

# הנדסת חילוץ ברעידת אדמה טכניקה לביצוע טריאז' מבנים הנדסי

מהנדס שרון יהודה, M.Sc., מהנדס מיכאל ואטנמכר, M.A., ד"ר מתי אדן



להנחות את דרגי השטח בארגוני המענה הראשוני לאחר רעידת אדמה.

התורה מגדירה כלים לקביעת סדר עדיפויות יעיל יותר להקצאת משאבים מוגבלים לאתרי הרס מרובים, בהתחשב במאפיינים ופרמטרים שונים (לדוגמה: אפשרות להישרדות של הלכודים, שיקולים הנדסיים, אכלוס המבנה, השפעות סביבתיות, ועוד) – במטרה להציל חיי אדם. תהליך זה של תעדוף\* הקצאת המשאבים באתרי הרס, הקרוי "טריאז' מבני" (Structural Triage) דומה בעיקרון לתהליך התעדוף בטיפול

בנפגעים (טריאז' רפואי) המבוסס על חומרת מצבם.

הנדסת החילוץ מתפתחת באופן מואץ בשנים האחרונות בפיקוד העורף ומקבלת התייחסות משמעותית ביותר במערך ההכשרה של מהנדסי המיגון והחילוץ. מאחר ובדרך כלל מדובר בחילוץ ממבנים שכשלו, התחום קשור באופן ישיר לתחום הנדסת המבנים באופן כללי, ומתרכז בעיקר בנושאים הבאים: הערכה וניתוח ראשוני של סיבת כשל המבנה; מיפוי האתר והמבנה לפני ואחרי אירוע הכשל; פריסת כוחות ואמצעים; מנהור; הנפת אלמנטים; התאמת אמצעים – לרבות כלי

\* תעדוף – תהליך שיטתי ושכלתני של מתן סדרי עדיפות בתהליכי העבודה או בקדימויות בטיפול בבעיות

בשנים האחרונות עלתה המודעות לצורך בהיערכות לאומית לאירוע רעידת אדמה. החשיפה התקשורתית הרחבה של רעידות אדמה שהתרחשו ברחבי העולם, ובמיוחד זו שהתרחשה לאחרונה בנפאל, וכן הסיקור הנרחב של אירועים אלה גרמו, בין היתר, להגדלת המודעות ולהעמקת העיסוק בתחום רעידת אדמה בארגונים ומשרדי ממשלה רבים.

לאחר רעידת האדמה בטורקיה בשנת 1999 הוקמה ועדת היגוי בינמשרדית המופקדת על ההיערכות הלאומית לרעידת אדמה בישראל. המסגרת להיערכות, כפי שהוגדרה על-ידי הוועדה ואומצה על-ידי הממשלה, כוללת בין היתר מאות אלפי בניינים שצפויים להיפגע בדרגות חומרה שונות ברעידת אדמה חזקה, ואלפי לכודים באתרי הרס מרובים.

הכוחות והמשאבים המוגבלים הקיימים לצורך חילוץ מהרס בהיקף גדול, והזמן הקצר העומד לרשותם של המחלצים לחילוץ לכודים חיים, מחייבים אופטימיזציה של הקצאת המשאבים לאתרי ההרס המרובים. לפיכך, החליטה ועדת ההיגוי, בשיתוף עם פיקוד העורף, לפתח תורה מנחה לקביעת סדר עדיפות להקצאת כוח אדם ומשאבים לחילוץ לכודים מאתרי הרס מרובים. התורה שפותחה בענף הנדסה של פיקוד העורף, שעקרונותיה מתוארים במאמר זה, מיועדת

