

| | | | | |
|--|--------------------|----------------|----------|---------------------------|
| <u>מספר ההוראה</u> | <u>תאריך פרסום</u> | <u>דף מספר</u> | <u>1</u> | אוניברסיטת תל-אביב |
| 07-334 | ספטמבר 2011 | מתוך | 19 | הוראות האוניברסיטה |
| נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב | | | | שם ההוראה: |

תוכן העניינים

- 1. מבוא**
- 2. אחריות**
 - 2.1 ממונה בטיחות לייזרים באוניברסיטה
 - 2.2 נאמן בטיחות לייזרים באוניברסיטה
 - 2.3 וועדת בטיחות לייזרים
 - 2.4. פקולטות**
 - 2.4.1 ראש גזרה – דקאן הפקולטה
 - 2.4.2 נאמן בטיחות לייזר בפקולטה
 - 2.4.3 חוקר ראשי
 - 2.4.4 מפעילי הלייזרים
- 3. חלוקת לייזרים לרמות סיכון**
- 4. רכישה, העברה והוצאה משימוש של לייזרים**
 - 4.1 רכישה
 - 4.2 העברה
 - 4.3 הוצאה משימוש
- 5. אמצעי בטיחות**
 - 5.1 רמות סיכון 1, 1M, 2, 2M, 3R Visible
 - 5.2 רמות סיכון 3R non-visible, 3B, 4
 - 5.2.1 דרישות מאזורי סיכון
 - 5.2.2 אמצעי בטיחות הנדסיים
 - 5.2.3 כללים ונוהלי בטיחות בהפעלת הלייזרים
- 6. ציוד בטיחות**
 - 6.1 ציוד בטיחות אישי
 - 6.1.1 ציוד מגן לעיניים
 - 6.1.2 ציוד מגן לעור
 - 6.2 חלונות מגן
 - 6.3 ווילונות מגן וחוסמי קרינה

| <u>מספר ההוראה</u> | <u>תאריך פרסום</u> | <u>2</u> | <u>דף מספר</u> | אוניברסיטת תל-אביב |
|--------------------|--------------------|----------|----------------|---------------------------|
| 07-334 | ספטמבר 2011 | 19 | מתוך | הוראות האוניברסיטה |

שם ההוראה: **נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב**

- 7. חיווי שלטי אזהרה ותוויות סימון לייזרים**
- 7.1. שלטי אזהרה
- 7.2. תוויות סימון לייזרים
- 7.3. סימון משקפי מגן
- 7.4. סימון חלונות מגן, מנחתים אופטיים, חוסמי קרן
- 8. הדרכה**
- 9. בדיקות רפואיות**
- 10. סיכונים לא מקרן הלייזר**
- 11. תאונות לייזר**
- 11.1. נוהל דיווח
- 11.2. פגיעות קשות
- 11.3. פגיעות קלות או תקרית (כמעט תאונה)
- 11.4. טופס דיווח תאונות
- 11.5. חקירת תאונות
- 11.6. שמירת רישומים
- 12. שמירת רישומים**
- 13. נספחים**
- נספח א' טופס רישום לייזרים
- נספח ב' סידורי בטיחות באזורי סיכון
- נספח ג' רשימת תיוג למבדק פנימי
- נספח ד' דוגמאות לסיכונים לא מקרן הלייזר
- נספח ה' דוגמא לנוהלי הפעלה (SOP (Safety Operating Procedure ותהליכי כוונון
- נספח ו' הגדרות
- נספח ז' תקנות ותקנים

| | | | | |
|--|--------------------|----------|----------------|---------------------------|
| מספר ההוראה | תאריך פרסום | 3 | דף מספר | אוניברסיטת תל-אביב |
| 07-334 | ספטמבר 2011 | 19 | מתוך | הוראות האוניברסיטה |
| נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב | | | | שם ההוראה: |

1. מבוא

נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב מורכב משני חלקים :

