

ניהול אירוע המבוסס על הערכת נזקים מקדימה מודל קבלת החלטות

מודל הערכת הנזק המקדים נועד בראש ובראשונה לתת מענה לפערים בקבלת ההחלטות בניהול אירוע רעידת אדמה, אך רלוונטי לכל אירוע חירום באשר הוא. המודל יכול להעניק למדינה ולצבא כלים להתמודד עם תרחישי איום שונים

תוצאות רעידת האדמה בהאיטי. מטרתו של מודל קבלת ההחלטות על-פי הערכת נזקים מקדימה היא לשפר את היעילות של פעילות הגורמים המקומיים בתנאי אי ודאות ובהיעדר תמונת מצב עדכנית בעת התמודדות עם מצבי חירום. צילום: דובר צה"ל



קיצור משך הזמן לקבלת ההחלטות - מרכיב קריטי

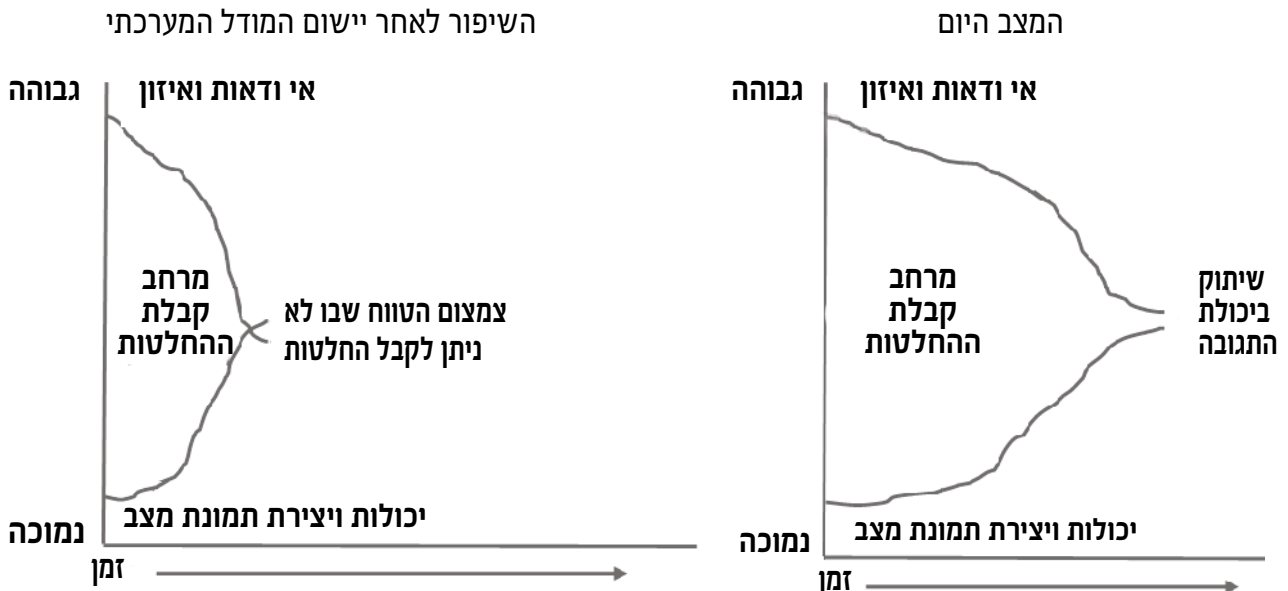
הגישות המערכתיות שפותחו כמענה לפער התמקדו במציאת דרכים להבטיח את תפקודן של המערכות הרלוונטיות ושל מקבלי ההחלטות בעת האירוע. תרומתן של הגישות האלה היא בעיקר בקיצור משך הזמן החולף בין האירוע לבין קבלת ההחלטות המערכתיות. הקיצור מושג באמצעות שיפור וייעול האמצעים לשם קבלת תמונת מצב מעודכנת. היכולת הולכת ומשתפרת ככל שחולף הזמן מן האירוע, וזרימת המידע למקבלי ההחלטות משתפרת. בסופו של דבר נוצרת תמונת מצב מלאה ואמינה יותר, כפי שמתואר בתרשים 1.⁴ ואולם, גם לגישות האלה, על אף שהן משפרות את השימוש בכלים ניהוליים להתמודדות עם מקרי חירום, יש עדיין קושי מובנה בהתמודדות עם המצב בשעות הראשונות של האירוע.⁶ ידוע בכל העולם שהבעיה העיקרית בהתמודדות עם רעידת אדמה הרסנית היא היעדר מידע על מה שבאמת התרחש. יש לכך כמה סיבות: גגיעה בתשתיות התקשורת ובדרכים, מידע לא אמין המגיע באופן לא סדור, שמועות ומספר גדול מאוד של מוקדי הרס בהיקף כזה שארגוני החירום אינם מסוגלים לתת מענה מלא לכל האירועים. זמן רב עובר עד שמתגבשת תמונת המצב האמתית. כמעט בכל אירוע של רעידת אדמה, כאשר מדינות ידידותיות מציעות להגיש סיוע למדינה שנפגעה, התשובה בשעות הראשונות עד יממה היא: "אנחנו עדיין לא יודעים להעריך מה בדיוק קרה. ייקח לנו 24-48 שעות לגבש את תמונת המצב".⁷ זו תשובה שגויה מכיוון שביממה הראשונה, "יממת הזהב", ניתן לבצע פעולות אופרטיביות - הן ברמה הלאומית והן ברמה המקומית - בעלות ערך רב.

