



## תהליך ריתוך להבה (416) Gas Welding

מעודכן: פברואר 2016

### תוכן עניינים

.....

1.....	הגדרה:
1.....	משימות עיקריות בתהליך ריתוך להבה
2.....	ריתוך עם אצטילן
4.....	עבודות גימור
4.....	גורמי סיכון עיקריים תהליך ריתוך להבה
4.....	גורמי סיכון בטיחותיים
4.....	פיזור סיגים (שלקה)
5.....	התפוצצות
7.....	סיכוני אש
8.....	מגע עם עצמים חמים
9.....	גורמי סיכון גהותיים
9.....	גורמי סיכון פיסיקליים
9.....	קרינה
10.....	עומס חום
10.....	חשיפה לרעש מזיק
11.....	חשיפה לחומרים כימיים (נדפים וגזים)
12.....	גורמי סיכון פיזיולוגיים (היבטים ארגונומיים)
15.....	מניעת מפגעים (נוהג טוב)
17.....	ביבליוגרפיה

### הגדרה:

ריתוך להבה - חיבור חלקים מתכתיים בלהבה הנוצרת מהצתת תערובת דלק גזי (אצטילן, פרופאן, בוטאן) וחמצן [1].

### משימות עיקריות בתהליך ריתוך להבה

א. הכנת עמדת עבודה

- ארגון עמדת העבודה לרבות פינוי האזור מחומרים דליקים, הקצאת שטח עבודה נקי, יבש, מואר ומאוורר.
  - הבאת חלקים: חומרים, ציוד מגן אישי, ציוד ספציפי נחוץ (למשל ביצוע ריתוך במקום מוקף מצריך קיומם של מערכת לאספקת אוויר לרתך ומערכת יניקת אוויר מן המקום המוקף). תהליך הבאת האמצעים יבוצע לעיתים תוך שימוש באביזרי הרמה או שינוע.
- (עין בתהליך עזר "שינוע" מספר 444 ותקנות הבטיחות בעבודה הרלוונטיות).

### ב. הכנת חלקים (עובדים) לריתוך

הכנת החלקים כוללת בדרך כלל ניקוי האזור המיועד לריתוך על ידי הסרת שמנים ולעתים על ידי השחזה זויתית. עיין תהליכים ("השחזה") "עיבוד אברזיבי יבש" מספר 357 ו"הסרת שומנים" מספר 183.

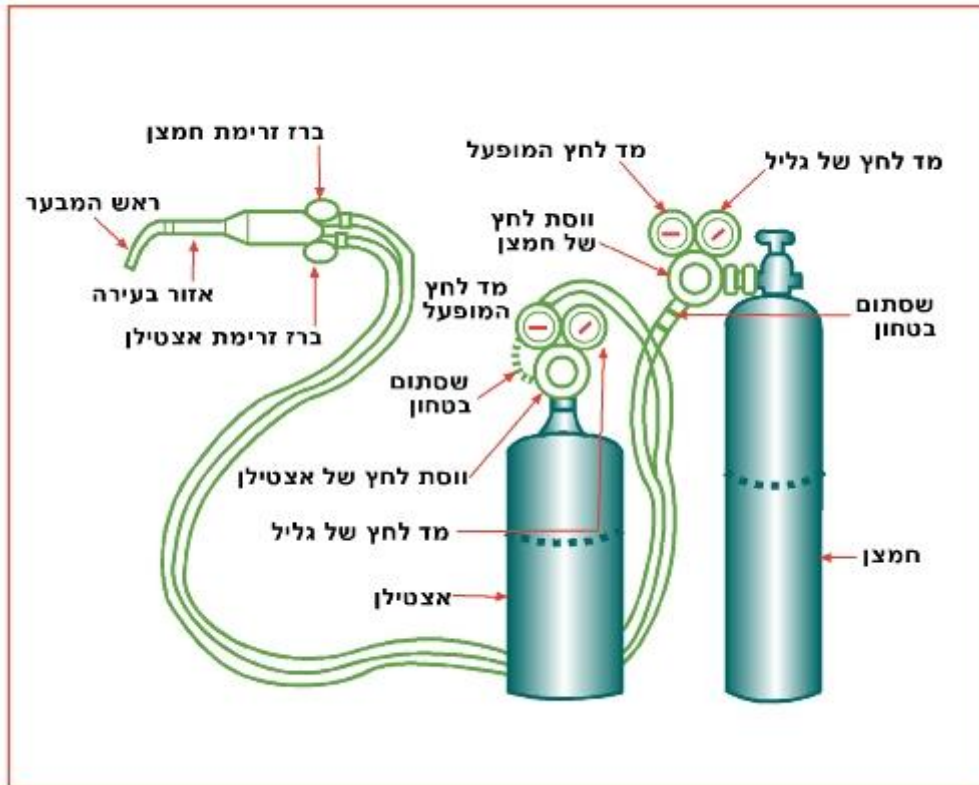
### ג. תיאור תהליך ריתוך להבה

בתהליך זה חום ההתכה מתקבל מבעירת תערובת של חמצן וגז דליק כדוגמת אצטילן, מתילאצטילן-פרופאדיאן (MAPP), פרופאן-בוטאן ומימן. הלהבה מתיכה את מתכת הבסיס ואת חומר המילוי תוך כדי הצמדת מוט של חומר המילוי לנקודת החיבור [2]. הסיכונים בריתוך מסוג זה שונים בחלקם עקב שינוי במקור אנרגיית הצתה (להבה במקום קשת חשמלית).