- 1.1. בחלק הראשון מפורטים בעלי התפקידים, האחראים לבטיחות בהפעלת מערכות הלייזרים, באוניברסיטה. חלק זה מצוי בהוראות האוניברסיטה.
 - 1.2. החלק השני כולל את הדרישות בהקשר לבטיחות בהפעלת מערכות הלייזרים באוניברסיטה. חלק זה מצוי בקובץ נוהלי בטיחות לייזרים של האוניברסיטה.
- הנוהל נכתב על מנת לשמור על הבטיחות בהפעלת מערכות הלייזרים באוניברסיטה.
נוהל זה מתבסס בעיקר על המסמכים הבאים :
- תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובטיחות העוסקים בקרינת לייזר) התשס"ה – 2005.
 - ת"י 60825 חלק 1 בטיחות מוצרי לייזר : מיון ציוד, דרישות ומדריך למשתמש.
 - תקנות הבטיחות בעבודה (ציוד-מגן אישי), התשנ"ז-1997.
 - תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (מסירת מידע והדרכת עובדים), תשנ"ט-1999.
 - תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים), התשנ"א 1990.

| | | | | |
|--------------------|--------------------|----|----------------|---------------------------|
| <u>מספר ההוראה</u> | <u>תאריך פרסום</u> | 4 | <u>דף מספר</u> | אוניברסיטת תל-אביב |
| 07-334 | ספטמבר 2011 | 19 | מתוך | הוראות האוניברסיטה |

שם ההוראה:

נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב**חלק א'****נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב****אחריות לבטיחות בהפעלת מערכות הלייזרים****2. אחריות****האחראים לבטיחות הלייזרים באוניברסיטה:****2.1. ממונה בטיחות לייזרים**

- 2.1.1. אישור תוכנית בטיחות לייזרים ונוהלי בטיחות בהפעלה וכוונון
- 2.1.2. ביצוע סקר סיכונים ללייזרים מרמות סיכון 4, 3B, 3R non-visible
- 2.1.3. סיווג לייזרים לרמות סיכון אם נדרש
- 2.1.4. הדרכת עובדים
- 2.1.5. הגדרת שילוט וסימון
- 2.1.6. ביצוע מבדקי בטיחות תקופתיים
- 2.1.7. חקירת תאונות
- 2.1.8. ביצוע רישום של נתוני לייזרים מסוכנים כולל מיקום ושמות חוקרים ראשיים
- 2.1.9. ביצוע בדיקות בטיחות תקופתיות

2.2. נאמן בטיחות לייזרים

- 2.2.1. ממלא מקום ממונה בטיחות הלייזרים באוניברסיטה
- 2.2.2. מתן מענה בנושא בטיחות הלייזרים באוניברסיטה בשגרה ובחירום
- 2.2.3. מתן סיוע לממונה בטיחות הלייזרים באוניברסיטה ביישום הדרישות המופיעות בסעיף 2.1 לעיל

2.3. וועדת בטיחות לייזרים

- הוועדה תורכב מחבר סגל אקדמי, ראש מנהל פקולטה, יו"ר ועדת בטיחות בפקולטה, נאמן בטיחות הלייזרים בפקולטה וממונה בטיחות הלייזר באוניברסיטה. הוועדה תתכנס ארבע פעמים בשנה לפחות, או ע"פ הצורך
- 2.3.1. ידונו בנושא בטיחות הלייזרים בפקולטות
- 2.3.2. יעדכנו את נוהלי בטיחות הלייזרים בהתאם לעיסוקים הספציפיים
- 2.3.3. יפקחו על יישום כל סעיפי תוכניות הבטיחות במעבדות

