

# כיצד לבחור אמ לאבטחת



עבודה עם ריתמת בטיחות המחוברת לקו עיגון אופקי מפרופיל קשיח באמצעות רצועת קשירה הכוללת סופג אנרגיה המשולב בתוכה לכל אורכה

## אמצעי קשירה למערכת אבטחה גמישה

זהו אמצעי קשירה המורכב מ-2 אמצעי קשירה המחוברים לסופג אנרגיה אחד. האמצעי הזה מאפשר תנועה במרחב שבו ישנן נקודות עיגון בכיוון התנועה הרצוי. העובד יכול להעביר את

מיקום נקודת העיגון; מהי התנועה הנדרשת בזמן ביצוע העבודה; מהי התנועה הבטוחה הנדרשת אל נקודת העבודה, וגם שיקולי מחיר. לא קיים "פתרון בית-ספר" לכל בעיה וגם אין בנמצא פתרונות אחידים, לכן, מומלץ - בדרך כלל - לערוך לפני תחילת העבודה סיור של בעלי מקצוע בשטח, כדי לבחור את האמצעי המתאים, או לתכנן את העבודה על פי שיקולים הנגזרים מהאמצעים הקיימים בשטח. במצב זה יש להיזהר מ"אינוסי" של הפעילות כדי שתתאים לציוד המצוי ברשותנו, מפני שאין כוונה לרכוש ציוד אחר או נוסף.

### מערכת אבטחה מרחבית: סופג אנרגיה

זוהי המערכת הנפוצה ביותר בשימוש בעולם. היא בנויה מריתמה, אמצעי קשירה עם סופג אנרגיה באורך של עד 2 מטר ואמצעי לחיבור אל נקודת העיגון. לאמצעים אלה ישנם מספר יתרונות. המובהקים שבהם: מחירים (הזול יחסית) ומשקלם (המועט).

לאמצעים הללו ישנם גם חסרונות לא קטנים, שבהם יש להתחשב בזמן תכנון המערכת:

- **מירווח הנפילה הבטוח** - לאמצעים האלה נדרש, בד"כ, מירווח נפילה, חופשי מעצמים, של 6 מטרים מתחת לנקודת העיגון.
- **טווח תנועה מוגבל** - ניתן לנוע ברדיוס מוגבל של 2 מטרים, לכל היותר, מנקודת העיגון.
- **מרחק נפילה חופשית** - בגלל אורכם הקבוע של האמצעים האלה - בזמן נפילה, העובד ייפול תמיד למרחק המירבי האפשרי מתחת לנקודת העיגון.



אמצעי קשירה (רצועת קשירה) עם סופג אנרגיה המתאים למערכת אבטחה מרחבית

לאמצעי הקשירה יש חשיבות רבה מאד במערכת לבלימת נפילה. יש סבירות גבוהה לכך שאמצעי קשירה לא מתאים עלול לגרום, בסבירות גבוהה, לתאונה במהלך בלימת נפילה

מאת אלדד ניר

**ב**מאמר קודם (בטיחות 302) למדנו כיצד בוחרים ריתמת בטיחות. אולם, ריתמה היא רק פריט אחד במערכת בלימת נפילה, הכוללת אמצעים שונים: אמצעי קשירה, סופג אנרגיה, אמצעים לעיגון ואמצעי חילוץ. המאמר הזה מוקדש לאמצעי הקשירה. את האמצעים השונים יש לבחור לפי סוג העבודה בשטח ולוודא שהם אכן מתאימים. חובה להשתמש באמצעים הללו אך ורק לאחר הדרכה מסודרת ונאותה, שנערכה על פי נוהל שפירסם מפקח העבודה הראשי.

### עמידה בתקנים

הפרט הראשון שאותו צריך לבדוק בעת רכישת צמ"א הוא עמידתו של הציוד בדרישות התקן הישראלי ת"י 1849. דרישות התקן זהות לדרישות התקנים האירופאים המקבילים (סימון CE על הציוד מעיד על התאמתו לדרישות התקנים הני"ל).