כדי להתגבר על הבעיה הזאת נוסח מודל חלופי. המודל המוצע הוא יישום מנגנון של תהליך קבלת החלטות מקדימות הנוגעות להכנת תכניות אופרטיביות בשלב ההיערכות וההכנות. כמו כן מציע המודל



רעידת אדמה היא אחת הדוגמאות המוכרות ביותר למקרי חירום. הנזקים הפוטנציאליים והנזקים בפועל במקרים האלה - בנפש וברכוש כאחד - גדולים כל-כך עד שהם מציבים סימן שאלה בנוגע ליכולתם של גופים רגולטוריים, ובהם רשויות הצלה, בריאות, שיטור ואכיפה, להתמודד עמם באמצעיהם ובמשאביהם הבלעדיים. במקרים רבים אף יש ספק אם מדינות יכולות לעמוד באתגר.¹ מצב חירום בכלל, ואירוע של רעידת אדמה בפרט, מתאפיין באי ודאות: הפגיעות בנפש וברכוש גורמות לשיבושים בהיקף נרחב. מערכות התקשורת נפגעות וקיימת בעיה של חוסר במידע בטווח המידי, ומידע מוגבל, חלקי, ולא מדויק בטווח הקצר.² במשך התקופה הקריטית, הנקראת "יממת הזהב", אין בידי מקבלי ההחלטות תמונת מצב עדכנית ונכונה, ובמקרים רבים תמונת המצב היא חלקית ולא אמינה. אין ביכולתם של מקבלי ההחלטות ליצור תמונת מצב אמתית ונכונה, ולהפעיל בהתאמה את כוחות ההצלה. מקרי חירום מחייבים תגובה מהירה ויעילה של המערכות השונות הנדרשות לפעול בתנאים של לחץ ואי ודאות קיצונית. הניסיון ללמוד מדרך ההתנהלות של מערכות שלטוניות שונות במצבי חירום בעבר מוביל למסקנה כי היעילות של שימוש בכלים ניהוליים מקובלים להתמודדות עם מקרי חירום, משברים ואסונות אחרים היא מוגבלת.³ כדי לשפר את ההתמודדות עם רעידות אדמה נוסח מודל חלופי: מודל קבלת החלטות וניהול אירוע המבוסס על הערכת נזקים מקדימה ברמה הלאומית.

תרשים 1: יכולת התגובה ואי הודאות המערכתית כפונקציה של הזמן מרגע האירוע⁵



לעשות שימוש יעיל בתוצאות, לצורך תמיכה מהירה בקבלת החלטות על-פי הנתונים הצפויים במקומות השונים. כתוצאה מכך ניתן להניע קבלת החלטות על-ידי הגורמים האופרטיביים (הרשויות המקומיות ומשרדי הממשלה), ולהיערך מהר יותר לביצוע פעולות אופרטיביות בעת אירוע.

איחוד בין מסדי הנתונים וניתוחם המקדים על-ידי גורם אחד לכדי תוצר אופרטיבי יאפשרו יצירת תמונת מצב "מוכנה מראש" עבור מקבלי ההחלטות. תמונת המצב תתעדכן לאחר התרחשות האירוע - כאשר יתקבלו נתונים מעודכנים.

