

"בישראל תתרחש בוודאות רעידת אדמה חזקה. אנחנו לא יודעים מתי זה יקרה, אנו יודעים שזה יקרה"¹

עופר דנון*

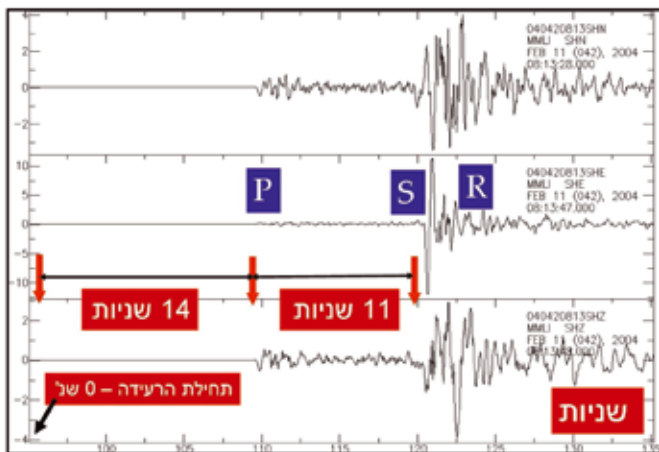
מגיעים לפנייהם ולמעשה מתריעים עליהם. זמן ההתרעה תלוי כמוון במרחק ממוקד הרעידה: ככל שהמרחק גדול יותר, זמן ההתרעה ארוך יותר (ראה תרשים מצורף).

בתרשים הבא מופיעה דוגמה של גילוי גלי P וגלי S של רעידת אדמה, שהתרחשה בצפון ים המלח כפי שנקלטו בהר מלכישוע שבאיזור הגלבוע, כ- 83 ק"מ ממוקד הרעידה. בתרשים רואים, שלגלי ה-P נדרשו כ-14 שניות להגיע מצפון ים המלח עד להר מלכישוע ואילו לגלי ה-S, הגורמים לנזק, נדרשו כ-11 שניות נוספות. אילו הייתה מותקנת במ-קום מערכת מקומית לרעידות אדמה, היה מתקבל זמן התרעה של כ-10 שניות. בנוסף, מהתרשים ניתן להסיק, שאילו הייתה מותקנת בצפון ים המלח מערכת לגילוי רעידות אדמה שהייתה מדווחת באופן מדידי על גילוי הרעידה ניתן היה לקבל התרעה של כ-24 שניות בהר מלכישוע. מערכת גילוי ארצית לרעידות אדמה עושה שימוש באותו עיקרון, שלי-חת התרעה ממקום גילוי הרעידה אל ריכוזי אוכלוסיה ומתקנים רגישים לפני הגעתם של הגלים הסיסמיים.

מדינת ישראל ממוקמת כידוע על קו הגבול שבין הלוחות הטקטוניים של ערב ושל אפריקה. החיכוך בין הלוחות עלול להתבטא ברעידות אדמה, ואלו עלולות להיות הרסניות. רעידת האדמה שהתרחשה ב-1837 בצפון הארץ גרמה לאלפי הרוגים ולנזק רב באיזור צפת. ב-1927 התרחשה רעידה בצפון ים המלח אשר גרמה למאות הרוגים ולנזק רב בירושלים ובשכם. רק לפני מספר שבועות התעוררנו בבוקר לידיעה על רעידת אדמה באיזור קיבוץ יראון. רעידת אדמה חזקה עלולה להתרחש בישראל בכל מקום ובכל זמן.



ישראל במוקד מפגש הלוחות הטקטוניים



תרשים התרחשות רעידות אדמה. מקור משרד התשתיות הלאומיות, המכון הגיאולוגי, אריאל היימן, "זוח התרעה קצרת מועד לרעידות אדמה בישראל", פברואר 2007

התרעה קצרת מועד מפני רעידות אדמה

הידע הקיים כיום בעולם עדיין אינו מאפשר לחזות רעידות אדמה. עם זאת, בעזרת גלאים סיסמיים אפשר לקבל התרעה קצרת מועד לפני הגעת גלי ההרס, ששולחת הרעידה ולהספיק לבצע פעולות חירום שת-רגלו מראש. זמן ההתרעה מתאפשר בזכות הפרש הזמנים שבין הגעת גלי ה-P שהם גלי לחץ מקדימים ובין הגעתם של גלי ה-S המכונים גלי הג-רה והגורמים לנזק. שני סוגי הגלים מתפשטים במהירות של קילומטרים אחדים בשנייה, אך גלי ה-P מתפשטים במהירות כפולה מזו של גלי ה-S ולכן