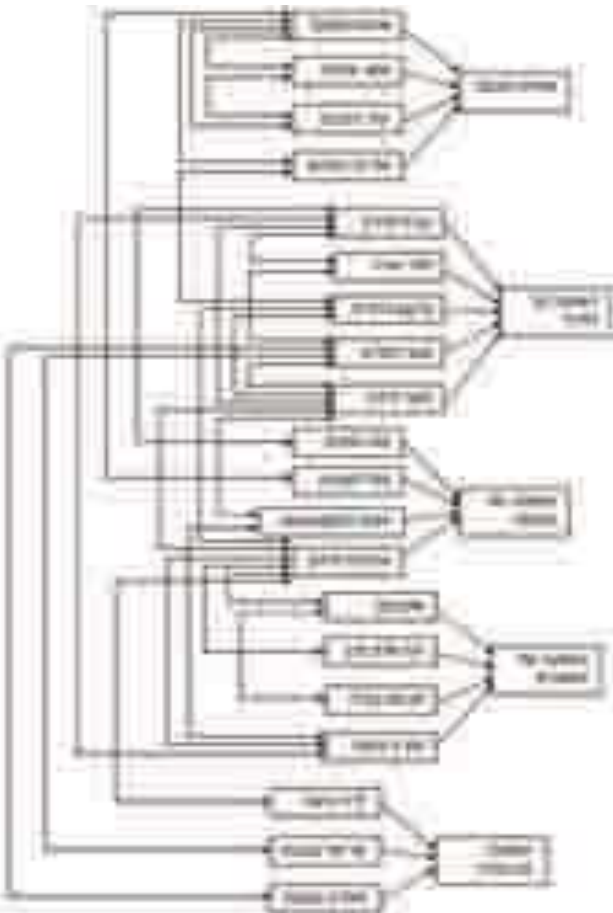
וביצוע התאמות לצורך יצירת טכניקה עם שימוש בדיאגרמות זיקה ויחסים בין פרמטרים.

לפני בחינת הכלים הקיימים המשמשים לצורך בחירה בין מספר אלטרנטיבות בעלות משתנים רבים, ללא בסיס פונקציונלי מוגדר ו/או קיים ביניהם, הוגדרו דרישות הסף הבאות לטכניקת התעדוף: פשוט וקל ליישום; ללא פעולות מחשוב כלשהן; ניתנת לשימוש בכל תנאי; שימוש מהיר; הכללת כל מידע קיים אפשרי; ללא צורך בהכשרה ארוכה או ניתן לשימוש ללא הדרכה כלל; רגישות מינימאלית לסובייקטיביות הסוקר; כלי גמיש שיותאם בקלות לארגונים שונים בעלי אוריינטציה ניהולית שונה; התאמה לאלטרנטיבות בעלות משתנים רבים; ואופן מימוש איכותני. הסוקרים יהיו בעלי ידע/רקע הנדסי בסיסי כגון: מהנדסים, הנדסאים ואדריכלים.

### הטכניקה לקביעת התעדוף

לצורך בניית בסיס רחב ככל האפשר שעליו תתבסס הטכניקה, נקבעו חמש קבוצות של פרמטרים תלויים בהתאמה לתחומים הבאים: (1) אכלוס המבנה; (2) השפעה על הלכוד; (3) השפעה של המבנה; (4) השפעה של משאבים; ו- (5) השפעה סביבתית. כל קבוצת פרמטרים תלויים נקבעה באופן שכל אחת מהן תכלול מספר משתנים בדידים בלתי תלויים בעלי יחסי זיקה ו/או חפיפה, היוצרים קשר בין כל קבוצות הפרמטרים התלויים - כמתואר באיור 1.

- פרמטר של אכלוס המבנה התחלק למשתנים הבלתי תלויים הבאים: אכלוס המבנה המשוער בהתאם לפונקציונאליות



איור מס' 1 - דיאגרמת זיקה ויחסים (Relation Diagram)

צמ"ה; קביעת רמות סיכון; בחירת קדימויות; מיון מבנים בקרת נזקים; וכמובן גם נושאים הקשורים בבטיחות המבנים והמחלצים. כל זאת תחת אילוצים רבים הנגזרים מסיבות מגוונות לכשל מבנים כגון: פיצוץ במבנה, אסונות טבע, כשל הנדסי, שריפה וכד'.

### כלים לקביעת סדר עדיפויות

לאור הערכות המומחים העוסקים בתחום רעידות אדמה ולפי המסגרת שאומצה להיערכות לרעידות אדמה בישראל, יש צורך להיערך לרעידת אדמה בהיקף נזק הכולל כ-28 אלף מבנים עם נזק כבד עד הרס, כ-290 אלף מבנים עם נזק קל עד בינוני, כ-7,000 הרוגים, כ-45 אלף פצועים קל עד קשה, 170 אלף חסרי קורת גג וכ-10,000 לכודים בין ההריסות. במידה ואכן יתקיים הרס בהיקף נרחב יידרשו ארגוני החילוץ השונים לפעול תחת אילוצים של אמצעים וכוח האדם מוגבלים, ולקבל החלטות בזמן אמת ובתנאי אי ודאות.

