

## « פינוי חירום מבניינים רבי-קומות



**מאת: ד"ר יונתן (יוני) שמשוני, מנכ"ל חברת "אסקייפ רסקיו סיסטמס" (Escape Rescue Systems), חברה ישראלית צעירה המתמחה במערכת חילוץ לבניינים גבוהים מבוססת משטחים. משמש יו"ר ועדת המשנה E06.77 בארגון התקינה האמריקני ASTM International. חבר בארגון הוועדה האחראית על הכנת תקנים למערכות מילוט חיצוניות ומעורב בתהליכים לזיהוי ציוד פינוי משלים**

- לספק אמצעים לפינוי מלא, ובשלב מוקדם ככל האפשר, של דיירי בניינים שנפגעו, בין אם בעקבות אירוע מקומי בבניין מסוים ובין אם עקב אירוע חירום רחב-היקף;
- לספק אמצעים מתאימים לפינוי עצמי לדיירים הסובלים מקשיי תנועה;
- להגדיל באופן מרבי את המרחק בין אמצעי יציאה שונים מבניינים; לאפשר לכוחות החילוץ גישה נוחה יותר לבניינים.

כמו כן, הדוח ממליץ כי תבוצע הערכה של כל מגוון טכנולוגיות הפינוי מבניינים, הן טכנולוגיות בדקות ומנוסות שבשימוש כיום והן טכנולוגיות חדשניות שבשלב פיתוח, כדי שניתן יהיה לאמוד את מידת הישירות שלהן בתנאים החדשים שנוצרו.

### טכנולוגיות פינוי מבניינים

השוק נענה לעניין הגובר בנושא בקרב אנשי מקצוע והציבור בכללו, וכבר כיום מוצעים בשוק התקנים ומערכות חדשניים רבים לסיוע במילוט ובפינוי במצבי חירום. מתקנים אלה כוללים מצנחים, התקני ירידה מבוקרים, משטחים מונעים, התקני גלישה מגובה, ואפילו כלי טיס בעלי יכולת המראה ונחיתה אנכיות [vertical take-off and landing craft] (VTOLs) כגון מסוקים. כמה מאלה עשויים להיות מתאימים לחילוץ מבניינים רבי-קומות במצבי חירום, אך זאת בתנאים מסוימים בלבד, בעוד שחלקם אינם אפקטיביים כלל או אף מסוכנים ממש.

מאמר זה מתמקד בשלוש קטגוריות של אמצעי מילוט חיצוניים: מערכות חילוץ מבוססות משטחים [Platform Rescue Systems], התקני ירידה מבוקרים [Controlled Descent Devices], ו"שרוולי" מילוט [Escape Chutes]. שלוש קטגוריות אלה נידונות בימים אלה בוועדה של ASTM International העוסקת בביצועים של בניינים [Committee on Performance of Buildings], אשר מכינה, בשיתוף פעולה עם ענף מעליות, מתקני הרמה וציוד לחץ במעבדה למכניקה שבמכון התקנים הישראלי, תקני דרישות עבור קטגוריות אלה של מערכות והתקנים לחילוץ ולמילוט.

### מערכות חילוץ מבוססות משטחים (PRS)

מערכת חילוץ מבוססת משטחים (PRS) מוגדרת כמשטח בעל מעטפת (תא סגור) או כמערך של משטחים בעלי מעטפת, הנעים על גבי מסילות מנחות או באופן אחר בצידו החיצוני של בניין, והיא מיועדת לפינוי מספר רב של דיירים מבניין במצב חירום.

מערכת PRS עשויה להיות מערכת קבועה המותקנת על הבניין, לרוב במיקום נסתר מן העין (למשל על גג הבניין), או מערכת ניידת, המובאת לבניין על ידי צוות החילוץ בעת הצורך.

כמה מהתקני החילוץ נועדו לתמוך גם בצוותי החילוץ ולאפשר את העלאתם, על ציוד החילוץ שלהם, לקומות העליונות של הבניין. פריסת מערכות PRS ותהליך הפינוי כולו מבוקרים, בדרך כלל, על ידי כוח החילוץ שנשלח לאתר בתגובה למצב החירום.

