

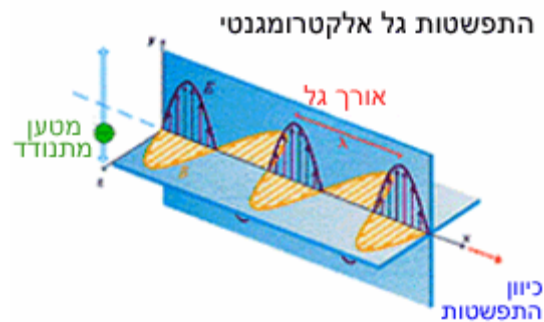
השפעת קרינה אלקטרומגנטית

מאת: ד"ר אלכס טורצקי

כידוע לנו כיום, החשמל הוא אחד מביטוייו של הכוח האלקטרומגנטי. כוח זה נמצא ביסוד המבנה האטומי והמולקולארי של החומר המוכר לנו, והוא אחראי למגוון רחב של תופעות טבע. כל אדם נחשף בחיי היומיום במידה זו או אחרת לשדות אלקטרומגנטיים, הנובעים ממקורות טבעיים או מלאכותיים המופיעים בתדרים שונים. בעקבות ההתפתחות הטכנולוגית המואצת והכנסת מכשירים חדשים לשימוש, החשיפה לשדות אלקטרומגנטיים הולכת וגדלה.

אין ספק כי לשימוש במכשירי חשמל ואלקטרוניקה יש תועלת לרווחת האדם, אך מצד השני בשנים האחרונות מתעוררת דאגה לגבי אפשרות של פגיעה בבריאות כתוצאה מחשיפה לשדות מגנטיים וחשמליים, במיוחד בתחום רשת החשמל – תדר 50 הרץ.

אנו נתייחס להשפעת קרינה אלקטרומגנטית על גוף האדם לפי מאמרים שונים בארץ ובעולם.



רדיקליים חופשיים

רדיקליים חופשיים הינם חומרים הנוצרים בגופנו. חלקם מגורמים פנימיים, ביולוגיים, כגון: תוצרי הנשימה, תוצרי השמדת החיידקים ע"י מערכת החיסון ועוד.

חלקם האחר הוא תוצר המפגש של גופנו עם גורמים חיצוניים, כמו: קרינה אלקטרומגנטית, בשר צלוי, צבעי מאכל, אלכוהול, קפה, עישון, ועוד.

התוצאה זהה בשני המקרים – תאי הגוף הבריאים מתחמצנים ונהרסים. גם מולקולות ה-DNA, עלולות להיפגע ובמקרים מסוימים, עד לכדי חלוקת תאים בלתי נשלטת, דהיינו, סרטן. האנטנות הסלולריות ומתקני חשמל מקרינים את גופנו, והקרינה (האלקטרומגנטית) נספגת, וגורמת, בלי ידיעתנו, ל"שיגשוג" של אותם רדיקלים חופשיים, הפוגעים בבריאותנו.

היא גורמת למערכות הגוף להזדקן טרם זמננו, להיפגע ממחלות שאדם נושא באופן תורשתי, עשרות שנים לפני זמן הופעת הנורמלי. כמו כן נגרמות תופעות, שאיננו מקשרים עם תזונתנו הירודה, וחשיפתנו לקרינה אלמ"ג: הפרעות בריכוז, קשיי למידה, היפר אקטיביות, אפאטיות, חוסר איזון נפשי וכד'.

מדוע ילדים פגיעים לקרינה יותר ממבוגרים?

1. תהודת הראש של ילד, תואמת יותר את תדירות המכשירים הסלולריים. לכן הם סופגים כ- 30% יותר קרינה מאשר המבוגרים באותה סביבה.

2. ה-DNA של ילד, פגיע יותר, כי בגיל הילדות יש יותר פעילות של התחלקות תאים.

3. כנ"ל לגבי מערכת העצבים של ילד. היא עדיין בשלבי הבשלה, ולכן פגיעה יותר.



מצעים

קרינה לא-מייננת - האם יש בה סיכון?

