

אמצעים להגדלת מרחב חופש התנועה הבטוח עם מערכות צמ"א להגנה מנפילות מגובה

האמצעים להגדלת חופש התנועה הבטוח מיועדים להעניק אפשרויות לחופש התנועה של עובד, הרתום ברתמה במערכת לבלימת נפילות מגובה, ולעתים גם במערכת ריסון (ראו חלק ג' סעיף 3 בפרק זה). זאת מעבר למה שמאפשרים אמצעי הקשירה - המחבורים לנקודת עיגון קבועה, והאביזרים לכיוון אורכם.

הערה: מערכת לבלימת נפילה עם אמצעי קשירה המחובר לנקודת עיגון קבועה (לרבות בולם נפילה נסוג) מכונה בתקנות הבטיחות לעבודה בגובה **"מערכת בלימת נפילה מרחבית"**.

א. שימוש באמצעי קשירה כפול

אמצעי קשירה כפול הוא בעל שתי זרועות (בצורת Y), המצויד בבולם זעזועים אחד, שקצהו האחד מחובר בהמשך למקום החיבור שבין שתי הזרועות, והשני אל נקודת הצימוד שברתמה (**איור 65**). מערכת בלימת נפילה המצוידת באמצעי קשירה כפול - הדוגמה שב**איור 67** - מכונה בתקנות הבטיחות לעבודה בגובה **"מערכת בלימת נפילה גמישה"**. מומלץ שאורך כל זרוע של אמצעי הקשירה הכפול לא יהיה גדול מ-1 מ', ובכל מקרה - אורך אמצעי הקשירה, לפני ההתארכות הצפויה במקרה של בלימת נפילה, כולל בולם הזעזועים, לא יעלה על 2 מטרים.

בתנועה ממקום למקום בגבהים - לפחות אחת מהזרועות צריכה להיות מחוברת, בכל זמן נתון, אל נקודת עיגון בטוחה. לצורך ההתקדמות ממקום אחד לאחר - העובד יחבר את הזרוע המשוחררת אל נקודת עיגון, שתמצא בכיוון הרצוי לו ובהישג ידו, מבלי לשחרר לפני כן את הזרוע המעוגנת ממקומה. לאחר חיבור הזרוע השניה, מותר לנתק את הזרוע הראשונה מנקודת העיגון, ולקבוע אותה, כשיידרש, לנקודת העיגון הבאה, וכך הלאה. חיבור ושחרור לסירוגין של 2 הזרועות מאפשר מעבר ממקום למקום, כשהעובד מאובטח כל הזמן מפני נפילה מגובה.

במהלך התנועה ממקום למקום ובמיוחד בטיפוס, בכיוון אנכי - אסור להגיע למצב שבו נקודת העיגון שתקצא מתחת לגובה כפות הרגליים. רצוי, ככל שהמצב מאפשר, שנקודת העיגון לא תימצא מתחת לגובה המותניים (**איור 67**).

מערכת עם אמצעי קשירה כפול מתאימה במיוחד לטיפוס על סולמות - כאשר קיימת חובה להשתמש בצמ"א לעבודה בגובה בעת השימוש בסולמות. תקנות הבטיחות לעבודה בגובה מחייבות שימוש בצמ"א לעבודה בגובה בזמן שימוש בסולמות במקרים הבאים:

- בעבודה מעל סולם שגובהו עולה על 4.5 מ';
 - בטיפוס על סולם שגובהו עולה על 6 מ';
 - בטיפוס על סולם אנכי קבוע עם כלוב מגן, שגובהו עולה על 10 מ'.
- בכל המקרים הנ"ל, נדרש שהסולם יהיה יציב, איתן ומאובטח נגד תזוזה.



איור 67:

טיפוס בכיוון אנכי על קונסטרוקציית פלדה תוך שימוש במערכת לבלימת נפילה מגובה עם רצועת קשירה כפולה

הזרוע הימנית של רצועת הקשירה מחוברת לנקודת עיגון, המצויה מעט מעל לגובה מותניו של העובד, המחבר את הזרוע השניה (השמאלית) של הרצועה לנקודת העיגון הבאה, במהלך הטיפוס. לאחר ביצוע החיבור, העובד יהיה רשאי לנתק את רצועת הקשירה הימנית מנקודת העיגון הנוכחית ולהמשיך בטיפוס.

ב. בולם נפילה נסוג

בולם נפילה נסוג הוא תת-מערכת עם אמצעי קשירה (חבל, רצועה או כבל), הכרוך לכל אורכו בתוך תוף (איורים 68, 70, 71) בסלנג המקצועי הוא מכונה לעתים בשם "יו-יו" (YO-YO). את התוף צריך לתלות או לקשור אל נקודת עיגון קבועה, או אל קו עיגון אופקי (ראו חלק ג' סעיף 3 בפרק זה). קצהו של אמצעי הקשירה מיועד להתחבר אל אלמנט הצימוד שברתמה.

התוף מצויד בקפיץ מחזיר ובמנגנון בלימה, ואופן הפעלתו דומה לזה של חגורת הבטיחות במכונית. התוף מאפשר משיכה של אמצעי הקשירה מתוכו, עד לאורך הנדרש - כדי לאפשר לעובד להגיע עד סמוך לעמדת העבודה שלו; וגלגול חזרה של אמצעי הקשירה לתוכו (באמצעות הקפיץ המחזיר) כאשר העובד שב ומתקרב לנקודת העיגון. בתוך התוף משולב גם מנגנון בלימה, המופעל אוטומטית כאשר נוצרת משיכה מהירה של אמצעי הקשירה - כפי שקורה במצב של נפילה (לעומת משיכה איטית המאפשרת שחרור אורך נוסף של אמצעי הקשירה). במנגנון הבלימה משולב, בד"כ, גם בולם זעזועים המאפשר הקטנה של כוח הבלימה (איור 69).