על פי דרישות התקן, על כל רכיב חייב להיות סימון שיכלול שם או סמל שיאפשר זיהוי של היצרן או מפיק הציוד, 2 הספרות האחרונות של שנת הייצור, מספר סידרת הייצור של הרכיב וכן - מספר התקן המתאים לאותו רכיב. התקנים הנוגעים לאמצעי הקשירה של צמ"א להגנה מפני נפילה מגובה (חלקים מתוך תקן 1849):

- **ת"י 1849 חלק 4** - אמצעי קשירה (זהה לתקן האירופי: EN 354 - Lanyards).
- **ת"י 1849 חלק 5** - בולמי זעזועים (זהה לתקן האירופי: EN 355 - Energy absorbers (סופגי אנרגיה)).
- **ת"י 1849 חלק 7** - בולמי נפילה נסוגים (זהה לתקן האירופי: EN 360 - Retractable type fall arresters).
- **ת"י 1849 חלק 9** - מחברים (זהה לתקן האירופי: EN 362 - Connectors).

### בחירת האמצעי המתאים

ישנם הרבה שיקולים שאותם צריך לקחת בחשבון כאשר בוחרים אמצעי קשירה למערכת בלימת נפילה. למערכת קבלת ההחלטה נכנסים מישתנים רבים כגון: מירווח הנפילה הבטוח;

הכותב הוא מנכ"ל חברת 'מערכות בטיחות', עוסק במתן פתרונות ומדריך לעבודה בגובה ולחילוץ מחללים מוקפים

# צעי לקשירה במערכת

## עובדים בגובה

**אורך אמצעי הקשירה**  
אורכם של רוב אמצעי הקשירה הנמכרים בשוק הוא 2 מטרים, שהוא האורך המירבי המותר ע"פ התקן. אולם, מומלץ - בכל מקום שבו ניתן - להשתמש באמצעי קשירה שאורכו יהיה בדיוק במידה הנחוצה; או, בעדיפות שניה - אמצעי מתכוונן, כזה שניתן לשנות את אורכו בהתאם לטווח העבודה הנדרש.

**מחברים עבור אמצעי הקשירה**  
בשוק ניתן למצוא מיגוון רחב של מחברים (קרבינרים או אנקולים). ישנם כאלה המיועדים להתחבר לנקודת הצימוד שבריתמה ואחרים המיועדים לחיבור אל נקודת העיגון או לאמצעי העיגון. דרישת התקן משותפת לכל סוגי המחברים: כאשר הם סגורים לא תהיה אפשרות לפתוח אותם, אלא אם מבצעים 2 פעולות ידניות מכוונות, בזו אחר זו. הדרישה הזאת נועדה להפחית את החשש מפני פתיחה אקראית של המחבר.

**חיבור לנקודת הצימוד**  
ההתעסקות בנקודה זו היא, בד"כ, מיזערית: החיבור הוא קבוע - לסוג אחד או לשני סוגים של טבעות בריתמה. העדיפות בחיבור לנקודת הצימוד היא תמיד ל"אנקול נעילה כפולה" עם מיפתח של 15-20 מ"מ, או לקרבינר הברגה כמו, לדוגמה, מסוג "מאליון" (Malion) המחבר את אמצעי הקשירה לריתמה בצורה כמעט קבועה.