2.4. פקולטות**2.4.1. ראש גזרה - דיקאן**

- 2.4.1.1. ימנה אדם כנאמן על בטיחות הלייזרים בפקולטה
- 2.4.1.2. יספק לנאמן בטיחות הלייזר, את כל האמצעים הדרושים לביצוע תפקידו, יאפשר לו לבצעם ויודא את מילויים, בהתאם לנוהל זה

| | | | | |
|--------------------|--------------------|----------|----------------|---------------------------|
| מספר ההוראה | תאריך פרסום | 5 | דף מספר | אוניברסיטת תל-אביב |
| 07-334 | ספטמבר 2011 | 19 | מתוך | הוראות האוניברסיטה |

שם ההוראה:

נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב

- 2.4.2. נאמן בטיחות לייזר בפקולטה - בנוסף למופיע בסעיף 2.2 שלעיל :**
- 2.4.2.1. לייעץ לראש המעבדה בכל הנוגע להוראות בטיחות הלייזרים במעבדתו
 - 2.4.2.2. לסייע לראש המעבדה בקידום התודעה בנושא בטיחות השימוש במערכות הלייזר
 - 2.4.2.3. לוודא קיום מלא של הוראות הבטיחות במעבדות הפקולטה
 - 2.4.2.4. לסייע לראש המעבדה ביישום כל סעיפי הוראת בטיחות זו
 - 2.4.2.5. ביצוע בדיקות בטיחות תקופתיות
- 2.4.3. ראש מעבדה / חוקר ראשי**
- 2.4.3.1. נושא באחריות כוללת לבטיחות הלייזר במעבדתו
 - 2.4.3.2. יפעל ליישום מלא אחר כל סעיפי הוראת בטיחות הלייזר
 - 2.4.3.3. יעביר, לממונה בטיחות לייזר, נתונים על מערכות הלייזרים שבמעבדתו
 - 2.4.3.4. יזהה סיכונים, ישלב אמצעי בטיחות שונים כולל שילוט חיווי נוהלי בטיחות ויתקן ליקויי בטיחות ללא דיחוי
 - 2.4.3.5. יכתוב נוהלי בטיחות עבור כל סוג לייזר בנפרד ויעביר עותק לממונה בטיחות לייזרים
 - 2.4.3.6. יעביר רשימת עובדים מוסמכים לפי סוגי הלייזרים
 - 2.4.3.7. יעקב אחר ביצוע הנחיות בטיחות הלייזר במעבדתו בכל תצורות ההפעלה
 - 2.4.3.8. יכין תוכנית בטיחות שתכלול, סקר סיכונים, אמצעי בטיחות, ציוד מגן אישי, נוהלי בטיחות, חיווי ושילוט והסמכת עובדים עבור כל לייזר בנפרד
 - 2.4.3.9. יעביר הדרכת סיכונים ונוהלי בטיחות והפעלה של הלייזרים במעבדה לכל משתמשי הלייזרים שבמעבדתו, טרם תחילת העבודה ובאופן שוטף וקבוע אחת לשנה לפחות
- 2.4.4. מפעילי לייזרים**
- 2.4.4.1. ימלא בקפידה אחר הוראות הבטיחות
 - 2.4.4.2. לא יבצע כל שינוי מהותי במערכת הלייזר ובהתקני הבטיחות שלו אלא באישור ממונה בטיחות הלייזר באוניברסיטה או נאמן בטיחות הלייזר בפקולטה
 - 2.4.4.3. יודע לראש המעבדה ולנאמן בטיחות הלייזר בפקולטה על כל תקלה או שינוי מהותי במערכת הלייזר ובהתקני הבטיחות שלו כשנתגלה לו
 - 2.4.4.4. יתייצב וישתתף בהדרכות בטיחות לייזר במקום ובמועד שיוורה לו ראש המעבדה או הממונה על בטיחות הלייזר
 - 2.4.4.5. יפעיל את הלייזרים בהתאם להוראות ונוהלי הבטיחות
 - 2.4.4.6. ישתמש באמצעי המיגון שמספק לו ראש המעבדה

| | | | | |
|--|--------------------|----------------|----------|---------------------------|
| מספר ההוראה | תאריך פרסום | דף מספר | 6 | אוניברסיטת תל-אביב |
| 07-334 | ספטמבר 2011 | מתוך | 19 | הוראות האוניברסיטה |
| נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב | | | | שם ההוראה: |