לא תמיד משולב בולם הזעזועים במנגנונים של בולמי הנפילה הנסוגים. בדוגמאות 2 ו-3 שבאיור 71 קיימת הפרדה ביניהם, אך הם עדיין נחשבים ביחד כתת-מערכת אחת לבלימת נפילה. מכיוון שאסור שבמערכת לבלימת נפילה יהיו 2 בולמי זעזועים (או מפזרי אנרגיה) המחוברים בטור - אוסר התקן לחבר בולם זעזועים, כרכיב נפרד, לאביזר החיבור (הקרבינר) שבקצה אמצעי הקשירה של בולם הנפילה הנסוג. כמו כן, יש להימנע מלחבר אמצעי קשירה נוסף אל קצה אמצעי הקשירה של בולם הנפילה הנסוג, במיוחד כאשר אמצעי הקשירה הזה מצויד בבולם זעזועים משלו.



איור 69:
מנגנון הפעלה בתוף תוף
של בולם נפילה נסוג שבו
משולב קפיץ מחזיר ובד"כ גם
בולם זעזועים

איור 68:
בולם נפילה נסוג



לולאת תלייה לחיבור התוף
אל נקודת העיגון

התוף שלוחכו מגולגל חבל
הקשירה, מצויד בקפיץ מחזיר
המשולב במנגנון בלימה אוטומטי
(מופעל כאשר יש משיכה מהירה
של חבל הקשירה) ובבולם זעזועים

קצה חבל הקשירה מחובר
באמצעות לולאה עם עזקה (איור
21 פרט א) אל אנקול בטיחות

אנקול בטיחות מטיפוס קרבינר
(karabiner) מחובר לקצה חבל
הקשירה שבתוף. האנקול נועד
להתחבר אל אלמנט הצימוד
(נקודת החיבור) שברתמת
הבטיחות

בולם הנפילה הנסוג מעניק לעובד מרחב תמרון מאובטח, ברדיוס שנקבע ע"י אורך אמצעי הקשירה. קיימים בולמי נפילה נסוגים עם אמצעי קשירה גם באורך של כמה עשרות מטרים. **באיור 57** ניתן לראות דוגמאות לשימוש בבולם נפילה נסוג במערכות לבלימת נפילה מגובה. נקודת העיגון, בכל אחת מהדוגמאות שבאיור הזה, ממוקמת במקום המומלץ ביותר - מעל לראשו של העובד. בדרך כלל, אסור שנקודת העיגון אשר אליה מחובר בולם נפילה נסוג תימצא מתחת לגובה המותניים. זאת, על אף שתקנות הבטיחות לעבודה בגובה מתירות בד"כ שנקודת העיגון תימצא בגובה כפות הרגליים.

בדוגמה שב**איור 72** נעשה אמנם שימוש בבולם נפילה נסוג המחובר אל קו עיגון אופקי, כשנקודת העיגון של בולם הנפילה מצויה בגובה המישטח שעליו עומד העובד, אך נקודת העיגון מרוחקת במקרה זה מהעובד במידה המבטיחה שאמצעי הקשירה יימצא כמעט בכיוון אופקי.

איור 70 מראה שימוש בבולם נפילה נסוג, המצויד בכבל קשירה, בטיפוס על סולם גבוה. אבטחת עובד על סולם אנכי באמצעות בולם נפילה נסוג, יעילה במיוחד במקרים שבהם הגישה אל הסולם נמצאת בראש הסולם. לדוגמה: ירידה בסולם אל תוך סילואים, דרך פתח עליון, או לתוך שוחת ביוב תת-קרקעית דרך פתח גישה המצוי על פני הקרקע. **איור 71** מראה בולמי נפילה נסוגים שאמצעי הקשירה שלהם הן רצועות.



איור 70:

בולם נפילה נסוג עם כבל פלדה כאמצעי קשירה ודוגמה לשימוש בו לאבטחת מטפס על סולם גבוה



איור 71:

בולמי נפילה נסוגים שאמצעי הקשירה שלהם הן רצועות קשירה

לכל אחד 2 קרבינרים מאובטחים: העליון - לחיבור בולם הנפילה אל נקודת העיגון, והתחתון - לחיבור רצועת הקשירה אל נקודת הצימוד שעל רתמת הבטיחות. אסור בהחלט לבצע את החיבורים הנ"ל בצורה הפוכה, כלומר: אין לחבר את התוף של בולם הנפילה אל הרתמה.

בולם זעזועים או מפזר אנרגיה, המשולבים בתוך תוף של בולם נפילה נסוג, מיועדים ליותר משימוש אחד (לא חד-פעמי), אך לאחר כל מקרה של נפילה צריך להופיע אינדיקטור (סמן) כלשהו, המעיד שבולם הנפילה הופעל. לאחר כל אירוע נפילה יש להביא את בולם הנפילה הנסוג לבדיקה ולכיוון מחדש, אצל מי שהוסמך לכך ע"פ הוראות היצרן או הספק.