הטריאז' המבני (Structural Triage), נועד לספק כלים קלים ליישום קבלת החלטות בזמן אמת בנוגע לסדר העדיפויות להקצאת משאבים, במקרים בהם האמצעים וכוח האדם העומדים לרשות כוחות החילוץ הינם מוגבלים ביחס למשימות החילוץ המרובות, וכאשר הפרמטרים המשפיעים על ההחלטה רבים, מגוונים ובחלקם סובייקטיביים.

לצורך יצירת טכניקה שתניב תוצאות איכותיות ועקביות, נבחנו מספר כלים הנדסיים ניהוליים, שבאמצעותם ניתן ליצור תעדוף בין מספר אלטרנטיבות קיימות התלויות בפרמטרים רבים. התעדוף מבוצע תוך מיפוי ומעקב אחר מספר פרמטרים תלויים ומספר משתנים בלתי תלויים, אך בעלי קשרי זיקה אחד לשני. הפרמטרים והמשתנים נקבעו לאחר ביצוע סקר ספרות מעמיק במטרה לבחון את הכלים הנמצאים בשימוש בעולם למטרות אלו.

הזיקה הטבעית הקיימת בין המשתנים השונים וקביעת חשיבות יחסית של כל משתנה, הביאו בסופו של התהליך ליצירת טכניקה בה הערכות סובייקטיביות של הסוקר משפיעות באופן מזערי על התוצאה המתקבלת בסופו של תהליך התעדוף. כלומר, התהליך הוא בעל רגישות נמוכה להבדלים בהערכות ערכי משתנים בין סוקרים שונים - ומביאה לתוצאות עקביות.

הכלים שנבחנו לצורך בניית הטכניקה הינם כלים מבוססי שיטות לבחירת חלופה הטובה ביותר, או החלופה הרצויה ביותר מבין מספר חלופות אפשריות על-פי עקרונות שיטת המשמשת להשוואות בין קונספטים אפשריים לתכן של מוצר ולבחירת הקונספט הפתרון המתאים ביותר; "בית האיכות" (House of Quality) HOQ המשמש למיפוי פרמטרים רבים, כמו דרישות הנדסיות, קושי טכנולוגי, דרישות לקוח ומידות החשיבות של הפרמטרים ביחס להגדרות הבסיס ודרישות הלקוח; שיטת PDCP המשמשת לבדיקת כל אפשרויות והאפקטים של כישלון או נקודות תורפה, שימוש בדיאגרמת זיקה ויחסים בין פרמטרים, טבלאות מורפולוגיות וכדומה.

לאחר בחינה עקרונית של כל שיטה ועל מנת ליצור טכניקה לקביעת תעדוף תחת אילוצים רבים, הוחלט להשתמש בעיקרון עליו בנויה שיטת "בית האיכות" HOQ באופן חלקי,

חזרה לבסיס הגדרות דרישות הטכניקה ושינוי מבנה הנתונים לפי הצורך שהוסכם.

בחדר 1 – "קול הלקוח", נדרש הלקוח להגדיר את מעטפת הדרישות שלו מהשיטה באמצעות נתינת ציון לכול פרמטר תלוי בסולם 1-9, למספר דילמות נתונות שנקבעו כמתאימות לסדרת לימוד. ככל שהציון גבוה יותר, חשיבות הפרמטר בעיני הלקוח גדולה יותר בדילמה נתונה ביחס לאחרות. נציגי הלקוח לצורך הזה יכולים להיות בעלי תפקידים מסוגים שונים, כמו מנהלים בכירים היודעים להגדיר באופן ספציפי את דרישות הלקוח, כאשר יש עדיפות ברורה לבעלי ניסיון בקבלת החלטות מסוג זה (כגון מהנדסי חילוץ).

בחדר 2 – "קול המהנדס", נדרש מבצע הסקר לתת ציון בסולם 1-5 לכל משתנה בלתי תלוי בכל אתר (מבנה) – על-פי מיטב הבנתו ההנדסית את הדילמה, בהתאם להדרכה שקיבל לאופן קביעת הציונים, תחת העיקרון המנחה שקיימת יתירות בין המשתנים הנתונה ביחסי הזיקה ביניהם. משקלי חשיבות המשתנים הבלתי תלויים, הנמדדים גם הם בסולם 1-5, נקבעו בשלבים מוקדמים באמצעות סיעור מוחות וכיול של התוצאות עם משקלי החשיבות של הלקוח. תהליך הכיול נעשה בחמש איטרציות של התנסות ראשונית, תוך שימוש בטכניקה.

