



נוהג טוב בביצוע תהליכי עבודה

טיפול שטח - שריפה - 246 Flame Cleaning

עדכון אחרון: אוקטובר 2018

תוכן עניינים

1.....	מבוא
2.....	הגדרה
2.....	שלבים עיקריים בתהליך
3.....	סיכונים בטיחותיים
3.....	התפוצצות
5.....	סיכוני אש
5.....	מגע עם עצמים חמים
6.....	גורמי סיכון גהותיים
6.....	גורמי סיכון פיסיקליים
6.....	קרינה
6.....	עומס חום
7.....	חשיפה לרעש מזיק
7.....	חשיפה לחומרים כימיים (נדפים וגזים)
8.....	מניעת מפגעים (נוהג טוב)
8.....	ביבליוגרפיה

מבוא

הכנת השטח לפני ציפוי כלשהו הינו טיפול חיוני בשלב הראשון של הציפוי. איכות ההכנה נחשבת כגורם החשוב ביותר בהצלחה של הציפוי, כמו, למשל, הגנה בפני קורוזיה.

בהכנת שטח ישנן שתי מטרות: סילוק סיגים, חלודה ומזהמים כמו שאריות צבע או ציפויים קודמים, כתמי שמן, חלקיקים וזיהומים אחרים, משטח הפנים המיועד לציפוי וגם מתן תכונות של הידבקות טובה יותר לשטח הפנים.

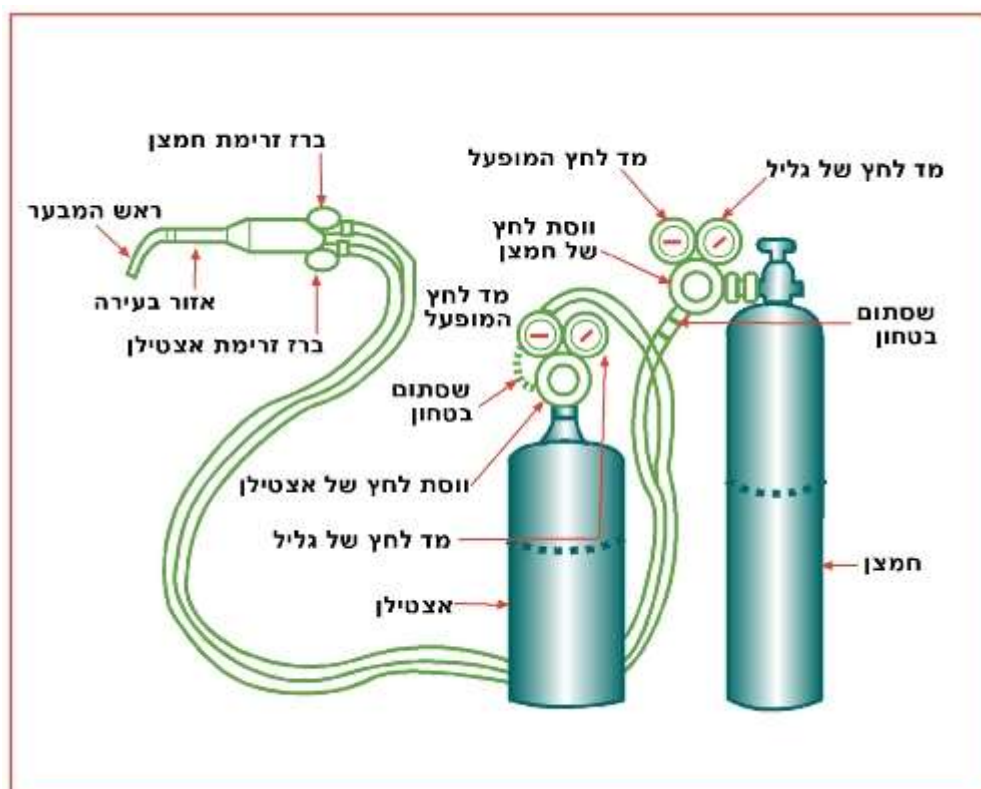
אחת השיטות להכנת השטח הינה טיפול השטח באמצעות להבה – שריפה (flame cleaning, flame gouging, flame treatment). בשיטה זאת ניתן להשתמש להכנת שטח מתכתי, קרמיקה, פלסטיק ובטון.