התרעה מרעידות אדמה בעולם

בעשור האחרון מדינות רבות בעולם מטמיעות מערכות רשתיות אר-ציות לגילוי ולהתרעה מרעידות אדמה. מערכות התרעה רשתיות לגילוי מוקדם של רעידות אדמה (EEW – Earthquake Early Warning) מבוססות

* הכותב הינו, סמנכ"ל פיתוח עסקים בחברת "ביפר"

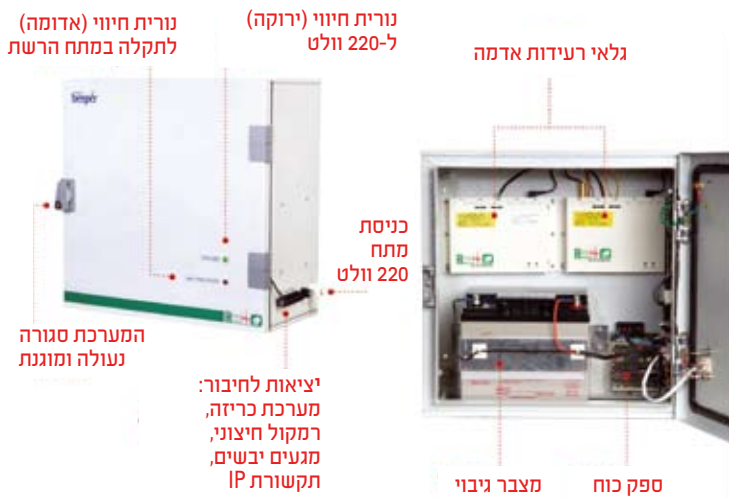
1 נאמר בוועדת הפנים והגנת הסביבה של כנסת ישראל ב-26.1.2010, על-ידי ד"ר אבי שפירא, יו"ר ועדת ההיגוי הבין-משרדית לרעידות אדמה

במערכות המקומיות הינו קצר, אך עדין יכול להספיק לביצוע פעולות הת- גוננות אישית על-פי הנחיות ותרגולות שוטפות של הגורמים המקצועיים.

הפיתרון ההיברידי

חברת "ביפר" שהקימה ושפיעלה עבור פיקוד העורף את רשת ההתרעה הלאומית של "צבע אדום" החליטה להוסיף נדבך התרעה נוסף ללקוחותיה בתחום גילוי ויצירת ההתרעה מרעידות אדמה. לצורך כך, "ביפר" חברה עם ד"ר **שיגקי הוריוצ'י** (Dr Shigeki Horiuchi), שהוביל את פיתוח המערכת היפנית הלאומית לגילוי רעידות אדמה וחברת A2 היפנית בשיתוף עם NIED, מכון המחקר הלאומי של יפן לחקר מדעי האדמה להביא ארצה את מערכת LINX-EED. המערכת מותקנת באלפי אתרים ביפן משנת 2007 וצברה ניסיון מבצעי רב. המערכת בעלת טכ- נולוגיה ייחודית המאפשרת גילוי והתרעה מקומית מפני רעידות אדמה. המערכת אושרה לשימוש במוסדות חינוך על ידי ד"ר **אבי שפירא**, יו"ר וועדת ההיגוי הבין משרדית להיערכות לרעידות אדמה. כל מערכת מות- קנת תחובר לשרת מרכזי, שממוקם בחוות השרתים ב"ביפר" באמצעות תשתית אינטרנט (IP) מאובטחת. מאחר והרשת הארצית תכלול גלאים בפרישה נרחבת, היא תאפשר שליחת התרעה ממקום גילוי הרעידה ליי- חידות שנמצאות הרחק ממקוד הרעידה, אך מחוברות לרשת ועל-ידי כך להגדיל את זמן ההתרעה.

יחידת הגילוי וההתרעה של "ביפר"



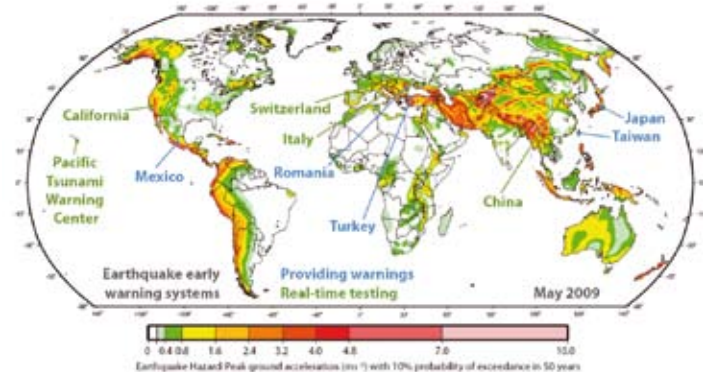
יתרונות נוספים של החיבור הרשתי:

- ניטור, בקרה, שליטה ותחזוקה מרחוק בזמן-אמת לצורך שיפור שרידותה ואמינותה של המערכת ולהוזלת עלויות השירות.
- ביצוע הפעלה יזומה מרחוק בתרחישי תרגול תקופתיים וכן, שילוב של נוסח מוקלט לתרגול בשיגרה ונוסח מוקלט לתרחיש אמת.
- הפצת התרעה על רעידת אדמה למשתמשי "ביפר צבע אדום" בר- שות המקומית, שבה נמצא מוסד החינוך. בנוסף משלוח ההתרעה בממשקים סטנדרטיים כגון SMS, ועוד.
- בשלב הבא – שילוב המערכת עם מערכת התרעה של "ביפר", כך שמוסד החינוך יכול לקבל את כל סוגי ההתרעות דרך מערכת אחת. אירוע רעידת אדמה הוא אולי האירוע הקשה ביותר העלול להתרחש במדינה. השימוש במערכת לגילוי מוקדם יכול להציל חיים ולשפר את מוכנות והערכותה המדינה לנושא.

על היכולת לאסוף במהירות מידע על רעידת אדמה מייד לאחר תחילתה, במוקד הרעש ולהעריך את מידת הסיכון הגלום בה. מיד עם זיהוי רעידת אדמה בעלת פוטנציאל הרס, המערכת שולחת התרעה ממקום הגילוי על הגעתן הצפויה של תנודות קרקע אל ריכוזי אוכלוסייה, מתקנים רגישים או פגיעה בכוחות חירום והצלה. העיקרון העומד בבסיס פעולתה של מערכת ההתרעה הוא הפער במהירות ההתקדמות בין גלים סיסמיים לתקשורת אלקטרונית: גלים סיסמיים מתקדמים במהירות של מספר קילומטרים בשנייה, בעוד גלים אלקטרומגנטיים ואמצעי התקשורת המשמשים להעברת ההתרעה, מתקדמים במהירות האור. פער מהירויות זה הוא אשר המאפשר העברת ההתרעה על תנודות הקרקע הצפויות אל האיזור הרגיש לפני שמגיעים אליו הגלים הסיסיים עצמם. מערכת EEW מורכבת ממספר חלקים והם:

- מערך גלאים לגילוי רעידת האדמה. הגלאים מותקנים קרוב ככל האפשר לאיזורים בעלי פוטנציאל גבוה לקיום רעידת אדמה (בארץ, איזורים אלו הינם השבר הסורי אפריקני והעתק יגור).
- מערך תקשורת מהיר, שתפקידו להזרים את נתוני הרעידה למ- ערכת העיבוד המרכזית.
- מערכת עיבוד, שתפקידה לזהות את רעידת האדמה עוצמת ומי- קומה ולהעביר התרעה סלקטיבית למערכת ההפצה.
- מערכת הפצה, שתפקידה להעביר את ההתרעה במהירות גבוהה ובאמינות לאיזורים המאויימים.

במפה הבאה מוצגים האיזורים בעולם המועדים לרעידות אדמה. באיזורים הצבועים בצבע אדום כתום נוטסים לורוד הסיכוי לרעידת אדמה הינו גבוה מאד. במדינות המסומנות בכחול כבר מותקנות מער- כות המספקות התרעה ארצית מפני רעידות אדמה (יפן, רומניה, טורקיה ועוד). המדינות המסומנות בירוק נמצאות בשלבים אחרונים של הטמעת מערכות (סין, שוויץ, איטליה ועוד).



מפת יישום מערכות לגילוי רעידות אדמה בעולם

התרעה מרעידות אדמה בישראל

החל משנת 2010 מחייב משרד החינוך את הרשויות המקומיות לה- תקין מערכת התרעה מקומית לגילוי רעידות אדמה במוסדות חינוך חד- שים. המערכת אמורה לזהות את גלי ה-P כאשר יגיעו למוסד ולהתריע על רעידת האדמה. זמן ההתרעה במערכות אלו תלוי בריחוקם ממוקד הרעיי- דה. לאורך ההיסטוריה של איזורנו, רוב רעידות האדמה התרחשו לאורך השבר הסורי-האפריקני (קו הגבול בין הלוחות הטקטוניים), שהמרחק ממנו למרכזי האוכלוסייה הינו כ-100 ק"מ, מכיוון שמהירותם של גלי הרעידה המקדימים באיזורנו הינו 5-7 ק"מ בשנייה, זמן ההתרעה האפשרי