חלק ב' נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב הדרישות בהקשר לבטיחות בהפעלת מערכות לייזרים באוניברסיטה

3. חלוקת לייזרים לרמות סיכון

הלייזרים מחולקים לרמות סיכון עפ"י הסיכונים שלהם לעיניים ולעור וסיכוני האש בקרינה ישירה או מפוזרת כלהלן:

רמת סיכון 1 (class:1)

מוצר לייזר שרמת קרינתו אינה מסוכנת. יתכן גם מצב בו לייזר מסוכן נמצא בתוך מעטפת ומערכות בטיחות שאינן מאפשרות מעבר קרינה מסוכנת. עקיפת מערכת הבטיחות עלולה לעלות את רמת הסיכון של הלייזר.

רמת סיכון: 1M (class 1M)

מוצר לייזר שרמת קרינתו אינה מסוכנת דרך כלל; מוצר זה עלול להיות מסוכן לעין כאשר צופים על קרן הלייזר בעזרת מערכת אופטית מרכזת.

רמת סיכון 2: (class 2)

מוצר לייזר הפולט בתחום האור הנראה, (400-700 nm) אשר רמת קרינתו מסוכנת את העין רק אם החשיפה נמשכת יותר מ- 0.25 שניות (זמן התגובה הארוך ביותר לרפלקס המצמוץ).

רמת סיכון: 2M (class 2M)

מוצר לייזר הפולט בתחום האור הנראה, (400-700 nm) אשר רמת קרינתו אינה מסוכנת לעין כאשר החשיפה נמשכת פחות מ- 0.25 שניות (זמן התגובה הארוך ביותר לרפלקס המצמוץ); מוצר זה עלול להיות מסוכן לעין כאשר צופים על קרן באמצעות מערכת אופטית מרכזת.

רמת סיכון: 3R (class 3R)

מוצר לייזר שפגיעת קרינתו באלומה ישירה עלולה להיות מסוכנת לעין. גבול הפליטה הנגישה לרמת סיכון זו הוא עד חמש פעמים רמת סיכון 1 או רמת סיכון 2.

רמת סיכון: 3B (class 3B)

מוצר לייזר שפגיעת קרינתו באלומה ישירה או בהחזרת מראה מסוכנת לעין בכל זמן חשיפה שהוא, אך בדרך כלל אינה מסוכנת לעור.

רמת סיכון 4: (class 4)

מוצר לייזר שפגיעתו בעין ובעור מסוכנת הן באלומה ישירה והן באלומה מוחזרת ומפוזרת; אלומתו של מוצר כזה עלולה להצית חומרים דליקים. כמו כן קרן הלייזר באינטראקציה עם חומר יכולה ליצור פלסמה ונדיפים רעילים.

נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב

4. רכישה, העברה והוצאה משימוש של לייזרים

4.1. רכישה

4.1.1. כל רכישה או שינוי מהותי בלייזר, החוקר הראשי ימלא טופס קליטת לייזר (ראה נספח א)

ויעביר לממונה בטיחות הלייזרים באוניברסיטה. הנתונים ישמשו לחישובי פרמטרי

הבטיחות, הגדרת ציוד מגן אישי והנדסי. קביעת אזורי סיכון ונוהלי בטיחות במעבדה.

4.1.2. החוקר הראשי יקבל תווית סימון שתכלול: מספר ממאגר הנתונים, מספר מעבדה, את שמו

ומספר הטלפון בו ניתן להשיגו במידת הצורך. את התווית יצמיד למערכת הלייזר.

4.2. העברה

העברה למעבדה אחרת מחייבת אישור ממונה בטיחות הלייזרים באוניברסיטה, עדכון תווית סימון

והרישום במאגר הנתונים.

