

מניעת תאונה עם פיגום עצמאי

מאת מהנדס דוד דודסון

לשעבר ראש קבוצה במינהל הבטיחות והבריאות התעסוקתית במשרד הכלכלה

הבחין בפגם במשטח. ברצפה חסרו ארבע מרצפות ונוצר שקע שמידותיו 0.40X0.40 מטר. אחד מגלגלי הפיגום ירד לשקע שברצפה ונתקע בו. כתוצאה מכך, הופר שיווי המשקל של הפיגום והוא התהפך. העובד על הפיגום נפל מגובה של כחמישה מטרים וצנח אל מותו.

לשון החוק בארץ

בפקודת הבטיחות בעבודה (נוסח חדש), תשי"ל-1970, פרק א': פרשנות ותחולה, סימן א': פרשנות, סעיף 1 הגדרות, תת-סעיף (2), נכתב כי עבודות להתקנת מערכות למים, לביוב, לחשמל (כמו במקרה זה), להסקה או לתקשורת, ועבודות כיוצא באלו, ובלבד שמבצעים אותן אגב הקמת בניין, מוגדרות כעבודות בנייה.

מאחר שהעבודה שבה עסקו שני החשמלאים נעשתה תוך כדי הקמת המבנה, הייתה זאת עבודת בנייה. לו הייתה מתבצעת בארץ, היו חלות עליה תקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה), התשמ"ח-1988, סעיף 195, וליתר דיוק, התקנות שבסימן ד' "פיגום עצמאי".

הפיגום מוזכר גם בתקן הישראלי 1139, חלק 3. והוא נקרא בתקן **פיגום מגדל נייד**.

חלק 3 של ת"י 1139 לא הוכרז כרשמי ולא מוזכר בתקנות, פירוש הדבר שאינו מחייב, להבדיל מת"י 904, "טפסות לבטון: עקרונות, (חלק 1) וטפסות לבטון: תומכות שחילות (חלק 2)", שאמנם לא הוכרז כרשמי, אבל הוא מחייב, כיוון שמוזכר בתקנות (מוזכר בתקנה 82 מתקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה), התשמ"ח-1988).

תקנה 54 (א) מתייחסת לביסוס של פיגום עצמאי: ביסוס הפיגום העצמאי והעמדתו ייעשו לפי הנדרש בתקנות 21 ו-35. תקנה 21 מדברת על מבנה של כל פיגום ואופן התקנתו, בלא תלות בסוגו. זאת אומרת שכל הפיגומים, כולל הפיגום המעורב בתאונה, צריכים לעמוד בארבע דרישות: 1. מתאימים למטרה אשר לה

זוכרתי בסיפור זה כאשר נחשפתי, לפני זמן מה, לתאונת עבודה קטלנית שאירעה בצרפת תוך כדי שימוש בפיגום עצמאי נייד, בדיוק מהסוג שעבורו הוצא מכרז הרכישה. בעת קרות התאונה, עסקו שני חשמלאים בהתקנת תאורה בבניית מבנה שיועד לשמש כחנות. אחד מהחשמלאים עלה על הפיגום העצמאי הנייד והחל לעבוד בהכנת נקודות החשמל בתקרת המבנה. בכל פעם שסיים את מלאכתו בנקודה אחת בתקרה, חברו, שנמצא כל העת על רצפת המבנה, הסיע את הפיגום המורכב על גלגלים אל הנקודה הבאה. במשך כל הזמן שבו עבד על התקרה, נשאר אותו חשמלאי על הפיגום בעת הסעתו ממקום למקום. באחת מהזוויות הפיגום, העובד המסיע לא