טיפול שטח באמצעות שריפה הינו סילוק סיג, חלודה וזיהומים שונים משטח הפנים של המוצר/החלק ע"י שריפתם ושיפור תכונות הידבקות של שטח הפנים על ידי שימוש בלהבה.

שלבים עיקריים בתהליך

בטיפול שטח על ידי שריפה משתמשים שתערובת של גז דליק עם חמצן או אוויר. הגז הוא אצטילן (acetylene) או גז אחר כמו פרופן (propane), מתאן (methane), מימן (hydrogen) ופרופילן (propylene).

באיור הבא מוצגת מערכת לטיפול שטח כאשר חום מתקבל כתוצאה משריפת חמצן עם אצטילן. להלן איור המערכת חימום בשיטת הלהבה. המערכת מכילה שני בלוני גז, חמצן ואצטילן. שני הגזים תערבבים כאשר מגיעים לאזור הבהירה.



להלן דוגמאות להמחשת שימוש בלהבה בטיפול שטח מסוגים שונים.



טיפול שטח פלסטיק באמצעות להבה.
המקור: Plasma and Flame Surface Treating. Demonstration Video for Adhesive Applications.

<https://www.youtube.com/watch?v=BHVS-BUVsI4>



טיפול שטח מתכתי – שריפה. המקור: IBEDA GmbH & Co. KG. Heating-burners-for-flame-cleaning.

<https://www.ibeda.com/en/autogenous-engineering/methods-and-characteristics/heating-burners-for-flame-cleaning>



ניקוי כתמי שמן על בטון באמצעות להבה. המקור: Carquestions. Weed Torch Gets Rid of Oil Stains On Cement Like Magic.

<https://www.youtube.com/watch?v=R98ySMVIQ6Q>

תוך טיפול במתכת, לאחר סיום תהליך שריפה, יש צורך לנקות את שאריות סיגים, חלודה וחלקים שנשרפו מהשטח של מתכת. מבצעים את הניקוי המכני באמצעות מברשת או סמרטוט.

סיכונים בטיחותיים

התפוצצות

זיהוי:

קיימת סכנה של פיצוץ בעקבות טיפול לא נאות בגלילי הגז.

בקרה:

- א. יש לסמן גלילים מיטלטלים לגזים בהתאם לתקן ישראלי 712 חלק 7 [1].
- ב. יש להרחיק את החמצן (הגליל, החיבורים, הצנרת וכו') מחומרים כגון שמן, גריז וחומרים דליקים ונפצים אחרים. אין לבצע עבודות בציוד החמצן עם ידיים או כפפות מלוכלכות בשמן.
- ג. אין להשתמש בחמצן כתחליף לאוויר דחוס. אין להשתמש בחמצן בכלים פנאומטיים, או לניקוי צנרת ואבק וכדו'.
- ד. חל איסור על שימוש בגלילי חמצן, ציוד וצנרת לחילופין עם גז אחר.
- ה. אין לערבב את החמצן וגזים דליקים לפני הצריכה, למעט במבער עצמו. זאת על מנת למנוע הצטברות תערובות נפיצות.
- ו. כל הציוד המשמש ליצירת להבה חייב לעמוד בדרישות התקן הישראלי 1858 חלק ב' [2].
- ז. לאחר התקנת הציוד ולפני הדלקת המבער, יש לבדוק את החיבורים לאיתור נזילות. קיימות תמיסות מיוחדות נטולות שמן וחומרים דליקים אחרים לאיתור נזילות המתאימות לחיבורי צנרת חמצן בהתאם לתקן ישראלי 712 [3]. יש לחזור על הבדיקות תקופתית ולאחר שימושים חריגים ואינטנסיביים בצנרת.
- ח. לפני הדלקת המבער בפעם הראשונה בכל יום עבודה, כל צינור במערכת חייב לעבור טיהור בנפרד. אין לבצע את הטיהור במקום סגור וליד מקורות הצתה. כמו כן, טיהור כזה יש לבצע גם אחרי החלפת גליל גז.
- ט. הדלקת המבער צריכה להתבצע עם מצת ייעודי כדוגמת מצת חיכוך. אין להשתמש במצת סיגריות, גפרורים או קשת ריתוך למטרה זו. יש להגן בנוהל את פעולת ההדלקה של המבער.
- י. בהפסקות עבודה (הפסקת אוכל ובלילה) יש לסגור את ברז המבער וכן לנתק את אספקת הגז. נקודת הניתוק צריכה להימצא מחוץ לאזור העבודה, במקרה של חלל עבודה סגור.
- יא. צבע הצנרת המובילה גז צריך להיות לפי תקן 712.
- יב. האחסנה, השימוש והטיפול בגלילי הגז יש לבצע בהתאם ל-NFPA 55 [4].
- יג. הפרדת גלילי גז המכילים גזים העלולים להגיב ביניהם תבוצע בהתאם לתקן NFPA 55.
- יד. יש לאסור עישון וביצוע עבודות עם אש גלויה ליד גלילי הגז.
- טו. יש למקם את הגלילים בצורה אנכית, כשהם קשורים בחבקים או סוללה. גלילים שלא בשימוש יש לסגור עם פקק ביטחון. אמצעים אלה ימנעו נפילה ופגיעה בשסתום, דבר שעלול לגרום לפיצוץ המכל ו/או העפת השסתום בעוצמה.
- טז. יש לפעול לפי הנחיות תקן ישראלי 211 עוסק במחוללי אצטילן שנועדו להספקת אצטילן לצרכים טכניים כגון טיפול שטח באמצעות להבה [5].
- יז. מאחר וגלילי גז האצטילן בנויים ללחץ בטווח בטמפרטורה של עד 35 מעלות צלזיוס, יש למקמם כך שקרני השמש לא יפגעו בהם ויגרמו לחימום הגז ועליית הלחץ.
- יח. מערכות החשמל בסמוך לאזור אחסון גלילי הגז צריכות להיות מוגנות מפני פיצוץ.
- יט. אצטילן יוצר תרכובות פציצות במגע עם נחושת, כסף או כספית. נתון זה חשוב במיוחד לבחינת סוג הצנרת המתאים. בנוסף, מגע של פלואור או כלור עם אצטילן יוצר תרכובות שעלולות להתפוצץ בחשיפה לאור השמש.
- כ. יש להתקין בולם להבה.
- כא. יש לשלט את גלילי הגז לפי תקן 712.

- כב. אחסנת גלילי הגז תהיה כך שלא ייחשפו לסיכוני פגיעה פיזית, התחממות, הרחק ממעליות, מדרגות ומעברים ומסיכון של נפילת חפצים עליהם.
- כג. באחסנה, גלילי חמצן צריכים להיות מרוחקים מנוזלים דליקים ומתלקחים ומחומרים ניצתים בקלות כגון עץ, נייר, חומרי אריזה, שמן, גריז וכו'. מרחק ההפרדה צריך להיות לפחות 6.1 מטר, או לחילופין ההפרדה תהיה באמצעות קיר הפרדה בגובה של 1.6 מטר לפחות בעל עמידות אש של לפחות חצי שעה בהתאם לתקנים האמריקנים OSHA 1926.350 ו-ANSI Z49.1 [7,6].
- כד. יש להפריד באחסנה בין אזור אחסון גלילי גזים מלאים לריקים.
- כה. מומלץ לסגור את ברז מיכל הגז כל אימת שמסיימים עבודת עם להבה. יש להתייחס להוראות המופיעות בת"י 637: גלילים לגזים: שסתומים.

סיכוני אש

זיהוי:

עבודה בטיפול שטח באמצעות להבה תוך כדי שימוש או בסמוך לחומרים דליקים עלולה לגרום להתלקחות, במיוחד כשמדובר בחומרים דליקים בעלי נקודת הבזקה נמוכה מטמפרטורת החדר וכן במצבים בהם מבצעים שימוש בלהבה (אש פתוח) בסמוך לתהליכי ייצור או שימוש בחומרים דליקים. חלקיקים חמים עלולים להגיע לחומרים הדליקים ולגרום לפרוץ שריפה.

