



הנחיות בטיחות לעבודה במערכת חיתוך לייזר

1 המטרה

להצביע על סיכוני הלייזר בעבודה עם מערכת חיתוך לייזר במערכת כלואה/סגורה ולהימנע מפגיעה הנובעת מחשיפה לאלומת הלייזר המופעלת במערכת לייזר כלואה בעת העבודה.

2 הגדרות

- 2.1 אזור סיכוני לייזר - אזור שבו מופקת קרינת לייזר, והחשיפה הצפויה בו בפעילות שגרתית, בתקלה או בתאונה, עלולה לעבור את החשיפה המרבית המותרת.
- 2.2 מוצר לייזר - התקן, מכשיר או מכונה הפולטים קרינת לייזר, לרבות מוצרים שאינם מוגמרים.
- 2.3 "מוצר לייזר "כלוא" EMBEDDED" - מוצר לייזר שהותקנו בו אמצעים הנדסיים המגבילים את רמת הפליטה המרבית הנגישה של קרינת הלייזר.
הלייזר מסווג ברמת סיכון נמוכה מזו שנקבעה לו.
- 2.4 מוצר לייזר מסוכן - מוצר לייזר המסווג ברמת סיכון 3R, הפולט קרינת לייזר שאינה בתחום האור הנראה, או מוצר לייזר בדרגת סיכון 3B או 4.
- 2.5 משקפי מגן למוצרי לייזר - משקפי מגן לפי ת"י 4141 חלק 10.
- 2.6 "קרינת לייזר" - קרינת אור קוהרנטית, כיוונית, המרוכזת בתחום צר של אורכי גל, המיוצרת או מוגברת באמצעות תהליך מבוקר של פליטת קרינה מאולצת.
- 2.7 רמת סיכון - סיווג הסיכון של מוצרי לייזר על פי גבול הפליטה הנגישה שלהם.
- 2.8 רמת סיכון 1 (Class 1) - מוצר לייזר שרמת קרינתו אינה מסוכנת.
- 2.9 רמת סיכון 3B (Class 3B) - מוצר לייזר שפגיעת קרינתו באלומה ישירה מסוכנת לעין בכל זמן חשיפה שהוא, אך בדרך כלל איננה מסוכנת לעור.
- 2.10 רמת סיכון 4 (Class 4) - מוצר לייזר שפגיעתו בעין ובעור מסוכנת הן באלומה ישירה והן באלומה מוחזרת ומפוזרת. אלומתו של מוצר זה עלולה להצית חומרים דליקים.
- 2.11 "אחראי מכשיר" - עובד חדר בית מלאכה שהוסמך בכתב ע"י מנהל בית המלאכה לתפעול ואחזקה של המערכת.

3 רקע

במכון ויצמן למדע עובדים עם מערכות לייזר שונות. חלק ממערכות הלייזר בנויות כך, שאלומת הלייזר כלואה ומוגנת באמצעות מס' התקני בטיחות הנדסיים, המונעים חשיפה לאלומת הלייזר. עיקרון הפעולה של מערכת החיתוך בלייזר הינה באמצעות שני אלומות לייזר:

- אלומת לייזר אדומה לסימון, דיודה, באורך גל 670nm בהספק של 5mW רמת סיכון Class 3R.
 - אלומת לייזר בלתי נראית, לחיתוך, לייזר CO₂ באורך גל 10,640nm בהספק של כ-60W ברמת סיכון Class 4.
- 3.1 במערכת מותקנים אמצעי מיגון הנדסיים, כגון: דלת עם חלון זכוכית ואינטרלוק המונעים יציאה של קרן הלייזר מחוץ למכשיר כך שרמת הסיכון שלו יורדת לרמת סיכון של Class 1 (מערכת מסוג 1- EMBEDDED). לפיכך, בשימוש רגיל לפי הוראות היצרן, אין סכנה מהלייזר, ולכן העובדים אינם זקוקים לאמצעי מיגון מיוחדים.
 - 3.2 בעת מתן שירות (תיקון, כיוון וכד'), כאשר עוקפים את האינטרלוק וחושפים את האלומה רמת הסיכון של המערכת הינה בהתאם לדרגת הסיכון של הלייזר, כלומר דרגה 3R או דרגה 4. בעת מתן שירות יש להשתמש בכל דרישות הבטיחות המתאימות לדרגת הסיכון של הלייזר כפי שמפורט להלן.