חומר המילוי הוא בדרך כלל עשוי מאותו סוג מתכת של מתכת הבסיס. בתהליך זה מבוצע שימוש בפלאקס בברזל יציקה, בסגסוגות פלדה ובעבודות אל-ברזליות כדי להסיר תחמוצות או לעודד את היתוך המתכות. פלאקסים העשויים מבורקס (Borax) שימושיים בעבודות אל ברזליות בעוד שתרכובות יוניות של כלור (Cl<sub>2</sub>), פלואור (F<sub>2</sub>) וברום (Br<sub>2</sub>) המכילות ליתיום (Li), אשלגן (K), נתרן (Na) ומגנזיום (Mg) שימושיות בריתוך להבה של אלומיניום (Al) ומגנזיום (Mg). משחת פלאקס מסופקת על ידי הטבלת המוט בתוך הפלאקס. ריתוך בשיטת הלהבה שימושי בעיקר בריתוך שכבות מתכת דקות וביצוע עבודות תיקון 2. הציוד המרכיב את מערכת ריתוך בלהבה מודגם באיור 1.

### ריתוך עם אצטילן

בריתוך זה החום מתקבל כתוצאה משריפת חמצן עם אצטילן. כאשר מעורבבים שני גזים אלו ביחסים נכונים ניתן להגיע לטמפרטורה של 3200°C.



איור 1. ריתוך בשיטת להבה. [לקוח מ-Hobart Brothers, Inc]

ראש המבער - tip

אזור בעירה - torch

ברז זרימת חמצן – Oxygen torch valve

ברז זרימת אצטילן – Acetylene torch valve

אצטילן - Acetylene

מד לחץ של גליל – Cylinder pressure gauge

ווסת לחץ של אצטילן – Acetylene regulator

שסתום בטחון – Safety check valve

מד לחץ המופעל – Working pressure gauge

ווסת לחץ של חמצן – Oxygen regulator

חמצן - Oxygen

ריתוך בלהבה נעשה תוך שימוש במצב של להבה ניטרלית (ראה איור 2) המכילה נפחים שווים של חמצן ואצטילן. כיון שפלדה ניתכת בטמפרטורה מעל  $1500^{\circ}\text{C}$ , תערובת של חמצן ואצטילן שימושית כיון שזהו צירוף הגזים היחיד עם מספיק חום לריתוך פלדה.

לעומת זאת, גזים אחרים כמו פרופאן ומימן שימושיים בחיבור מתכות אל-ברזליות בעלות נקודות היתוך נמוכות יותר ובהלחמה של כסף [3].



איור 2: להבה ניטרלית (יחס חמצן/אצטילן 50:50).

## עבודות גימור

### ד. הסרת סיגים

עם סיום ביצוע הריתוך, תתבצע הסרת הסיגים שהצטברו כשכבת ציפוי על פני האזור המרותך - "לנקות את התפר". תהליך זה מבוצע בדרך כלל באופן ידני (על ידי פטיש או באמצעות השחזה). עיין תהליך עיבוד אברזיבי יבש מספר 357.

### ה. בדיקות טיב התפר

בדיקת טיב התפר תעשה באמצעות:

1. בדיקה ויזואלית של טיב הריתוך (בדיקה חיצונית);
  2. בדיקת אל-הרס, למשל באמצעות קרני X-Ray.
- עיין תהליכים "ביקורת טיב-ויזואלי" מספר 118 ו"בדיקות אל הרס – פולטי קרינת X-ray" מספר 111.

### ו. שינוע חלקים

שינוע חלקים כבדים שרותכו יעשה תוך שימוש בצידוד הרמה, כולל במקרה הצורך עגורנים על פי המפורט בתקנות הבטיחות בעבודה (עגורנים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתתים), התשנ"ג - 1992. עיין תהליך עזר "שינוע" מספר 444.

## גורמי סיכון עיקריים תהליך ריתוך להבה

### גורמי סיכון בטיחותיים

### פיזור סיגים (שלקה)

זיהוי:

סכנת פגיעה בעור (פנים, צוואר, זרועות) ועיניו של הרתך מחתיכות סיגים חמים העפים בזמן תהליך הריתוך.

## בקרה:

לצורך מניעת פגיעה עקב התעופפות סיגים מומלץ:

- א. לבצע עבודות ריתוך תוך הצטיידות במסכת רתכים. בכדי לבצע בדיקה ויזואלית של נקודות הריתוך, הרתך נאלץ להסיר את המסכה. בכדי למנוע את הצורך בהסרת המסכה, מומלץ כי הרתך ישתמש במסכה בעלת חלון כפול, אחד בעל זכוכית כהה ואחר בעל זכוכית מגן שקופה. הרמת החלון הכהה תאפשר ראייה דרך החלון השקוף ותמנע פגיעה מחתיכות סיגים.
- ב. יש לעשות שימוש בביגוד בעל שרוולים ארוכים, סינר עור, כפפות רתכים, מסכת ריתוך לכל הפנים וקובע מגן בהתאם לתקן ישראלי 4141 חלק 12 [4]. הביגוד יהיה מסוג כזה שיוריד למינימום את פוטנציאל ההצתה, הבעירה, לכידת גצים.
- ג. יש לקחת בחשבון שחומרי טקסטיל מהם עשוי הביגוד, אשר עברו טיפול כימי להורדת פוטנציאל הדליקות שלהם, עלולים מחד גיסא לאבד מכושרם לעכב בעירה, עקב כביסות חוזרות, ומאידך גיסא, לכלוך ושמן גם פוגע בתכונות ההגנה. לכן, יש לפעול לפי הוראות היצרן בנוגע לאופן הניקוי. בנוסף, בדים אשר עלולים לעבור התכה, עלולים להידבק לגוף העובד תוך כדי גרימת כוויות חמורות. גצים עלולים להיקלע בשרוולים מקופלים. לכן מומלץ שהשרוולים והצווארון יהיו מופשלים ומכופתרים. בנוסף מומלץ שלא יהיו כיסים בחזית הבגד. כאשר יש כיסים, עליהם להיות סגורים וריקים. מומלץ שמכנסיים ואוברולים יהיו נטולי חפתים. על המכנסיים לכסות על הנעליים, למניעת כניסת גצים לתוך הנעליים.
- ד. להגנת עובדים הנמצאים בקירבת עמדת הריתוך, מומלץ להשתמש במסכי הפרדה ניידים או קבועים לשם בידוד אזור הריתוך משאר אזורי העבודה [5].

## התפוצצות

### זיהוי:

קיימת סכנה של פיצוץ בעקבות טיפול לא נאות בגלילי הגז.

### בקרה:

יש לפעול בהתאם לתקנות ותקנים הבאים:

- א. יש לסמן גלילים מיטלטלים לגזים בהתאם לתקן ישראלי 712 חלק 7 [6].
- ב. יש להרחיק את החמצן (הגליל, החיבורים, הצנרת וכו') מחומרים כגון שמן, גריז וחומרים דליקים ונפיצים 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 לריתוך חייב לעמוד בדרישות התקן הישראלי 1858 חלק ב' [7].
- 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 [8]. 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 ובליה) 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 [9].
- 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 ריתוך [10].
- 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 [12,11].

כד. יש להפריד באחסנה בין אזור אחסון גלילי גזים מלאים לריקים.

כה. מומלץ לסגור את ברז מיכל הגז כל אימת שמסיימים עבודת ריתוך. יש להתייחס להוראות המופיעות בת"י 637: גלילים לגזים: שסתומים.

## סיכוני אש

### זיהוי:

ריתוך תוך כדי שימוש או בסמוך לחומרים דליקים כגון גז מימן עלול לגרום להתלקחות, במיוחד כשמדובר בחומרים דליקים בעלי נקודת הבזקה נמוכה מטמפרטורת החדר וכן במצבים בהם מבצעים ריתוך 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 הריתוך. נוהל זה יכול 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 [14,13].

ג. לדוגמא: הרחקת חומרים דליקים שלא בשימוש מהאזור, בדיקה באמצעות גלאים ניידים שלא קיימת אווירה נפיצה באזור המיועד לריתוך, מיקום אמצעי כיבוי אש לרבות מטפים, צינורות כיבוי ומזנק, הרחקת גלילי גז מהאזור וכיוצא בזה.

ד. בנוסף יש צורך בהצבת צופי אש לזיהוי מיקום נפילת הגיצים. במידה והוחלט שלא להעמיד צופה אש, יש צורך בבדיקה סופית לאחר ביצוע הריתוך על ידי ממונה העבודה. הביקורת צריכה להיעשות כשעה לאחר סיום פעולת הריתוך. יש לשקול ביצוע ביקורת נוספות במקרים ובהם יש חשש לבעירה נסתרת. צופי אש צריכים לעבור הכשרה בנוגע להליך הדיווח ונוהל חירום.

ה. כל הפתחים ברצפה ובקירות ברדיוס של 11 מטר ממקום הריתוך, 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.

ו. אמצעי כיבוי אש חייבים להיות ממוקמים בסמוך לאזור הריתוך.

## מגע עם עצמים חמים

### זיהוי:

הרתך עלול להיפגע בכוויות כתוצאה ממגע עם מתכת חמה.

### בקרה:

א. חובה להשתמש בביגוד בעל שרוולים ארוכים, מכנסיים ארוכים, סינר עור, כפפות רתכים, מסכת ריתוך לכל הפנים 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 לשלטם בשלט אזהרה.

ג. יש להפריד את אזור הריתוך משאר אזורי העבודה, על מנת למנוע לבטח מגע של עובדים לא מורשים בחלקי ריתוך חמים.



## קרינה

### זיהוי:

בריתוך להבה, קרינה תת-אדומה (Infrared) נפלטת מהמתכת המחוממת עד לליבון [15]. קרינה תת אדומה עלולה לגרום לייבוש וכאבים בעיניים. קרינה אולטרה סגולה (UV) נפלטת בעוצמה חלשה מאד.

### בקרה:

א. בעת ביצוע עבודות ריתוך חובה להשתמש באמצעי מיגון אישיים-במסכת רתכים או משקפי מגן עם הגנה צדדית כולל זכוכיות מגן עפ"י תקן ישראלי 1283-00-00-0, השימוש במשקפיים או במסכה מיוחדת מיועד לרתך וכן לעובדים הנמצאים בקרבת מקום [16].