בטקס חנוכת המוסד לטכנולוגיות הבנייה (מלט"ב) בחולון, שנערך באמצע שנות ה-80, אמר בעברית רהוטה שגריר גרמניה בישראל נילס הנסן (שבעזרתו הוקמו וצוידו המבנה והסדנאות בישראל), שהוא סמוך ובטוח שמרכז הכשרה זה יתרום רבות לצמצום משמעותי של תאונות העבודה בענף הבנייה בישראל. בתום הטקס התבונן ישראל זיו ז"ל, מנכ"ל המוסד לטכנולוגיות הבנייה באותה העת וסמנכ"ל משרד העבודה בעבר, באחד החללים הפנימיים הגבוהים במיוחד של המבנה ותהה כיצד יוכלו עובדי התחזוקה לטפל בתקרה הגבוהה. וכך יצא לדרך אחד ממכרזי הרכישה הראשונים של מלט"ב: פיגום עצמאי נייד, שנועד למקומות הגבוהים בחלל המבנה.



איור 1: נפילה מפיגום נייד

בתקנה 27 (3) מוזכר גם רוחב מינימום של 1.3 מטר אם על הרצפה מסתתים אבנים או מעבדים אותן בדרך אחרת. כמו כן, דורש התקן שהפרשי הרום בין פני משטחי עבודה עוקבים יהיה 2 מ'.

המומנט המייצב לפי התקן, וגם לפי NF, אומר שבכל מקרה יש לבדוק שמתקיים התנאי ליציבות הפיגום, כלהלן: המומנט המייצב גדול פי 1.5 מהמומנט המהפך.

מומנט מייצב הוא סך כל המומנטים שנוצרים על ידי הכוחות שפועלים ליציבות.

מומנט מהפך הוא סך כל המומנטים שנוצרים על ידי הכוחות שפועלים להתהפכותו של הפיגום.

שמירה על יציבות ותנועת הפיגום

בהתייחסו לגלילוני מפרקים של הפיגום, אומר התקן שהם ייקבעו באופן שלא ישתחררו באקראי. בנוסף לכך, כל גלילון מפרקי יצויד במעצור נעילה. המעצור ימנע את סיבוב הגלגל סביב צירו האנכי, כשכוח אופקי של 300 ניוטון (שווה בערך ל-30 ק"ג) מופעל עליו דרך ציר המפרק האנכי, במקום קרוב ככל האפשר מעל בית המפרק ובכיוון ההנעה. מנגנוני המעצורים יאפשרו להם להשתחרר רק בפעולה מכוונת. לגבי הגלגלים, התקן דורש שהם יהיו ממין שלא מועד לתקרים ("פנצירים").



תמונה 3: גלילון פיגום נייד

כאשר הגלילונים של הפיגום הנייד אינם נושאים עומס בזמן השימוש בפיגום, החלקים שבאים במגע עם הקרקע אינם צריכים לאפשר הזזת הפיגום מהמקום.

או בתיקון הפגם באמצעות יציקת בטון, או אפילו להסתפק בסרט סימון אזהרה (בצבעים אדום-לבן או שחור-צהוב) סביב השקע. אין להניח שהעובד שעמד למטה היה דוחף את הפיגום לתוך סרט הסימון. זה המקום להדגיש שאזהרה כלשהי (סרט סימון, שלט וכדו') לא הייתה באה בחשבון לו דרך הפתח היה אפשר ליפול לעומק העולה על 2 מטרים.

יציבות וגובה הפיגום

דרישות נוספות לגבי פיגום מסוג זה מוזכרות בתקנות. תקנה 54 (ב) אומרת שיציבותו של פיגום עצמאי ועמידתו יובטחו באמצעות קשירות אנכיות, קשירות אופקיות וקשירות אלכסוניות, שיותקנו לכל גובהו ויתאימו לדרישה הכלליות המתייחסות לפיגומים. הדרישה היא חד-משמעית, ללא קשר למיקומו של הפיגום (בתוך המבנה או מחוצה לו). תקנה 54 (ד) מגבילה את גובה הפיגום. גובהו המרבי יהיה המידה הקטנה ביותר של שטח בסיסו כפול שלוש. אבל, אם הפיגום נמצא במקום סגור ומוגן מפני השפעת רוחות או מזג אוויר, יכול גובהו של הפיגום לעלות כאמור בתקנת משנה (ד), אך לא יעלה על המידה הקטנה של בסיסו כפול 4 (תקנה 54 (ה)).

