

תאונות ולקחן

תאונה קטלנית בשל מגע אלקטרודה בצווארו של רתך

התאונה

בעת ביצוע עבודות ריתוך חשמלי במיכל, תוך שימוש בשנאי, נגרמה תאונה קטלנית לרתך. בשעת חקירת התאונה נמדד מתח המעגל הפתוח (זרם חילופין) ונמצא שהוא 65 וולט. כידוע, בשעת ביצוע עבודות ריתוך חשמלי במיכלים או בדוודים מותר להשתמש רק במתח מעגל פתוח של 42 וולט (זרם חילופין). לא נתגלתה כל תקלה טכנית בשנאי ועל-כן הוסקה המסקנה שהתאונה נגרמה רק על-ידי מתח מעגל פתוח גבוה מהמותר. בצדו השמאלי של הרתך נתגלה שינוי בעור, שמקורו היה במעבר זרם חשמלי.

על סמך הממצאים דלעיל אפשר היה לשער את מהלך התאונה: בעת הפסקה בריתוך נגע משום-מה צווארו של הרתך באלקטרודה, שהמתח בינה לבין המיכל היה מתח חילופין של 65 וולט. כתוצאה מעבודה במיכל סגור היו בגדיו של הרתך ספוגים זיעה ולכן קטן מאוד ערך התנגדותם החשמלית. בשל מגע שטח גדול של הבגדים הלחים בדפנות המיכל (התנגדות מעבר חשמלית זעירה) עלול היה הזרם החשמלי שעבר דרך גוף הרתך לעלות לעוצמה כזאת שגרמה למותו.

הלקח

התאונה ממחישה את אשר נאמר, שבשעת ביצוע עבודות בכלל ועבודות ריתוך במקומות צרים (מיכלים, דוודים וכו') בפרט, יש להקפיד על שמירתם של כללי הבטיחות ושל הוראות העבודה הנכונה. מן הראוי להדגיש את כללי הבטיחות שלא מילא הרתך, דהיינו:

- ★ בעת ריתוך במקומות צרים שיש בהם חלקי מבנה המוליכים חשמל היטב (מיכלים, דוודים וכו'), בעלי דפנות מתכת), יש לעמוד על משטח מבודד (עשוי גומי, עץ או חומר מבודד אחר), ומותר להישען אל דופן המיכל רק במקומות שתלויים בהם שטיחים מבודדים.
- ★ יש להקפיד על כך, שמחזיק האלקטרודות או האלקטרודה לא יבואו במגע עם חלקי גוף חשופים.
- ★ בעת ריתוך במקומות צרים (מיכלים וכו'), יש להשתמש אך ורק במערכות ריתוך המותרות לעבודות אלו, דהיינו: להשתמש במערכות ריתוך בזרם ישר, או במערכות ריתוך בזרם חילופין שמתח המעגל הפתוח המירבי שלהן אינו עולה על 42 וולט.

מובן מאליו, שגם מנהל העבודה או האדם שנתן את ההרשאה לביצוע עבודות הריתוך במיכל, היה צריך לוודא מילוי כל הדרישות הבטיחותיות. כפי שראינו מסיפור התאונה, אי-מילוי כללי הבטיחות נגמר באופן טרגי.

תאונה קטלנית בשל החזקת מחזיק האלקטרוניות תחת בית השחי

התאונה

רתך ביצע עבודות ריתוך חשמלי בדוד. זמן קצר לפני סיום העבודה הוא נמצא מת בתוך הדוד.

חקירת התאונה גילתה, שלשנאי הריתוך שהשתמשו בו היה מתח מעגל פתוח (חילופין) בגודל 70 עד 80 וולט. מדידות של איכות הבידוד לא הראו שום פגם. בשעת בדיקת גופו של קרבן התאונה נמצאו בין הזרוע הימנית לבין הצד הימני של חזהו וכן על גבו פצעי כוויות כתוצאה ממעבר זרם חשמלי. לפי מצבם של פצעי הכוויות נגרמה התאונה כאשר הרתך הכניס את מחזיק האלקטרוניות, שנמצא תחת מתח, בין הזרוע הימנית לבין הצד הימני של החזה. באותה עת הוא גם נגע בגבו בשטח גדול של דופן הדוד.

בגדי הרתך הנפגע היו ספוגים זיעה, ובשל כך, כאשר נגע בגבו בדפנות הדוד, עבר הזרם דרך גופו וגרם למותו.