ב. מספר הכהות של העדשות/זכוכיות המגנות על העיניים נקבע על פי דרגת ההיחלשות הנראית לעין [17]. מספר הכהות מציין את כמות האור הניתנת למעבר דרך העדשות כך שככל שהמספר נמוך יותר, כך העדשה מסננת פחות אור הנפלט מן הקרינות השונות [18]. מספר הכהות מציין את דרגת הכהות המסופקת על ידי עדשות נתונות כאשר הרתך בוחר לעצמו את המספר הנוח לו ביותר ושמקנה ראייה טובה בעת ביצוע תהליכי ריתוך מסוגים שונים [19].

ג. נתונים ערכים עבור דרגת הכהות הדרושה בזכוכית המגנה על העיניים במסכת רתכים בעת ביצוע ריתוך בלהבה:

- עבור ריתוך בלהבה (קל) בשימוש עם תיל בעובי עד ל-1/8 אינץ' מומלץ להשתמש בזכוכית בדרגה 4 או 5.
- עבור ריתוך בלהבה (בינוני) בשימוש עם תיל בעובי 1/8-1/2 אינץ' מומלץ להשתמש בזכוכית בדרגה 5 או 6.
- עבור ריתוך בלהבה (כבד) בשימוש עם תיל בעובי 1/2 אינץ' ומעלה מומלץ להשתמש בזכוכית בדרגה 6 או 8 [20].
- השימוש במשקפיים או במסכה מיוחדת מיועדת למבצע הריתוך וכן לעובדים הנמצאים בקרבת מקום.

ד. למניעת פגיעה בעובדים ובעוברי אורח בסמוך לעמדות הריתוך, מומלץ לבודד את אזור הריתוך על ידי מחיצות קבועות או ניידות העשויות מחומרים בלתי בעירים ובלתי מתלקחים בהתאם לתקן ישראלי 5093. במידה ואין מחיצות, יש להורות

באמצעות שילוט ונהלים על לבישת ביגוד מגן ואמצעי הגנה על הפנים והעיניים. על המחיצות לאפשר החלפות אוויר בגובה הרצפה ומעל לגובה המחיצה.

## עומס חום

### זיהוי:

במהלך ביצוע עבודות ריתוך עולה הטמפרטורה סביב התפר והמתכות עוברות התכה וחיבור. עליית טמפרטורה זו במיוחד בתנאי אקלים חם ולח, עלולה להוביל להגברת עומס החום על הרתך וכן על עובדים בסביבת עבודתו.

### בקרה:

- א. מומלץ לבצע עבודות ריתוך באזור מאוורר וממוזג.
- ב. הקפדה על שתייה מרובה על ידי הרתך והעובדים סביבו.
- ג. מומלץ לבצע את עבודת הריתוך תוך הגדרת פרקי זמן המיועדים למנוחה שיתבצעו באזור מאוורר בנפרד מאזור ביצוע הריתוך.

## 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.

### הערכה:

בהתאם לתוצאות בדיקות של מפלס הרעש, שבוצעו במהלך פרויקט מיפוי סיכונים גהותיים בתעשייה 1994-2000 עבור 14 תהליכי ריתוך להבה, נמצאו ערכים בין 77 עד 98 dB(A). ממוצע המפלסים המדודים 86 dB(A) [פרויקט מיפוי סיכונים גהותיים פוטנציאלים בתעשייה 2000 – 1994, דו"ח מסכם. המכון הארצי לבריאות תעסוקתית וסביבתית, רעננה 2004].<sup>1</sup>

### בקרה:

- א. יש להקפיד על שימוש בצידוד מגן אישי להפחתת החשיפה לרעש (לרבות אוזניות, אטמים) בהתאם לתוצאות ניטור הרעש [21].

<sup>1</sup> הנתונים הללו מתייחסים רק לעוצמת הרעש ולא מתייחסים למשך החשיפה

- 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 הנדפים בריתוך להבה תלוי בהרכב החומרים המשתתפים בתהליך כולל חומרי ציפוי/צביעה ובאם מרתכים חלקים מצופים/צבועים. הנדפים עשויים להכיל תחמוצות ברזל, תחמוצות מנגן, פלואורידים, תחמוצת סיליקון ותרכובות של טיטניום, ניקל, כרום, מוליבדן, ונדיום, טונגסטן, נחושת, קובלט, עופרת ואבץ. הגזים שמשחררים בתהליך זה הם תחמוצות פחמן, תחמוצות חנקן ואוזון.

### הערכה:

הריכוזים המרביים המותרים לנדפים בריתוך בסביבת העבודה הוגדרו בתקנות הבטיחות בעבודה ובחברת ערכים מרביים מותרים של ACGIH [23,22]. הנתונים לגבי המצאות חומרים שונים בתהליך ואחוז תוצאות חריגות של הניטור שלהם (על סמך הנתונים של פרויקט מיפוי סיכונים גיהותיים בתעשייה 1994-2000 והנתונים של המעבדה הארצית לגהות תעסוקתית מוצגים בטבלאות של גורמי סיכון בתהליך [25,24].