בחדר 3 – נמדדים יחסי זיקה בין הפרמטרים שנקבעו בחדר 1 ("קול לקוח") ובין המשתנים בחדר 2 ("קול המהנדס"). יחסי הזיקה והתלות נקבעים על בסיס דיאגרמת זיקה ויחסים כפי שהוצגה בשלב קודם (איור מס' 1). בחדר זה נתונים הקשרים בין הפרמטרים התלויים לבין המשתנים הבלתי תלויים. קביעת יחסי הזיקה במקרה זה הוא תולדה של סיעור מוחות לפי אופן התהליך הבא: כאשר משתנה בלתי תלוי קשור לפרמטר אחד בלבד, הקשר יוגדר כקשר חזק ויקבל ציון 5 עבור אותו פרמטר. כאשר משתנה בלתי תלוי קשור לפרמטר דרך משתנה אחר, הקשר ייחלש ויקבל ציון 4; כאשר משתנה בלתי תלוי קשור לפרמטר דרך 2 משתנים אחרים, הקשר ייחלש עוד יותר ויקבל ציון 3; וכן הלאה. ניתן לתאר את עוצמת הקשר באמצעות הביטוי:  $R_{ij} = 6 - n_p \geq 0$ ; כאשר  $R_{ij}$  מבטא את עוצמת הקשר בין משתנה בלתי תלוי  $i=1-20$  לבין פרמטר (תלוי)  $j=1-5$ .

התהליך המורכב שפורט עד כה שימש לבניית טכניקת קביעת התעדוף וכיולה לדרישות הלקוח. לעומת זאת, תהליך השימוש בטכניקה בסקירה הוא פשוט. הטכניקה מיושמת באמצעות מילוי טבלה פשוטה, בה הוגדרו המשתנים הבלתי תלויים ומשקל חשיבות לכל משתנה ביחס לפרמטרים עיקריים.

על מבצע הסקר להעניק ציון מ-1 עד 5 לכל משתנה (פרט למשתנה של הערכת אכלוס המבנה) כפי שמוצג בחדר 2, להכפיל במשקל חשיבות קבוע ולסכום. אתר (מבנה) שיקבל ציון סכומי גבוה יותר מאתרים אחרים שנמצאים באותה גזרה יקבל עדיפות גבוהה יותר לביצוע החילוץ. על מנת להימנע ממצב בו מספר מבנים מקבלים ציון סכומי דומה או קרוב (הפרש של עד -10%), הפרמטרים נחלקו לשני ארגומנטים שסכומם ייתן את ציון התעדוף הכללי: ארגומנט ראשון P1 – מתייחס למשתנים של אכלוס המבנה; ארגומנט שני P2 – מתייחס לכל המשתנים האחרים, כולל בין היתר המשתנים ההנדסיים; ואילו P3 הוא סכום של שני הארגומנטים P1 ו-P2. במקרה של ציון סכומי דומה או קרוב, תתקבל העדפה למבנה

וגודל המבנה, נתוני אכלוס מיוחדים, ייעוד המבנה ושעת האירוע, ומודיעין מוקדם על אכלוס המבנה.

- פרמטר ההשפעה על הלכוד התחלק למשתנים הבלתי תלויים הבאים: צורת הרס המבנה, חללי אוויר, מיקום לכודים, מצב לכודים ומשך החילוץ.
- פרמטר ההשפעה של המבנה התחלק למשתנים הבלתי תלויים הבאים: סוג המבנה, גודל המבנה (מספר קומות וגודל קומה), הסתברות להתמוטטות נוספת וטכניקת חילוץ נדרשת.
- פרמטר ההשפעה של משאבים התחלק למשתנים הבלתי תלויים הבאים: אמצעים זמינים לצורך ביצוע פעולות חילוץ, כוח אדם זמין, זמינות צמ"ה וזמן הגעתו לאתר וזמן לביצוע תימוך.
- פרמטר ההשפעה הסביבתית התחלק למשתנים הבלתי תלויים הבאים: דרכי גישה למבנה, האם הייתה שריפה במבנה, והאם קיימים חומרים מסוכנים במבנה.