**אמצעי קשירה כפול (2 חבלי קשירה) עבור מערכת לאבטחה גמישה**

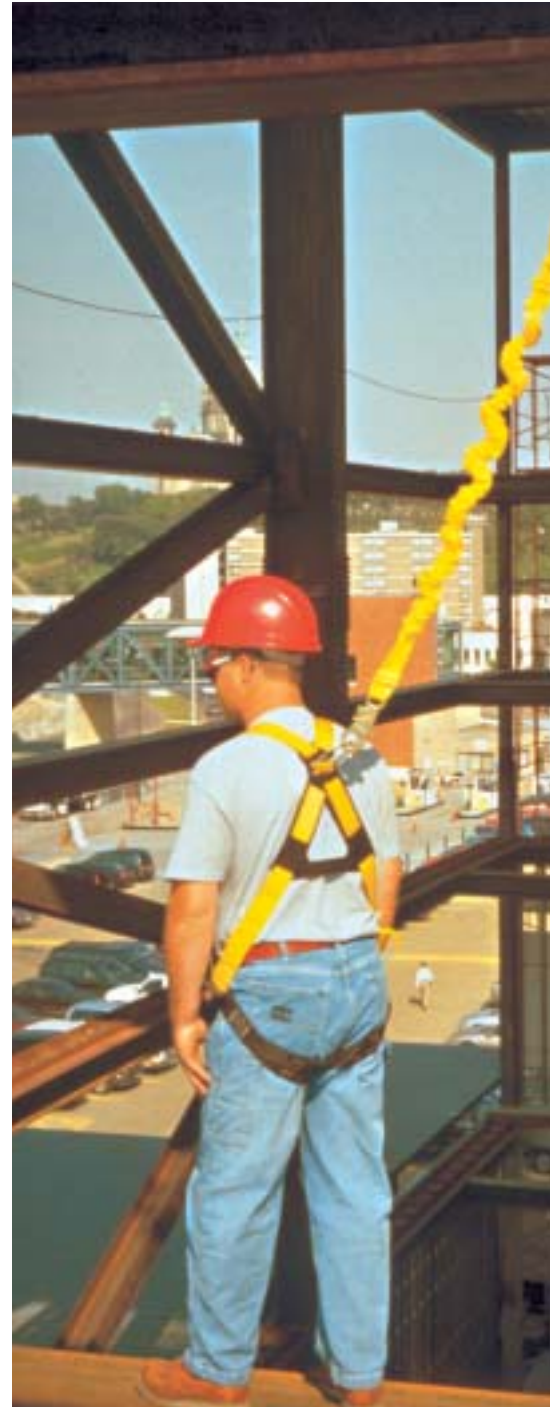
### שיקולים בבחירת אמצעי הקשירה במערכת אבטחה מרחבית גמישה

בעולם ישנם יצרנים רבים של אמצעי הקשירה האלה וקיימים משתנים רבים שאותם צריך לקחת בחשבון בבחירת האמצעי. לפני החלטה על בחירת אמצעי קשירה יש להביא בחשבון את השיקולים הבאים:

**סוג החומר שממנו עשוי אמצעי הקשירה**  
רוב אמצעי הקשירה עשויים מרצועות אריג או חבל בעל 3-4 גידים, או חבל עטוף (חבל "קרנמנטל", מכיל ליבה ומעטפת. לדוגמה: חבל סנפלינג), אשר מיוצרים מסיבים סינטטיים שתכונותיהם מתאימות לאלה של סיבי פוליאמיד או פוליאסטר.

אמצעי הקשירה העשויים מחבל תלת/ארבע גידי הם מוצרים מיושנים - עמידים פחות בפני קריעה וחיכוך, ופחות נוח ליצור בהם כיפופים ולולאות.

לרצועת אריג ולחבל "קרנמנטל" יש חסרון משמעותי בשימוש: בלאי אשר גורם לפגם קטן בשולי הרצועה/החבל מחליש אותם מאוד. אם בעבודה המתוכננת צפוי חיכוך מתמיד של אמצעי הקשירה - מומלץ לבחור ברצועה, מכיוון ששטח הפנים שלה גדול יותר בהשוואה לשטח הפנים של החבל והשפעתו של הפגם עשויה להיות פחותה.



אמצעי הקשירה מנקודת עיגון אחת לאחרת תוך כדי תנועתו, כשהוא נשאר מאובטח באמצעי קשירה אחד לפחות. באופן תיאורטי, טווח התנועה של העובד המצויד במערכת כזאת איננו מוגבל.

**מחבר מסוג Malion**



**מחבר מסוג אנקול נעילה כפולה במיפתח 18 מ"מ**

## חיבור לנקודת העיגון

קיים מיגוון גדול של אמצעים עבור החיבור לנקודת העיגון: מחברים עם טבעות נעילת הברגה, אנקולי נעילה כפולה במיפתחים של 20 עד 110 מ"מ ועוד.