### בקרה:

- א. יש לבצע תהליכי ריתוך במקום מאוורר היטב מכיוון שבריתוך בחלל לא מאוורר קיים סיכון להצטברות רבה של נדפים וגזים.
- ב. מומלץ לצייד עמדות ריתוך באוורור מאולץ מסוג יניקה מקומית. פתחי היניקה חייבים להיות ממוקמים במקומות שאינם עולים על גובה פניו של העובד, על מנת לא לגרום לתנועת נדפים וגזים דרך אזור נשימתו של העובד. מהירות זרימת האוויר בפתח היניקה של עמדת ריתוך צריכה להיות לפחות 0.5 מטר/שניה על פני אזור הריתוך. כמו כן ניתן להשתמש באקדח השואב נדפים ממקור פליטתם ומוסבים בעזרת זרנוק לתוך מערכת פליטה. אקדח מסוג זה מאד יעיל עבור משטחים ישרים ואנכיים או בפינות וסביב אוגנים (Flanges) [26].
- ג. בעבודות ריתוך אשר מתבצעות בחלל מוקף, יש להצטייד במסכות להגנה נשימתית המחברות למקור אוויר טרי.

- ד. בעמדות ריתוך חובה לבצע ניטור סביבתי על ידי בודקים מוסמכים בהתאם לתדירות הקבועה בחוק על פי תקנות הבטיחות בעבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים), התשנ"א – 1990.
- ה. במידה ותוצאות הניטור הסביבתי מצביעות על ערכי חשיפה הגבוהים מרמת הפעולה, העובדים החשופים חייבים לעבור בדיקות רפואיות.
- ו. על מנת למנוע חשיפת העובדים שלא עסוקים ישירות בעבודות ריתוך מומלץ לארגן עמדות ריתוך בשטח מופרד. כך מומלץ להפריד בין עובדי מנהלה, עובדי יצור, עובדי מחסנים מאזורים בהם מבצעים תהליכי ריתוך. כמו כן מומלץ כי משרדים המיועדים לרתכים וכן עמדות מנוחה יהיו מופרדים מעמדות הריתוך.
- ז. במידה ותוצאות הניטור מצביעות על ערכי חשיפה הגבוהים מרמת הפעולה, יש לבצע ריתוכים כשהרתך מצויד במסכה עם מסנן לנדפים.

## גורמי סיכון פיזיולוגיים (היבטים ארגונומיים)

### זיהוי:

במהלך ביצוע עבודות ריתוך העובדים נדרשים להרים חלקים כבדים, ביצוע תנועות מחזוריות וממושכות, עמידה שפופה או ביצוע תנועות לא נוחות.

### בקרה:

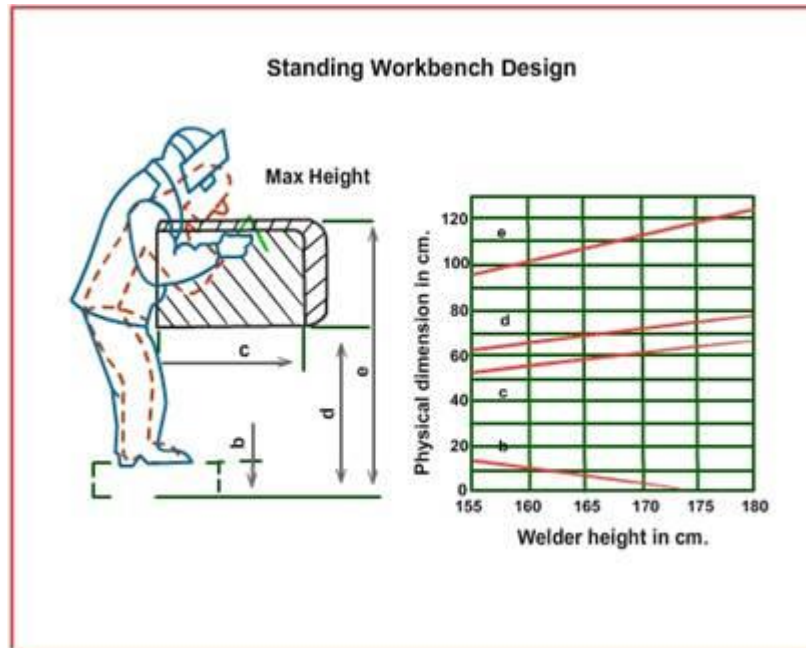
הרמת משאות תבוצע עם ציוד הרמה כגון עגורן בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (עגורנים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתתים), התשנ"ג - 1992. כמו כן על הרתך להקפיד לבצע את עבודתו באחת מן התנוחות עמידה או ישיבה כפי המתואר באיורים הבאים [27].