רבות מדובר בבעיות ובסיכונים של קרינה מייננת (קרינה בעלת אנרגיה גבוהה מספיק "לקרוע" אלקטרון מאטום ולהפוך אותו ליון), קרינה שמקורה בעיקר בריאקציות גרעיניות. בעשור האחרון הופנתה תשומת הלב של מדענים לקרינה בעלת אופי שונה - קרינה אלקטרומגנטית (אלמ"ג), לא-מייננת, שחשיפה ממושכת אליה טומנת בחובה כנראה סיכונים לבריאות האדם, והשפעותיה המצטברות לא זכו לתשומת לב מדעית משמעותית לפני כן. המקורות של קרינה אלמ"ג זו הם קווי כוח חשמליים, תחנות ראדאר, מתקני שידור, תחנות טרנספורמציה, לוחות חשמל ואפילו מכשירים חשמליים ביתיים מסויימים.

מחקרים:

המחקר הניסויי והעיוני של שדות אלמ"ג - בין קבועים ובין דינמיים - הוא בן יותר ממאה שנים, אך ההשפעות הביולוגיות של שדות אלו זכו, כאמור, לתשומת לב רצינית רק לאחרונה. קיימות היום עדויות רבות המצביעות על כך שחשיפה ממושכת לקרינה אלמ"ג "חלשה" יכול שתהיה הגורם לשכיחות גבוהה יותר של לויקמיה וסרטן, לקשיי למידה, לפגמים בזיכרון ולהפלות ספונטאניות.

הקרינה שמדובר בה מקורה בהתקנים שהם חלק מן הסביבה שלנו, עד כדי כך שאין זה מפתיע שהסיכונים הטמונים בה לא צפו ועלו אלא לאחרונה. כמו במרבית ההתקנים השייכים לציביליזציה שלנו, אנו מקבלים את מה שנראה לנו מועיל- ואולי אפילו חיוני- מבלי לשאול שאלות רבות מדי.

המחקר באלקטרומגנטיות היה עד לאחרונה נחלתם הכמעט בלעדית של מהנדסים ופיסיקאים; מעטים הביולוגים שעסקו בו. גם המחקר הביולוגי שנעשה, למרות שהיקפו ואיכותו אינם שנויים במחלוקת, עסק בעיקר בהשפעות החומניות של הקרינה הר"מ.

בנוסף, עד לעשר השנים האחרונות, מומן כמעט כל המחקר בנושא זה על ידי הממסד הבטחוני של מדינות שונות, או על ידי חברות הכוח המספקות אנרגיה חשמלית. מחקר בנושא סיכוני בריאות שמקורם בקרינה אלמ"ג בעצמה ובתדירויות נמוכות לא זכה לעדיפות גבוהה. אפילו כשהצביע המחקר על סיכון בריאותי- לפחות לכאורה- ממקורות קרינה כאלה, עשו הממסד הצבאי ותחנות הכוח כל שביכולתם לערער את אמינות המחקר ולהבטיח לציבור שאין שום סיכונים בריאותיים, או, כלשונם, הסיכון הוא כמו "שיזוף בליל ירח" או "ישיבה תחת מנורת קריאה".

במשך 25 שנה ויותר מתלוננים תושבים הגרים בסמיכות לקווי מתח גבוה על כאבי ראש, על עצבנות ועל סימפטומים אחרים, אך הקהילה המדעית התעלמה מתלוננות אלה ומן הקשר האפשרי ביניהן לבין סביבת המגורים. המחקר החלוצי של ד"ר רוס אדי ושל ד"ר סוזן בוויין ב- 1979 באוניברסיטת קליפורניה גרם לנושא לפרוץ לתחום העניין המדעי. עבודתם עסקה בקרינה אלמ"ג בתדירויות נמוכות מאד, בין הרץ לכמה הרץ, והראתה שהקרינה שינתה את מאזן זרימת הסידן במוח של אפרוחים ושל חתולים. ייתכן ומחקר זה היה צולל לתהום הנשייה, אילולא תכנן חיל האוויר של ארה"ב באותה עת את הקמתן של שתי תחנות ראדאר חדשות, האחת בקליפורניה והשנייה בקייפ קוד. תחנות אלה, שנועדו בראשי התיבות PAVE PAWS ושנועדו לפעול בטווח של כ- 230 קילומטרים, עמדו לפלוט קרינה אלמ"ג דומה מאד לזו שנדונה בעבודתם של רוס ובוויין.