השיקול העיקרי שצריך לעמוד כאן על הפרק הוא מסלול העבודה העיקרי של העובד. לדוגמה: כאשר נקודות העיגון של העובד במהלך רוב עבודתו הן אלמנטים בקוטר 45 מ"מ - עדיף להשתמש באופן קבוע באנקול במיפתח 55-60 מ"מ. אם העובד משתמש באמצעי עיגון שונים כמו וו, רצועה, או כל אמצעי עיגון אחר עבור אמצעי הקשירה, ועוביים של אמצעי העיגון קטן מ-15 מ"מ, והוא גם מחליף ביניהם מדי פעם - יסיפק לו אנקול בסיסי במיפתח 15-20 מ"מ.



מחבר בעל נעילת הברגה עם חיבור סביבולי



מחבר בעל נעילת גשר (פעולה כפולה) עם חיבור סביבולי



אנקולי נעילה כפולה במיפתח 110 מ"מ 1-60 מ"מ

## החומר שממנו עשוי האנקול

האנקולים מיוצרים מ-2 חומרים עיקריים: פלדה מגולוונת ואלומיניום. משקלו של האלומיניום נמוך ומחירו גבוה יותר בהשוואה לפלדה. כאשר נדרשים אנקולים גדולים (במיפתח גדול מ-75 מ"מ) - נוח יותר שהם יהיו מאלומיניום (קלים יותר). כאשר המיפתח קטן יותר - ניתן להכניס את שיקולי המחיר מול נוחות העובד.

## שיטת הסגירה של המחבר

ישנם מספר סוגי סגירה עיקריים של מחברים: הברגה, נעילת גשר פעולה כפולה (סיבוב קפיץ), נעילת גשר פעולה משולשת (לחיצה, סיבוב, קפיץ), ונעילה כפולה. חלק מהמחברים מחוברים באופן קבוע לאמצעי הקשירה ואחרים לא. למחבר עם נעילת ההברגה חסרון גדול בכך שסגירת הגשר איננה קשורה להברגה, ועלול להיווצר מצב שבו ההברגה לא תהיה סגורה ואז האנקול איננו נעול. בנוסף, העובדים נוטים לסגור בחוזקה את הבורג, ואז, במקרה שהאנקול נמתח - קשה לפתוח את ההברגה.

## אורך חייו של אמצעי הקשירה

אחד השיקולים בבחירת אמצעי הקשירה הוא אורך חייו של האמצעי. לרוב אמצעי הקשירה, ובמיוחד לרצועות האריג ולחבלים, יש אורך חיים מסוים שבמהלכו הם שומרים על התכונות המכניות הרצויות שלהם. לאחר פרק הזמן הזה יש ירידה בתכונות המכניות והם עלולים שלא לעמוד בעומסים ב"זמן אמת". הוראות היצרן, המצורפות למוצרים, כוללות בד"כ מידע לגבי משך הזמן שבו ניתן לאחסן את אמצעי הקשירה עד לשימוש ראשון וכמה זמן הוא יוכל לעמוד בשימוש שוטף.

אמצעי קשירה הכוללים חבלים ורצועות אריג יכולים להיות מאוחסנים עד 5 שנים ו-5 שנים נוספות בשימוש (ולכל היותר עד 10 שנים בתנאי שימוש מתונים). לעיתים ניתן לאשר את הארכת תקופת השימוש לאחר בדיקה של אמצעי הקשירה על ידי נציג היצרן או מי שהוסמך על ידי היצרן ואישור שלו. בכל מקרה, הוראות היצרן הן שקובעות בעניין זה.

## מערכת לאבטחה מרחבית באמצעות בולם נפילה נסוג

בולם נפילה נסוג ("יו-יו" בפי העם), הוא מיתקן שבתוכו מגולגל כבל, חבל או רצועה באורך מסוים, והוא מתארך בהתאם למסלול תנועתו של העובד בגובה, ומתקצר באמצעות קפיץ מחזיר המתקן בתוך תוף המיתקן. המכשיר הזה הוא כבד ויקר יחסית, אולם במקרים מסוימים יש לו יתרונות המצדיקים את השימוש בו.

