

חקר כשל במענב

עיבוד: מהנדס דוד דודסון

המקרה מתייחס לתאונת עבודה שהתרחשה, בצרפת, בעת העמסה של סחורה ממשאית בשל כשל של מענב. התוצאה - שבר בירך של אחד הפועלים שהועסקו בהעמסה.

מה קרה
מענב עשוי רצועות קשל וכתוצאה מכך השתחרר המיטען שהיה תלוי באמצעות המענב על אנקול עגורן נייד שהעמיס את המיטען. רקמת הרצועות שממנה היה עשוי המענב היתה חלקה מאד, מה שהעצים את סכנת הכשל, מפני שפני השטח החלקים מגבירים את האפשרות להחלקה במקרה של מאמצים גדולים.

מזרועות המענב (אחת הרצועות) מנקודת העיגון; הרכיב איבד את שיווי המשקל, ופגע באחד משני העובדים. תוצאת פגיעת הרכיב בעובד: שבר בירך הימנית.

העובדה שהעובדים אשר טיפלו ישירות ברכיב, טלטלו אותו בידיהם והחזיקו בו תרמה אף היא לתאונה.

נפילת רכיב בעל חיזוקים עשויים מעץ

צוות של שלושה עובדים נדרש להעמיס רכיבים, בעלי שטח גדול, המעוגן על גרר (כפי שרואים באיור 1). כדי לאפשר הרמה בטוחה של הרכיב הותקנו נקודות עיגון בקצה העליון של הרכיב. עגורן נייד מצויד בקורת הרמה בעלת שני אנקולים היה אמור לבצע את עבודת ההרמה. על מנת שניתן יהיה להעמיס את הרכיב על הגרר הנמצא בשיפוע, שניים מן העובדים אחזו ברכיב וכיוונו אותו בידיים. תוך כדי העברת הרכיב, ניתקה אחת

מה צריך היה לעשות

לפני פעולת ההרמה היה צריך לבדוק את התאמתו המלאה של סוג המענב שנבחר למשימה:

- האם המענב עומד בעומס המטען - יש לבדוק התאמה מלאה.
- יש להשתמש באביזרי הרמה תקינים שנבדקו על ידי בודק מוסמך.
- יש להדריך את העובדים בנוגע לשיטות קשירה והעמסת מיטענים ולהביא לידיעתם את הסיכונים הכרוכים בכך.

1. יש להימנע משימוש ברצועות הקשורות לנקודות העיגון.
2. יש לבחון היטב את התאמתו המלאה של אמצעי ההרמה ושל המענב שנבחר.
3. יש לבחון את מיקום נקודות ההרמה בהתחשב בנקודת הכובד של המיטען, כדי להבטיח שישאר בתנוחה אנכית בזמן ההעמסה. כמו כן, כדי להימנע ממאמצים מיותרים בזרועות המענב, יש להשתמש במענבים כאלה ולהבטיח שגודל הזווית בין זרועות המענבים אינו עולה על 45° ובכל מקרה חל איסור מוחלט שהזווית תהיה גדולה מ-120°.
4. יש להשתמש באביזרי הרמה תקינים (מסומנים ב-CE כשמקורם באיחוד האירופי), אשר נבדקים בקביעות על