יחסי הזיקה והחפיפה הקיימים באופן טבעי בין המשתנים השונים שימשו לקביעת רמת החשיבות היחסית של כל פרמטר בלתי תלוי ביחס לפרמטרים האחרים. המשמעות היא, שהתעדוף מתבסס על שקלול של הפרמטרים השונים לקריטריון אחד, ולא על פרמטרים או משתנים בודדים שהם בעלי חשיבות קטנה בפני עצמם. גם את התוצאה שתתקבל יש לבחון ביחס לאלטרנטיבות הקיימות בלבד, כאשר באפיון יחסי הזיקה בין המשתנים הבלתי תלויים נלקח בחשבון הקשר שבין הגורם המבצע (להלן "המהנדס") את הסקר לבין דרישות הארגון האמון על חילוץ הלכודים (להלן "הלקוח").

לבניית הטכניקה נעשה תחילה שימוש ב"בית האיכות" (HOQ) הסטנדרטי, כאשר בוצעו בו מספר התאמות לדילמות החילוץ שבהן אנו עוסקים. שימוש ב-HOQ סטנדרטי לא התאים במלואו לטכניקה הנדרשת, אבל שימש אותנו לצורך יצירת מיפוי של כל המשתנים המשפיעים על ההחלטה שנקבעו בשלב מוקדם יותר והגדרת קשרי הזיקה ביניהם. לצורך כך הוחלט להשתמש בשלושה "חדרים סטנדרטיים", שהוגדרו באופן מפורט בהתאמה לטכניקה הנדרשת.

- חדר 1 – "קול הלקוח": במקרה שלנו יכול להיות כל ארגון האמון על טיפול בלכודים שנפגעו כתוצאה של הרס נרחב, שאמור להגדיר דרישות מעטפת לאופן הטיפול בלכודים, כגון: פקע"ר, רשויות מקומיות, כבאות והצלה, מוסדות שלטון וכד'.
- חדר 2 – "קול המהנדס": מבצע הסקר למבנים.
- חדר 3 – יחסי זיקה בין המשתנים שהוגדרו בחדר 1 ובחדר 2.

באמצעות המבנה הבסיסי הנתון של "בית האיכות" (HOQ) נוצרה מפה של כל הפרמטרים התלויים, המשתנים הבלתי תלויים הבדידים והקשרים ביניהם, כאשר מתוך המיפוי ניתן להסיק מסקנות הנגזרות מדרישות הלקוח (ארגון) והמהנדס (מבצע הסקר) ביחס להגדרת דרישות הטכניקה הדרושה. תהליך בניית "בית האיכות" (HOQ) הוא תהליך איטרטיבי (תהליך המורכב מאיטרציות – שלבים החוזרים על עצמם מספר פעמים), כאשר בכל חזרה מבוצעים סיעור מוחות,

קלים בטכניקה, או במשקלי חשיבות המשתנים. הקבוצות עבדו באופן טורי והמסקנות המשותפות של כל קבוצה יושמו באופן מיידי בטכניקה, כך שלמעשה נוצר שיפור מתמיד של הטכניקה, או של משקלי חשיבות המשתנים מקבוצה לקבוצה. התהליך הושלם וערכים סופיים של משקלי חשיבות המשתנים נקבעו לאחר שקבוצות לא העלו רעיונות חדשים ולא נצפו הפרשים בהערכות של כל משתתפי הקבוצות.

טכניקה זו מיועדת לשימוש מהנדסי המיגון והחילוץ באתרי הרס ככלי להמלצה למפקד החילוץ (מ"מ, מ"פ, מג"ד) על סדר העדיפויות לחילוץ לכודים תחת הריסות במקרה של הרס נרחב באתרי הרס מרובים. זאת, כאשר המטרה העיקרית של הטכניקה היא ליצור אחדות בתהליך ובאופן ביצוע התסקירים.