למערכות PRS כמה יתרונות בולטים:

- מאפשרות לחלץ מהבניין בכל סבב חילוץ מספר רב של דיירים;
- בעלות אופי "סיסטמי" [מערכת], מציעות פתרון רחב-היקף עבור כלל הבניין וכך מאפשרות לצוות החילוץ לפקח ביעילות על תהליך הפינוי כולו;

בניינים רבי-קומות מסתירים את קו הרקיע של ערים רבות ברחבי תבל, והתופעה הולכת ומתפשטת. בנייתם של בניינים אלה (בדרך כלל בניינים המתנשאים לגובה של 25 מטרים (75 רגל ויותר) באופן שיהיו בטוחים לחלוטין במקרים של שרפות ענק, התפוצצויות, התקפות טרור, רעידות אדמה או אסונות אחרים, אסונות טבע או אסונות מעשה ידי אדם, היא משימה קשה ביותר, אם לא בלתי אפשרית או בלתי ניתנת לביצוע. זאת ועוד, אף כי ניתן לצפות שהתכן והבנייה של בניינים רבי-קומות יהיו טובים יותר בעתיד, הדבר לא ישפיע כמוזן על מצבם של עשרות אלפי בניינים קיימים, על מיליוני דייריהם החשופים לסכנה.

שורה של אירועים קיצוניים, בין היתר האסון שאירע במרכז הסחר העולמי באחד עשר בספטמבר 2001, פיגועי טרור אחרים, שרפות ענק בבניינים רבי-קומות ואף הפסקות חשמל ממושכות ורחבות היקף, המחישו והעמיקו את ההבנה של הבעיות המיוחדות הכרוכות במצבי חירום בבניינים רבי-קומות, הסיכונים הטמונים במבנים כאלה והסכנות הנשקפות לאלה החיים והעובדים בהם. הגורמים המעורבים לא נותרו אדישים, והנושא זכה חזקה להתייחסות ולטיפול מצד כמה וכמה גופי תקינה, לאומיים ובין-לאומיים. עם אלה נמנים המכון הלאומי לתקנים ולטכנולוגיה של ארצות הברית [NIST], שהקים ועדה לאומית לחקירת אסון התאומים במרכז הסחר העולמי, העיר ניו יורק שהקימה ועדת בדיקה מיוחדת במסגרת תהליך הרענון של חוקי הבנייה בעיר, הסוכנות הפדרלית לניהול מצבי חירום של ארצות הברית [FEMA], האגודה הלאומית האמריקנית להגנה מפני אש [National Fire Protection Association (NFPA)], מכון התקנים הישראלי [SII] ועוד.

במסגרת עבודתם של גופים אלה העולו לדיון ציבורי בשנים האחרונות סוגיות ובעיות שונות הנוגעות לאמצעי פינוי קובנציונליים במצבי חירום; בין היתר:

- סוגיית הפינוי דרך חדרי מדרגות - יכולת הפינוי המוגבלת, הקשיים הפיזיים הכרוכים בפינוי והקצב האיטי של הפינוי;
- בעיית הגישה של צוותי חילוץ דרך חדרי מדרגות - יכולת הגישה המוגבלת, הקשיים הפיזיים הכרוכים בגישה כזו ואיטיות הגישה, בעיקר במהלך פינוי דיירים מבניינים שנפגעו;
- המגבלות הכרוכות מטבע הדברים בפינוי דיירים הסובלים מקשיי תנועה;
- היעדר חלופות גישה מתאימות כאשר אירוע יחיד משתק הן את חדרי המדרגות והן את המעליות.
- הדוח המסכם של המכון הלאומי לתקנים ולטכנולוגיה של ארצות הברית [NIST], הן בהתמוטטות מגדלי מרכז הסחר העולמי בעקבות מתקפת הטרור של האחד עשר בספטמבר, אשר פורסם בספטמבר 2005, ממליץ על שורה של שיפורים בתכן של בניינים רבי-קומות, שמטרתם:
- להקל את היציאה מבניינים אלה במצבי חירום, כך שתהיה מהירה ובטוחה;



לקרקע, המפונים יוצאים מן התאים, ואלה שבים ומתקפלים. סבב זה חוזר על עצמו, כאשר המערכת מובילה אנשי חילוץ כלפי מעלה ולתוך הבניין, ומפנה דיירים מתוך הבניין ככל שהדבר נדרש. גרסת חלוץ ראשונית של מערכת חילוץ ומילוט זו, המותקנת בבניין ברמת גן, זכתה לאישור מכון התקנים הישראלי, ולמערכת ההפעלה שלה הוענק אישור על ידי ארגון המעבדות הגרמני TUV SUD.