הלקח

במקרה זה מובן מאליו, שלא היה די במשטח מבודד מתחת לרגליו של הרתך על-מנת למנוע את השפעת הזרם החשמלי, כי הזרם נכנס לגוף בין הזרוע הימנית לבין הצד הימני של החזה ויצא דרך הגב אל דפנות הדוד. צריך היה להשתמש גם ב"מגן מגע" נוסף לגב; ודי היה לשם כך במחצלת דקה מגומי או בחומר מבודד אחר.

- יש לחזור על כללי הבטיחות דלהלן וכן לזכור ולמלא אחריהם, כמובן:
- ★ בשעת הפסקה בעבודת הריתוך אסור להכניס את מחזיק אלקטרוניות, הנמצא תחת מתח, מתחת לבית השחי. יש להניח אותו על תמיכה מבודדת מתאימה.
- ★ בשעת ביצוע עבודות ריתוך חשמלי במקומות צרים (מיכלים, דוודים וכו') יש לוודא, נוסף למשטח מבודד מתחת לרגליו של הרתך, גם הגנה נגד מגע גוף האדם בדפנות, למשל כיסוי באמצעות מחצלת גומי.
- ★ במקומות צרים יש להשתמש רק ברתכות המותרות לשימוש בתנאים כאלה (פרטים בסעיף מיוחד בפרק 3).

תאונה קטלנית כתוצאה מפגם בידודו של כבל ריתוך

התאונה

רתך ביצע ריתוכים בדוד-קיטור באמצעות שנאי. משמרת הלילה מצאה את הרתך ללא רוח-חיים כשהוא שרוע על צינורות-הלהבה של הדוד.

ניתוח גופתו של הרתך הוכיח שמותו נגרם על-ידי הלם חשמלי. על גבו, ליד כתפו הימנית נמצא פצע-כוויה באורך כ-4 ס"מ שנגרם על-ידי פעולת זרם חשמלי.

בבגדי-העבודה ובכותונת של הרתך הנפגע לא נתגלו כל סימני כוויה. כפפות העור שלו היו ללא פגם. גם השנאי לא נפגע.

חקירת התאונה העלתה את הממצאים דלהלן: הנפגע נשען בברכיו על צינור-להבה אחד ובחזהו על צינור-להבה אחר. את כבל הריתוך (כבל הידית) הוא העביר בין רגליו אל גבו והניח אותו על כתפו הימנית. התברר, שבידוד הכבל היה פגום במקום שהונח על הכתף ופגיעת הבידוד תוקנה באמצעות סרט בידוד.

בהימצאו בתוך הדוד הזיע הרתך מאוד. הן בגדיו והן סרט הבידוד ספגו זיעה וכתוצאה מכך דלף זרם החשמל מהכבל אל גוף הרתך. כמו-כן, נקבע שמתח המעגל הפתוח של שנאי הריתוך היה 67 וולט, כלומר ערכו היה מעל המותר.

הלקח

חקר התאונה מלמד אותנו, שלא נשמרו כמה כללי בטיחות יסודיים לעבודות בדוודים או במיכלים ככלל ולעבודת ריתוך בהם בפרט. ואלה כללי הבטיחות:

- ★ לביצוע עבודות ריתוך חשמלי במקומות צרים או במיכלים מותר להשתמש רק בכלי ריתוך ללא כל פגם. אסור שבידוד הכבל יהיה פגום במקום כלשהו. תיקון ארעי של המקומות הפגומים באמצעות סרט בידוד אין בו די.
- ★ במקומות עבודה צרים, שיש בהם חלקי מתכת מוליכי חשמל, יש להשתמש במשטחים ובמחצלות מתאימים, כדי לבדד את הרתך מחלקי המתכת.
- ★ בחללים סגורים מותר להשתמש רק ברתכות מתאימות לביצוע העבודות, דהיינו: במערכות של זרם חילופין שמתח המעגל הפתוח שלהן לא יעלה על 42 וולט, או במערכות של זרם ישר.
- ★ אסור שאדם יעבוד בחלל סגור בלא שמשקיף ישגיח עליו מבחוץ, כדי להגיש לו עזרה במקרה הצורך. על אחת כמה וכמה אמור הדובר במשמרת לילה.