למרות המחאות הציבוריות הוקמו תחנות הראדאר בסופו של דבר, אך הדיונים בעניין מיקודו תשומת לב רבה בנושא זה של סיכוני קרינה אלמ"ג. המחלוקת לא הסתיימה, ומחקרים חדשים לבקרים ממשיכים לספק תמיכה לקביעה, שאכן יש קשר בין קרינה אלמ"ג לבין סיכוני בריאות.

ב- 1981 הראה מחקר נוסף של אדי, הפעם בשיתוף עם האימונולוג דניאל ליל(Lvle), שבתרבות ריקמה הנתונה בקרינה של 60 הרץ מדוכאת היכולת של תאי T-lymphocyte לקטול תאים סרטניים. עצמת הקרינה בניסוי היתה דומה לזו שנפלטת בתחנות שידור ומקווי הולכה חשמליים במתח והספק גבוהים. מחקר אחר, של האפידמיולוגית ננסי ורטהיימר והפיסיקאי אד ליפר בקולורדו, מוצא גידול משמעותי בשכיחות של סרטן בילדים שנחשפו לקרינה אלמ"ג מקווי כוח.

הכותב: ד"ר אלכס טורצקי, מהנדס חשמל, מדרוך חשמל ארצי, מח' הנדסת בטיחות, המוסד לבטיחות ולגהות.
מבוסס על דפי מידע מס' 1665 של יחידת ההנדסה. עריכה מקצועית: מאיר גוטסמן. יולי 2006 2

ב- 1984 פורסם המחקר הראשון על השפעת הקרינה האלמ"ג על תושבי ארבעה יישובים בטווח הקרינה של תחנת שידור. המחקר הראה שאנשים אלה סבלו פי ארבע יותר מן הרגיל מהופעת סרטן של שלפוחית השתן, הכבד או הכליות. בנשים - ביחס לכלל הנשים במסצ'וסטס- נמצא גידול של פי 23 בדיווח על לויקמיה וגידול של פי 61 במקרי סרטן בכלל. באותו זמן בערך התקבל מפולין מחקר מעורר דאגה של ד"ר סטניסלב שמיגיילסקי מהמרכז לרדיוביולוגיה ולהגנה מפני קרינה בוורשה. צוות המחקר מצא שחיילים, שנחשפו למינון גבוהה של קרינה לא-מייננת, במיוחד מפעילי ראדאר ומפעילים של תחנות שידור, לקו בסרטן של האברים יוצרי הדם בשכיחות גדולה פי שבעה מזו של חיילים שלא נחשפו לקרינה. באנשי שרות בגילאים 20-29 נמצא גידול של פי- 500 בסיכוי סרטן. באופן כללי נמצא שהסיכון ללקות בסרטן כלשהו אצל מי שמשרת במתקני יצירה של קרינה אלמ"ג גדול פי שלוש מן הממוצע.

ב- 1986- כבר היה נמצא מידע רב על מחקרים בנושא של סיכוי קרינה לא-מייננת. בית משפט בטקסס החליט אז החלטה שלא היה לה תקדים. מדובר בתביעה של חברת הכוח והמאור של יוסטון נגד איזור החינוך הבלתי-תלוי של קליין באותה עיר. חברת הכוח החלה בהנחת קו מתח גבוה, שאמור היה לעבור במרחק של פחות מ-100 מטר מבית הספר היסודי, פחות מ- 90 מטר מבית הספר התיכון וכ- 80 מטר מן הבניין של חטיבת הביניים. המפקח על בתי הספר חשב שיהיה בקו המתח סיכון לתלמידים. הוא ניסה לשכנע בכך את הנציגים של חברת הכוח. אך ללא הצלחה.