מערכת זו מורכבת מהתקן בעל רכיב של עגורן ורכיב של מעלית חד-פסית: רכיב העגורן מאפשר להתקן לשלוח זרוע למיקום רצוי בבניין. רכיב המעלית כולל מוט טלסקופי המאפשר כוונן של תא הנמצא בצידו האחר של המוט. התא עשוי לשמש להעלאת מכבי אש וצוותי חילוץ לתוך הבניין ולחילוץ דיירים מתוך הבניין והורדתם אל פני הקרקע.

### התקני ירידה מבוקרים

התקן ירידה מבוקר [Controlled Descent Device] הוא פריט ציוד אישי בעל יכולת להוריד אדם אחד (או, במקרים מסוימים, שני אנשים) בקצב ירידה מבוקר מצידו החיצוני של בניין, מכל קומה בבניין, אל פני הקרקע או למקום בטוח אחר. האדם (או האנשים) המשתמשים בהתקן חגורים ברמתה אישית הקשורה לכבל חילוץ או למסילה המעוגנת לצידו החיצוני של הבניין.

במדינות רבות ברחבי העולם זמינים ומותקנים התקני ירידה מבוקרים מסוגים שונים.

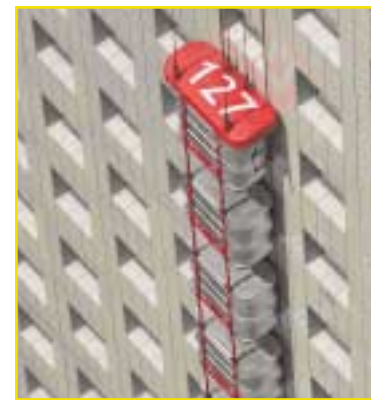
להתקני ירידה מבוקרים יש כמה יתרונות בולטים:

- פשוטים, קומפקטיים ולא יקרים, ומתאימים כהתקן חילוץ אישי או משפחתי;
- קלים להתקנה בבנייני מגורים או משרדים רבי-קומות;
- השימוש בהם אינו מצריך חיבור למקור כוח;
- זמינים תמיד לשימוש מיידית על ידי דיירים בבנייני מגורים או עובדים בבנייני משרדים שעברו הכשרה מתאימה.



ציור 3 - "The Spider"

- מאפשרות העלאה של צוותי חילוץ, על ציודם, היישר אל תוך זירת האירוע;
  - אפקטיביות עבור בניינים בכל גובה;
  - אינם מחייבות את המפונים לרכוש מיומנויות מיוחדות כלשהן או לבצע פעולות יוצאות דופן;
  - מתאימות לפינוי דיירים בכל גיל ובכל מצב גופני, לרבות נכים.
- המערכת מציעה פתרון רחב-היקף עבור הבניין כולו. היא כוללת מערך של חמישה תאים מתקפלים, המאוחסנים דרך קבע על גג הבניין כשהם מקופלים. כאשר יש צורך בפריסת המערכת, מערך התאים המתקפלים מורד מן הגג לקרקע. התאים נפתחים, כך שאנשי צוותי



ציור 1 - Escape Rescue System

החילוץ יכולים להיכנס אליהם. המערכת נעה כלפי מעלה, ונעצרת מול חמש קומות עליונות בו זמנית; הדבר מאפשר ל-135 דיירים להיכנס לתאים דרך חלונות מילוט שתוכננו במיוחד למטרה זו. המערך מורד



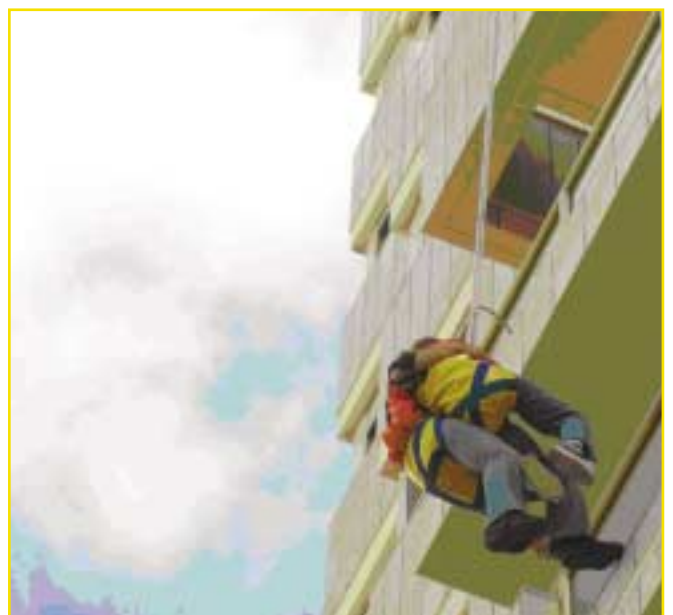
ציור 2 - מערכת (Automatic Rescue Climber) ARC