בבדיקות מעבדה תיקניות נדרש ש:

- בולם הנפילה יופעל ויינעל ע"י משקולת נופלת של 5 ק"ג, לפחות;
- אמצעי הקשירה יעמוד ולא ייקרע בהשפעת כוח מתיחה סטטי של 15KN (כ-1500 ק"ג);
- בבדיקה דינמית, שבה מפילים מגובה של 60 ס"מ משקולת פלדה במשקל של 100 ק"ג, הקשורה אל בולם הנפילה הנסוג - יימדד כוח בלימה שלא יהיה גדול מ- 6KN (כ-600 ק"ג).

בולם נפילה נסוג עדיף על אמצעי קשירה כפול מכיוון ש:

- הוא מעניק הגנה רצופה במשך כל הטיפוס/המעבר ממקום למקום, ללא צורך בעיגון מחדש ובשחרור מעיגון, וללא צורך כלשהו להעסיק יד/ידיים במהלך התנועה - גם לא לצורך כיוונון אורך אמצעי הקשירה.
- שימוש בבולמי נפילה נסוגים המצוידים באמצעי קשירה ארוך מאפשר טווח פעולה מאובטח גדול (ברדיוס של עד עשרות מטרים).

ג. קווי עיגון (קווי אבטחה)

1. כללי

"קווי אבטחה" הוא מונח המוזכר בתקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה), בפרק העוסק בעבודה על מבני מתכת (קונסטרוקציות פלדה).

"קווי עיגון" הוא מונח מקביל המצוי בת"י 1849, ומשמש גם בתקנות הבטיחות לעבודות בגובה. לשני המונחים משמעות זהה.

"קווי העיגון" הם כבלים או פרופילים קשיחים, שאפשר להתקינם לאורך מסלולי תנועה לעובדים בגובה, ואליהם ניתן לחבר אמצעי קשירה של רתמות בטיחות. את קווי העיגון אפשר להתקין על קונסטרוקציות מתכת, לאורך מסלולים אופקיים או אנכיים, סמוך לשולי גגות שטוחים שאין להם מעקות או גידורים, וגם במקומות גבוהים אחרים, שבהם לא קיים מיגון אחר נגד נפילות. כאשר עובד המצויד ברתמה קשור אל קו עיגון - הוא מאובטח מפני נפילה מגובה. העובד יכול גם לנוע לכל אורך קו העיגון, כך שקו העיגון מהווה אמצעי לשינוי מיקום נקודת העיגון של רתמת הבטיחות, והעברת נקודת העיגון בהתאם למיקומו המשתנה של העובד.

בת"י 1849 קיימת התייחסות רק לקווי אבטחה (קווי עיגון) אנכיים. קו עיגון המותקן בשיפוע תלול נחשב כקו עיגון אנכי, והשימוש בו יהיה כמו בקו עיגון אנכי. נכון למועד הדפסת החוברת - אין בתקן התייחסות לקווי אבטחה אופקיים. התקנת קווי העיגון צריכה להתבצע בהתאם להוראות ולהנחיות של מהנדס קונסטרוקציות מוסמך ומורשה ובהשגחתו. זוהי גם הדרישה בתקנות הבטיחות לעבודות בגובה ביחס לקווי עיגון קבועים.

ע"פ תקנות הבטיחות לעבודה בגובה, תופס מפעל אחראי להתקנתם של קווי עיגון קבועים בכל חלק של מבנה שבו צפויות דרישות לביצוע עבודות בגובה המשולבות בתנועה לאורך מסלול שאיננו מישטח עבודה מגודר. ביחס לקו עיגון כאלה, נאמר בתקנות הנ"ל: **"קווי העיגון האמורים יותקנו באישור בודק מוסמך, מהנדס מכוונות או מהנדס אזרחי רשום ורשוי ובהשגחתו"**.

תופס המפעל אחראי גם לתחזוקתם של קווי העיגון הקבועים במצב תקין וכן לבדיקת תקינותם **"על ידי בודק מוסמך, מהנדס מכוונות או מהנדס אזרחי רשום ורשוי בתדירות שנקבעה בהוראות היצרן"**. ובהעדר קביעה - אחת ל-5 שנים: העתק הבדיקה יימצא בידי תופס המפעל ויהיה נתון לעיונו של כל מבצע. קודם שהחל לעבוד באמצעות קווים כאמור".



איור 72:

קו עיגון אופקי, שהוא כבל פלדה המותקן על גג, לאבטחת עובדים העוסקים בחיפוי הגג בלוחות מתכת

אל קו העיגון מחובר בולם נפילה נסוג, באמצעות אביזר חיבור מאובטח (קרבינר וכד'). השילוב הזה מאפשר ל-2 העובדים להתקדם בהדרגה, עם התקדמות ההתקנה וגם עם חופש תנועה לצדדים, במקביל לקו העיגון, כשהם מאובטחים מפני נפילה (ראו חלק ב סעיף 3 בפרק זה).