4.3. הוצאה משימוש

הוצאה משימוש מחייבת עדכון ממונה בטיחות הלייזרים באוניברסיטה ומחיקת הפריט במאגר

הנתונים.

5. אמצעי בטיחות

5.1. רמות סיכון 1, 1M, 2, 2M, 3R Visible

5.1.1. החוקר הראשי אחראי לתפעול לייזרים אלו.

5.1.2. חשיפה לקרינה זו תהיה תמיד מתחת לרמת הסף - MPE

5.1.3. לייזרים אלו חייבים סימון תקני כולל אזהרות אם יש.

5.1.4. שימוש באמצעים אופטיים במעבדה כגון טלסקופ, מיקרוסקופ, זכוכית מגדלת מחייבת קבלת

הנחיות ממונה בטיחות הלייזרים באוניברסיטה.

5.2. רמות סיכון 3R non-visible, 3B, 4

5.2.1. דרישות מאזורי סיכון

5.2.1.1. כל לייזר מכל רמת סיכון מחייב סקר סיכונים כולל חישוב טווחי סיכון, סיכון

לעיניים, לעור וסיכונים אש או סיכונים נוספים. חישובי רמות קרינה נגישה, רמות סף,

טווחי סיכון, מנחתי ומשקפי מגן, יבוצעו ע"י ממונה בטיחות הלייזרים

באוניברסיטה, נאמן בטיחות הלייזרים בפקולטה והחוקר הראשי.

5.2.2. לייזרים מרמות סיכון 3B 3R non-visible

5.2.2.1. תפעול אך ורק ע"י אנשים מוסמכים שקיבלו הדרכה בבטיחות לייזר ע"י החוקר

הראשי (החוקר הראשי ינהל רישום שיכלול את שמות המפעילים, תאריכי ההדרכה

ונתוני מערכות הלייזר אותם יפעיל) והדרכת בטיחות לייזרים שנתית ע"י ממונה

בטיחות הלייזרים באוניברסיטה או באמצעות מכון להדרכה מוסמך

5.2.2.2. בכניסה, מחוץ למעבדה ובתוך המעבדה יהיה חיווי אזהרה ויזואלי בעת שהלייזר

מופעל או כבוי, ראה דוגמא:



| מספר ההוראה | תאריך פרסום | 8 | דף מספר | אוניברסיטת תל-אביב |
|--|-------------|----|---------|--------------------|
| 07-334 | ספטמבר 2011 | 19 | מתוך | הוראות האוניברסיטה |
| נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב | | | | שם ההוראה: |

- 5.2.2.3. המעבדה תשולט עפ"י דרישות סעיף 7.
- 5.2.2.4. הפתחים יאפשרו מילוט בחירום (עפ"י חוק התכנון והבניה).
- 5.2.2.5. קרינה מסוכנת תתוחם לאזור הסיכון בלבד.
- 5.2.2.6. דלת הכניסה לאזור הסיכון תחובר למפסק בטיחות שיפסיק את הקרינה (ע"י הפסקת אספקת חשמל ללייזר או תריס Laser shatter). ניתן יהיה להתקין גם אמצעי עקיפה לזמן מוגבל של עד 10 שניות תוך הפעלת זמזום. הכניסה לאזור הסיכון תהיה דרך ווילון מגן יעודי שיצור הפרדה בין קרינת הלייזר המסוכנת לבין אזור הכניסה, ראה נספח ב
- 5.2.2.7. לפני הפעלת הלייזר יש לחבוש משקפי מגן מתאימות
- 5.2.3. לייזרים מרמת סיכון 4**
- 5.2.3.1. תפעול אך ורק ע"י אנשים מוסמכים שקיבלו הדרכה בבטיחות לייזר ע"י החוקר הראשי (החוקר הראשי ינהל רישום שיכלול את שמות המפעילים, תאריכי ההדרכה ונתוני מערכות הלייזר אותם יפעיל) והדרכת בטיחות לייזרים שנתית ע"י ממונה בטיחות הלייזרים באוניברסיטה או באמצעות מכוון להדרכה מוסמך
- 5.2.3.2. בכניסה, מחוץ למעבדה ובתוך המעבדה יהיה חיווי אזהרה בעת שהלייזר מופעל.
- 5.2.3.3. המעבדה תשולט עפ"י דרישות סעיף 7.
- 5.2.3.4. הפתחים יאפשרו מילוט בחירום (עפ"י חוק התיכנון והבניה)
- 5.2.3.5. קרינה מסוכנת תתוחם לאזור הסיכון בלבד.
- 5.2.3.6. דלת הכניסה לאזור הסיכון תחובר למפסק בטיחות שיפסיק את הקרינה (ע"י הפסקת אספקת חשמל ללייזר או תריס Laser shatter). ניתן יהיה להתקין גם אמצעי עקיפה לזמן של עד 10 שניות תוך הפעלת זמזום. הכניסה לאזור הסיכון תהיה דרך ווילון מגן יעודי שיצור הפרדה בין קרינת הלייזר המסוכנת לבין אזור הכניסה ראה נספח ב.
- 5.2.3.7. קרן הלייזר תחסם בקצה ע"י חוסם קרן מתאים (במידה ולא נחסמה קודם).