לחלופין, התקן נייד שניתן להעבירו לאתרי פינוי שונים במסגרת אותו אירוע. ניתן גם להתקין שרולי מילוט על גבי כלי רכב ולהביאם לבניין על ידי צוות חילוץ בעת חירום.

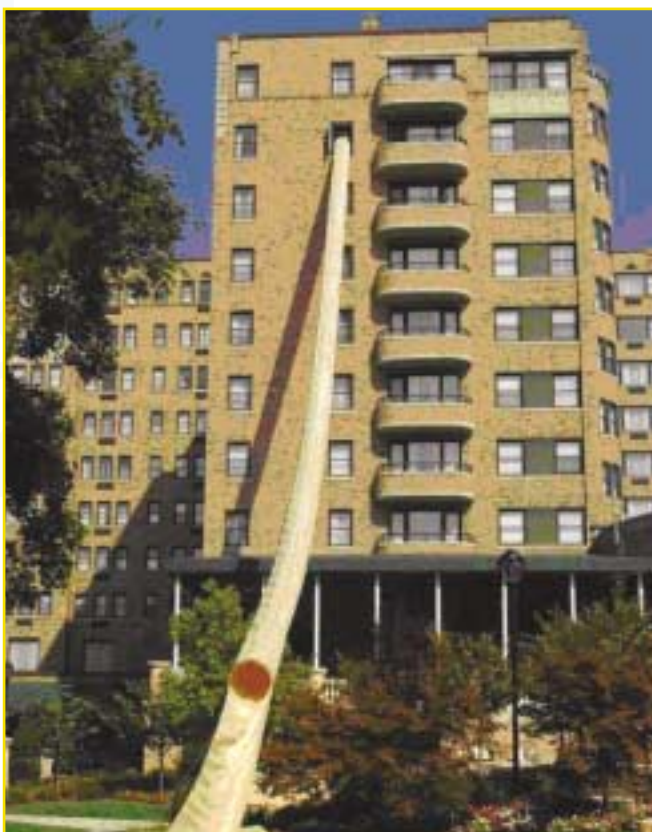
**לשרולי מילוט יש כמה יתרונות בולטים:**

- קלים ונוחים לפריסה;
- מספקים למפונים הגנה מפני אש, עשן וחום, ובה בעת (כאשר מדובר בשרולי מילוט המותקנים בשיפוע) מעבירים את המפונים במהירות הרחק מן הבניין;
- מאפשרים העברה רציפה של מפונים, אלה אחר אלה;
- ניתן להשתמש בהם גם ללא הוראות שימוש מפורטות או הדרכה מוקדמת;
- הגלישה לאורכם אינה כרוכה במאמץ פיזי ניכר;
- חלק מן ההתקנים האלה מתאימים לפינוי פצועים, נכים, אנשים מבוגרים או אף אנשים חסרי הכרה.

האדם המשתמש בהתקן חוגר עצמו ברתמה, קושר עצמו לכבל ירידה, ויוצא מן הבניין. ההתקן מבקר את קצב הירידה באופן אוטומטי, כך שמהירות הירידה תהיה בטוחה. בלם חיכוך יתיר מהווה אמצעי בטיחות נוסף. ההתקן נבדק ואושר על ידי מכון התקנים הישראלי.



צויר 4 - "DOUBLE EXIT"



צויר 5 - Advanced Modular Evacuation System (AMES)

ההתקן מותקן בדרך כלל בדלת כניסה של דירה או משרד, המותאמת במיוחד למטרה זו. מנגנון הפינוי מוסתר בחלל שבתוך הדלת; מערכת ירידה אוטומטית משמשת לצורך בקרת מהירות הירידה, כך שזו תישאר קבועה. המפונה (או שני מפונים) חוגר(ים) עצמו(ם) ברתמה המחוברת לכבל מחוזק באורך מתאים העשוי סיב פלדה, ויוצא מן הבניין דרך חלון או מרפסת; לאחר כל סבב חילוץ, ניתן לשוב ולהשתמש בהתקן באופן מיידי לחילוץ אנשים נוספים.