הערות:

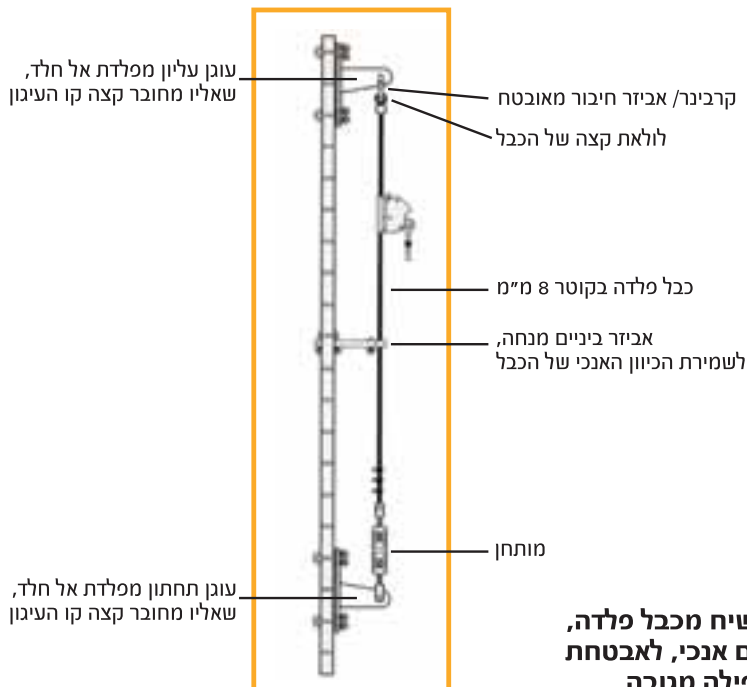
1. העובד השמאלי עומד קרוב מדי לשולי הגג ואיננו מאובטח כיאות מפני נפילה משולי הגג הצידי. קו העיגון ובולם הנפילה הנסוג עשויים לאבטח אותו רק נגד נפילה קדימה (בכיוון התקדמות העבודה). כדי למנוע את הסיכון - עליו לזוז ממקומו פנימה (ימינה באיור), למרחק בטוח, שהוא מרחק של 2 מ' לפחות משולי הגג, או שיותקן גידור לאורך שולי הגג;
2. קו העיגון האופקי הותקן בגובה רגלי העובדים, בניגוד לדרישה העקרונית, הנוגעת לכולמי נפילה נסוגים, המחייבת שגובה הקו יהיה לפחות בגובה המותניים. במקרה הזה ניתן לקבל את גובה ההתקנה מכיוון שעמדת העבודה מרוחקת מקו העיגון - במידה המאפשרת לאמצעי הקשירה להיות כמעט אופקי.

2. קווי עיגון אנכיים

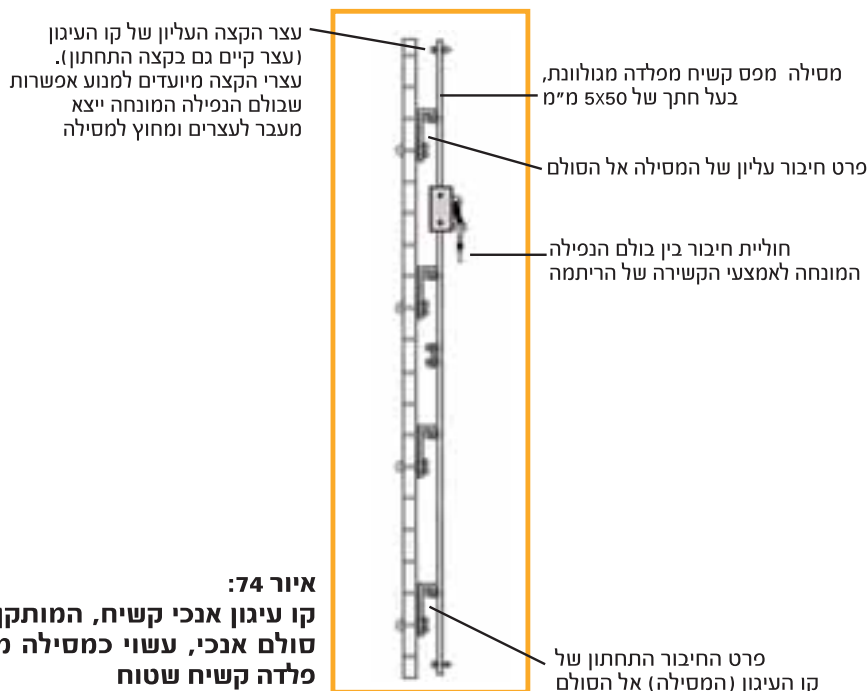
ת"י 1849 מתייחס (בחלקים 3.1 ו-3.2) לשני סוגים של קווי עיגון אנכיים: **קו עיגון קשיח** ו**קו עיגון גמיש**, ולבולמי נפילה מונחים, שיש להתקין על קווי עיגון כאלה. בנוגע לבולמי נפילה מונחים ראו סעיף ב(4) בפרק החמישי.

(א) קו עיגון אנכי קשיח

קו עיגון אנכי קשיח, יכול להיות מסילה, פרופיל קשיח וגם כבל פלדה. את קו העיגון הקשיח יש לקבע היטב - בשני קצותיו (למעלה ולמטה) ובמידת הצורך במספר נקודות לכל אורכו - אל מבנה יציב. אפשרויות התנועה של העובד, מקו העיגון לצדדים, צריכות להיות מיזערות, גם כאשר הוא עשוי מכבל פלדה (**איורים 73, 74 ו-75**).



איור 73:
קו עיגון אנכי קשיח מכבל פלדה,
המותקן על סולם אנכי, לאבטחת
המטפס מפני נפילה מגובה



איור 74:
קו עיגון אנכי קשיח, המותקן על
סולם אנכי, עשוי כמסילה מפס
פלדה קשיח שטוח



איור 75:

עובד על סולם אנכי קבוע, גבוה, מאובטח באמצעות קו עיגון קשיח העשוי ממסילה מובילה מפרופיל פלדה.