מודל הערכת הנזק הקיים היום במכון הגיאופיסי - תוכנת ורוניק

מודל הערכת נזק מקדימה לרעידות אדמה, מבוסס על ניתוח של עוצמה סיסמית תוך שימוש בתוכנת ורוניק של המכון הגיאופיסי. זאת על-פי ארבעה מרכיבים:

- מידע גיאולוגי - הגיאולוגיה בכל יישוב, בין היתר סוג הקרקע.
- מידע גיאוגרפי - צפיפות האוכלוסייה וריכוזה.
- מידע הנדסי - איכות הבנייה, צפיפות הבנייה, גיל המבנים.
- ניתוח סיסמי - מוקד רעידת האדמה ועוצמתה (המגניטודה MW)⁸. כל הנתונים האלה יוזנו מבעוד מועד לתוכנת ורוניק, שתשקלל את כל הפרמטרים לכדי הערכת הנזק המקדימה. בפייתח התוכנה הוגדרו כבר הפרמטרים הנדרשים, כדי לחשב את התרחישים הצפויים שאליהם נדרש להיערך:

1. מספר המבנים שייפגעו ורמת הפגיעה בהם (קשה, בינונית, קל).
 2. מספר הנפגעים בנפש (הרוגים, פצועים, נפגעי חרדה).
 3. מספר מחוסרי קורת גג.
 4. מספר הלכודים ומקומם.
- ההערכות המתקבלות באמצעות התוכנה הן בעיקר תוצאות של רמת הידע בנוגע לתכונות ההנדסיות של מבנים. התכונות האלה יאפשרו להעריך את רמת הפגיעות לתנודות הקרקע הנגרמות על-ידי רעידת אדמה. התוכנה תציג רעידת אדמה ספציפית, כלומר, רעידת אדמה בעוצמה M שמוקד התרחשותה Z ⁹, ותציג אומדן סטטיסטי על מפה. על בסיס הערכת הנזקים המקדימה הזאת ניתן לקבל החלטות מידיות מהותיות ברמה הלאומית וברמה המקומית.

פעילות בעתות שגרה

- הערכה היכן צפויים מוקדי הפגיעה באוכלוסייה, ותכנון מבעוד מועד של תגבור מקומי של הכוחות.
- הערכת רמת היציבות של המבנים לאחר רעידת אדמה, והערכת מספר הנפגעים והמפונים.
- תכנון מוקדם של פעולות אופרטיביות במקרה של רעידת אדמה על-ידי גורמי החירום השונים, ובהם מד"א (מגן דוד אדום), כב"ה (כבאות והצלה) וצה"ל, שיהיה מבוסס על מיפוי של אזורים רגישים לנזק - תכנון שיתרום להיערכות מיטבית מבעוד מועד.
- הערכה היכן צפוי הנזק העיקרי ותכנון המאמצים הלאומיים בתחומי הפיקוד, השליטה והסיוע לאותם אזורים. המדובר בשעות הראשונות של האירוע ובימים הראשונים אחריו.
- הקמת בסיס מידע לאימונים ולתרגילים שיאפשר מתן מענה יעיל למוקדי הנזק והנפגעים על-ידי הגופים השונים.
- הערכת המשאבים שבהם צפוי להיות מחסור לאחר רעידת אדמה

קבלת החלטות מידיות שיופעלו בעת התרחשות רעידת האדמה - כבר ברגע שנודע על מוקד הרעש ועוצמתו.

המערכות הקיימות היום במכונים להערכת חומרת הנזק מייצרות שתי מפות: האחת ברמה הלאומית, שבה מצוין מוקד הרעש ועוצמתו, והשנייה מפה עירונית ברמה של כל רשות מקומית שעליה מסומנים המבנים שצפויים להיפגע ברעידת אדמה משום שנבנו שלא על-פי התקן.