תאונה קשה לעוזר רתך בשל כבל ריתוך פגום

התאונה

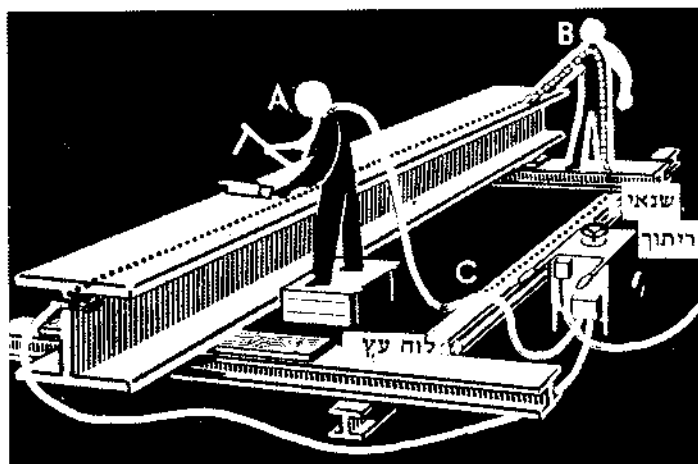
רתך השתמש בשנאי לצורך ביצוע עבודת ריתוך חשמלי. עוזרו עבד באותו זמן מצדו השני של הרתך. לפתע הניף העוזר את ידיו למעלה, נפל לאחור מהקורה התומכת ונשאר שוכב עם שבר בגולגולת.

חקירת התאונה העלתה את הממצאים דלהלן:

כבל הריתוך היה מונח באופן שהקטע הפגום שלו (וראה איור 35) נגע בקורת הברזל בנקודה C. העובד היה מבודד מקורות הברזל התומכות באמצעות לוחות עץ.

תנועותיו של הרתך A הביאו את הקטע הפגום של כבל הריתוך במגע עם קורת הברזל התומכת בנקודה C. המגע נוצר בכל פעם לזמן קצר בלבד. לכן קיבל עוזר הרתך B מזמן לזמן הלם חשמלי.

באחד המגעיים המקריים האלה של כבל הריתוך עם קורת הברזל התומכת נמצא העוזר במצב המומחש באיור 35, וזרם החשמל עבר במעגל המודגש בו. הפעם היה ההלם החשמלי כה חזק שהעוזר B איבד את הכרתו ונפל. הנפילה ניתקה את העוזר הנפגע מהמעגל החשמלי, אך היא גרמה לשברי בגולגולתו.



איור 35. כבל ריתוך פגום במקום C גרם להתחשמלותו של עוזר הריתוך ולשברי בגולגולת כתוצאה מנפילתו

הלקח

וזה הלקח הנובע מתאונה זאת:

- ★ לעבודות ריתוך חשמלי מותר להשתמש רק בכבלים שלמים, שאין בהם כל פגם.
- ★ את הפגמים בבידוד הכבל יש לתקן בקפידה ובצורה מקצועית.
- ★ אסור להשתמש בכבלי ריתוך שיש בהם פגם כלשהו או שתוקנו שלא כהלכה, כי בתנאים מסוימים עלולים להיפגע בהלם חשמלי אפילו עובדים (עוזרי הריתוך) שלא היו קשורים באופן ישיר לכבל הריתוך.
- ★ על כל פגם וליקוי שאותרו במכונות הריתוך ובאביזריהן יש להודיע מיד לממונה הישיר או למנהל העבודה, אפילו כאשר סבורים שהליקויים פעוטי-ערך, וזאת כדי לסלק אותם מיד או כדי להחליף את הציוד הפגום.
- ★ את מקומות החיבור של כבלי הריתוך יש לבדוד בצורה מקצועית ותקינה. מומלצים מצמדים מבודדים מיוחדים (ראה איור 36).



איור 36. מצמדים למקומות חיבור של כבלי ריתוך

נזק כבד בשל אי-הקפדה על אמצעי מיגון-אש

התאונה

בזמן שרתך ריתך בקומה השנייה של מבנה נפלו נתזים דרך פתח בריצפה אל הקומה הראשונה, לתוך קופסאות קרטון. צופה-אש לא היה נוכח במקום, ובמשך 15 דקות לא נודע לעובדים על פריצתה של האש. כאשר איתרו אותה כבר לא היה ככוחם לכבותה. הכבאים שהוזעקו לא יכלו להציל את הבניין, שקרס ונשרף. הנזק נאמד במליון וחצי דולר.