במסילה המובילה משולב בולם נפילה מונחה. חיבור רצועת הקשירה של הרתמה אל קו העיגון הוא בנקודת צימוד בצידה הקדמי של הרתמה. בתמונה רואים 3 צורות שימוש בקו עיגון אנכי כזה:

- (1) סולם אנכי רגיל, עם זקפים משני צידיו. המסילה המובילה של קו העיגון האנכי מותקנת באמצע הסולם.
- (2) מסילה מובילה, שעליה ניתן לטפס רק בעזרת נעלי טיפוס מיוחדות. (השימוש פחות מומלץ).
- (3) סולם עם מסילה מובילה ושולי טיפוס זיזיים (עם הגבהות בקצותיהם) מחוברים מ-2 צידיה.

(ב) קו עיגון אנכי גמיש

קו עיגון אנכי גמיש יכול להיות חבל מסיבים סינתטיים או כבל פלדה, המחובר רק בקצה אחד, העליון, לנקודת עיגון עליונה. לקצהו התחתון של הקו הגמיש מחוברת בדרך כלל משקולת (attachment weight) שתפקידה לייצב את הקו ולמנוע תנודות רבות מדי (איור 76). שימוש בקווי עיגון אנכיים (או כמעט אנכיים) גמישים, המותקנים עבור עובדים המטפסים על סולמות גבוהים ראו באיורים 77 ו-78.



איור 76:

משקולת ייצוב, לתלייה בקצהו התחתון של קו עיגון גמיש



איור 77:

עובד על סולם, מאובטח ברתמת בטיחות שלמה, עם קו עיגון כמעט אנכי, המשולבת עם חגורת מיקום בעבודה. רצועת קשירה קצרה של הרתמה מחוברת אל בולם נפילה מונחה, המחליק לאורך קו עיגון אנכי גמיש. קו העיגון האנכי הוא כבל, המותקן במקביל לסולם, מאחורי גבו של העובד. במקרה של נפילת העובד, הבולם יצמד באופן אוטומטי אל קו העיגון, ויבלום בכך את הנפילה.

(1) קו אבטחה (life line, קו עיגון) כמעט אנכי.

(2) רצועת קשירה של הרתמה המחוברת אל בולם הנפילה המונחה.

(3) בולם נפילה מונחה.

(4) אבטחה נוספת בעמדת העבודה

באמצעות חבל קשירה של חגורת מיקום ותמיכה בעבודה, הנכרך סביב העמוד מול העובד, ומייצב את גופו בשעת העבודה.



איור 78:

עובד על סולם גבוה, שבסמוך לו הותקן קו עיגון אנכי גמיש, עשוי מחבל בעל סיבים סינתטיים רצועת קשירה קצרה, עם בולם זעזועים, מחוברת אל בולם הנפילה המונחה שעל קו העיגון. בקצה השני היא מחוברת אל נקודת צימוד אחורית - בצד הגב של רתמת הבטיחות. בתמונה ניתן לראות בבירור שהרתמה משולבת בחגורת מיקום ותמיכה בעבודה, רחבה במיוחד בחלק האחורי של הגב התחתון, כנדרש בת"י 1849, חלק 6 - למערכת מיקום ותמיכה בעבודה.

(ג) בולם נפילה מונחה ואמצעי הקשירה

אל קו עיגון אנכי (גמיש או קשיח) צריך לחבר בולם נפילה מונחה. לבולם הנפילה המונחה צריך להיות הֶתְקָן הננעל מאליו במקרה של נפילת העובד. אז נוצרת משיכה כלפי מטה, של אוזן החיבור שלו אל אמצעי הקשירה של הרתמה. בולם הנפילה הזה הוא גם הֶתְקָן הנחיה המאפשר תנועה חופשית שלו (כלפי מעלה וכלפי מטה) לאורך קו העיגון. אל בולם הנפילה המונחה מחברים את הקצה החופשי של אמצעי הקשירה של הרתמה אשר על גוף העובד.

כל בולם נפילה מונחה צריך להיות מותאם לקו העיגון שעליו הוא מותקן - לקוטר החבל/הכבל, של קו עיגון או לצורת החתך של קו עיגון העשוי מפרופיל פלדה. הבולם המונחה יכול להיות מצויד באביזר פתיחה, המאפשר את הרכבתו על קו העיגון ואת הסרתו ממנו. מבנה אביזר הפתיחה צריך להבטיח שחיבורו לקו העיגון או ניתוקו ממנו יתאפשרו רק אם מבצעים, במתכוון, שתי פעולות ידניות בזו אחר זו. יתרונו העיקרי של בולם הנפילה המונחה, שהוא מלווה את העובד לאורך קו העיגון, ללא צורך בכיוונונים ידניים במהלך התנועה.

דוגמאות של בולמי נפילה מונחים והשימוש בהם:

באיור 35: בולמי נפילה מונחים על קווי עיגון אנכיים שונים.

באיור 36: צורות חיבור שונות של בולם נפילה מונחה אל רתמת בטיחות.

באיור 79: הדגמה של הפעלת בולם נפילה מונחה, המותקן על קו עיגון גמיש אנכי או כמעט אנכי. לאחר הפעלת בולם הנפילה, העובד נשאר תלוי ללא פגע ובנוחות סבירה - עד לחילוץ.

קו העיגון האנכי מותקן, לעתים קרובות, על סולם גישה אנכי, או גם משופע, או בסמוך לו (ראו **איורים 73, 74, 75, 77 ו-78**), אך ניתן להתקינו גם במסלול טיפוס אחר, מאונך או תלול - על קונסטרוקציה אנכית וכד'.