**"שרולי" מילוט**

"שרול" מילוט [Escape Chute] הוא התקן גלילי או התקן המעוצב בצורת שוקת או תעלה, והעשוי בדרך כלל אריג או רשת חסיני אש. קיימים שני סוגי שרולים: כאלה המותקנים בשיפוע יורד כלפי חוץ, ואחרים באופן אנכי. כל שרול מילוט מצויד במנגנון משלו לבקרת מהירות הירידה. שרול מילוט המותקן בשיפוע, מחובר בדרך כלל לקומה מסוימת בבניין ומשמש לפינוי אנשים מאותה קומה, ואילו חלק משרולי המילוט המותקנים אנכית יכולים לשמש לפינוי אנשים מכמה קומות יחד, כאשר מפונים מקומות שונות מחולצים דרך אותו שרול מילוט.

שרול מילוט עשוי להיות התקן קבוע, המותקן במקום מוסתר בתוך הבניין (או על גג הבניין) והמחובר לנקודת גישה חיצונית ספציפית, או

המערכת מופעלת על ידי התקן אזהקת אש ונפתחת באופן אוטומטי מתוך המבנה. המשתמש נכנס לתוך "שרול" המילוט דרך דלתות אוטומטיות, גולש כלפי מטה ונוחת על משטח נחיתה מרופד. ההאצה במהלך הירידה מבוקרת על ידי סדרה של "מדרגות", המשולבות במערכת כל חמש קומות.

## תפוצה כלל עולמית

הוועדה הטכנית של האגודה הלאומית האמריקנית להגנה מפני אש [NFPA] לנושא אמצעי מילוט [Technical Committee on Means of Egress] הקימה קבוצת עבודה מיוחדת לצורך הגדרת מערכות לחילוץ ולמילוט כציוד פינוי משלים, ולקביעת הקריטריונים לבחירה ולפריסה של טכנולוגיות אלה.

### לסיכום

עד לאחרונה, חדרי מדרגות היו אמצעי הפינוי המשמעותיים היחידים לחילוץ ולפינוי מבניינים רבי-קומות ולגישה של צוותי חילוץ והצלה לקומות העליונות בבניינים אלה. אירועי השנים האחרונות, כגון האסון שאירע במרכז הסחר העולמי באחד עשר בספטמבר 2001, הוכיחו לכול שאמצעים אלה בעייתיים ובלתי מספיקים בעליל. זאת ועוד, אין כל ספק שניסיון לשפר באופן משמעותי את אמצעי המילוט הפנימיים בבניינים, בעיקר בבניינים קיימים, עלול להיות יקר מאוד, ולחלופין, בלתי ניתן לביצוע.

מערכות לפינוי חיצוני מבניינים רבי קומות מספקות נתיב מילוט חלופי ויכולות פינוי נוספות. כמה מן המערכות האלה תומכות בכוחות ההצלה במצבי חירום, שכן הן מאפשרות העלאת צוותי הצלה וציוד חילוץ לקומות העליונות של בניינים - דבר העשוי להקטין באופן ניכר את הזמן הדרוש לגישה לזירת האירוע, להשתלטות על האירוע (למשל, כיבוי שרפה שפרצה בבניין), ולמתן סיוע ללכודים הנמצאים במצוקה ולפינויים מן הבניין.

מערכות לפינוי חיצוני מבניינים מציבות אתגר בפני מתכננים, יצרנים, ארגוני תקינה, הרשויות הנוגעות בדבר, מכוני מחקר, כוחות הצלה וחילוץ, בעלי בתים ודיירים גם יחד.

כאמור, האתגר הוא להגות ולתכנן את הפתרונות והשיטות היצירתיים והאפקטיביים ביותר, ולהבטיח את הבטיחות של מערכות אלה, ככל שהדבר ניתן וסביר, באמצעות תקנים בין-לאומיים, כך שהמערכות יעמדו בדרישות ויוכלו לספק את אמצעי הפינוי הנוספים או החלופיים הנדרשים לפינוי דיירים מבניינים רבי-קומות ברחבי תבל.