מספר ההוראה
07-334

תאריך פרסום
ספטמבר 2011

דף מספר
מתוך 9
19

אוניברסיטת תל-אביב
הוראות האוניברסיטה

נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב

שם ההוראה:

5.2.4. אמצעי בטיחות הנדסיים

רשימת אמצעי בטיחות לייזרים מרמת סיכון 3B and 4 מופיעים בטבלה שלהלן. באותם מיקרים בהם לא ניתן בגלל סיבה כלשהיא לשלב את אמצעי הבטיחות ההנדסיים, תיבדק האפשרות לשימוש בנוהלי בטיחות או אמצעי מגן אישיים יחד עם ממונה בטיחות הלייזרים באוניברסיטה.

| רמת סיכון 4 | רמת סיכון 3B or 3R non visible | אמצעי בטיחות הנדסיים, מומלץ + חייב ✓ |
|-------------|--------------------------------|---|
| ✓ | ✓ | הפעלה ללא מכסה מגן או עקיפת מפסק בטיחות משולב קבל הנחיות ממונה בטיחות לייזרים |
| ✓ | ✓ | מפסק בטיחות משולב על מכסה |
| ✓ | ✓ | סימון מכסים ומפסקי בטיחות משולבים |
| + | + | שילוב מפסקי מגן במנגנוני בטיחות נוספים (כגון טמפרטורה, חשמל וכו') |
| ✓ | + | מפתח הפעלה בחומרה או תוכנה |
| ✓ | ✓ | מפסק בטיחות משולב בדלת כניסה |
| ✓ | + | מנחת או בולם קרן |
| ✓ | ✓ | סימון מפתח יציאת קרן הלייזר |
| ✓ | ✓ | חיווי הפעלה |
| ✓ | ✓ | תוויות אזהרה ונתוני הלייזר |
| + | | הפעלה עם השהיה |
| + | | הפעלה ובקרה מרחוק |
| ✓ | + | מפסק חירום |
| ✓ | ✓ | שילוב מנחתים ותריסי בטיחות עם מפסקי בטיחות משולבים |
| + | + | מחסה מגן מלא או חלקי |

| | | | | |
|--|-----------------------------------|----------|------------------------|--|
| מספר ההוראה 07-334 | תאריך פרסום ספטמבר 2011 | 10 19 | דף מספר מתוך | אוניברסיטת תל-אביב הוראות האוניברסיטה |
| נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב | | | | שם ההוראה: |