בקרה:

- א. עבודה לפי נוהל "בטיחות בעבודות חמות" המבטיח נקיטת אמצעי הגנה וזהירות למניעת היווצרות מצב בו תתאפשר התלקחות של חומרים דליקים במהלך בצוע תהליך טיפול שטח באמצעות להבה. נוהל זה יכלול התייחסות לאמצעי זהירות ומגן שיש לנקוט לפני התהליך.
- ב. דוגמא לנוהל עבודות חמות ניתן למצוא בתקן ישראלי 4348: מניעת שריפות בעת ריתוך, חיתוך ועבודות אחרות בחום וב-NFPA 51B [9,8].
- לדוגמא: הרחקת חומרים דליקים שלא בשימוש מהאזור, בדיקה באמצעות גלאים ניידים שלא קיימת אווירה נפיצה באזור המיועד לשימוש בלהבה, מיקום אמצעי כיבוי אש לרבות מטפים, צינורות כיבוי ומזנק, הרחקת גלילי גז מהאזור וכיוצא בזה.
- ג. בנוסף יש צורך בהצבת צופי אש לזיהוי מיקום נפילת הגיצים. במידה והוחלט שלא להעמיד צופה אש, יש צורך בבדיקה סופית לאחר ביצוע העבודות עם להבה על ידי ממונה העבודה. הביקורת צריכה להיעשות כשעה לאחר סיום פעולת עם להבה. יש לשקול ביצוע ביקורות נוספות במקרים ובהם יש חשש לבעירה נסתרת. צופי אש צריכים לעבור הכשרה בנוגע להליך הדיווח ונוהל חירום.
- ד. כל הפתחים ברצפה וביקורות ברדיוס של 11 מטר ממקום העבודה עם להבה, העלולים לחשוף אזורים סמוכים (שמכילים חומרים דליקים) ע"י מעבר הגצים דרכם, צריכים להיות מכוסים, על מנת למנוע מגצים להגיע לאזורים אחרים בעל פוטנציאל דליקות.
- ה. אמצעי כיבוי אש חייבים להיות ממוקמים בסמוך לאזור העבודה עם להבה.

מגע עם עצמים חמים

זיהוי:

העובד עלול להיפגע בכוויות כתוצאה ממגע עם מתכת חמה.

בקרה:

- א. חובה להשתמש בביגוד בעל שרוולים ארוכים, מכנסיים ארוכים, כפפות, משקפיים וקובע מגן. הביגוד יהיה מסוג כזה שיוריד למינימום את פוטנציאל ההצתה, הבעירה, לכידת גיצים והתחשמלות בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז-1997.
- ב. במידה ויש סיכון שעובדים אחרים יבואו במגע עם החלקים החמים, יש לשלם בשלט אזהרה.
- ג. יש להפריד את אזור העבודה עם להבה משאר אזורי העבודה, על מנת למנוע לבטח מגע של עובדים לא מורשים בחלקים חמים.

גורמי סיכון גהותיים

גורמי סיכון פיסיקליים

קרינה

זיהוי:

להבה הינה מקור לקרינה תת-אדומה (Infrared).

בקרה:

- א. בעת ביצוע עבודות עם להבה חובה להשתמש בבגדי עבודה מתאימים (שרוול ארוך ומכנסיים ארוכים) ואמצעי מיגון אישיים - משקפי מגן נגד קרינה. מספר הכחות של העדשות/זכוכיות המגנות על העיניים נקבע על פי דרגת ההיחלשות הנראית לעין [10]. מספר הכחות מציין את כמות האור הניתנת למעבר דרך העדשות כך שככל שהמספר נמוך יותר, כך העדשה מסננת פחות אור הנפלט מן הקרינות השונות [11].
- ב. למניעת פגיעה בעובדים ובעוברי אורח בסמוך לעמדות עבודה עם להבה, מומלץ לבודד את אזור העבודה על ידי מחיצות קבועות או ניידות העשויות מחומרים בלתי בעירים ובלתי מתלקחים בהתאם לתקן ישראלי 5093.

עומס חום

זיהוי:

במהלך ביצוע עבודות עם להבה עולה טמפרטורת הסביבה באזור העבודה. עליית טמפרטורה זו במיוחד בתנאי אקלים חם ולח, עלולה להוביל להגברת עומס החום על העובד המבצע את התהליך וכן על עובדים בסביבת עבודתו.

בקרה:

- א. מומלץ לבצע עבודות עם להבה באזור מאוורר וממוזג.
- ב. הקפדה על שתייה מרובה על ידי העובדים.
- ג. מומלץ לבצע את העבודה עם להבה תוך הגדרת פרקי זמן המיועדים למנוחה שיתבצעו באזור מאוורר בנפרד מאזור ביצוע התהליך.

