
| Poland (intermediate zone occupation) | 300-300000 | 19 | 1 | 100 |
| (safety zone) | | 6 | 0.1 | 10 |

| | | | | |
|--|-------------|-----------|-------------|------------|
| Russia 1988 (general public) | 300-300000 | 3 | 0.024 | 2.4 |
| Italy, Decree 381 (1999) incl. Radio & TV | 30 - 30000 | 6 | 0.1 | 10 |
| Italy - minimum distance | | | 0.045 | 4.5 |
| Japan (Ogino 2002) | 900 | 47 | 6 | 600 |
| China (ambient rather than individ.source) | | 5 | 0.066 | 6.6 |
| Toronto Health Board | 900 | 5 | 0.06 | 6 |
| 2000, proposal based on SC6/100 | 1800 | 6 | 0.1 | 10 |
| Swiss Ordinance ORNI base Stations Effective | 900 | 4 | 0.042 | 4.2 |
| 1st.Feb.2000 | 1800 | 6 | 0.095 | 9.5 |
| Swiss | Radio & TV | 3 | | 2.4 |
| Swiss | LW & MW | 8.5 | 0.2 | 20 |
| Liechtenstein (2001, NISV levels) | 900 | 4 | 0.04 | 4 |
| | 1800 | 6 | 0.1 | 10 |
| Luxembourg(2001) | 900 | 3 | 0.1 | 10 |
| (6 V/m for 4 operators all working) | 1800 | 6 | 0.1 | 10 |
| Italy, Genoa (2000) | 900 & 1800 | 3 | 0.1 | 10 |
| EU & UK EMC Regulations equipment | 30 - 2000 | 3 | Not | Not |
| suscept test level (domestic & comm.) | | | specified | specified |
| Typical max in public areas near base station masts (can be much higher) | 900 & 1800 | 2 | 0.01 | 1 |
| City of Salzburg, Austria, 1998 | 300-300000 | 0.62 | 0.001 | 0.1 |
| Dr Niel Cherry (NZ) proposal for now | 300-300000 | 0.28 | 0.0002 | 0.02 |
| Estimated Avg. US exposure (EPA 1980) | approx | <0.13 | <0.00005 | <0.005 |
| Typical City Dweller (FCC 1999) | 30 - 300000 | < 2 | <0.01 | < 1 |
| Broadband 'natural' background | 300 - 3000 | <0.000003 | <0.00000001 | < 0.000001 |
| ** Typical, close to handset antenna | 900 & 1800 | 50 - 300 | 2 - 50 | 200 - 5000 |