היתרון המובהק של בולם הנפילה הנסוג הוא צמצום מרחק הנפילה למרחק הקצר ביותר האפשרי. בתכנון עבודה נכון הוא עשוי לצמצם את מרחק הנפילה ל-30 ס"מ בלבד. זהו יתרון משמעותי, גם עם תוספת מירווח הפעולה שבולם הנפילה הנסוג מעניק לעובד, והופך את המיתקן לפתרון מנצח. בכל עבודה בגובה שבה יש נקודת עיגון עליונה - יש לשקול שימוש בבולם נפילה נסוג.



עבודה עם בולם נפילה נסוג

חיבור האנקול לאמצעי הקשירה האנקול יכול להיות קשיח או בעל חיבור סביבולי. יתרון החיבור הסביבולי הוא במניעת הסתלסלות של הכבל או הרצועה של אמצעי הקשירה סביב עצמם.



אנקול נעילה כפולה עם חיבור סביבולי

באווירה קורוזיבית (לדוגמה: בקירבת הים) מומלץ להעדיף כבל מנירוסטה או אמצעי קשירה מחומר סינתטי.



בולם נפילה נסוג עם רצועה

### אזור העבודה

בולם הנפילה הנסוג תלוי, בד"כ, מעל לעובד, המתנועע ב"רדיוס עבודה" שבו הוא יכול לעבוד בצורה בטוחה. אולם, לעיתים יש צורך לבצע עבודות מעל למישטחי עבודה או מעל גגות כאשר הבולם הנסוג נמצא מאחורי העובד או מתחתיו. כדי לבצע את העבודה בביטחה במקומות כאלה יש לוודא שבולם הנפילה אכן מיועד לביצוע מטלות בעמדות כאלה וצורת העבודה הזאת צוינה בפירוט בהוראות השימוש של היצרן. רוב היצרנים (שאני מכיר. א.נ.), המאפשרים שימוש כזה במכשיר שלהם דורשים לחבר כבל נוסף בקוטר 8 מ"מ ובאורך 2 מ' בין אנקול אמצעי הקשירה לבין נקודת הצימוד של העובד, כדי שבמקרה שהכבל של בולם הנפילה הנסוג מתכופף על שולי מישטח העבודה - יהיה כבל עבה יותר שיוכל לשאת את עומס הבלימה בצורה טובה יותר.

### שירות ותמיכה

בולם נפילה נסוג הוא מכשיר מכני שעבורו יש צורך בשירות, תיקונים, החלפת חלקים ובדיקה על ידי טכנאי. למעט בדיקת בלימה ובדיקה חיצונית של המכשיר והכבל - כל שאר הבדיקות נעשות על ידי טכנאי מאושר מטעם היצרן. כל התיקונים, ללא יוצא מן הכלל, נעשים אך ורק על ידי טכנאי מאושר/מעבדה מאושרת ובשום פנים ואופן לא על ידי גורם אחר.

לכן, רצוי לוודא כי מי שמוכר את בולם הנפילה הנסוג מעסיק טכנאי או מעבדה (שאושרו ע"י היצרן) לביצוע הבדיקות והתיקונים של המכשיר.

### סיכום

מאמר זה לא בא להחליף, בשום מקרה, הדרכה נאותה ומתאימה לגבי אופן השימוש בציד ולגבי אופן בחירת הציד.

שימוש בציד לא נכון או בצורה לא נכונה - עלולים לגרום לפגיעות חמורות בגוף העובד ולעיתים להוביל אף למותו. ■

לעובד אין אפשרות לראות את הנעשה בתוכו. בדיקת המכשיר נעשית, בד"כ, רק פעם לשנה באופן יזום.