התקני ירידה מבוקרים [Controlled Descent Devices (CDD)] ושרוולי מילוט [Escape Chute] מיוצרים ברחבי תבל זה 30 שנה. בחיפוש באינטרנט נמצאו למעלה מ-20 מותגים שונים של חברות שונות, הטוענות כי עד עתה מכרו או התקינו כ-400,000 יחידות בשורה של מדינות על פני הגלובוס כולו, בעיקר באסיה ובאירופה - ביפן, בקוריאה, בטיוואן, בתאילנד, בסין, בצרפת, בספרד, בגרמניה, באיטליה, בשוודיה, בפינלנד, וגם במקסיקו, באוסטרליה ובקנדה. ידוע כי ביפן, תקינה ממשלתית מחייבת התקנה של אמצעי פינוי ומילוט בבניינים מסוגים מיוחדים, הפועלים בנסיבות מיוחדות (כגון בתי מלון ומגדלי בקרה ופיקוח).

### תהליך התקינה

ועדה E06 של ASTM International, העוסקת בביצועים של בניינים [ASTM International Committee E06 on Performance of Buildings], הקימה באמצע שנת 2004 ועדת משנה חדשה לנושא התקני פינוי ומילוט חיצוניים מבניינים רבי-קומות - ועדת המשנה E06.77. ועדת משנה זו מכינה בימים אלה, בשיתוף פעולה עם מיכאל סויסה, ראש ענף מעליות, מתקני הרמה וציוד לחץ שבמכון התקנים הישראלי, תקנים עבור שלוש הקטגוריות של התקני חילוץ ומילוט המתוארים לעיל, כולם התקנים המתוכננים לפינוי חיצוני מבניינים. תקנים אלה נועדו לסייע לבעלי בתים, לדיירים, לרשויות הנוגעות בדבר ולצוותי חילוץ להגדיר ולהעריך בצורה טובה יותר את התאמתם לשימוש של התקני חילוץ ומילוט.

סוגי ההתקנים שבהם דנים התקנים האמורים מיועדים לשימוש במצבי חירום, והם מתוכננים כך שניתן יהיה לחלץ באמצעותם בבטחה מספר רב ככל האפשר של דיירים.

טייטה של תקן ASTM הדן במערכות חילוץ מבוססות משטחים (PRSs) הוגש לאחרונה לוועדת המשנה E06.77 ולוועדה הראשית שמינתה אותה, E06, לדיון ולהצבעה בו-זמנית. שתי הוועדות הגישו שורה של המלצות לשיפורים. לאור ההמלצות האלה נידונים עתה שינויים לטייטה התקן הן על ידי ועדת המשנה E06.77 והן על ידי קבוצת העבודה הנלווית. צפוי כי טייטה מתוקנת של התקן תוגש להצבעה בוועדה E06 ובוועדת המשנה E06.77 בראשית שנת 2007 ותאושר בהמשך השנה.

טייטה של תקן ASTM הדן בהתקני ירידה מבוקרים (CDDs) הוגש אף הוא לוועדת המשנה E06.77 ולוועדה הראשית שמינתה אותה, E06, לדיון ולהצבעה בו-זמנית. בעקבות ההצבעה קודם התקן שלב נוסף בתהליך הפיכתו לתקן ASTM מאושר. סוגיות שהועלו לדיון על ידי המצביעים נידונו בישיבות שנערכו במהלך חודש אוקטובר 2006, ובאו על פתרונן. לפיכך אושר תקן זה, שמספרו E2484-06, והוא יפורסם בתוך מספר שבועות.

מכון התקנים הישראלי עובד בשיתוף פעולה הדוק עם ASTM בהכנת תקנים מקבילים עבור התקני פינוי ומילוט מבניינים רבי-קומות, ויש לו נציגות פעילה בוועדה הראשית E06 של ASTM, בוועדת המשנה E06.77 ובקבוצות העבודה הנלוות. בהתאם למזכר ההבנה שנחתם בין מכון התקנים הישראלי לבין ASTM, מכון התקנים הישראלי ראשי לאמץ את תקני ASTM במלואם כתקנים ישראליים או לשלב חלקים מתקני ASTM בתקנים ישראליים. מכון התקנים הישראלי מלווה מספר חברות ישראליות בפיתוח התקני חילוץ. המכון בדק ואישר שני התקני ירידה מבוקרים [CDDs] והעניק אישור להתקנה ולהפעלת הדגמה של גרסת חלוץ ראשונית של מערכת חילוץ ומילוט מבוססת משטחים (PRS).