אורך אמצעי הקשירה, מהרתמה אל בולם הנפילה המונחה שעל קו עיגון אנכי גמיש, מוגבל ל- 1.0 מ', לכל היותר. אורך אמצעי הקשירה במערכת עם קו עיגון אנכי קשיח קצר יותר. בנוסף, ת"י 1849 גם מחייב שמרחק הנפילה עד בלימה במערכת כזאת לא יעלה על 1.0 מ'. ע"פ התקן נדרש שבמערכת יהיה גם בולם זעזועים/מפזר אנרגיה, כדי להבטיח בלימה בטיחותית במקרה של נפילה (כפי שנדרש בכל מערכת צמ"א לבלימת נפילה). בולם הזעזועים יכול להימצא על אמצעי הקשירה, על בולם הנפילה, או לעתים גם על קו העיגון. המיגבלה של מערכת בלימת נפילה עם קו עיגון אנכי היא שהעובד חופשי לנוע בה בכיוון אנכי בלבד, עם אפשרות קטנה מאד לנוע הצידה, בכיוונים אופקיים. בשימוש בקו עיגון אנכי ובבולם נפילה מונחה - לפני חיבור אמצעי הקשירה אל בולם הנפילה המונחה ולפני התחלת הטיפוס - יש להקפיד, בין השאר, על כללי הבטיחות הבאים:

✓ לבדוק את תקינות הפעולה של מנגנון הבלימה;

✓ לבדוק את תקינות החיבור בין בולם הנפילה לבין קו העיגון, והאם אכן בוצעה נעילה מושלמת של החיבור הזה.

(ד) ביצועים דינמיים

כוח הבלימה המירבי (F_{max}) שיימדד, בבדיקה תקנית, שבה מפילים משקולת פלדה במשקל של 100 ק"ג, לא יהיה גדול מ-6KN (כ-600 ק"ג).

(ה) חוזק סטטי

קו עיגון ממתכת, יחד עם הבולם המונחה המחובר אליו, צריכים לעמוד בפני כוח סטטי של 15KN (כ-1500 ק"ג) לפחות.

קו עיגון גמיש העשוי מסיבים סינתטיים (מחומר פלסטי), צריך לעמוד בפני כוח סטטי של 22KN (כ-2200 ק"ג).



איור 79:

הפעלת בולם נפילה מונחה על קו עיגון כמעט אנכי, גמיש

בולם הנפילה המונחה הופעל בעקבות הנפילה וננעל על החבל של קו העיגון. העובד ממתיך לחילוץ כשהוא תלוי בתנוחה נוחה יחסית, ומבלי שנגרמה לו פגיעה כלשהי. אסור שההמתנה לחילוץ תהיה ממושכת מדי, מכיוון שלחץ ממושך של רצועות הרתמה על גוף העובד התלוי (במיוחד באזור המפשעה) עלול לגרום לחסימת כלי דם.

3. קווי עיגון אופקיים

קווי עיגון/קווי אבטחה אופקיים, עדיין אינם כלולים (במועד הדפסת החוברת) בתקן הישראלי לצידוד מגן אישי המיועד להגנה מפני נפילה מגובה - ת"י 1849. אל קו עיגון אופקי ניתן לחבר את חבל הקשירה ישירות, באמצעות האנקול. כאשר העובד נע לאורך המסלול האופקי, במקביל לקו העיגון - האנקול חופשי להחליק לאורך קו העיגון. בלימה ישירה של נפילה, אם תתרחש, אפשרית בכל נקודה לאורכו של הקו. קווי עיגון אופקיים יכולים להיות קשיחים (מסילות מתכת/ פרופילי פלדה) או גמישים (כבלים). **קווי עיגון אופקיים מתאימים לשימוש במערכות לבלימת נפילה מגובה, וגם במערכות ריסון (איורים 15, 16 ו-18).**

חישובי החוזק והיציבות הנדרשים עבור קווי עיגון אופקיים, לרבות ההשפעות הדינמיות במערכות הכוללות קווי עיגון כאלה, מורכבים בהרבה מהחישובים הנדרשים עבור קווי עיגון אנכיים. בנוסף, בקווי העיגון האופקיים (בעיקר כאלה העשויים מכבלים או מחבלים) ובחלקי המבנה שאליהם מקבעים אותם, צפויה התפתחות של כוחות ומאמצים ניכרים - הרבה מעבר למאמצים המתפתחים בקווי עיגון אנכיים או בנקודות עיגון קבועות. דרישות החוזק והיציבות של קווי עיגון אופקיים אינן מוגדרות עדיין בת"י 1849 וגם לא בתקן ישראלי אחר. לפיכך, בתכנון ובפיקוח על התקנה של קווי עיגון אופקיים - חיוני לערב מהנדס קונסטרוקציה מוסמך, בעל ידע ספציפי ומומחיות בתכנון מערכות כאלה. באשר לקווי עיגון אופקיים עבור מערכות ריסון - ניתן לתכנן אותם לכוחות ולמאמצים נמוכים מאלה הנדרשים עבור מערכות לבלימת נפילה. תקנות הבטיחות לעבודה בגובה מחייבות מעורבות של מהנדס מוסמך בתכנון, בביצוע ובתחזוקה של קווי עיגון קבועים - כפי שכבר צוין לעיל, בסעיף 11 שבפרק זה.

דוגמאות של קווי עיגון אופקיים והשימוש בהם:

באיורים 72, 80-84: קווי עיגון אופקיים ממרכיבים גמישים (כבל, חבל או רצועת אריג מסיבים סינתטיים) עבור מערכות לבלימת נפילה, כשהרכיב הגמיש מסוגל לקבל רק כוחות מתוחה ואין לו חוזק לכפיפה.