הלקח

יש להקפיד על קיום כל הוראות הבטיחות הקשורות להגנה בפני אש, וכיבויה. כאשר קיים חשש מפני שריפה כתוצאה מעבודת ריתוך, יש למנות צופה-אש שישגיח על הסביבה.

הצתה עקב מעבר חום

התאונה

רתכים ריתכו תומכות לצינור מילוי של מיכל, שהכיל 12,000 ליטר כוהל. חום שעבר דרך המתכת הצית את אדי הכוהל, והמיכל התפוצץ. הכוהל נשפך וסיכן מיכלים אחרים, שהכילו נוזל דליק, אולם קירורם המיידני על-ידי התזת מים מנע הצתת הנוזל בהם.

הלקח

- ★ אין לרתך צינורות ומיכלים ללא הרשאה מיוחדת מאדם המוסמך לכך.
- ★ עבודות ריתוך של צינורות ומיכלים יבצעו רק רתכים שעברו הכשרה מיוחדת לכך.
- ★ יש להכין את כל אמצעי כיבוי-האש כך שיופעלו מיד עם פרוץ שריפה.

ארגון מקום העבודה בריתוך

מקובל לסווג את מקומות העבודה בריתוך באופן הבא:

★ מחלקות ריתוך נפרדות;

★ נקודות ריתוך במסגריה;

★ נקודות ריתוך באתרי בנייה, הקמה וכו';

★ נקודות ריתוך לצורכי אחזקה.

בכל המקרים הללו יכולה נקודת הריתוך להיות נפרדת מסביבתה, כלומר בתא ריתוך בעל קירות המפרידים אותו מהסביבה ומגינים עליו מפניה (כפי שהם מגינים על הסביבה מפני ההשפעות המזיקות של הריתוך המתבצע בתוכו). אולם אפשר שלא תהיה הפרדה כזו.

בתא ריתוך יימצאו בדרך כלל הרתכת ואביזרי העזר שלה, כמות מסוימת של חומרי ריתוך, גלילי גז במידת הצורך, שולחן ריתוך, כיסא עבור הרתך, ארון לכלים ולציודו של הרתך, ומספר עובדים לריתוך.

מרבית תאי הריתוך בארץ צרי-מידות, כיוון שתוכננו בלא התחשבות בכל הפריטים שחייבים להימצא בהם, ולרוב נאלצים להשאיר מקצת הפריטים (הרתכת, גלילי גז, ארון הרתך וכו') מחוץ לתא.

כאשר הריתוך אינו מבוצע בתא נפרד, חובה להפריד את נקודת הריתוך מהסביבה באמצעות מחיצות ניידות אטומות או שקופות-למחצה (המסננות את הקרניים המזיקות שמקרינה הקשת).

עקב הסיכונים הנובעים מהמערכת החשמלית יש לוודא על-ידי חשמלאי מורשה תקינות מוחלטת של נקודות החיבור לרשת, כלומר בתי-תקע, מתגים, נתיכים וקווי החשמל המוליכים אליהם. כמו-כן יש לוודא יובש מוחלט בכל הסביבה הקרובה לנקודת הריתוך (עקב מוליכותם החשמלית של המים).

החשמלאי יחבר את תקע הרתכת אל בית-התקע ויפעיל אותה הפעלה ראשונית כדי לוודא שפעולתה תקינה לפני אישור הפעלה לעבודה.

כל חומר דליק יסולק מאיזור נקודת הריתוך (ראה פרק 3, סעיף מניעת סיכוני אש).

אם הריתוך מבוצע בשיטה המחייבת שימוש בגז מגן יהודק גליל הגז, וכן הגלילים ווסתי הלחץ יורכבו על גלילי הגז רק לאחר שהגלילים הודקו היטב במקומם. פתיחה קצרה של שסתום הגליל באה לוודא הימצאות גז בגליל ולנקות

את המעברים שלו. יש לוודא, שלא יימצא איש במרחב אליו פורץ הגז מהשסתום בעת ביצוע בדיקה זו. יש לוודא שהווסת לא יפריע לתנועת אנשים וציוד, ואם הוא אכן עלול להפריע ולספוג חבטה, יש להפנות את הגליל לכיוון שבו אינו מפריע.