אי לכך הוא סרב להרשות לחברה להעביר את הקו בתחום בתי הספר. חברת הכוח פנתה למערכת המשפטית ובית המשפט פסק על החברה להעתיק את קו התמסורת מקרבת בית הספר. ההוצאה לחברה היתה של 8 מיליון דולר.

במהלך המשפט העידה ורטהיימר וטענה שאין זה מתקבל על הדעת להפוך ילדים לכלים בניסוי מעין זה. לטענתה, אכן אין הוכחה שהקרינה גורמת לסרטן, אך היא מאמינה שהחשיפה פוגמת ביכולתו של הגוף לגייס את מערכת ההגנה שלו נגד הסרטן.

לסברה זו שותף מספר גדל והולך של ביולוגים, אימונולוגים ואפידמיולוגים, בהסתמך על מחקרים אחרים, שהראו ששדות אלמ"ג מקטינים את הפעילות של אנזימים תאיים מסויימים הממלאים תפקיד במערכת החיסונית.

רוס אדי, שעבודתו הוזכרה לעיל ושהיה מן החלוצים בשטח המחקר הזה, מצביע על כך שיש להבחין בין חומרים המסייעים להתפתחות סרטן לבין אלה הגורמים לו. אפשר שתאים יעברו מוטציה וייעשו ליוצרים בכוח של הסרטן בגלל גורמים שונים כמו קרינה מייננת לסוגיה (קרינת גמה או קרינת X-למשל) כמו תולדות עטרן של פחם כמו בנזן-א-פירן הנמצא בעשן הטבק. אך לא כל תא שעבר מוטציה יוצר גידול ממאיר.

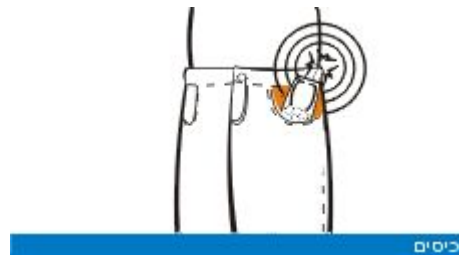
תאים רבים כאלה מושמדים דרך קבע על ידי המערכת החיסונית של הגוף. מאידך, ידוע כעת על מספר חומרים המתערבים בפעולתה של המערכת החיסונית, מקדמים ומעודדים את יצירתו של גידול ממאיר. בין חומרים אלה נמנים כמה תולדות צמחיות כמו אסטרים של פוטבול, חלבונים של טבק, בי-נפיליים רב-כלוריים (חומר PCB DDT), וכלורו-פחמימנים אחרים.

ד"ר הרול בוש (Busch), אונקולוג שעמד בראש המחלקה לרוקחות באוניברסיטת בייצור במשך 25 שנה, הסביר את הפעולה של שדות אלמ"ג על התא החי באנלוגיה למטרונום. בעדותו אמר לחבר המושבעים: "המטרונום הוא התקן הנע בשני כוונים, הלוח וחזור. בדומה למטרונום, שדה אלקטרומגנטי של 60 הרץ הוא צרוף של שדה חשמלי ושדה מגנטי שכיוונם מתהפך ומתנוודד, והם עושים זאת 60 פעם בשנייה". בוש המשיך והסביר ששדות אלמ"ג חודרים דרך בטון, זכוכית וכל חומר אל-מתכתי אחר, כך שלמעשה דבר אינו עוצר אותם בסביבה שלנו. כל מולקולה בגוף שלנו מתעוותת, איפוא, הלוח ושוב 60, פעם בשנייה בהשפעת שדות אלמ"ג של 60 הרץ.

בישראל הופנתה תשומת הלב לנושא על ידי בית הספר לרפואה תעסוקתית וסביבתית של בית הספר לרפואה של האוניברסיטה העברית בירושלים. מחקרים בחו"ל הראו ששכיחות הלימפומה וצורות אחרות של סרטן בקרב חובבי רדיו היא גבוהה מן הרגיל.

חובבים אלה מבליים שעות אחדות מדי יום בשדה קרינה אלמ"ג של 60 הרץ כאשר הם עוסקים בשידור. ד"ר מילטון גורדון מנסה לברר האם תופעה זו תקפה גם בישראל.