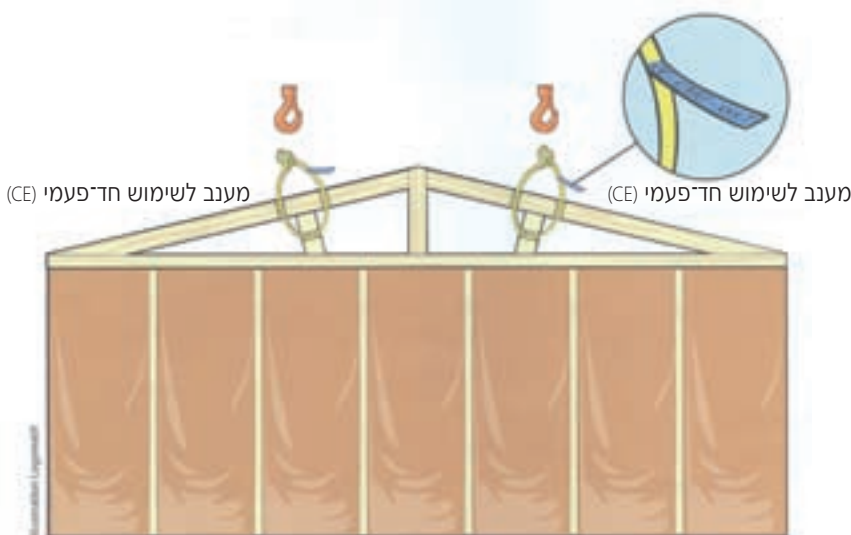


איור 1

בגלל אורכו הגדול של הרכיב נקבעו נקודות האחיזה של המענב במרחק רב אחת מהשניה. משמעות המרחק הגדול בין נקודות האחיזה היא יצירת זווית גדולה מאוד בין זרועות המענב. לזווית בין זרועות המענב, יש השפעה מכרעת על מאמצים הנוצרים בתוך הזרועות, בזווית של 120° נוצר על כל אחת מהזרועות מאמץ השווה לעומס המורם. במקרה שלנו - לא שוקלל, ככל הנראה, המרחק המותר בין נקודות האחיזה, בהתאם לזווית שבין זרועות המענבים.

מענב עפ"י Prevention BTP, מס' 139, מרץ 2011

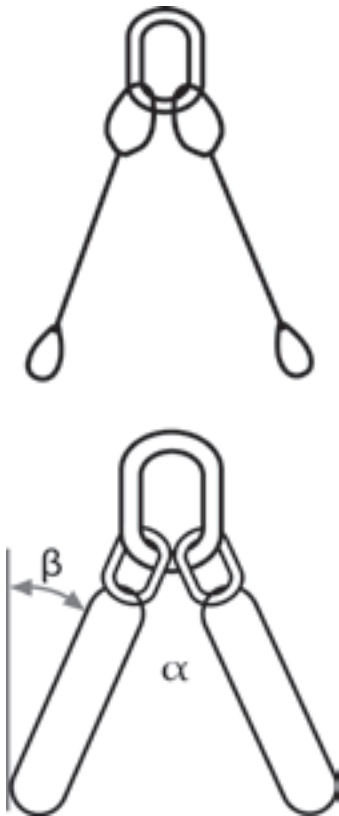
דוד דודסון, לשעבר ראש קבוצה באגף הפיקוח על העבודה במשרד התמ"ת



איור 2

מענבים מחגורות הרמה ארוגות שטוחות, מסיבים עשויים, לשימוש כללי - ת"י 2251 חלק 1 מבוסס על התקן האירופי EN 1492 (תוכן התקן מתוך אתר מכון התקנים)

תקן אירופי זה מפרט את הדרישות המתייחסות לבטיחות, לרבות שיטות דירוג ובדיקה של מענבים מחגורות הרמה ארוגות שטוחות, בעלי זרוע אחת, 2 זרועות, 3 ו-4 זרועות, ומחגורות סגורות תפורות, עם אבזרים או ללא אבזרים, עשויות אריג של סיבים מפוליאימיד, פוליאסטר ופוליפרופילן. רוחב החגורות: 25 מ"מ עד 450 מ"מ ועד בכלל. המענבים מחגורות הרמה ארוגות שטוחות שחלק זה של EN 1492 חל עליהן, מיועדים לפעולות הרמה למטרות כלליות, כלומר, לשימוש בהרמת עצמים, חומרים או מוצרים, שאינם מצריכים סטייה מן הדרישות, ממקדמי הבטיחות או מהגבולים של עומסי העבודה שהוגדרו. פעולות הרמה שתקן זה אינו חל עליהן יכולות להיות הרמת אנשים, הרמת חומרים אשר עלולים להיות מסוכנים, כגון מתכת מותכת וחומצות, לוחות זכוכית, חומרים בקיעים, כורים גרעיניים, וכאשר מתקיימים תנאים מיוחדים. מענבים המתאימים לתקן אירופי זה, מתאימים לשימוש ולאחסון בטווחי הטמפרטורה המפורטים להלן: פוליאסטר ופוליאימיד - 40°C עד 100°C; פוליפרופילן - 40°C עד 80°C. תקן אירופי זה אינו חל על מענבים בעלי חגורות הרמה ארוגות, מהטיפוסים המפורטים להלן: מענבים כגון מענבי סל או רשת, העשויים כמה חגורות תפורות ביניהן בהצלבה, מענבים מתוכננים (הכוללים, לדוגמה, אבזמי ביניים התפורים לאורך הרצועה) וכדומה; מענבים העשויים חגורות שנארגו מחוטים עשויים סיבי יחיד; מענבים שנתכו לשימוש שלפני הרמה ושאינם מיועדים לשימוש חוזר. תקן אירופי זה דן בדרישות טכניות כדי למזער את הגורמים המסכנים, העלולים להיווצר בעת שימוש במענבים בעלי חגורות שטוחות ארוגות, לפי ההוראות ומיפטי הדרישות של היצרן או של הנציג המורשה שלו.



