



## הנחיות בטיחות לעבודה במערכות לייזר כלואות (סגורות)

### 1 המטרה

להצביע על סיכוני הלייזר בעבודה עם לייזר במערכת כלואה/סגורה (כגון: מיקרוסקופ קונפוקאלי, מכשירי Facs וכד') 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.
- 2.4 הלייזר מסווג ברמת סיכון נמוכה מזו שנקבעה לו.
- 2.5 מוצר לייזר מסוכן - מוצר לייזר המסווג ברמת סיכון 3R, הפולט קרינת לייזר שאינה בתחום האור הנראה, או מוצר לייזר בדרגת סיכון 3B או 4.
- 2.6 משקפי מגן למוצרי לייזר - משקפי מגן לפי ת"י 4141 חלק 10.
- 2.7 "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.

### 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. מיקרוסקופ קונפוקאלי: עיקרון המיקרוסקופ הקונפוקאלי הוא שימוש בפילטרים המבטלים אור שמקורו מחוץ לפוקוס, אור המפריע להיווצרות תמונה ברורה במיקרוסקופ. תכונה זו מאפשרת לצפות בדוגמאות באיכות גבוהה יותר מאשר במיקרוסקופ רגיל.

FACS: מיון תאים על ידי פלורסנציה (Fluorescence Activated Cell Sorting) לפי מאפייני גודל, רגור. בשיטה זו לוקחים את אוכלוסית התאים הנבדקת ומזריקים אותה לתוך זרם דק של נוזל. התא עובר מול מספר מקורות אור ולייזרים, ופיזור האור/פלורסנציה נמדדים ונשמרים.

- 3.1 מקור התאורה הוא לייזר המסווג בדרך כלל ברמת סיכון Class 3B, או Class 4.
- 3.2 במיקרוסקופ קונפוקאלי מותקנים אמצעי מיגון הנדסיים, כגון: דלת ואינטרלוק המונעים יציאה של קרן הלייזר מחוץ למיקרוסקופ כך שרמת הסיכון שלו יורדת לרמת סיכון של Class 1 (מערכת מסוג EMBEDDED-1). לפיכך, בשימוש רגיל לפי הוראות היצרן, אין סכנה מהלייזר, ולכן העובדים אינם זקוקים לאמצעי מיגון מיוחדים.
- 3.3 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 3B 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 ראש המעבדה/מיתקן לוודא כי כל משתמש במערכת לייזר סגורה ו/או במיקרוסקופ קונפוקאלי:
- 4.1.1 ביצע הדרכת בטיחות שנתית (משתמש חדש יודרך עם תחילת עבודתו) בנושא סיכוני קרינת לייזר והגנה מפניהם, (מיקרוסקופ קונפוקאלי - הוראות לעבודה בטוחה) .
- 4.1.2 קרא את הוראות הבטיחות מספר הוראות הפעלת המכשיר.
- 4.1.3 חתם על טופס התחייבות בו הוא מתחייב למלא את כל הוראות הבטיחות בעבודה עם מיקרוסקופ קונפוקאלי
- 4.1.4 בדק, לפחות פעם בשישה חודשים, או לאחר כל טיפול או ביקורת טכנאי, את תקינות האינטרלוק של מקור הלייזר (פתיחת הדלת תפסיק את פעולת הלייזר) ורשם את פרטי ותאריך הבדיקה ביומן השירות של המיקרוסקופ.
- 4.2 במקרה תקלה או צורך בשינוי במערכת, באחריות ראש המעבדה/מיתקן:
- 4.2.1 להזמין נציג שירות או טכנאי מוסמך של ספק מערכת הלייזר הסגורה ו/או המיקרוסקופ לטפל בתקלה או לבצע שינויים.
- 4.2.2 לוודא כי הטיפול במערכת הלייזר הסגורה ו/או המיקרוסקופ הקונפוקאלי בוצע כנדרש והתקני הבטיחות לא נפגמו.

#### 5 שיטה/מהות

- על ספק מערכת הלייזר הסגורה ו/או המיקרוסקופ לספק:
- 5.1.1 מדבקה על גבי מערכת הלייזר הסגורה ו/או המיקרוסקופ המגדירה את רמת הסיכון של הלייזר לפי דרישות תקן ת"י 60825 חלק 1.
- 5.1.2 אינטרלוק SAFE FAIL מעל תא הלייזר המחובר למערכת הלייזר ומפסיק את פעולתו ברגע פתיחת הדלת או המכסה.

#### 6 דרישות בטיחות מהמשתמשים במערכת לייזר כלואה:

- לפני התחלת העבודה/שימוש במיקרוסקופ יש לקבל, מראש המעבדה/ היחידה, הדרכה על מבנה המיקרוסקופ, אופן הפעלתו, הסיכונים, כולל סיכוני לייזר ודרישות הבטיחות בעבודה.
- לקרוא (כמשתמש חדש או עובד מתרענן פעם בשנה) את הדרכות בטיחות בנושא סיכוני קרינת לייזר והגנה מפניהם, ממיקרוסקופ קונפוקאלי - הוראות לעבודה בטוחה).
- לקרוא (כמשתמש חדש או עובד מתרענן פעם בשנה) את הוראות הבטיחות שבספר הוראות הפעלת המכשיר.
- לחתום על טופס התחייבות למלא את כל הוראות הבטיחות בעבודה עם מיקרוסקופ קונפוקאלי.
- אסור לפרק או לפתוח את המכסים של המיקרוסקופ.
- יש לדווח לממונה הישיר/טכנאי אחראי על כל תקלה או חשש לתקלה במערכת.
- אסור למפעיל/משתמש לעשות כל שינוי בחלקי המסלול האופטי של המערכת.
- בעת מתן שירות למערכת אין כניסה לחדר בו מצויה 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 בציוד מגן אישי לכיוון והגנה מפני קרני לייזר לפי ת"י 4141 חלק 10 וחלק 11 ( EN207, EN208 )
- 7.5 איש השירות ישתמש אך ורק בציוד אשר הביא אתו ולא בציוד 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 בוויילון חסין אש.
- 7.9 יש לוודא שכל דלתות הכניסה לחדר נעולות ונורות האזהרה דולקות, ואין אפשרות כניסה לחדר.
- 7.10 אם לא נדרש להפעיל את מערכת הלייזר בעת ביצוע עבודות 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 המתאימות 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 או החלונות.
- 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 והמצוידים באמצעי מיגון מתאימים לסיכון הלייזר (משקפי מגן מתאימות 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, במידה שיש כאלה, פועלים כהלכה, יש לרשום זאת ביומן השירות של המיקרוסקופ.

## 8 במקרה חרום:

- 8.1 יש לפעול לפי הוראות החירום ולדווח למוקד המכוני 08-9342999.
- 8.2 על כל מקרה של תאונה או כמעט תאונה לייזר יש לדווח מיידית למוקד המכוני 08-934-2999, לממונה בטיחות לייזר, מושיאב יהודה טל" 08-9345155, 050-9001995 ולממונה הישיר.
- 8.3 בכל מקרה של פגיעה או חשד לפגיעה מלייזר יש לפנות מיידית למיין בבי"ח.



## הצהרת נותן שירות למערכת לייזר/מערכת כוללת לייזר

שם החברה הנותנת שירות: \_\_\_\_\_

סיווג העבודה: \_\_\_\_\_

משך עבודה: 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: \_\_\_\_\_