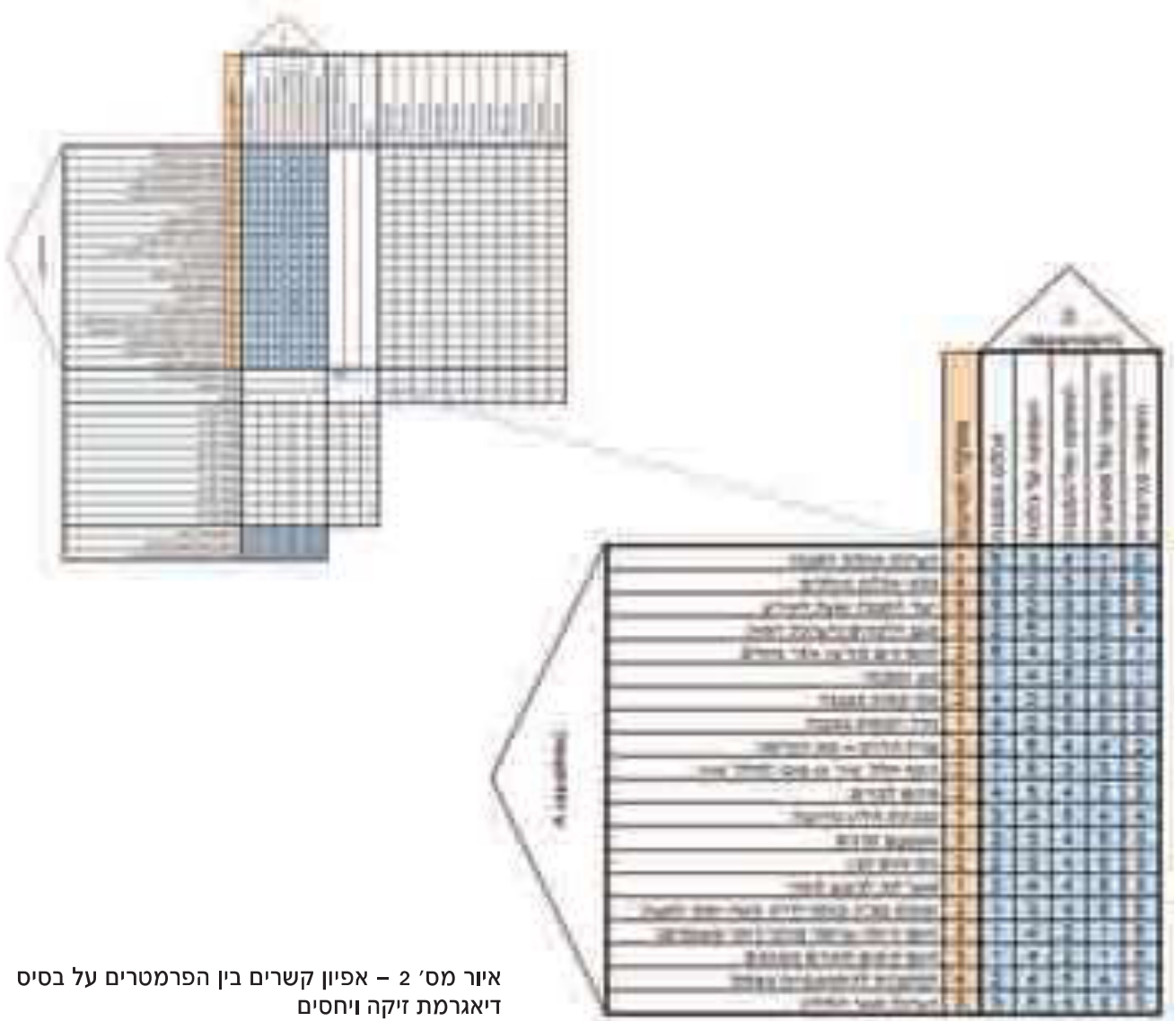
הטכניקה הנגזרת מ"בית האיכות", ומוצגת באמצעות טבלה פשוטה יכולה להתאים בצורתה הנוכחית למספר רב של ארגונים העוסקים בחילוץ. במידה ולארגון מסוים יש משימה ספציפית, ניתן לבצע התאמות של הטכניקה על-ידי בחינה מחודשת של משקלי החשיבות שהוגדרו לכל משתנה בלתי תלוי. עם זאת, יש לזכור את העיקרון המנחה שהמשתנים אינם חד-ערכיים (כלומר, ישנם קשרי זיקה בין משתנים שונים), וכאשר חסר מידע על משתנה מסוים ניתן להתעלם

בעל ציון הארגומנט הראשון P1 (אכלוס) הגבוה יותר. בסופו של תהליך זה על מבצע הסקר להעביר למקבל החלטות תעודף הנדסי של המבנים הנמצאים בגזרתו על-ידי שלושת הציונים: ציון סכומי P3 וציונים של שני ארגומנטים P1 ו-P2 בנפרד. שלושת הציונים עשויים להשפיע על קבלת החלטות בנוגע לסדר העדיפויות להקצאת משאבים בכל אתר עם לכודים. יודגש כי לציון המתקבל לכל ארגומנט אין ערך בפני עצמו אלא רק בהשוואה לערכים אחרים באותה גזרה.