ההנחיות בצרפת מפשטות דרישה זאת: היחס בין גובהו של הפיגום לרוחב הבסיס שלו, בין אם הפיגום נמצא בתוך המבנה ובין אם הוא נמצא מחוצה לו, מוגבל ל-3.5 פעמים משטח הבסיס, בשני המקרים. ההבחנה בין הימצאותו של הפיגום העצמאי הנייד בתוך המבנה או מחוצה לו (על פי התקן הצרפתי) נעשית על ידי הגבלת גובהו של הפיגום למקסימום 8 מ', כאשר הוא מחוץ למבנה, ול-12 מ' לכל היותר כאשר הוא בתוך מבנה. מעבר לגבהים אלה יש דרישה להקמת הפיגום לפי תכנית. הנורמה הצרפתית לפיגומים עצמאים ניידים, NF HD 1004, חלה רק על פיגומים שגובהם ≤ 2.50 מ' ו- ≥ 12 מ' כאשר הפיגום נמצא בתוך המבנה (≥ 8 מ' אם הוא נמצא בחוץ).

התקן הישראלי מתייחס למידות מינימום של משטח העבודה: אורך: 1.0 מ'; רוחבו: 0.6 מ' לעבודה בעמידה או לישיבה, ללא שימוש בחומרי עבודה על גבי המשטח, או שרוחבו צריך להיות 0.8 מ' אם המשטח משמש לעבודה (בעמידה או בישיבה) וגם להחזקת חומרים. דרישה זו תואמת את תקנה 27 (1) ו-(2) של עבודות בנייה, שמתייחסת לרוחב רצפת הפיגום בכלל.

נועדו. 2 יותקנו באופן המונע התמוטטות. 3. מונעים נפילת אדם מהם. 4. מונעים נפילת חפץ מהם.

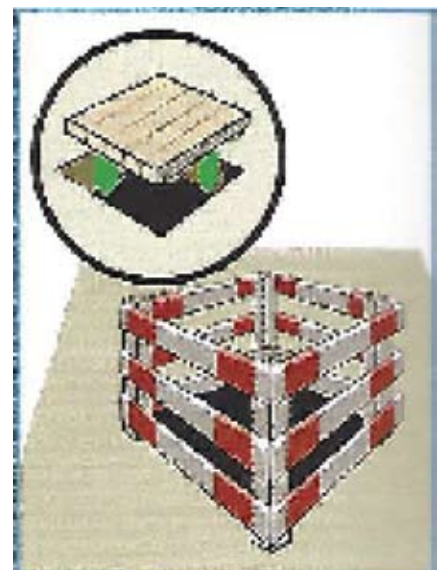
תקנה 35 מתייחסת רק לפיגום זקפים, אבל האזכור שלה גם בפרק פיגום עצמאי, מרחיבה את תחום חלותה גם על סוג זה של פיגומים. תקנה 35 (א) רלוונטית במיוחד לתאונה זאת: השטח שבו יוקם פיגום זקפים (וגם עצמאי, כולל עצמאי נייד) ינוקה, ייושר ויהודק, ולא יימצאו בו או בקרבתו הסמוכה שקעים או חללים העלולים לסכן את יציבותו.

תקנה 55. פיגום עצמאי נייד, אומרת שלא ישתמשו בפיגום עצמאי נייד אלא אם כן בנוסף לאמור בתקנה 54 (1), השטח שעליו נמצא הפיגום מאוזן, מצופה בטון, אספלט או ריצוף או מהודק כהלכה למניעת שקיעת גלגליו של הפיגום, ללא שקעים או חללים העלולים לסכן את יציבותו.