כבלים למיניהם, צינורות גז וצינורות אחרים, כלי עבודה, עובדים וחלקים מרותכים יונחו כך, שלא יפריעו לתנועה מכל סוג שהוא (אנשים, עגלות, מלגוזות, מנופים ועגורנים וכל הנישא על ידם).

נקודות ריתוך לצורכי אחזקה עשויות להימצא במקומות חריגים, על גבי סולם או פיגוס, בתוך מערכת סבוכה של צינורות, בתוך מיכלים, מתחת לכלי רכב וכדומה. במקרים כאלה יש לתת היטב את הדעת לא רק על הבטיחות בריתוך, לאור האמור בפרקים הקודמים, אלא גם על נושאי בטיחות שונים ומגוונים אחרים (נפילה, עבודה באווירה מזיקה, מניעת תנועה של כלי-רכב וכו').

יקצר המצע מלדון בכולם בפרק זה, ועל העוסקים בריתוך-אחזקה מוטלת החובה לבחון היטב את המצב, להתעדכן בנושאים השייכים למקרה הספציפי שלהם ולכתוב הוראות בטיחות מתאימות.

ריכוז הוראות בטיחות ועבודה נכונה בריתוך ובחיתוך בקשת חשמלית

מקורות הסיכון בריתוך, בהתאם לסוגו.

- ★ המתכת הבסיסית המרותכת.
- ★ ציפוי המתכת (כאשר המתכת צבועה או מצופה בחומר מסוים).
- ★ אלקטרודת הריתוך.
- ★ ציפוי האלקטרודה - הציפוי כולל חומרים אורגניים, היוצרים תוצרי פירוק בחום.
- ★ חומרי שטף (Flux).
- ★ גזים באוויר סביב איזור הריתוך.

גורמי הסיכון הכימיים הנובעים מריתוך:

- ★ נדפי מתכת - מופיעים בעיקר כתחמוצות. בפלדה רגילה - תחמוצות ברזל ומנגן; ובפלדה אל חלד - כרום וניקל.
- ★ אפשר להבחין גם בנדפי עופרת, טיטניום קדמיום, בריליום, אבץ, נחושת, קובלט.
- ★ גזים - כמו תחמוצות חנקן NO_2 , פחמן דו-חמצני, פחמן חד-חמצני, אוזון.
- ★ תחמוצות ומלחים - כמו צורן דו-חמצני ופלורידים ואפילו בריכוזים משמעותיים. כמו-כן קרבונטים, סיליקטים, הידרוקסידים.
- ★ תוצרי פירוק תרמי כמו אלדהידים, חומצות (חומצת מלח למשל).
- ★ בעקרון יש לוודא מהם החומרים העלולים לשתחרר מהריתוך הספציפי - להכיר את תכונותיהם וסיכוניהם ואמצעי הבטיחות הנדרשים (פרוט בגליונות בטיחות - והדרישות בתקנות הספציפיות).

גורמי סיכון אחרים:

- ★ קרינה על סגולה ותת-אדומה.
- ★ כוויות ממגע במתכת חמה או בגיצים.
- ★ הלם חשמלי.
- ★ שריפה.
- ★ טיפול בכלים ובחומרים העלול לגרום לתאונות עבודה.
- ★ רעש.

לפני הריתוך

- ★ ודא על-ידי חשמלאי מורשה שמערכת החשמל והרתכת תקינות.
- ★ ודא שנקודת הריתוך מאורגנת ומסודרת כיאות.

- ★ ודא שציוד הבטיחות האישי מתאים לעבודת הריתוך אותה הנך עומד לבצע.
- ★ ודא הימצאותו ותקינותו של ציוד בטיחות אחר לפי הצורך.
- ★ הוראות בטיחות כתובות והרשאות עבודה בכתב הן "ציוד בטיחות". ודא קיומן, ואם אינן מצויות דרוש אותן. ודא שכל האמור בהן ברור לך וקיים פיזית בשטח.