איור 3

על 60° (ראו איור 3). זווית β היא למעשה מחצית הזווית α (זוויות מתחלפות). התקן מבחין בין 2 מצבים לחישוב גבולות עומס עבודה (Working Load Limit - WLL):
 (1) $0^\circ < \beta < 45^\circ$
 (2) $0^\circ < \beta < 60^\circ$
 כאשר $\beta = 60^\circ$
 $\alpha = 120^\circ$. ואת הערך הזה אין לעבור.

סיכום

הממדים הגדולים של המיטען שהעובדים נדרשו להרים, יצרו מרחק ניכר בין נקודות העיגון. כפועל יוצא נוצרה זווית גדולה מדי בין זרועות המענב, יתכן שאף מעבר ל-120°. להמחשה - במקרה של זווית בת: 30° $K=3.86$, במקרה קיצוני של זווית: 120° $K=11.46$. במילים אחרות בשני המקרים האחרונים כל אחת משתי זרועות המענב אינה מקבלת אף לא את מחצית העומס, כפי שבטעות מצפים עובדים שאינם מודעים להשפעת הזווית. כל אחת מהזרועות יכולה להיות מועמסת פי 3.86, או פי 11.46 מהעומס המורם. זאת הסיבה לכשל הרצועות (או כבלי פלדה, איכותיים ככל שיהיו, במקרים אחרים). תאונות מסוג זה קרו גם אצלנו. ■

בנוסחה זאת:
 $F =$ העומס הנוצר בכל אחת מזרועות המענב;
 $P =$ משקל המיטען;
 $K =$ מקדם התלוי בזווית שבין זרועות המענב, שניתן לחשבו בעזרת הנוסחה -

$$K = \frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$
 כאשר:
 $\alpha =$ הזווית שבין זרועות המענב;
 ערכו של המקדם K כאשר הזווית בין זרועות המענב היא 60° הוא 1.15.

המשמעות היא שבמקרה שהזווית בין זרועות המענב היא 60° כל אחת מהזרועות מועמסת ביותר ממחצית המשקל, קרי פי 1.15. המסקנה היא פשוטה: ככל שהזווית חדה יותר, השפעתה קטנה יותר וכמובן ההיפך. במקרה של זווית בת 30°: $K=1.03$, במקרה שהזווית 120°: $K=2$ והמשמעות היא שכל אחת מהזרועות מועמסת במלוא העומס. בישראל קיים ת"י 2251 "מענבים מחגורות הרמה ארוגות שטוחות, מסיבים - עשויים לשימוש כללי". חלק 1 של התקן, מסיון התשס"ג - יוני 2003, הוא אימוץ של התקן האירופאי EN1492-1, מיולי 2000. תקן זה הוכרז ב-30 בנובמבר 2010 כתקן רשמי, זאת אומרת - מחייב. התקן יכנס לתוקף שנה מיום פרסומו קרי 29 בחודש נובמבר 2011. לפי תקן זה חל איסור שהזווית β (הזווית החיצונית בין האנך לבין הרצועה) לא תעלה

- ידי בודק מוסמך אחת לשישה חודשים לפחות, כמו כן, ניתן להשתמש ברצועות חד פעמיות בתנאי שהן עונות על דרישות התקן 2251 ומענבים מחגורות הרמה ארוגות שטוחות מסיבים - עשויים לשימוש כללי.
- יש להדריך את העובדים בפעולות הקשירה וההרמה, להביא לידיעתם את הסיכונים הכרוכים בפעולות אלה, ולהדגיש את האיסור על ליווי ידני של המיטען בעת ההנפה.
 - יש להרחיק את העובדים מהמיטען ולבצע את הכוונון בעזרת חבלים, וכו'.

מהנקודות לעיל, שפורטו בביטאון הצרפתי, נראה לי שכדאי להרחיב את סעיף 3 לעיל המתייחס לזווית בין זרועות המענב, המוגבלת - ללא שום פירוט או הסבר נוסף - ל-120° אם העובד, בנוסף להבנה שאין להגדיל את הזווית הזאת, יבין גם מדוע, או כיצד נבחרה דווקא זווית זו - הוא יוכל להפנים וליישם את הדרישה החיונית הזאת.

הזווית שנבחרה משפיעה על המאמץ שנוצר בכל אחת מזרועות המענב, וזהו הדבר הקובע את העומס המותר להרמה. ההנחה היא שחוצה הזווית עובר דרך אמצע המיטען; אחרת הבעיה מורכבת יותר. את העומס בכל אחת מזרועות המענב (הכוונה למענב בן שתי זרועות), ניתן לחשב על פי הנוסחה:

$$F = P \times \frac{K}{2}$$