אמנם, ככל הנראה, מבנה הפיגום עמד בדרישות תקנה 21 (מניעת נפילת אדם ממנו), אבל הוא הוזז בניגוד לתקנה 56, שאומרת במפורש שלא יועתק פיגום עצמאי נייד ממקום למקום כל עוד נמצא עליו אדם. הפרת תקנה 56 משולבת עם הפרת תקנה 35 (א) ו-54 (1) - הימצאות השקע ברצפה כתוצאה מהיעדר ארבע מרצפות חברו יחדיו וגרמו לתאונה.

התאונה יכלה להימנע בקלות

אפשר היה ללא קושי למלא אחרי דרישות שתי התקנות האלו. במקרה שתואר, חובה היה להורות לעובד לרדת מהפיגום לפני הזזתו. את סכנת השקע ברצפה היה אפשר למנוע, בהחזרת המרצפות למקומן



איור 2: תיקון הפגם

כדי להקל על הזזת הפיגום, מומלץ, בהתחשב במשקל הפיגום, לבחור גלגילונים שקוטרם גדול מ-0.15 מ' עבור פיגומים שגובהם ≥ 6 מ', וקוטר גלגילונים גדול מ-0.20 מ' עבור פיגומים שגובהם ≥ 6 מ' (האבחנה קיימת רק ב-NF).

הגדרה כללית

אל הגישה למשטח העבודה (מקום העבודה יכול להיות חצר הבניין/המפעל וכו') מתייחסת תקנה 54 (ו): העלייה למשטח העבודה תיעשה באמצעות מדרגות או סולמות נאותים, אשר יותקנו באופן שיציבותו של הפיגום, בעת השימוש בהם, לא תיפגע. התקנה דורשת שהמדרגות או הסולמות יהיו נאותים, ללא פירוש נוסף. ביטויים מסוג זה בתקנות או בפקודה קיימים במקומות לא מעטים. כך, למשל, תקנה 118, המתייחסת לתעלות טעונות דיפון, דורשת שהיא תהיה **ברוחב מספיק** כדי לאפשר התקנת הדיפון וביצוע העבודה אשר לשמה נחפרה התעלה. עוד: תקנה 119 אומרת שהדפנות מתעלה חולית יחדרו **לעומק מספיק** מתחת לקרקעיתה. דוגמה נוספת, תקנה 18: להתקנת פיגום יספק מבצע הבנייה חומר **מתאים באיכות טובה, ללא פגם ובכמות מספקת**. דוגמאות מסוג זה יובאו בציטוט סעיף 80 מפקודת הבטיחות בעבודה, (נוסח חדש) תש"ל-1970:

מכונת הרמה על כל חלקיה תהיה **ממבנה טוב, מחומר בריא, מחוזק מספיק וללא פגם גלוי, ותקיים כראוי**.

הטיפוס על הפיגום

בדרישת 54 (ו) לגבי מדרגות או סולמות נאותים קיים פירוט בתקן. בין היתר, נרשם כך:

- גישה למשטחי העבודה שבפיגום מגדל (שמו של פיגום עצמאי בתקן) תתאפשר בעזרת מהלכי מדרגות או בעזרת סולמות (אנכיים או משופעים), שיותקנו בתוך מבנה פיגום המגדל ויחזקו אליו.

- הגישה תובטח מפני התרופפות אקראית;

- הגישה תוצב על הקרקע;

- רום המדרגה הראשונה או של השלב הראשון מפני הקרקע לא יהיה גדול מ-400 מ"מ (אם המדרגה הראשונה היא גם משטח העבודה, יהיה הרום עד 600 מ"מ);

- יהיו מרווחים אחידים בין המדרגות או השלבים;

- השלבים ומהלכי המדרגות

יצוידו במשטחים מונעי החלקה;

- מהקצה הקדמי של המדרגה או מאמצע רוחב השלב יהיה מרחק אופקי של 150 מ"מ לפחות אל כל מכשול שמאחורי המדרגות או הסולמות;

- פתח מעבר דרך משטחי העבודה יצויד באמצעים למניעת נפילה דרכו, כגון דלת כיסוי נפתחת או גידור. הפתח יהיה קטן ככל האפשר, ומידותיו המינימליות יהיו 600 מ"מ X 400 מ"מ.