חשיפה לרעש מזיק

זיהוי:

רעש הנו כל צליל בלתי רצוי.

הרעש המזיק הנו רעש בעל יכולת לגרום לפגיעה בשמיעה.

לפי תקנות בטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד-1984, הרעש שמפלסו המשוקלל על פני הזמן עולה על 85 dB(A) לחשיפה במשך 8 שעות הינו רעש מזיק.

בקרה:

- א. יש להקפיד על שימוש בציוד מגן אישי להפחתת החשיפה לרעש (לרבות אוזניות, אטמים) בהתאם לתוצאות ניטור הרעש [12].
- ב. הקפדה על בצוע תהליכים רועשים בסביבה בה נמצא מספר מינימלי של עובדים, אשר אינם נחוצים לצורך ביצוע התהליך (תזמון תהליכים).
- ג. שילוט אזור העבודה כאזור מרעיש וכן החובה בשימוש בציוד מגן אישי (בהתאם לתוצאות ניטור הרעש).
- ד. בצוע הדרכות לגבי היבטי הסיכונים בחשיפה לרעש.

חשיפה לחומרים כימיים (נדפים וגזים)

זיהוי:

הרכב החומרים שנפלטים באוויר בתהליך טיפול שטח בלהבה תלוי בהרכב החומרים של בהם מצופה/צבוע את החלק המחומם. ביניהם חומרים פולימריים ומתכות שנמצאים בצבעים. בצבעים ישנים לעיתים נמצאים כרום ועופרת אנאורגנית.

הגזים שמשחררים בתהליך זה הם תחמוצות פחמן ותחמוצות חנקן.

הערכה:

הריכוזים המרביים המותרים לחומרים כימיים בסביבת העבודה הוגדרו בתקנות הבטיחות בעבודה ובחבורת ערכים מרביים מותרים של ACGIH [14,13].

בקרה :

- א. יש לבצע תהליכי טיפול שטח באמצעות להבה במקום מאורר היטב.
- ב. מומלץ לצייד עמדות טיפול שטח קבועות באורור מאולץ מסוג יניקה מקומית. פתחי היניקה חייבים להיות ממוקמים במקומות שאינם עולים על גובה פניו של העובד, על מנת לא לגרום לתנועת חומרים נפלטים דרך אזור נשימתו של העובד.
- ג. בעמדות העבודה בהן קיימת חשש לחשיפה לחומרים מזיקים חובה לבצע ניטור סביבתי על ידי בודקים מוסמכים בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים), תשע"א – 2011.
- ד. במידה ותוצאות הניטור הסביבתי מצביעות על ערכי חשיפה הגבוהים מרמת הפעולה, יש לארגן מעקב רפואי אחרי העובדים בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה המתאימות.
- ה. על מנת למנוע חשיפת העובדים שלא עוסקים ישירות בעבודות טיפול שטח באמצעות להבה מומלץ לארגן עמדות העבודה בשטח מופרד.

ניהול היבטי הבטיחות והגהות תהליך טיפול שטח - שריפה מומלץ לבצע תוך הקפדה על התנאים הבאים:

1. כללי

- א. הדרכה לעובדים אחת לשנה לפחות, על ידי מדריך אשר אושר לכך ע"י מנהל המפעל (בעלים). ניהול פנקס הדרכה לרבות תיעוד מועד ההדרכה, המדריך והחומר הנלמד. עם כניסתו של עובד חדש או שינוי בתהליך העבודה או שינוי בעמדת העבודה של העובד יש לדאוג לביצוע הדרכה ביחס לסיכונים בעבודות טיפול שטח מכני, אמצעי הפחתת סיכונים לרבות אמצעי מיגון אישי, התנהגות בעת אירוע חריג לרבות תאונה וכמעט תאונה [תקנות הדרכת עובדים].
- ב. שילוט הסיכונים באזור העבודה, לרבות סיכונים גהותיים ובטיחותיים. שילוט בדבר הצורך בשימוש בציוד מגן אישי. שילוט בדבר איסור אכילה, שתיה ועישון כולל אחסון מוצרי מזון.
- ג. הגדרת שיטה (נוהל בכתב) להעברת מידע לגבי מפגעי בטיחות וגהות בתהליך העבודה, באמצעות הנהלת המפעל. העברת מידע מהעובדים להנהלה, באמצעות דיווח על מפגעי בטיחות וגהות, כמעט תאונות או תאונת עבודה.