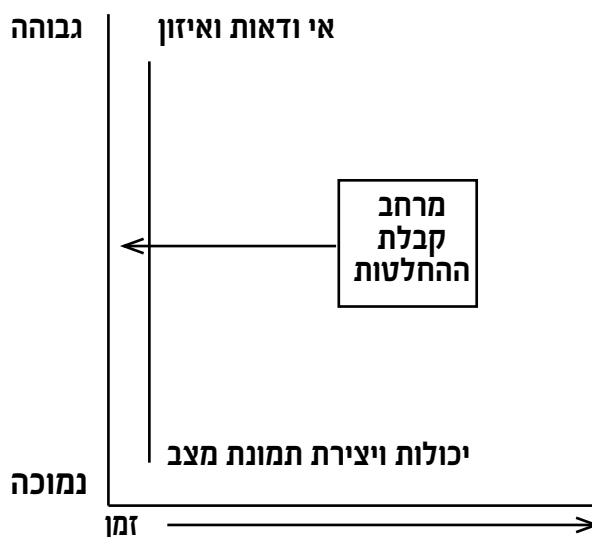
ברמה הלאומית בישראל יש שבעה מוקדים מרכזיים אופציונליים. אם נקבל מידע על עוצמת הרעידה והמוקד בהם התרחשה הרעידה, ולכל מוקד נכין מבעוד מועד תכנית מגירה להיערכות ולתגבור מאזורים שלא נפגעו, תהליך מתן המענה יהיה קצר מאוד - בתוך כמה שעות. ברמה המקומית - אם כל רשות מקומית תקבל מפה שעליה מסומנים המבנים הצפויים לקרוס בשל בנייה שלא על-פי התקן, ניתן יהיה להחיש אל האזורים הללו סיוע מדי בתוך כמה שעות ספורות. סיוע זה יגיע מתוך הקהילה והשכונות, כפי שמתואר בתרשים 2.

מטרתו של מודל קבלת ההחלטות על-פי הערכת נזקים מקדימה היא לשפר את היעילות של פעילות הגורמים הלאומיים והמקומיים בתנאי אי ודאות ובהיעדר תמונת מצב עדכנית בעת התמודדות עם מצבי חירום. זאת באמצעות יצירת מודל תיאורטי מערכתי ותרחישים שינסו להעריך את חומרת הנזק ברמת סבירות טובה עם התרחש האירוע.

במהותו זהו מודל מוכנות, וחלק ניכר מן הנתונים נאספים לפני התרחשות אירוע החירום. נתוני הקלט של המודל הזה קיימים על-פי רוב בידי גורמי מחקר שונים, ובהם המכון הגיאופיסי לישראל והמכון הגיאולוגי לישראל, ומשמשים להערכת תרחיש הייחוס, לקביעת תקני בנייה מתאימים לרעידות אדמה ועוד.

עד היום המודל להערכת הנזק עשה שימוש בנתונים גולמיים לשם קביעת תקני בנייה או תרחישי ייחוס. המודל המוצע במאמר הזה נועד בעיקר לצורך קבלת החלטות ברמה הלאומית וברמה המקומית. החידוש של המודל הוא בכך שעל-פי הערכת הנזק הקיימת ניתן

תרשים 2: השיפור שיושג לאחר יישום המודל הערכת נזקים מקדימה



הרסנית, והכנה מבעוד מועד של תכניות להשלמת הפערים האלה במהירות.

- הכנת תכנית לתיאום מוקדם של קליטת סיוע בין-לאומי.
- קביעת סדר עדיפויות בהיערכות.

פעילות בעת אירוע

- הפעלת התכניות המבוססות - ברמה הלאומית וברמה המקומית - על מודל הערכת הנזק המקדימה. כמו כן, שימוש במנגנון פשוט יחסית לקבלת החלטות מהירות בתנאים של אי ודאות ושל היעדר תמונת מצב ברורה.
- מתן מענה לקושי לגבש תמונת מצב בשעות הראשונות שלאחר התרחשות רעידת האדמה - באמצעות הערכת הנזקים המקדימה שנעשתה לפני רעידת האדמה.
- ניהול האירוע בשעות הראשונות וביממה הראשונה ("יממת הזהב"), וקביעת סדר העדיפויות למענה בעת רעידת אדמה. כל אלה נוסף על תכנית איסוף המידע הנחוץ תוך מיצוי יעיל של המשאבים בשעות הראשונות של האירוע.
- מחיר ההחלטות השגויות יהיה נמוך, אם בכלל. ברעידות אדמה בעוצמות בינוניות וחזקות, שבהן יש היקף יחסית גדול של הרס של מבנים שאינם עומדים בתקן הבנייה ונפגעים רבים, ההחלטות המיידיות המתקבלות בתחומי הצלת החיים והגשת

ג. מבנים שנבנו מאז 1992 - נבנו לאחר תיקון תקנת הממ"דים, והתקנה הזאת מעניקה חוזק מיוחד למבנים.