באיורים 72, 83 ו-86: שילוב בולם נפילה נסוג בקו עיגון אופקי. שילוב כזה עשוי להגדיל במידה ניכרת את מרחב התנועה המאובטח של העובד.

באיור 37 מוצגות 2 דוגמאות של אביזר חיבור מיוחד, לחיבור אמצעי קשירה של רתמה אל קו עיגון אופקי (כבל), אשר עשוי לנוע לאורך קו העיגון וגם לעבור בחופשיות דרך חיבורי הביניים שלאורכו. **באיור 81** ניתן לראות שימוש באביזר כזה.

באיורים 26, 38, 85 ו-86: מוצגים קווי עיגון אופקיים קשיחים - מסילות או פרופילי פלדה ופרטיהם.



איור 80:

**עובדים, המצוידים ברתמות בטיחות שלמות,
הולכים בגובה על קורת פלדה אופקית גדולה**

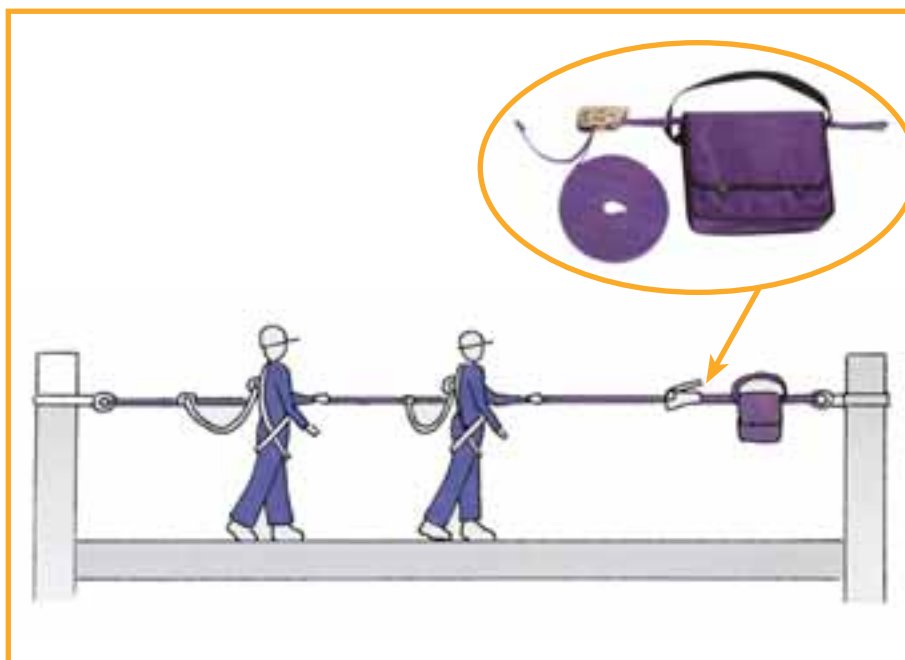
ככל פלדה אופקי מתוח משמש כקו עיגון לבלימת נפילה ואילו מחוברים חבלי הקשירה של הרתמות עם בולמי זעזועים. קו העיגון (הכבל) הותקן בגובה של כ-1 מ' מעל לקורת הפלדה ובמקביל לה, ונמתח בין תומכות אנכיות המעוגנות בבסיסן אל הקורה. העובדים יכולים להיעזר בכבל גם כמאחז יד לייצוב הגוף בזמן ההליכה על הקורה. חבלי הקשירה מחוברים לקו העיגון באמצעות אנקולי בטיחות המחליקים עליו בכיוון ההליכה. חבלי הקשירה בדוגמה יכולים, וגם צריכים, להיות קצרים יותר כדי להבטיח מרחק נפילה קצר יותר עד לבלימה.



איור 81:

**עובד מבצע מטלה בגובה, על
מישטח צר שאיננו מוגן בגידור
או במעקה**

העובד חגור ברתמת בטיחות שלמה, שאלה מחובר חבל קשירה קצר המצויד בבולם זעזועים. הקצה השני של אמצעי הקשירה מחובר, באמצעות גלגל עיגון מיוחד, אל כבל אופקי המשמש כקו עיגון. גלגל עיגון מהסוג שבתמונה מתוכנן לנוע לאורך קו העיגון גם מעל לחיבורים המרתקים את קו העיגון אל הקיר ולעבור דרכם באופן חופשי.