4 סמכות ואחריות

- 4.1 באחריות אחראי המכשיר לוודא כי כל משתמש במערכת חיתוך לייזר:
- 4.1.1 לקרוא את הנחיות בטיחות אלו, הנחיות הבטיחות של היצרן וקיבל הדרכת בטיחות שנתית (משתמש חדש יודרך עם תחילת עבודתו) בנושא סיכוני קרינת לייזר והגנה מפניהם, כגון: סיכונים כימיים, אש וחשמל.
 - 4.1.2 לקרוא את הוראות הבטיחות מספר הוראות הפעלת המכשיר.
 - 4.1.3 חתם על טופס התחייבות בו הוא מתחייב למלא את כל הוראות הבטיחות בעבודה עם מערכת חיתוך לייזר.
 - 4.1.4 לתלות במקום ברור ונגיש ליד המכשיר, רשימת החומרים המותרים לעיבוד ולחיתוך.
 - 4.1.5 לבדוק פעם בחודש בדיקה ויזואלית של מפוח השאיבה וצינור היניקה המחובר אליו.
 - 4.1.6 לבדוק לפחות פעם בשישה חודשים, או לאחר כל טיפול או ביקורת טכנאי, את תקינות האינטרלוק של מקור הלייזר (פתיחת הדלת תפסיק את פעולת הלייזר) ולרשום את פרטי הבדיקה ותאריך הבדיקה ביומן השירות של המערכת.
 - 4.1.7 פעולות אחזקה שוטפת של המכונה כגון: ניקוי מראות, ניקוי שולחן העבודה/כוורת ייעשו כשמהמכונה כבויה בלבד.
- 4.2 במקרה תקלה או צורך בשינוי במערכת, באחריות אחראי מכשיר:
- * להזמין נציג שירות או טכנאי מוסמך של ספק מערכת חיתוך לייזר לטפל בתקלה או לבצע שינויים.
 - * לוודא כי הטיפול במערכת חיתוך לייזר בוצע כנדרש והתקני הבטיחות לא נפגמו.

5 שיטה/מהות

- על ספק מערכת חיתוך לייזר לספק:
- 5.1 מדבקה על גבי מערכת חיתוך לייזר המגדירה את רמת הסיכון של הלייזר לפי דרישות תקן ת"י 60825 חלק 1.
 - 5.2 אינטרלוק SAFE FAIL מעל תא הלייזר המחובר למערכת הלייזר ומפסיק את פעולתו ברגע פתיחת הדלת או המכסה.

6 דרישות בטיחות למשתמשים במערכת חיתוך לייזר

- 6.1 לפני התחלת העבודה/שימוש במערכת יש לקבל, מאחראי המכשיר, הדרכה על מבנה המכשיר, אופן הפעלתו, הסיכונים, כולל סיכוני לייזר ודרישות הבטיחות בעבודה.
- 6.2 לקרוא (כמשתמש חדש או עובד מתרענן פעם בשנה) את הדרכות בטיחות בנושא סיכוני קרינת לייזר והגנה מפניהם, הוראות לעבודה בטוחה).
- 6.3 לקרוא (כמשתמש חדש או עובד מתרענן פעם בשנה) את הוראות הבטיחות שבספר הוראות הפעלת המכשיר.
- 6.4 לחתום על טופס התחייבות למלא את כל הוראות הבטיחות בעבודה עם מערכת חיתוך לייזר.
- 6.5 לפני כל התחלת פעולה של המכונה יש לבצע את הפעולות הבאות:
 - 6.5.1 הפעלת מפוח שאיבה חיצוני.
 - 6.5.2 פתיחת ברז זרימת אוויר דחוס.
 - 6.5.3 בדיקה ויזואלית של שולחן העבודה למניעת "התנגשויות" של הראש הלייזר שנמצא בתנועה.