2. פגיעה מכנית

- א. הימנעות מלבישת בגדים רופפים והימנעות מענידת תכשיטים.
- ב. שימוש בביגוד בעל שרוולים ארוכים, מכנסיים ארוכים.
- ג. הרכבת משקפי מגן.

3. סיכוני פגיעה מחשמל

- א. שימוש בציוד חשמלי תקני, תקין ובדוק.
- ב. בדיקה תקופתית של הציוד החשמלי.

4. חשיפה לחומרים כימיים

- א. ביצוע תהליכים באופן סגור ואוטומטי.
- ב. ציוד עמדות העבודה באוויר מאולץ מסוג יניקה מקומית.
- ג. ביצוע בדיקה תקופתית של יעילות המערכות ליניקה מקומית.
- ד. ביצוע ניטור סביבתי לחומרים כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה.
- ה. ביצוע מעקב רפואי ונטור ביולוגי באמצעות מרפאות תעסוקתיות בהתאם לנדרש בתקנות.
 - ו. שימוש במסכה עם מסנן ייעודי להגנה נשימתית.
 - ז. הימנעות משימוש באוויר דחוס כדי לנקות ביגוד וחלקי מכשור מאבק.
 - ח. הכרת הסיכונים בגיליונות בטיחות לחומרים הנמצאים בשימוש בתהליכי העבודה.
 - ט. הסרת בגדי עבודה במקום עבודה, כיבוסם באופן מרוכז על ידי מקום העבודה.

-
1. תקן ישראלי 712 חלק 7: גלילים מיטלטלים לגזים: סימני זיהוי לגזים תעשייתיים, 1985.
<<http://www.sii.org.il/standard.nsf/Standards/1007120700?OpenDocument>>
 2. תקן ישראלי 1858 חלק ב': ציוד ריתוך- אביזרי בטיחות: אביזרים ללא כליא להבה (בולם להבה חוזרת), מכון התקנים הישראלי, 2004.
<<http://www.sii.org.il/standard.nsf/Standards/1018580200?OpenDocument>>
 3. תקן ישראלי 712: גלילים מיטלטלים לגזים, מכון התקנים הישראלי, 1968.
<<http://www.sii.org.il/standard.nsf/Standards/1007120000?OpenDocument>>
 4. NFPA 55: Standards for storage, use, and handling for compressed gases and cryogenic fluids in portable and stationary containers, cylinders, and tanks, National Fire Protection Association, 2002.
><http://www.nfpa.org/assets/files/PDF/ROP/55-03-rop.pdf><
 5. תקן ישראלי 211: מחוללי אצטילן, מכון התקנים הישראלי, 1961.
<<http://www.sii.org.il/standard.nsf/Standards/1002110000?OpenDocument>>
 6. ANSI Z49.1: Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes, American National Standard Institute, 2005. http://www.aws.org/w/s/survey/standard.html?survey_start=z49_reqpdf <
 7. Occupational Safety and Health Administration, Gas Welding and cutting- 1926.350.
< http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=10696&p_table=STANDARDS >
 8. תקן ישראלי 4348: מניעת שריפות בעת ריתוך, חיתוך ועבודות אחרות בחום, מכון התקנים הישראלי, 2004.
<<http://www.sii.org.il/standard.nsf/Standards/1043480000?OpenDocument>>
 9. NFPA 51B: Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work, National Fire Protection Association, 2003.
<<http://webstore.ansi.org/ansidocstore/product.asp?sku=51B03PDF>>
 10. Sliney, D.H.: Light and Infrared Radiation, Encyclopedia of Occupational Work. <http://www.ilo.org/encyclopedia/?d&nd=857100220&prevDoc=857000271>
 11. The Welding Institute, Job knowledge for welders 29: Health, safety and accident prevention- arc welding <http://www.twi.co.uk/j32k/protected/band_3/jk29.html >
 12. תקנות הבטיחות (ציוד מגן אישי), התשנ"ז – 1997.
 13. תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים במתכות מסוימות), התשנ"ג – 1993.
 14. 2018 TLVs® and BEIs®. Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical and Physical Agents & Biological Exposure Indices. ACGIH® Worldwide Signature Publication.