ד"ר גורדון, כשלעצמו חובב רדיו זה 50 שנה, היה קודם לכן האחראי על רפואה תעופתית בארץ, וחוקר ראשי במחקר על ההשפעות של חומרי הדברה על טייסים של מטוסי ריסוס בחקלאות. פרופ' צ'רלס גרינבלט וד"ר אליהו ריכטר מבית הספר לרפואה תעסוקתית וסביבתית חוקרים גם הם בהשפעות הבריאותיות של שדות אלמ"ג בישראל. חלק ממחקר זה ממומן על ידי אקונט ישראל (לשעבר הסוכנות למידע גרעיני בישראל) באמצעות תרומות שהתקבלו מתורמים פרטיים.



השפעות ביולוגיות של קרינה אלקטרומגנטית

שינויים בעוצמתם של שדות חשמליים ובמיקומם הם חלק מהפעילות הפיסיולוגית התקינה של מערכות ביולוגיות, ברמות השונות. כך למשל ברמה התאית אנו מוצאים, בין השאר, את קיומו של שדה חשמלי בקרומית התא. שדות חשמליים טבעיים אלה נוצרים כתוצאה מקיום שטפי יונים דרך קרומית התא, באמצעות חלבונים מיוחדים הנמצאים בה ואשר דרכם מתבצעת העברת היונים. שדות חשמליים אלה מעורבים בתהליכים ביו אנרגטיים של יצירת מולקולות עתירות אנרגיה, בהעברה פעילה של יונים ומולקולות לתוך התא החי ומתוכו, ובתהליכי הטמעה אחרים.

שינויים בשדה החשמלי מתרחשים בקרום התא בתהליכים של איתות דרך הקרומית כתוצאה מקישור של חומרים לקולטנים שעל פני הקרומית, או בתהליכים של העברת האות בתא העצב. כמו כן, יש הסבורים ששדות חשמליים מעורבים בתהליכי הגדילה וההתפתחות של תאים ורקמות. כל זה מצביע על האפשרות שניתן להשפיע על תהליכי חלוקה, התמינות או פעילויות תאיות אחרות בשינוי השדה החשמלי הטבעי בתא באמצעות חשיפת המערכת הביולוגית לשדה חשמלי חיצוני.

השפעות החום והשדות

את השפעת השדה החשמלי על התא החי ניתן להבין מתוך הכרת התכונות החשובות של התא. התא החי מוקף בקרומית בעלת התנגדות חשמלית גבוהה (3-100 קילואוהם לס"מ) המפרידה בין תוך התא לבין החלל החוץ תאי, חללים שהם בעלי התנגדות חשמלית נמוכה מאוד.

לאור זאת ניתן לתאר את התא כמורכב מכדור בעל מעטה דק מבדד (דיאלקטרי) המפריד בין פנים וחוץ מוליכים. את הרקמות הביולוגיות ניתן לתאר כאוסף של מספר רב של מחיצות מבדדות המפרידות בין מדורים פנים-תאיים וחץ-תאיים בעלי מוליכות גבוהה. במקרים רבים מוצאים כי התאים נמצאים בקשר ישיר בינם לבין עצמם באמצעות חלבונים מיוחדים היוצרים תעלות בין-תאיות הקרויות צמתי מעבר לצימוד חשמלי בין התאים ברקמה. צימוד חשמלי זה מעלה את רגישותה של הרקמה לגירוי על ידי שדה חשמלי חיצוני.

את התופעות הביולוגיות המושרות ברקמה כתוצאה מבליעת האנרגיה האלקטרומגנטית ניתן לחלק לשני סוגים:

- תופעות הנגרמות כתוצאה מעלית הטמפרטורה ברקמה (תהליכים תרמיים)
- ותופעות שאינן נובעות מעליה בטמפרטורה (תהליכים אתרמיים).