### הדגמה של עמדת הריתוך הנעשה על ידי רתך בעמידה

גובה מקסימלי: Maximal height

ממדים פיסיקליים של הציוד (ס"מ): Physical dimension

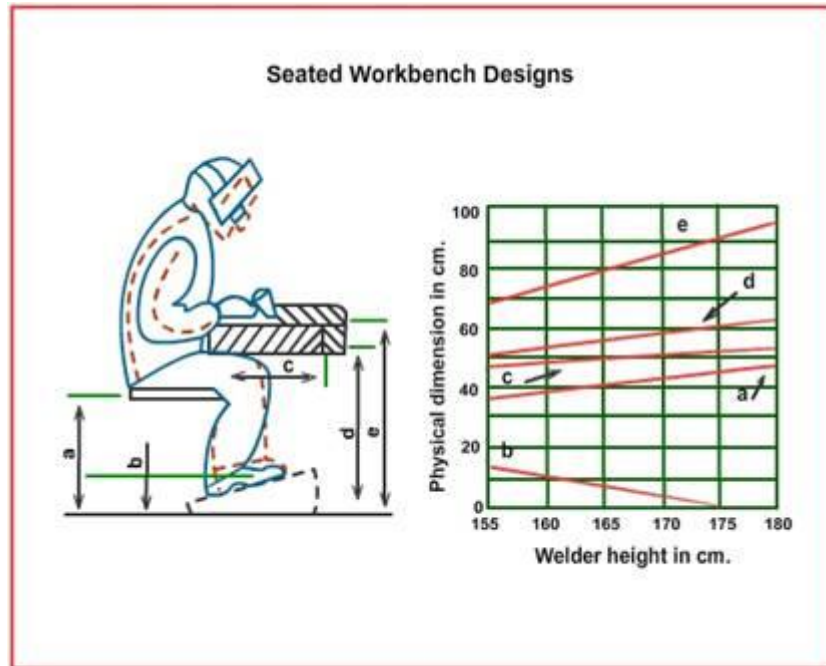
גובה של הרתך (ס"מ): Welder height



איור 3: תנוחה מומלצת לרתך המבצע ריתוך בעמידה. Golavatjuk et.al. Creation of optimum labor conditions for electric welders with regard to ergonomic requirements. IIW Colloquium on Welding and Health, Lisbon, 1980.

עבור רתך בגובה 1.55-1.75 מטרים המבצע עבודת ריתוך בעמידה, מומלצת הגבהה לגופו על מדרגה בעלת גובה עד ל-11 ס"מ כאשר המרחק שבין ברכיו עד לקצהו השני של עמדת העבודה לא יעלה על 65 ס"מ, הגובה שבין הרצפה עד לעמדת הריתוך לא יעלה על 77 ס"מ והגובה שבין הרצפה עד לקצה העליון של עמדת הריתוך לא יעלה על 122 ס"מ כפי המתואר באיור 3.

## הדגמה של עמדת ריתוך הנעשה על ידי רתך בישיבה



a: גובה המושב:  
 b: גובה השענה של כף הרגל:  
 c: מרחק הגעה מרבי אל השולחן:  
 d: גובה שולחן הריתוך:  
 e: גובה מקסימלי של החומר המרותך:

a = seat height	d = height of the Welding table
b = foot rest height	e = maximum height of the piece being welded
c = maximum reach on the table	

איור 4: תנוחה מומלצת לרתך המבצע ריתוך בישיבה. Golavatjuk et.al. Creation of optimum labor conditions for electric welders with regard to ergonomic requirements. IIW Colloquium on Welding and Health, Lisbon, 1980.

עבור רתך בגובה 1.55-1.75 מטרים המבצע עבודת ריתוך בישיבה, מומלץ לשבת על ספסל בגובה 38-46 ס"מ כאשר רגליו תהיינה מוגבהות בעזרת משענת אשר גובהה עד 12 ס"מ, המרחק שבין ברכיו של הרתך עד לפנים שולחן העבודה הוא 38-53 ס"מ, המרחק שבין הקצה התחתון של שולחן העבודה מהרצפה הוא 51-61

ס"מ והמרחק שבין הקצה העליון של שולחן העבודה מהרצפה הוא 68-95 ס"מ בהתאם לגובהו של הרתך.

## **מניעת מפגעים (נוהג טוב)**

ניהול היבטי הבטיחות והגהות בעבודה בתהליך ריתוך להבה מומלץ לבצע תוך הקפדה על התנאים הבאים:

### **1. כללי**

א. הדרכה לעובדים אחת לשנה לפחות, על ידי מדריך מוסמך 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 עמדת העבודה יש לבצע הדרכה בנוגע לסיכונים בתהליך בו עוסק העובד, אמצעים להפחתת הסיכונים לרבות אמצעי מיגון אישי, התנהגות בעת אירוע חריג לרבות תאונה וכמעט תאונה [28].

ב. שילוט הסיכונים באזור העבודה, לרבות סיכונים גהותיים ובטיחותיים. שילוט בדבר הצורך בשימוש בצידוד מגן אישי. שילוט בדבר איסור העישון [30,29].

ג. הגדרת שיטה (נוהל) להעברת מידע לגבי מפגעי בטיחות וגהות בתהליך העבודה, באמצעות מנהל המחלקה או נאמן בטיחות מחלקתי. העברת מידע מהעובדים להנהלה, באמצעות דיווח על מפגעי בטיחות וגהות, כמעט תאונות או תאונות עבודה.

ד. תזמון תהליכים – ביצוע תהליכי ריתוך בזמן בו נמצאים מינימום אנשים באזור התהליך. כך ימנע מצב של חשיפת אנשים שאינם חיוניים לתהליך לסיכונים גהותיים ובטיחותיים. כך למשל ביצוע תהליכי ריתוך מסיבים בשעות בהן האיוש במקום העבודה היינו נמוך או חלקי.

ה. בידוד של אזור הריתוך על ידי מחיצות קבועות או ניידות העשויות חומרים בלתי בעירים ובלתי מתלקחים.