דרישות התקן למידות מהלכי מדרגות:

- גבולי השיפוע: $35^\circ \leq \alpha \leq 50^\circ$;

- רום המדרגה (הפרש גובה אנכי): 300 מ"מ $\leq t \leq 190$ מ"מ;

- רוחב מינימלי של שלב במהלך פתוח: 125 מ"מ $= j$;

- רוחב מינימלי של מעבר אופקי: 400 מ"מ;

- מרווח אופקי מקסימלי בין שלבים סמוכים: 50 מ"מ $= g$;

הצד החיצוני של מהלכי המדרגות יצויד באזן ששיפועו כשיפוע המהלך.

דרישות התקן למידות לסולמות משופעים:

- גבולי השיפוע: $65^\circ \leq \alpha \leq 75^\circ$;

- גבולי מרווח השלבים: 300 מ"מ $\leq t \leq 250$ מ"מ. דרישה זאת תואמת את

תקנות הבטיחות בעבודה (עבודה בגובה), תשס"ז-2007. בתקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה), התשמ"ח-1988, גבולי

המרווח בין השלבים הם: 30-35 ס"מ.

- רוחב מדרג או שלב: 90 מ"מ $\leq j \leq 20$ מ"מ.

- רוחב אנכי מקסימלי בין פני רצפה לבין פני משטח ביניים ראשון: 4.4 מ'.

דרישות התקן למידות לסולמות אנכיים:

- גבולי מרווח השלבים: 300 מ"מ $\leq t_1 \leq 230$ מ"מ

- קוטר השלבים: 50 מ"מ $\leq d \leq 20$ מ"מ

- רוחב נטו מינימלי לסולם: 300 מ"מ;

- רוחב מקסימלי בין משטחי ביניים סמוכים: 4.0 מ';

- רוחב מקסימלי בין פני רצפה לבין פני משטח ביניים ראשון: 4.4 מ'.

התקנת און

בנוגע לגידור למניעת נפילת העובד מגובה הנמצא על משטח עבודה בפיגום מגדל, וכן למניעת נפילת חפצים ממנו, הן התקנות והן התקן דורשים התקנת אזנים. התקנות דורשות שאון היד יותקן בגובה של לא פחות מ-90 ס"מ ולא יותר מ-1.15 מטרים מעל רצפת משטח העבודה או מדרכת מעבר [תקנה 10 (א),

גובה זה לאזנים סביב הפתח ברצפה שהוזכר קודם לכן]. און התיכון ייקבע בגובה של 45 עד 50 ס"מ מעל משטח העבודה או מדרכת המעבר, ואילו לוחות הרגליים יהיו סמוכים לרצפה ושפתם העליונה מעל פני רצפת המשטח, לא פחות מ-15 ס"מ. התקן דורש שרום הפן העליון של און היד יהיה 1,000 מ"מ (+ או - 50 מ"מ) מעל פני המשטח. לגבי און התיכון, נדרש בתקן שהמרווח בין און היד לבין לוח הבוהן (כך נקרא בתקן לוח רגל), לא יהיה גדול מ-470 מ"מ. הדרישה לגבי לוח הרגל (לוח בוהן בלשון התקן), זהה הן בתקנות והן בתקן.