במפה מסומנים אזורים המבנים שעלולים להיפגע ברעידת אדמה בחלוקה לרמת העמידות - גבוהה, בינונית או נמוכה - ומצורפים נתונים על צפיפות האוכלוסייה הקיימים במפ"י ולקוחים ממרשם האוכלוסין.

- **המכון הגיאולוגי¹¹** - מפת מבנה שכבות הקרקע במדינת ישראל לצורך תכנון בנייה, וכנגזרת ממנה, מפת החומרה הצפויה של רעידות האדמה ברמה הארצית ונתונים בסיסיים לתכנון.
- **המכון הגיאופיסי¹²** - פותחה כבר תוכנת התרחישים שנקראת "ורוניק"¹³ שתכליתה לנסות להגדיר היקף ההיערכות של הרשויות השונות לנפגעים ולנזק צפויים. לפני התרחש רעידת אדמה. אנחנו נשתמש בתוכנה הזאת לצרכים אופרטיביים של קבלת החלטות ולניהול האסון לאחר שאירע. התוכנה הזאת היא שיפור משמעותי של תוכנה קודמת שנקראה "גילי". התוכנה משקללת ארבעה פרמטרים (גיאולוגיה, צפיפות אוכלוסייה, עוצמה ומוקד הרעש ואיכות הבנייה) במודל, כפי שמתואר בתרשים 3, עבור כל רשות מקומית וכן ברמה הארצית.¹⁴

במודל על בסיס תוכנת התרחישים ורוניק, שפותחה במכון הגיאופיסי, נעשה שימוש החל מ-2012. השימוש הראשון היה במהלך התרגיל הלאומי בנושא רעידות אדמה - "נקודת מפנה 6" שנערך באוקטובר 2012. במסגרת ההכנות לתרגיל הכין המכון הגיאופיסי מפות נזק עבור הגורמים הרבים שתורגלו במהלכו. בדומה לאותו תרגיל, והכנה לתרגיל שבוצע ב-2017, עודכנו הנתונים בתוכנה, והופצו מפות נזק מעודכנות לגורמים שיתורגלו.

במהלך 2013, על-פי המודל, הפיצו פיקוד העורף והוועדה הבין-משרדית לרעידות אדמה מפות חומרת נזק, לשלוש רמות: משרדי ממשלה, מגיבים ראשוניים, (מ"י, כב"ה, מד"א, ויחידות פקע"ר) ולרשויות המקומיות. למפות הללו צורפו טבלאות נתוני נפגעים, ונזק למבנים אליהם נדרשים להיערך. המפות הן לאומיות ומקומיות. המפות האלה אמורות לאפשר לאחר התרחשות רעידת האדמה קבלת החלטות עם היוודע המוקד והעוצמה, הן ברמה המקומית והן ברמה האופרטיבית והלאומית, כל אחד ברמתו, מבלי להמתין ליצירת תמונת מצב האמת. כאמור, הטעות בקבלת החלטות אלה תהיה נמוכה מאוד.

באוקטובר 2013 התרחשה סדרה של רעידות אדמה חלשות בצפון הכנרת. בעקבותיהן הכין המכון הגיאופיסי תרחישי רעידות אדמה בזמן אמת, שהיו הבסיס לקבלת החלטות במשרד לתשתיות לאומיות.¹⁵

סיכום

מודל הערכת הנזק המקדימה נועד בראש ובראשונה לתת מענה לפערים בקבלת החלטות בניהול אירוע רעידת אדמה, זאת לנוכח הקושי המובנה ביצירת תמונת מצב בשעות הראשונות לאחר התרחשותה. המודל עצמו רלוונטי לאירועי חירום נוספים, ויכול להעניק למדינה ולצבא כלים להתמודד עם תרחישי איום שונים.

מפות הערכת נזק מקדימה מאפשרות קבלת החלטה בנוגע לסדר העדיפויות להתערבות מיד עם התרחש האירוע, זאת לפני גיבוש תמונת מצב מדויקת.