- 6.6 לאחר כל פעולת עיבוד של המכונה יש להשאיר את דלת המכונה סגורה במשך 30 שניות לפני פתיחתה בכדאי שכל הגזים שנפלטים מפעולות המכונה ישאבו.
- 6.7 חל איסור חמור לעבד חומרים שלא נמצאים ברשימה המותרת. להלן: "נספח ב' רשימת חומרים מורשים לעיבוד וחיתוך במכשיר Universal VLS laser cutter".
- 6.8 במקרה של חיתוך טפלון תישאר דלת המכונה סגורה במשך שתי דקות.
- 6.9 פעולות אחזקה שוטפת של המכונה כגון: ניקוי מראות, ניקוי שולחן העבודה/כוורת תעשה שמהמכונה במצב כבוי בלבד וע"י אחראי המכשיר בלבד.
- 6.10 אסור לפרק או לפתוח את המכסים של המערכת.
- 6.11 יש לדווח לאחראי המכשיר על כל תקלה או חשש לתקלה במערכת.
- 6.12 אסור למפעיל/משתמש לעשות כל שינוי בחלקי המסלול האופטי של המערכת.
- 6.13 בעת מתן שירות למערכת אסורה הכניסה לחדר, בו נמצאת המערכת, לעובדי מכון ויצמן בכל סטטוס.

7 נוהל ביצוע עבודות תחזוקה למוצרי לייזר כלואים (דרגה 1) בהם קיימת אלומת לייזר בדרגת סיכון 3B

4 או

- 7.1 עבודות התחזוקה והשירות יבוצעו רק ע"י נציגי היצרן, שהוסמכו לכך והמכירים היטב את מערכת הלייזר ואת כל הסיכונים הנלווים.
- 7.2 איש השירות יציג אישור בר תוקף על הרשאתו לעבוד בלייזרים מסוכנים.
- 7.3 איש השירות יחתום על טופס הצהרה (להלן: "נספח א' - הצהרת נותן שירות למערכת לייזר/מערכת כוללת לייזר") בו הוא מתחייב לעבוד בהתאם לתקנות והוראות הבטיחות בעבודה בלייזרים.
- 7.4 איש השירות ישתמש בצידוד מגן אישי לכיוון והגנה מפני קרני לייזר לפי ת"י 4141 חלק 10 וחלק 11 (EN207, EN208)
- 7.5 איש השירות ישתמש אך ורק בצידוד אשר הביא אתו ולא בצידוד של מכון ויצמן למדע.
- 7.6 יש לשלט את האזור המגודר בשלטים הבאים: "סכנה! הכניסה למורשים בלבד" ושלט אזהרה מקרינת לייזר עם כיתוב בהתאם לרמת סיכון הלייזר.
- 7.7 בעת ביצוע העבודה לא יימצא איש בחדר/אולם פרט לאיש/אנשי השירות הנ"ל.
- 7.8 לפני ביצוע עבודות תחזוקה יש להציב מסכי מגן בין המערכת ודלתות הכניסה לחדר/אולם או להציב ווילון עמיד מפני אלומת לייזר סמוך לדלת כניסה. יש לכסות את כל החלונות בחדר בוילון חסין אש.
- 7.9 יש לוודא שכל דלתות הכניסה לחדר נעולות, נורות האזהרה דולקות ואין אפשרות להיכנס לחדר.
- 7.10 אם לא נדרש להפעיל את מערכת הלייזר בעת ביצוע עבודת התחזוקה, יש לכבותה. אם קרן הלייזר הכרחית לצורך העבודה, אזי יש לצמצם ככל האפשר את משך זמן ההפעלה ואת עוצמת האלומה למינימום ההכרחי.
- 7.11 חובה להשתמש באמצעי מיגון כולל משקפי מגן המתאימים לסוג הלייזר.
- 7.12 הקרן תכוון לאזורים מבוקרים בתוך המערכת בלבד. בשום אופן אין להפעיל את הלייזר, כאשר הוא מכוון לאזורים אחרים כגון: גוף המפעיל, דלת הכניסה, חלונות.
- 7.13 באזור העבודה לא יימצאו חומרים דליקים או נפיצים.
- 7.14 עבודות שירות ותחזוקה והעובדים שיבצעו את העבודה מותנים באישור ממונה בטיחות לייזר.
- 7.15 רק אנשים שעברו הדרכת בטיחות מתאימה ומצוידים באמצעי מיגון מתאימים לסיכון הלייזר (משקפי מגן מתאימים לסוג הלייזר, לבוש וכד') רשאים להישאר באזור סיכון הלייזר.



7.16 בסיום השירות, על הטכנאי להחזיר את המערכת למצב עבודה רגיל, כולל כל התקני הבטיחות שלה.