ו. שימוש באמצעי הרמת משאות כגון עגורן בהרמת חלקים לצורך ריתוך [31].

### **2. סיכוני פגיעה מחשמל**

שימוש בצידוד חשמלי תקני, תקין ובדוק בהתאם לחוק החשמל ובשיטות עבודה בטוחות לפי תקנות הבטיחות בעבודות חשמל כגון:

א. שימוש בחשמל בשיטה הבטיחותית ביותר (שימוש בזרם ישר).

ב. באזורי אחסון ושימוש בגזים דליקים תבוצע התאמת מערכת החשמל למוגנת בפני פיצוץ.

### **3. סיכוני אש**

למניעת היווצרות מצב בו תתאפשר התלקחות של חומרים דליקים במהלך בצוע תהליך הריתוך יש לדאוג ל:

א. הרחקת חומרים דליקים מהאזור, ניקוי מכלים וצנרות המכילים חומרים דליקים, הזרמת גז אינרטי להורדת ריכוזי חמצן (בעת הצורך), בדיקה באמצעות גלאים ניידים שלא קיימת אווירה נפיצה באזור המיועד לריתוך, מיקום אמצעי כיבוי אש לרבות מטפים, צינורות כיבוי ומזנק.

ב. עבודה בהתאם לנוהל "בטיחות בעבודות חמות" המבטיח נקיטת אמצעי זהירות והגנה למניעת התלקחות עקב הריתוך.

ג. הצבת צופה אש לאחר ביצוע הריתוך לזיהוי מיקום נפילת הגיצים. במידה והוחלט שלא להעמיד צופה אש, יש צורך בבדיקה סופית לאחר ביצוע הריתוך.

ד. הדלקת מצת עם מבער ייעודי.

ה. הפרדת גלילי גז המכילים גזים העלולים להגיב ביניהם, אחסון, שימוש וטיפול בגלילי גז לפי NFPA55.

ו. שלוט צנרת גזים לפי ת"י 712.

ז. עיסוק במחולל אצטילן לפי ת"י 211.

ח. בהפסקת עבודה, יש לסגור את ברז המבער, לפני תחילת הפעלת המבער, ביצוע טיהור לצנרת.

ט. הפרדת גלילי גזים מלאים מגלילים ריקים באחסון.

י. הרחקת גלילי חמצן מחומרים דליקים ובעירים.

יא. אחסנת גלילי גז כשהם קשורים וסגורים בפקק בטחון.

יב. התקנת בולם להבה.

יג. אחסון גלילי אצטילן במקום מוגן משמש.

יד. התאמת צנרת אצטילן בהתאם לתגובה עם הגז.

#### **4. מגע עם עצמים חמים**

שימוש בביגוד בעל שרוולים ארוכים, מכנסיים ארוכים, סינר עור, כפפות רתכים, מסכת ריתוך לכל הפנים, כובע מגן ונעלי עבודה עמידים בפני גצים.

#### **5. קרינות**

בעת ביצוע עבודות ריתוך השימוש באמצעי מיגון אישיים - במסכת רתכים או משקפי מגן עם הגנה צדדית כולל זכוכיות מגן על פי תקן ישראלי 00-00-1283, ציוד להגנת העיניים, הפנים והצוואר הינו חובה.

#### **6. רעש מזיק**

א. הקפדה על בצוע תהליכים רועשים בסביבה בה נמצא מספר מינימלי של עובדים, אשר אינם נחוצים לצורך ביצוע התהליך (תזמון תהליכים).



- ב. ביצוע ניטור סביבתי לרעש כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה.  
ג. ביצוע בדיקות שמיעה לעובדים אשר חשופים לרעש מזיק בהתאם לתוצאות ניטור הרעש.

ד. שימוש בציד מגן אישי להפחתת חשיפה לרעש.

## 7. עומס חום

- א. ביצוע עבודות ריתוך באזורים מאווררים וממוזגים.  
ב. הקפדה על שתייה מרובה על ידי הרחק והעובדים סביבו.  
ג. ביצוע עבודת הריתוך תוך הגדרת פרקי זמן המיועדים למנוחה שיתבצעו באזור מאוורר בנפרד מאזור ביצוע הריתוך.

## 8. חומרים כימיים

- א. לאור הסיכונים בפליטת נדפים וגזים בתהליך ריתוך הנגרמים חלקם מציפויים וצבעים, מומלץ כי לפני תחילת ביצוע תהליכי ריתוך, יבוצע ניקוי של המתכות ויוסרו שאריות של ציפויים וצבעים (ראה תהליכים "טיפול שטח- מכני" מספר 244 ו"טיפול שטח כימי" מספר 251).  
ב. ציוד עמדות ריתוך באוורור מאולץ מסוג **יניקה מקומית**.  
ג. ביצוע בדיקה תקופתית של יעילות המערכות ליניקה מקומית.  
ד. ביצוע ניטורים סביבתיים לנדפים ועשן כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה.  
ה. ביצוע מעקב רפואי ונטור ביולוגי באמצעות מרפאות תעסוקתיות בהתאם לנדרש בתקנות, לאור הערכת הריכוזים בנטור סביבתי.  
ו. שימוש במסכה להגנה נשימתית בהתאם לתוצאות ניטור סביבתי במידה שהריכוזים המתקבלים גבוהים מרמת הפעולה.  
ז. הסרת בגדי עבודה במקום עבודה, כיבוסם באופן מרוכז על ידי מקום העבודה.  
ח. הצטיידות בגליונות בטיחות לחומרים שבשימוש (לרבות תוצרי פרוק אפשריים בעת פעולת ריתוך).