5.2.5. אמצעי בטיחות מנהלתיים - כללים ונהלי בטיחות בהפעלת הלייזרים

- 5.2.5.1. כללים, נהלים וכללי תפעול- SOP Safety operational procedure יהיו חלק מתוכנית בטיחות הלייזר במעבדה ויקבעו, בין היתר, מי מוסמך להפעיל את הלייזר, מהם התנאים הנדרשים לתחילת ההפעלה, מהו סדר הפעולה להפעלה וכיבוי ואיזה כללים נדרשים בזמן הפעלת הלייזרים ומהם תנאי הבטיחות הנדרשים בזמן תחזוקה.
- 5.2.5.2. נדרש גם שילוט וחיווי אזהרה בתוך אזורי הסיכון במעבדות, יש לוודא שניתן לראות את חיווי הפעלת הלייזר גם עם משקפי מגן מאזורי העבודה במעבדה.

6. ציוד בטיחות

- 6.1. **ציוד בטיחות אישי**- משקפי מגן וציוד בטיחות אישי נוסף נדרשים בכל הפעלת לייזרים או מקורות אור בהם קיים חשש לחשיפה מעל רמת הסף, בלייזרים MPE ומקורות אור TLV .

6.1.1. ציוד מגן לעיניים

בחירת משקפי מגן תהיה עפ"י התקנים הבאים:

- EN 207 Personal eye-protection. Filters and eye-protectors against laser radiation (laser eye-protectors)
- EN 208 Personal eye-protection. Eye-protectors for adjustment work on lasers and laser systems (laser adjustment eye-protectors)

להלן מספר פרמטרים הנדרשים לבחירת משקפי המגן:

- 6.1.1.1. אורך גל או מספרי אורכי גל
- 6.1.1.2. עמידות בשטף הקרינה המרבי
- 6.1.1.3. רמת עבירות בתחום הנראה VLT
- 6.1.1.4. שיבוש ראיית צבעים
- 6.1.1.5. הגבלת זוויות ראייה (אנכי ואופקי)
- 6.1.1.6. משקל, נוחות
- 6.1.1.7. עמידות להספק שיאי גבוה, כגון photo bleaching
- 6.1.1.8. הצורך ב anti-fogging
- 6.1.1.9. הצורך בשימוש במשקפים אופטיות
- 6.1.1.10. עמידות בסיכונים נוספים כגון שבבי מתכת

| | | | | |
|--------------------|--------------------|----|----------------|---------------------------|
| <u>מספר ההוראה</u> | <u>תאריך פרסום</u> | 11 | <u>דף מספר</u> | אוניברסיטת תל-אביב |
| 07-334 | ספטמבר 2011 | 19 | מתוך | הוראות האוניברסיטה |

נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב

שם ההוראה:

6.1.2. ציוד מגן לעור

לדוגמא: בעת סיכון לחשיפת UV, יש צורך בהגנה מלאה על העור באמצעות ביגוד, מסכה וכפפות מתאימים. במקרה של רמת סיכון 4 תישקל שימוש בביגוד חסין אש.

6.2. ציוד בטיחות הנדסי

6.2.1. חלונות מגן

בחירה עפ"י התקן - EN 12254 -Screens for lasers working places

6.2.2. ווילונות מגן וחוסמי קרינה

בחירה עפ"י התקן

ISO 60825-4 Safety of laser products - Part 4: Laser guards

בחוסמי קרן יש לציין בתווית את נתוני הספק מרבי, צפיפות הספק מרבי ותחום אורכי גל, ראה דוגמא,



50mm aperture, from UV to far IR, 7kW/cm² at 500W and 3kW/cm² at 5kW

| | | | | |
|--------------------|--------------------|----|----------------|---------------------------|
| <u>מספר ההוראה</u> | <u>תאריך פרסום</u> | 12 | <u>דף מספר</u> | אוניברסיטת תל-אביב |
| 07-334 | ספטמבר 2011 | 19 | מתוך | הוראות האוניברסיטה |

נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב

שם ההוראה:

7. שלטי אזהרה ותוויות סימון

7.1. שלטי אזהרה

7.1.1. בכניסה ובתוך המעבדות יהיה שלט שיואר כאשר הלייזר יופעל.