יצרן הפיגום יספק מידע

התקן דורש שהיצרן יספק ביחד עם הפיגום תעודה, שבה יופיע, בין היתר, המידע הבא:

- שם היצרן וסימן המסחר הרשום שלו (אם יש); כתובת היצרן או הספק;

- סוג פיגום המגדל לעומס מותר ומספר משטחי העבודה המותרים להעמסה;

- רום מותר (מטרים);

- משקל ומידות בסיסיות לרכיבים;

- פרטי נטלים, דרישות לעמידותם נגד התהפכות והנחיות לקיבועם הבטיחותי;

- הנחיות להקמה של פיגום המגדל ולפירוקו;

- הנחיות לתחזוקת הרכיבים בשימוש ובהחסנה;

- כמו כן, יש בתקן שיטה לכינוי פיגומי המגדל על ידי היצרן כלהלן:

- הדרגה, לפי העומס האופייני המפורס במידה שווה (טבלה 1 בתקן);

- הרום המקסימלי המותר לפיגום מגדל לעבודות חוץ או לעבודות פנים.

דוגמת כינוי פיגום מגדל נייד: 12/8 "1", שמשמעותו פיגום מגדל נייד מדרגה 1, ברום מקסימלי מותר 8 מ' לעבודות חוץ ו-12 מ' לעבודות פנים. המשמעות של

פיגום מגדל דרגה 1, היא 1.5 ק"מ למ"ר (150 ק"ג), כמופיע בטבלה מס' 1 בתקן.

כמו כן, קיימת דרישת סימון הפיגום. אמצעי זיהוי יכול להיות לוחית היצרן והוא יקובע על כל פיגום מגדל בגובה

העין ובמקום גלוי לעין, ויכלול:

- סימון המסחר הרשום של היצרן;

- שנת הייצור;

- הכינוי כמפורט לעיל;

- המילים: "הנחיות להקמה ולשימוש יקוימו בקפידה".

נספח ג' של התקן מתייחס לבטיחות בשימוש בפיגומי מגדל. אמנם הנספח

אינו חלק מהתקן, אבל כדאי לציין את הרשום בו (ובין היתר):

- פיגומי מגדל ניידים יוקמו ויפורקו רק בידי עובדים מנוסים בעבודות אלה ומודעים להוראות שבתקן. התקנות דורשות שההתקנה והפירוק של פיגום שגובהו עולה על 6 מטרים יעשה תחת השגחתו והנהלתו הישירה של בונה מקצועי לפיגומים. משום מה, התקנה מתייחסת רק לפיגום זקפים. בונה מקצועי לפיגומים הוא מי שעבד שלוש שנים לפחות בהקמת פיגומים ועמד בהצלחה במבחן לפי תכנית מבחנים שאישר מפקח העבודה הראשי, או בעל

הסוג הגבוה ביותר בטפסנות;

- הרכיבים שימשו בפיגום יהיו רק רכיבים מקוריים לפי נתוני היצרן;
- שטח הרצפה שעליו ינוע הפיגום יישא את משקל הפיגום ללא כל עיווי ויהיה מישורי, מוצק, יציב וחופשי ממכשולים. גבולי שיפוע הרצפה יהיו פחות מ-3%; (2% שיפוע מרבי של הרצפה בצרפת).

עשה ואל תעשה

- לא ימצא עובד על פיגום המגדל בעת הנעתו (דרישה דומה לזאת הקיימת בתקנות).
- פיגום מגדל יונע ידנית במהירות קטנה

ממהירות הליכה רגילה.

- לפני השימוש בפיגום המגדל יש לוודא שהוא הוקם נכונה.
- לפני העבודה על פיגום המגדל יינקטו כל אמצעי הזהירות הנדרשים למניעת תנועה אקראית שלו, למשל, יופעלו מעצורי הנעילה לגלגילונים בפיגומי מגדל ניידים.
- מותר לעלות על פיגום המגדל ולרדת ממנו אך ורק בגישות הפנימיות שלו.
- פיגומי מגדל לעבודות חוץ יעוגנו (ככל האפשר) אל הבניין או אל גוף יציב אחר; במקרה שהפיגום יעוגן, אין ספק שבטיחותו תעלה. ■