## ביבליוגרפיה

1. פרדו, א., ריבשטיין, מ., מיימן, מ., ואח.: דפדפת רשימות תהליכים תעשייתיים והגדרותיהם, אוניברסיטת תל-אביב, המכון לבריאות תעסוקתית, דצמבר 1993.
2. Burgess, W.A.: Recognition of Health Hazards in Industry, Second Edition, John Wiley & Sons, 1995.
3. The Welding Institute, Job knowledge for welders3: The oxyacetylene welding [gas welding] process, 1999 < [http://www.twi.co.uk/j32k/protected/band\\_3/jk3.html](http://www.twi.co.uk/j32k/protected/band_3/jk3.html)
4. תקן ישראלי 4141 חלק 12: ציוד מגן אישי לעיניים: ציוד להגנת העיניים והפנים בעת ריתוך ותהליכים נלווים, מכון התקנים הישראלי,

- 2004  
<<http://www.sii.org.il/standard.nsf/Standards/1041411200?OpenDocument>>
5. תקן ישראלי 5093: דליקות של וילונות לשימוש מוסדי או ציבורי, מכון התקנים הישראלי, 2000.  
<<http://www.sii.org.il/standard.nsf/Standards/1050930000?OpenDocument>>
6. תקן ישראלי 712 חלק 7: גלילים מיטלטלים לגזים: סימני זיהוי לגזים תעשייתיים, 1985.  
<<http://www.sii.org.il/standard.nsf/Standards/1007120700?OpenDocument>>
7. 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>>
8. תקן ישראלי 712: גלילים מיטלטלים לגזים, מכון התקנים הישראלי, 1968.  
<<http://www.sii.org.il/standard.nsf/Standards/1007120000?OpenDocument>>
9. 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><
10. תקן ישראלי 211: מחוללי אצטילן, מכון התקנים הישראלי, 1961.  
<<http://www.sii.org.il/standard.nsf/Standards/1002110000?OpenDocument>>
11. 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](http://www.aws.org/w/s/survey/standard.html?survey_start=z49_reqpdf) <
12. 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](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=10696&p_table=STANDARDS) >
13. 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>>
14. 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>>
15. John De Armond, WD4OQC Performance Engineering Magazine (TM)  
>[http://yarchive.net/metal/welding\\_glasses.htm](http://yarchive.net/metal/welding_glasses.htm)<
16. תקן ישראלי 1283-00-00-0: ציוד להגנת העיניים, הפנים והצוואר מפני קרינה, הנוצרת בעת ריתוך ופעולות דומות, מכון התקנים הישראלי, 1988.
17. Sliney, D.H.: Light and Infrared Radiation, Encyclopedia of Occupational Work. <http://www.ilo.org/encyclopedia/?d&nd=857100220&prevDoc=857000271>
18. 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](http://www.twi.co.uk/j32k/protected/band_3/jk29.html) >

- 
19. Harris, J.: A Look at Auto-Darkening Welding Helmets, Eye Protection, AutoInc Magazine, 2002.  
<<http://www.asashop.org/autoinc/jan2002/collision.cfm>>
20. Appendix 6430-T2 Assessment of and Protection from Welding Arc Radiant Hazards taken from OSHA 1910.252 (b)(2) (ii). <http://www.jlab.org/ehs/manual/EHSbook-503.html>
21. תקנות הבטיחות (ציוד מגן אישי), התשנ"ז – 1997.
22. תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים במתכות מסוימות), התשנ"ג – 1993.
23. 2015 TLVs® and BEIs®. Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical and Physical Agents & Biological Exposure Indices. ACGIH® Worldwide Signature Publication.
24. פרויקט מיפוי סיכונים גהותיים פוטנציאליים בתעשייה 2000 – 1994, דו"ח מסכמ. המכון הארצי לבריאות תעסוקתית וסביבתית, רעננה 2004.
25. המעבדה הארצית לגהות תעסוקתית, אגף פיקוח אל העבודה, משרד התמ"ת, מאגר בדיקות סביבתיות. החומר לא פורסם.
26. CCOHS - Canadian Center for Occupational Health and Safety. OSH Answers, Safety Hazards, Welding, Ventilation. <[http://www.ccohs.ca/oshanswers/safety\\_haz/welding/ventilation.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/welding/ventilation.html)>
27. CCOHS - Canadian Center for Occupational Health and Safety. OSH Answers, Safety Hazards, Welding, Ergonomics. [http://www.ccohs.ca/oshanswers/safety\\_haz/welding/ergonomics.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/welding/ergonomics.html)
28. תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (מסירת מידע והדרכת עובדים), התשנ"ט – 1999.
29. פקודת הבטיחות בעבודה (נוסח חדש), תש"ל-1970.
30. חוק למניעת העישון במקומות ציבוריים והחשיפה לעישון, תשמ"ג-1983
31. תקנות הבטיחות בעבודה (עגורנאים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתנים), התשנ"ג – 1992.