במהלך הריתוך

- ★ ודא שהינך נוהג בהתאם לכללים החלים על שיטת הריתוך שהינך משתמש בה ובהתאם לכללים המיוחדים החלים על ביצוע עבודות במקומות מיוחדים. זכור בכל עת, שהנך מסכן לא רק את עצמך אלא גם אחרים.
- ★ ודא שאין כל אפשרות שאדם אחר ייפגע כתוצאה מהתקרבותו לנקודת הריתוך שבה הנך עובד.
- ★ אין לאפשר מגע גופים הנמצאים תחת מתח בעור או בביגוד רטוב.
- ★ יש לבדוד את גוף הרתך מפני גופים נושאי מתח, במיוחד בעת שכיבה או ישיבה עליהם, באמצעות שטיחים מבודדים.
- ★ יש לשמור תקינותם של כבלים, מחזיקי אלקטרודות, וצבתיות עובד.
- ★ אין לטבול מחזיק אלקטרודות במים לשם קירור.
- ★ בעת ריתוך על גבי פיגום, סולם וכ"י, יש לספק אמצעי בטיחות מפני נפילה. אסור ללפף כבלים סביב הגוף.
- ★ יש להגן על הגוף מפני נתזים באמצעות ביגוד מתאים, לרבות משקפי מגן.
- ★ יש להשתמש במשקפיים בעלי זכוכית כהה מותאמת לעוצמת זרם הריתוך.
- ★ יש לחבר את צבתית העובד קרוב ככל שניתן למקום הריתוך, על-מנת למנוע מזרם הריתוך מלזרום דרך שרשראות וכבלי הרמה העלולים להיפגע כתוצאה מכך.
- ★ יש להשתמש באיזורור טבעי או מאולץ בהתאם לצורך.
- ★ אין לרתך באיזור שמגיעים אליו אדים של מתקני ניקוי או של מתקנים אחרים הפועלים בטריכלורואתילן או בטרהוכלורואתילן.
- ★ אין לרתך מיכלים שהכילו חומרים דליקים או נפיצים, אלא לאחר שנוקו היטב ואושרו לעבודת ריתוך.

עם גמר הריתוך

- ★ סלק כל חלק חם, נקה השטח, סגור גלילי גז, הפסק אספקת חשמל לרתכת.
- ★ ודא שלא הועפו גיצים בשעת העבודה למקום נסתר כלשהו, פן יגרמו שם להתלקחות. ביחוד חשובה בדיקה כזאת במקום עבודה שאינו קבוע.
- ★ חצי שעה אחרי גמר העבודה יש לבדוק אם אין קיימת סכנת התלקחות בסביבת המקום אשר בוצעו בו עבודות ריתוך.

המוסד לבטיחות ולגיהות

ההנהלה, מחלקת מנגנון, מחלקת כספים

תל-אביב, רחוב מוא"ה 22, ת.ד. 1122, מיקוד 61010,
טל' 3-2-03)6297311, (03)5287406, פקסי (03)5252448

מחלקת הנדסה, מחלקת גיהות

תל-אביב, רחוב מוא"ה 22, ת.ד. 1122, מיקוד 61010,
טל' 3-2-03)6297311, (03)6299331, פקסי (03)6299331

מרכז מידע

תל-אביב, רחוב מוא"ה 22, ת.ד. 1122, מיקוד 61010,
טל' 3-2-03)6297311, (03)6297311, פקסי (03)6299331

מחלקת הדרכה

בת-ים, מגדלי הים התיכון, רח' הים 2,
טל' 5553071, 5553070, (03)5553003, פקסי (03)6593449

מחלקת הוצאה לאור

תל-אביב, רח' סלומון 7, ת.ד. 1122, מיקוד 61010,
טל' 8-03)6875037, (03)6875038, פקסי (03)6875038

ענף הפצה

תל-אביב, רח' סלומון 7, ת.ד. 1122, מיקוד 61010,
טל' 03)6874933, (03)6875038, פקסי (03)6875038

יחידה לפיתוח ויישום פרויקטים

תל-אביב, רח' סלומון 7, ת.ד. 1122, מיקוד 61010,
טל' 03)6876382, (03)6875038, פקסי (03)6875038

סניפי המוסד

ירושלים: רח' דרך בית לחם 118/ב', ת.ד. 2282, מיקוד 91022
טל' 6732880, (02)6723110, פקסי (02)6732880
תל-אביב: רח' סלומון 7, ת.ד. 1122, מיקוד 61010
טל' 6883626, 5377497, (03)6873623, פקסי (03)5372144
חיפה: דרך העצמאות 60, ת.ד. 616, מיקוד 31006
טל' 8669062, 8672077, 8671482-3, (04)8645586, פקסי (04)8671482
באר-שבע: רח' קרן היסוד 21/29, ת.ד. 637, מיקוד 84105
טל' 6276389, (07)6275129, פקסי (07)6275129