כאשר העבודה בגובה מתבצעת בסביבה קורוזיבית, ימית או בכל סביבה קשה אחרת - מומלץ לבחור בבולם נפילה בעל מנגנון אטום, שאיננו מאפשר חדירה של חומרים מזיקים לתוכו ומגן בצורה הרמטית על מנגנון הבולם. לבולם הנפילה הנסוג ישנם 2 חסרונות נוספים המגבילים את השימוש בו:

- **המחיר:** מחירו של בולם הנפילה הזול ביותר הוא כ-1,500 ₪. במכפלות של מספר עובדים הרכישה הופכת ליקרה, מה שמהווה מרכיב משמעותי בשיקולים;

- **המשקל:** משקלם של בולם נפילה נסוג עם כבל באורך 15 מ' הוא כ-6-7 ק"ג. זהו משקל לא זניח שהעובד מטפס איתו לגובה וגם מעביר בין נקודות עיגון שונות לפי התפתחות העבודה.



בולם נפילה נסוג עם מנגנון אטום

### כבל חבל או רצועה

אמצעי הקשירה בתוך בולמי הנפילה הנסוגים יכולים להיות כבל, חבל או רצועה. יש לבחור את אמצעי הקשירה הרצוי בהתאם למיגבלות העבודה. אמצעי הקשירה השכיח הוא כבל מפלדה מגולוונת. הכבל מתאים לשימוש בתנאי סביבה רגילים, בתנאי עבודה נאותים וכאשר המשקל העצמי של המערכת איננו מהווה בעיה. כאשר קיימת בעיה של משקל יתר - במקרים שבהם העובד צריך לשאת את המכשיר אל אתר העבודה או תוך כדי העבודה - רצוי לבחור בולם נפילה קל ככל האפשר. חבל או רצועת אריג מקטינים את משקלו של המיתקן ומאפשרים אמצעי קשירה ארוך יותר במשקל נתון. כאשר עובדים בסביבה שבה עלולים להיזק רכיבים ממתכת או שיש סיכון להיווצרות אווירה נפיצה, משתמשים באמצעי קשירה מחבל או רצועת טקסטיל. הדוגמה הטובה ביותר לכך היא בעבודה על מטוסים. מטוסים מסוימים עלולים להיזק אם כבל מתכת של אמצעי קשירה יחליק על דופןותיהם במקרה של נפילת עובד. במקרים האלה מומלץ מאוד להשתמש באמצעי קשירה מחבל או ברצועה.

ישנם סוגים מסוימים של בולמי נפילה נסוגים אשר מאפשרים גמישות רבה יותר בעבודה, לדוגמה:

- **בולם נפילה נסוג עם הורדה אוטומטית של העובד לאחר נפילה.** בבולם הנפילה הזה אין אפקט נפילה. במקרה שהעובד נופל או מחליק ממישטח העבודה - המיתקן מוריד אותו אל הקרקע במהירות קבועה, איטית;
- **בולם נפילה נסוג משולב בכננת.** מאפשר חילוץ של עובד לאחר נפילה על ידי אדם אחר - לכיוון הקרקע או בחזרה לנקודת העבודה;
- **בולם נפילה נסוג למיטען.** בולם נפילה אשר מיועד למשקל גדול ממשקל אדם, המהווה גיבוי בנפילה של הציוד או נזק שייגרם לאדם או לרכוש (לדוגמה: מיתקני תאורה באולמות תיאטרון).



בולם נפילה נסוג  
בולם נפילה נסוג קצר. בדגם הזה סופג האנרגיה מותקן על אמצעי הקשירה ולא בתוך תוף  
בולם נפילה נסוג למיטען



בולם נפילה נסוג משולב בכננת

### שיקולים בבחירת בולם הנפילה הנסוג

בולם הנפילה הנסוג הוא אביזר מיוחד בתחום בלימת הנפילה. הריתמה ורוב האמצעים לספיגת האנרגיה הם מוצרים המבוססים על טקסטיל בשילוב עם מספר רכיבים ממתכת. בולם נפילה נסוג הוא מכשיר מכני, על כל המשתמע מכך. יש מספר לא מבוטל של יצרנים בעולם המייצרים בולמי נפילה נסוגים. בשיקולים לבחירת המיתקן יש לכלול גם את הצורך בבדיקת המכשיר, בשירות ובתמיכה.

### סביבת העבודה

אחד החסרונות של בולם הנפילה הנסוג הוא שעבור העובד - המיתקן הוא בחזקת "קופסה שחורה".