## סדר העדיפויות לחילוץ לכודים

לצורך בדיקה ראשונית של הטכניקה, ביצוע התאמות ושינויים לאופן השימוש בטכניקה, בחינת העמידה בדרישות שהוגדרו בשלב מוקדם, ו"כיוול" משקלי החשיבות של כל משתנה בלתי תלוי, נבחרו חמש קבוצות של מהנדסים, כאשר בכל קבוצה היו בין שבעה לשמונה משתתפים כשחלקם בעלי ניסיון רב בחילוץ לכודים. כל קבוצה קיבלה דילמה הכוללת שישה מבנים והיה עליהם ליישם את הטכניקה בזמן נתון וקבוע.

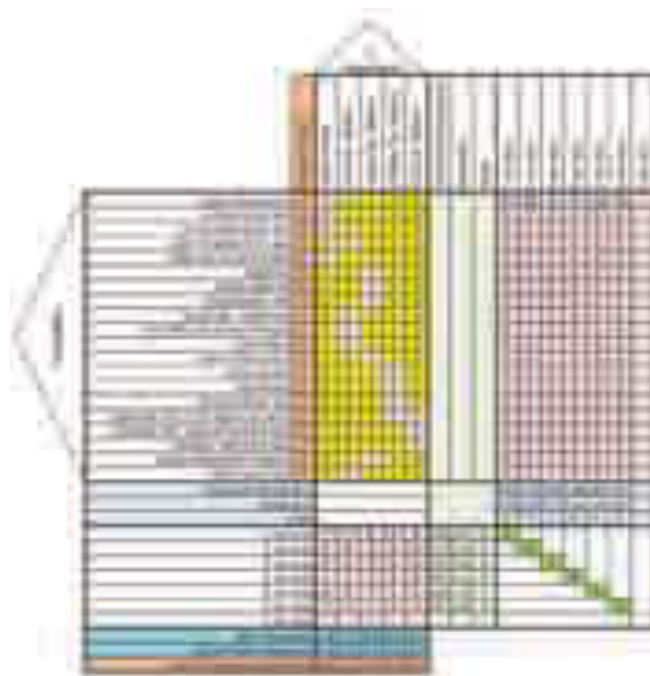
כל אחד מהמשתתפים הגיע למסקנות משלו לגבי הטכניקה לאחר השימוש בטבלת פרמטרים לביצוע טריאז הנדסי ובוצע סיעור מוחות עם כל משתתפי כל קבוצה לצורך הסקת מסקנות משותפות. כתוצאה מסיעור המוחות בוצעו שינויים



איור מס' 2 - אפיון קשרים בין הפרמטרים על בסיס דיאגרמת זיקה ויחסים



ממנו לצורך יצירת התעודות. עם זאת, התעלמות ממספר גדול יחסית של משתנים תגרום לעיוות בתוצאות התעודות. לצורך התאמת הטכניקה לארגונים שונים למקרים של הרס נרחב, כגון מתקפת טילים נרחבת, רעידת אדמה חזקה, שריפה גדולה וכדומה, הארגון יידרש להקים צוות חשיבה מבעוד מועד



איור מס' 3 – שימוש ב"בית האיכות" לצורך הדגומה הנתונה בנספח ב' של הטכניקה

שיגדיר את מטרותיו בהתאם למשאבים הקיימים ברשותו ולהיקף האוכלוסייה שבאחריותו. זאת, כאשר יש לבצע סיעור מוחות בכל שלב איטרטיבי. למעשה, התאמת הטכניקה לגופים שונים תיעשה על-ידי שינוי של משקלי החשיבות של כל פרמטר בלתי תלוי. שינוי חד של פרמטרים ידרוש הסתכלות ובחינה מחדש של כלל הפרמטרים באמצעות מיפוי הפרמטרים ב"בית האיכות" מחדש.

שימוש נכון בטכניקה המוצעת, והטמעתה בגופים ובארגונים שונים, מאפשר היערכות נכונה וטובה יותר לרעידת אדמה ולמצבים אחרים בהם נדרש חילוף בהיקף גדול, וכתוצאה מכך הצלת חיי אדם רבים יותר.

בעבודה זו הדגמנו שימוש בכלי שפותח בדיסציפלינת הנדסה אחרת (הנדסה מכנית ותכן מוצר) עבור פיתוח וקידום תחום הנדסת החילוף.