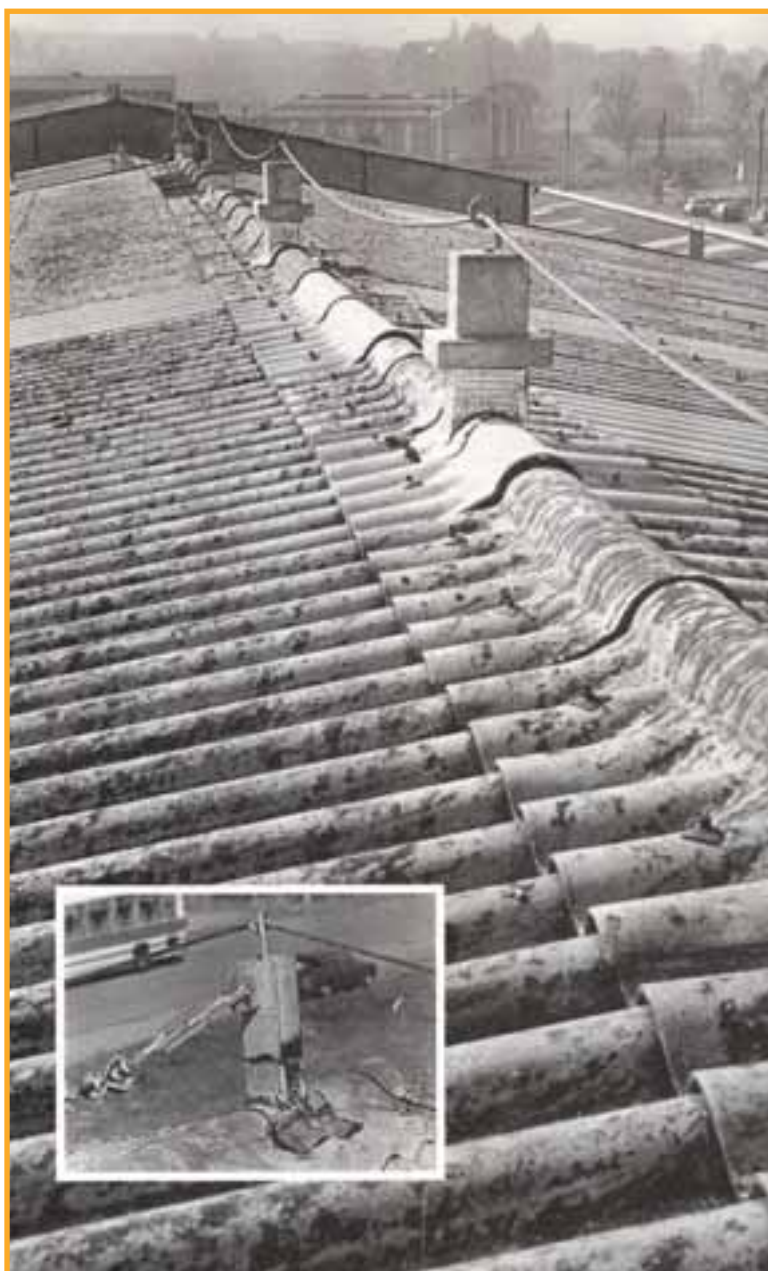
איור 82:

קו עיגון אופקי לבלימת נפילה, עשוי מרצועת פוליאסטר ברוחב 35 מ"מ עם מותחן
קצות קו העיגון מחוברים לעמודים עם חוזק גבוה לעומסים אופקיים. בתמונת הפרט:
רצועת פוליאסטר (באורך 20 מ') + מותחן + תיק לאחסון הערכה.



איור 83:

קווי עיגון אופקיים לאבטחת עובדים המבצעים מטלות על גגות של קרונות רכבת
הקווים עשויים מכבל פלדה מתוח בין עמודים גבוהים, מעל לראשי העובדים. החיבור בין
קו העיגון לרתמה הוא באמצעות בולם נפילה נסוג עם רצועת קשירה המחוברת לנקודת
צימוד בגב הרתמה.



איור 84:

קו עיגון אופקי מכבל פלדה מותקן לאורך רכס של גג דו-שימועי המחופה בלוחות אסבסט גלי (גג שביר)

אל קו עיגון כזה ניתן לחבר בולם נפילה נסוג, שאליו יכול להתחבר עובד המצויד ברתמה - באמצעות אמצעי הקשירה של הבולם. המערכת המשולבת הזאת, תעניק לעובד חופש תנועה מאובטח כנגד נפילה, כמעט על כל שטח הגג ולמעט שטח ברוחב 2 מ' ליד הגמלונים.



איור 85:

עמדת עבודה על גג אוטובוס במוסך טיפולים לאוטובוסים

אורך חבל הקשירה של רתמת הבטיחות החגורה על העובד מותאם לעמדת העבודה, שגובהה קבוע. החבל מחובר באמצעות אנקול בטיחות אל "עגלה" (ראו גם **איור 38**), הנעה בחופשיות (על גלגלים) לאורך פרופיל I, המשמש כקו עיגון אופקי שהותקן מעל עמדת העבודה. פרופיל המסילה מקובע אל קונסטרוקציית הגג של המוסך. המערכת מעניקה לעובד חופש תנועה מאובטח על פני כל שטח גג האוטובוס. חבל הקשירה צריך להיות מצויד בכולם זעזועים. ניתן להרכיב על המסילה מספר "עגלות" בו זמנית. אורך חבל הקשירה צריך לאפשר לעובד גם תנועה לצדדים עד לשולי גג האוטובוס, אך לא יותר מכך - כדי שמידת החופש של החבל תהיה מינימלית ותבטיח שמרחק הנפילה החופשית עד התחלת הבלימה יהיה מיזערי.



איור 86:

קו עיגון אופקי קשיח, הבנוי כמסילה מפרופיל I, מותקן מעל לקרונות רכבת לאבטחת עובדים הנדרשים לבצע מטלות מעל לגגות של קרונות

הרתמה שעל העובד מחוברת אל המסילה שמעליו באמצעות כולם נפילה נסוג, אשר מחובר אל "עגלה" (ראו גם **איור 38**). כאשר העובד נע לאורך הקרון - ניתן להסיע את העגלה בעלת הגלגלים לאורך המסילה. כולם הנפילה הנסוג מאפשר עבודה מעל קרונות בגבהים שונים, ללא צורך בכיוונון מיוחד של אורך חבל הקשירה. על המסילה ניתן להתקין מספר עגלות, עבור מספר עובדים שיוכלו לעבוד במקביל, מעל הקרונות.