את התהליכים התרמיים ניתן לחזות מראש בשימוש במודלים פיסיקליים פשוטים יחסית. זאת גם הסיבה שהתקן העוסק בחשיפת אוכלוסיה לקרינה אלקטרומגנטית הוא תרמי ביסודו. אכיפת תקן זה אמורה למנוע השראתם של תהליכים תרמיים באוכלוסיה הנחשפת.

המחקר, העוסק בהשפעות אתרמיות של שדות-קרינה אלקטרומגנטיים על מערכות ביולוגיות, התמקד בבחינת ההשפעה של שדות אלו בתחום התדרים הנמוך (1-500 הרץ). מחקרים רבים בתחום זה התרכזו בבחינת ההשפעה של שדות אלקטרומגנטיים בתדירות של 60 הרץ (תדר רשת החשמל בארה"ב).

מחקרים אלו בוצעו תוך שימוש במערכות ביולוגיות בשלוש רמות: ניסויים בתרביות תאים ורקמה, ניסויים בחיות ומחקרים אפידמיולוגיים. המחקרים שבוצעו בתנאי מעבדה מבוקרים מצביעים על יכולתם של שדות אלקטרומגנטיים להשפיע על תהליכים תאיים כגון הפעלה של לימפוציטים, שינויים בביטוי הגנטי או שינוי ביציאת יוני סידן מרקמת מוח. המחקרים האפידמיולוגיים הראו רמת סיכון גבוהה יותר לתחלואה של עובדים במקצועות החשמל. בסקרים אפידמיולוגיים שנערכו בדנור, קולוראדו (ארה"ב), נמצאה עליה בסיכון לתחלואה בסרטן בקרב ילדים שהתגוררו בסמוך לקווי מתח גבוה.

הכותב: ד"ר אלכס טורצקי, מהנדס חשמל, מדריך חשמל ארצי, מח' הנדסת בטיחות, המוסד לבטיחות ולגהות.
מבוסס על דפי מידע מס' 1665 של יחידת ההנדסה. עריכה מקצועית: מאיר גוטסמן. יולי 2006 4

שדות אלקטרומגנטיים נמוכים

כאשר בוחנים את הקשר בין משתני השדה האלקטרומגנטי (עוצמה ותדירות) לבין יכולתו להשפיע במנגנון אתרמי על מערכות ביולוגיות מוצאים מספר מאפיינים משותפים. המאפיין העיקרי הוא התלות הלא-ליניארית בתדירות הקרינה. החוקרים מצאו מספר "חלונות" צרים של תדירות אשר רק בהם ניתן היה להבחין בהשפעה הביולוגית. נוסף לכך מצביעים המחקרים על מעורבות של השדה המגנטי בהשפעה אפשרית על המערכת הביולוגית.

מאפיין נוסף של השדה האלקטרומגנטי היא עוצמתו הנמוכה. נמצאה השפעה של שדות אלקטרומגנטיים בעלי עוצמה נמוכה של 2-0.5 וולט/מטר, ובמקרים בודדים דווח אפילו על השפעת שדות בעוצמה נמוכה מאוד של 2-0.5 מיליוולט/מטר. המנגנון שבאמצעותו מסוגלים שדות אלקטרומגנטיים בעלי עוצמה חלשה להשפיע על מערכות ביולוגיות אינו ברור עדיין. על מנת להסביר תופעה זו הוצעו מודלים שהתבססו למשל על תכונת הקואופרטיביות (cooperativity) של הקרומית או על הגברת רגישותה של המערכת הביולוגית, כאשר תגובתה מוגבלת לתחום תדירויות צר בלבד. בהעדר מודל מבוסס, בשלב זה, בלתי אפשרי לחזות מראש באיזה תחום של משתני השדה האלקטרומגנטי תהיה לו השפעה על המערכת הביולוגית. לכן, הדרך היחידה כיום לקבוע בברור אם לשדה אלקטרומגנטי בעל עוצמה ותדירות מסוימים תהיה השפעה ביולוגית הוא לבצע ניסוי יעודי שיבחן את הדבר. במספר מצומצם של מחקרים שבהם נבדקה השפעת שדות אלקטרומגנטיים בתחום התדרים של 5-26 מגהרץ אכן נמצאה השפעה אתרמית של שדות אלו.