**מהנדס שרון יהודה**

עוסק במתן ייעוץ הנדסי באופן עצמאי במגוון תחומים: תכנון מבנים, התממשקות הנדסה אזרחית למכונות, פיקוח עליון וניהול ופיקוח O.E. בעל תואר שני בהנדסה מכאנית מאוניברסיטת ת"א משנת 2011, ותואר

ראשון בהנדסה אזרחית מאיראל בשנת 2003 בהצטיינות. עבד כשבע שנים כשכיר בשני משרדי תכנון שונים בתחום תכן מבנים ממגוון סוגים והתמחה בתכן קונסטרוקציות מבנים מורכבים וגדולים עם אנליזות בתהליכי אופטימיזציה ותכן סיסמי. חבר מן המניין בוועדת מומחים הנדסית במסגרת ועדת ההיגוי להיערכות מדינת ישראל לרעידת אדמה, סגן יו"ר תא קונסטרוקציה באיגוד המהנדסים לבנייה ותשתיות בישראל, וראש החוג להנדסה אזרחית בקריה ללימודי הנדסה באפקה ת"א. משרת במילואים במערך ההדרכה של בה"ד 16 בפקע"ר ומדריך בקורסי מהנדסי מיגון וחילוף.



**מהנדס מיכאל ואטנמכר**

יליד בריה"מ (1977) במשפחה של מהנדסים אזרחים. בגיל 13 עלה עם משפחתו לישראל. לאחר שירות סדיר בצה"ל השלים את לימודיו לתואר ראשון בטכניון בחיפה. שירת כעשר שנים במערך הנדסה בפיקוד העורף

בתפקידים שונים ובמהלכם קידם תחומים רבים, וביניהם הסדרת תקנות ומפרטים לבניית מיגון, דרישות מיגון לתשתיות לאומיות, הסדרת מערך הנדסת החילוף, הבאת תחום רעידות אדמה לעיסוק של פיקוד העורף. סיים את לימודי התואר השני באוניברסיטת חיפה בתחום ניהול מצבי החירום. בימים אלו משלים תיזה באוניברסיטת בן-גוריון בנגב בתחום רעידות האדמה. עוסק כיום בתחום רעידות אדמה במשרד להגנת הסביבה ומשמש כיו"ר ועדת מומחים הנדסית במסגרת ועדת ההיגוי להיערכות לרעידת אדמה.



**ד"ר מתי אדן**

מהנדס רשוי בתחום מבנים בישראל ובקליפורניה, ומרצה בכיר במחלקה להנדסה אזרחית באוניברסיטת איראל. מומחה להנדסת רעידות אדמה, חקר כשלים והערכת נזקים במבנים, והנדסת

מיגון וחילוף. בוגר הטכניון בכל שלושת התארים בתחום הנדסת מבנים. לאחר סיום לימודיו, שימש כעשר שנים כמהנדס מבנים ראשי בחברת "אדם-אטיאס (א-א)" בחיפה ותכנן מגוון רחב של מבנים, גשרים, סילוסים ועוד. במקביל שימש כמדריך בקורס מהנדסי חילוף בבית הספר הצבאי לחילוף והצלה בה"ד 16. בשנת 1999 נסע לקליפורניה ושם עבד בחברת יועצים מדעית והנדסית Exponent בתחום חקר כשלים מבניים, תאונות בניה ומתן חוות דעת מומחה. בנוסף לכך פעל כמהנדס חילוף ב-FEMA - רשות ניהול מצבי החירום הפדרלית בארה"ב. במסגרת זאת, לאחר סופת ההוריקן "קתרינה" בשנת 2005 עבד במשך כחודש בחילוף בניו אורלינס. לאחר חזרתו לארץ בשנת 2008 עבד כשנתיים בחברת "ירון-שמעוני-שחם מהנדסים". פיתח את התורה הלאומית להערכת מבנים לאחר רעידות אדמה ועד היום הכשיר כאלף מהנדסים בנושא במסגרת איגוד המהנדסים משרת במילואים כיועץ של ענף הנדסה בפקע"ר, ועוסק במסגרת זאת בפיתוח תורה בנושאי חילוף, מיגון, ורעידות אדמה, ומדריך בקורסי מהנדסי מיגון וחילוף. עד לאחרונה שימש כמהנדס פלוגתי ביחידת החילוף הארצי (יחצ"א).