7.17 בסיום העבודה יש לבדוק ולוודא כי האינטרלוק ומערכות בטיחות אחרות, אם ישנם כאלה, פועלים כהלכה, יש לרשום זאת ביומן השירות של המערכת.

8 במקרה חרום:

- 8.1 יש לפעול לפי הוראות החירום ולדווח למוקד השירות המכוני 08-934-2999.
- 8.2 על כל מקרה של תאונה או כמעט תאונת לייזר יש לדווח מיידית לגורמים הבאים:
 - מוקד השירות המכוני 08-934-2999
 - לאחראי על המכשיר
 - לממונה בטיחות לייזר, יהודה מושיאב, טל' 050-9001995, 08-9345155
 - לממונה הישיר
- 8.3 בכל מקרה של פגיעה או חשד לפגיעה מלייזר יש לפנות מיידית למיין במרכז הרפואי 'קפלן'.



הצהרת נותן שירות למערכת לייזר / מערכת כוללת לייזר

שם החברה הנותנת שירות: _____
סיווג העבודה: _____
משך העבודה: מתאריך: _____ ועד תאריך: _____

אני החתום מטה מצהיר כי יש ברשותי אישור בתוקף מהחברה בה אני מועסק, לעסוק במכשירים ו/או מוצרי לייזר, לרבות, הכרה של הוראות ואמצעי בטיחות בעבודה בלייזר מהיצרן ומהחברה, ברמת סיכון הלייזר בו אני נותן שירות.

אני מתחייב בזאת לפעול על פי תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובטיחות העוסקים בקרינת לייזר), התשס"ה—2005 * וכל דין או חוק בישראל וכי אין בהוראות אלה לגרוע מאחריותי לפי כל דין. אני מתחייב לנקוט באמצעי בטיחות בהתאם לתקנים ישראלים בעיקר ת"י 60825 חלק 1 ואמצעי מיגון באישי בהתאם לתקן ישראלי ת"י 4141 חלק 10 ו 4141 חלק 11 (EN207 ו EN208) ויש ברשותי הציוד לביצוע השירות כולל ציוד מגן אישי.

אני החתום מטה, המועסק בשטח מכון ויצמן למדע, מצהיר בזאת כי הובאו לידיעתי הוראות ונהלי הבטיחות הנהוגים במכון ויצמן למדע, כמו כן נהירים לי הסיכונים האפשריים בשטחו ובמתקניו. הנני מתחייב בזאת לקיים את כל דרישות הבטיחות והגהות, סדרי העבודה והמשמעת הנהוגים במכון ויצמן למדע, ולנהוג בהתאם לכל הוראות אנשי יחידת הבטיחות של מכון ויצמן למדע כפי שיינתנו לי מעת לעת. ידוע לי כי במידה שלא אעמוד בדרישות הבטיחות יינקטו נגדי צעדים שונים כגון: הפסקת עבודה זמנית ועד להרחקתי ממקום העבודה. במקרה זה לא אהיה זכאי לכל תשלום או פיצוי בגין כך.

על החתום, נותן השירות:

שם: _____
מס' ת"ז _____
שם החברה: _____
כתובת: _____
חתימה: _____
תאריך: _____



נספח ב' - רשימת חומרים מורשים לעיבוד וחיתוך במכשיר Universal VLS laser cutter

1. Acrylic (plexiglass, PMMA, Lucite)
2. Delrin
3. Paper
4. Cardboard (only non coated)
5. Mylar (thin sheets only)
6. Teflon (thin sheets only)
7. Leather
8. Cloth, Cotton, felt
9. Natural wood (low resin wood only)
10. Plywood (note that glue in plywood tends to catch fire)
11. MDF (leaves a charred edge)

אסור בשום אופן לחתוך את החומרים הבאים:

1. Chlorine containing polymers
2. PVC, Vinyl, artificial leather
3. ABS
4. Polystyrene
5. Polypropylene
6. Fiberglass
7. Coated carbon

חלק מהחומרים הנ"ל לדוגמה, כלור טהור, ציאניד, פולטים אדים רעילים. חומרים אחרים עלולים להישרף או לגרום לקורוזיה של חלקי המתכת במערכת החיתוך ולהפסקת תפקוד של המערכת.

אם ברצונך לחתוך חומר אחר, אנא התייעץ עם האחראי עליך או עם ממונה בטיחות הלייזר.