רמות קרינה אלקטרומגנטית בסביבת מגורים מרשת החשמל

תוצאות בדיקה עוצמת הקרינה באזורים שונים בישראל:

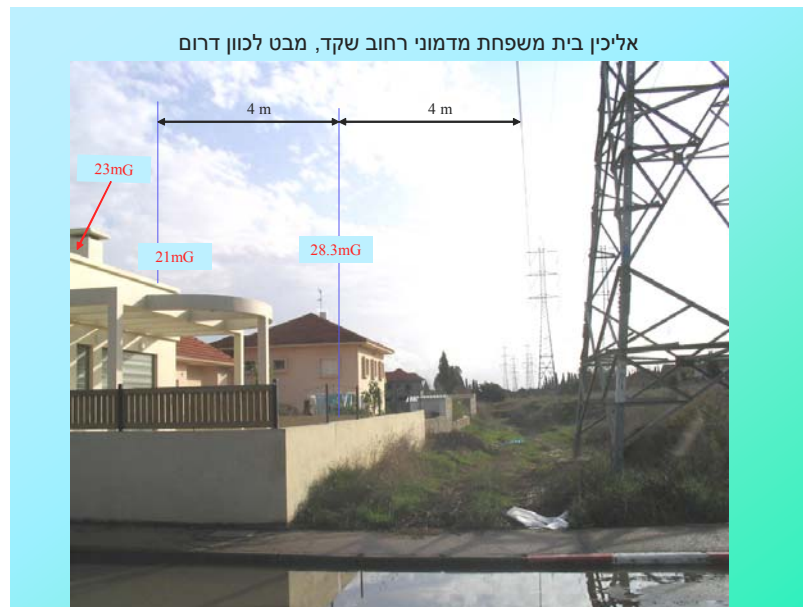
המדידות שפורסמו ב- <http://www.igudhadera.co.il/mismachim%5Ckrina.ppt>, מצביעות על רמות שונות ולעיתים מסוכנות, ראה תמונות בהמשך.

- כיום אין בארץ חוק המסדיר פיקוח על מתקני חשמל בכל הקשור לרמות שדה מגנטי ולכן אין תקנות הקובעות מהי החשיפה המרבית המותרת לשדה מגנטי.
- ארגון הבריאות העולמי (WHO) קבע כי רמת החשיפה הרגעית המרבית המותרת של בני-אדם לשדה מגנטי משתנה בתדר 50 הרץ, הינה **1000 מיליגאוס**.
- הארגון הבינלאומי לחקר הסרטן (IARC) קבע כי מתקני חשמל החושפים את הציבור **לאורך זמן** לשדה מגנטי העולה על **2 מיליגאוס** הנם "גורם אפשרי לסרטן" (Possible Carcinogenic).
- ממחקרים שבוצעו בנושא זה בעולם ומהניסיון שנצבר לאחר ביצוע מאות מדידות ברחבי הארץ, ניתן ללמוד שהחשיפה הממוצעת **בתוך מרבית בתי המגורים** בארץ ובעולם, היא **0.4 מיליגאוס**. ביחד עם זאת, קיימים אזורים עם רמות חשיפה גבוהות יותר.
- המשרד לאיכות הסביבה ממליץ שמתקני חשמל יתוכננו ויופעלו בהתאם לעקרון הזהירות המונעת, לשם הפחתה ככל האפשר של השדות המגנטיים אליהם נחשף הציבור בישראל ממרכיבים שונים של רשת החשמל. להלן נציין חלק מתוצאות מדידות רמות קרינה אלמ"ג באזורים שונים (איורים 1-3).