מפות הערכת נזק מקדימה מאפשרות קבלת החלטה בנוגע לסדר העדיפויות להתערבות מיד עם התרחש האירוע, זאת לפני גיבוש תמונת מצב מדויקת

עזרה יתברר בהמשך ככנונית בכל מקרה. ההחלטות שיתקבלו לא יהיו שגויות. בדיעבד התברר לנו שהיינו נזקקים בכל מקרה לאותן פעולות מצילות חיים כמו תגבור מידי בכוחות מאזורים שלא נפגעו בתחומי החילוץ, ההצלה, הרפואה, כיבוי האש, צוותי טיפול בחומרים מסוכנים, בסילוק מפגעים, ובפינוי אוכלוסייה ממבנים שנפגעו. כל אלה לא צריך להמתין ליצירת תמונת מצב ברור שנצטרך להם בהיקפים גדולים והם יהיו במחסור.

יישום המודל במדינת ישראל

בסיס הנתונים במדינת ישראל מורכב מן המקורות הבאים:

- **מרשם האוכלוסין** - נתונים על צפיפות האוכלוסייה על-פי אג"סים (אזורים גיאוגרפיים סטטיסטיים).
- **מפ"י (המרכז למיפוי ישראל)¹⁰** - מפת גיל המבנים על-פי הנתונים של הרשויות המקומיות וועדות הבנייה המחוזיות, וכנגזרת מכך - מיפוי העמידות של המבנים הקיימים. מפ"י מפיך לכל רשות מקומית מפה המסווגת את מבני המגורים ברשות על-פי גיל המבנה:
- א. מבנים שנבנו עד 1980 - אלה נבנו שלא על-פי התקן לרעידת אדמה.
- ב. מבנים שנבנו בשנים 1980-1992 - נבנו על-פי תקן.

תרשים 3: המודל לקבלת ההחלטות

כדי לקבל החלטות יש לקבל תמונת מצב מלאה. כך נהוג בכל בעולם. יש לנתח ארבעה מרכיבים

- עוצמה ומוקד הרעש
- איכות הבנייה
- צפיפות האוכלוסייה
- גיאולוגיה

האם נתונים אלה קיימים לנו מראש?

- כן - לכל מרחב מוקד
- כן
- כן
- כן

מזינים בתוכנת "ורוניק" של המכון הגיאופיסי את ארבעת הנתונים הללו, מתקבלים שני תוצרים: שתי מפות וטבלת אקסל

- מפה שניה עירונית לכל רשות מקומית וישוב
- מפה ראשונה לאומית עבור משרדי הממשלה והמניבים הראשונים: משרתת ישראל, מד"א, כיבוי אש, פיקוד העורף

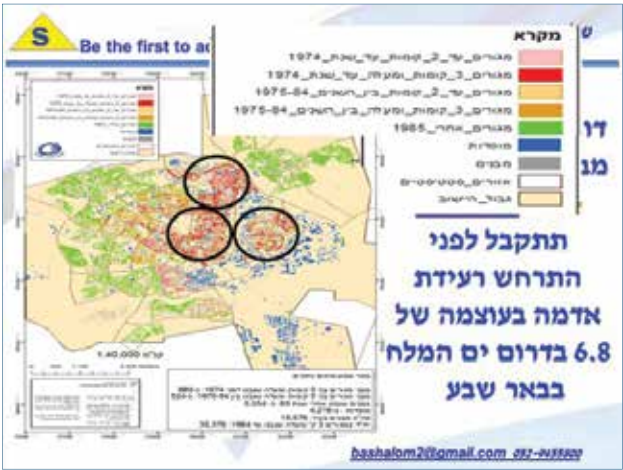
על כל משרד ממשלתי, ארגון וישוב יהיה להיערך לתרחישים שיופיעו לכל אחד במרחבו

טבלת אקסל שעליה יהיו הנתונים הבאים שאליהם נדרשים כולם להיערך

- מספר הרונים
- מספר פצועים בינוני/קשה
- מספר פצועים קל
- מספר מבנים שיפגעו קשה
- מספר מבנים שיפגעו קל
- מספר בני אדם לכודים

דוגמה למפה שניה עירונית לכל רשות מקומית וישוב. (באר שבע)

דוגמה למפה ראשונה לאומית עבור משרדי הממשלה והמניבים הראשונים: משרתת ישראל, מד"א, כיבוי אש, פיקוד העורף



ההערות למאמר הזה מתפרסמות באתר הוצאת מערכות.