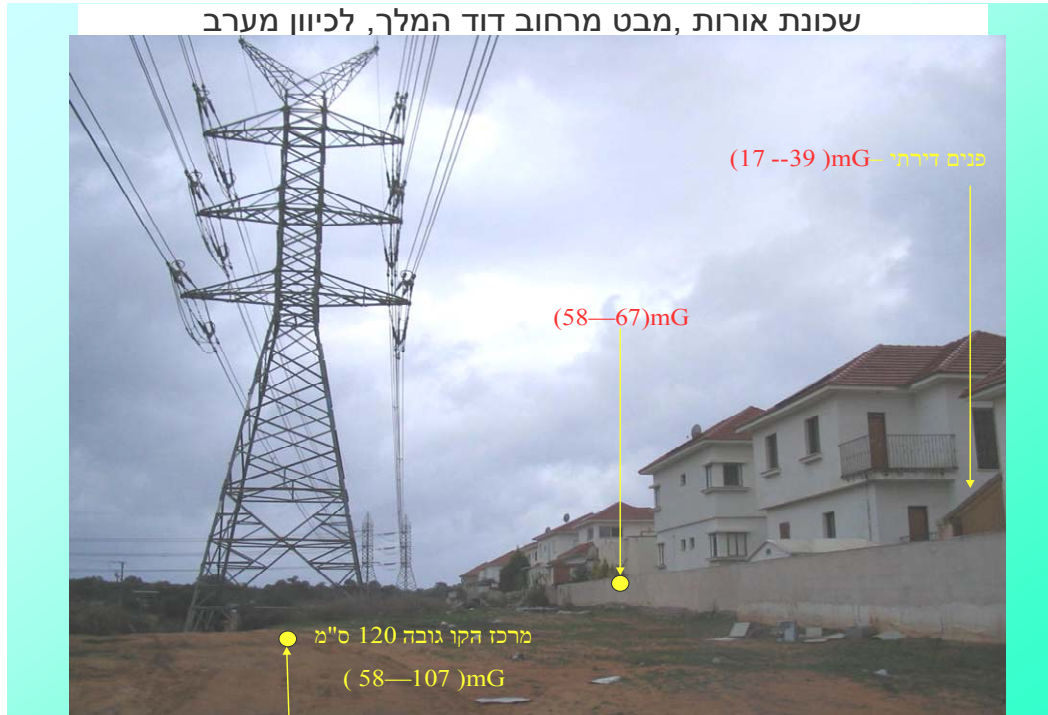
רמות חשיפה להרינה אלמ"ג מהווי חשמל



איור 1



איור 2



איור 3

אחת מהטבלאות של תוצאות מדידת קרינה אלמ"ג שפורסמו במאמר:

מדידות לשדות אלמ"ג באליכין ליד מגרש כדורגל בסמוך לקו 160Kv

תאריך מדידה	מבצע המדידה	נקודת המדידה	רמת המדידה V/m	רמת המדידה שדה מגנטי m Gaus
01/11/1999	נחל שורק אריה, איגוד חדרה	קו בניין ממערב לקו ובמרחק 10 מ' מקו המתח	1980	39
		קו בניין ממזרח לקו ובמרחק 25 מ' מקו המתח		7.5
		שטח מגרש כדורגל	715-- 4900	8--35
15/03/2004	אנה טיקמן מחוז חיפה ואריה, איגוד חדרה בית משפחת מדמוני רח' שקד 127	קו בנין קדמי לכונן קו המתח		20.97
		קו מרכז הבית לכונן קו המתח		13.12
		מרפסת פתוחה קומה א' לכונן קו המתח קו בנין קדמי		22.96
		חדר ילדים		13.12
		קו בנין אחורי		9.24
		מטבח.		11.96
15/11/2004	אנה טיקמן מחוז חיפה ואריה, איגוד חדרה בית משפחת מלאכי רח' שקד 50	שער כניסה		9.04
		רמה מירבית בשטח המגרש ובית		7.4

מקורות:

- <http://www.igudhadera.co.il/mismachim%5Ckrina.ppt>
- http://www.sviva.gov.il/Enviroment/bin/en.jsp?enPage=BlankPage&enDisplay=view&enDispWhat=Zone&enDispWho=faq_krina_general&enZone=krina&
- <http://www.sviva.gov.il/Enviroment/bin/en.jsp?enPage=BlankPage&enDisplay=view&enDispWhat=Zone&enDispWho=krinalomeya&enZone=krinalomeya>