8.1.2. בנוסף יהיה בכניסה למעבדות שלט אזהרה ברקע צהוב שיכלול לוגו של לייזר, רמת הסיכון, תאור הסיכונים, שם וטלפון של החוקר הראשי.



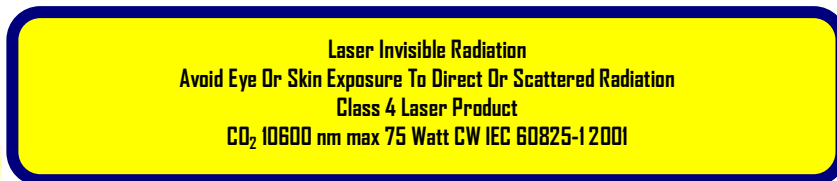
| | | | | |
|------------------------------|-----------------------------------|----------|------------------------|--|
| מספר ההוראה 07-334 | תאריך פרסום ספטמבר 2011 | 13 19 | דף מספר מתוך | אוניברסיטת תל-אביב הוראות האוניברסיטה |
|------------------------------|-----------------------------------|----------|------------------------|--|

נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב

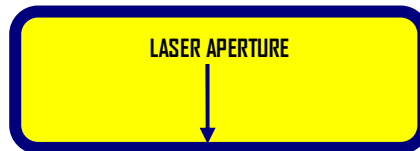
שם ההוראה:

8.2 תוויות סימון לייזרים

7.1.2 מכשיריה לייזרים יסומנו בתוויות עפ"י התקן, ראה דוגמאות למטה



7.1.3 מפתח הלייזר, בו יוצאת קרן הלייזר יסומן בתווית, ראה דוגמא למטה



7.2 סימון משקפי מגן

7.2.1 משקפי מגן יהיו מסומנים בכל הנתונים הנדרשים עפ"י תקן EN 207 או EN 209 ראה דוגמאות למטה

| | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------|---------|-----|-----|-----|------|
| Label acc. to EN 207:1998+A1:2002 | | | | | | |
| D | 900-1100 | L10 | LV | DIN | CE | S |
| Label acc. to EN 207:2009 | | | | | | |
| 900-1100 | D | LB 10 | LV | DIN | CE | S |
| Label acc. to EN 208:1998+A1:2002 | | | | | | |
| 10W | 2x10 ⁻³ J | 600-650 | R4 | LV | DIN | CE S |
| Label acc. to EN 208:2009 | | | | | | |
| 10W | 2x10 ⁻³ J | 600-650 | RB4 | LV | DIN | CE S |

7.3 סימון חלונות מגן, מנחתים אופטיים, חוסמי קרן

7.3.1 סימון חלונות ומנחתים אופטיים יכלול רמת הנחתה ואורך גל ראה דוגמא 1 to 1000 Watt, OD5 at 643 nm וכולמי קרן יסומנו עפ"י רמת ההספק המרבי, אנרגיה מרבית ואורכי גל

| | | | |
|--------------------|--------------------|----------------|---------------------------|
| מספר ההוראה | תאריך פרסום | דף מספר | אוניברסיטת תל-אביב |
| 07-334 | ספטמבר 2011 | 14 מתוך 19 | הוראות האוניברסיטה |

שם ההוראה:

נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב**8. הדרכה**

- 8.1. כל מפעיל לייזר יעבור הדרכה בבטיחות לייזרים שתכלול בין היתר, את הכרת הסיכונים, אמצעי הבטיחות, שלטי אזהרה ונהלי הפעלה. ההדרכה תבוצע ותתועד ע"י החוקר הראשי במעבדה. החוקר הראשי ינקוט באמצעים לוודא שההדרכה שניתנה לעובד הובנה על ידו כראוי וכי הוא פועל על פיה.
- 8.2. פעם בשנה תתקיים הדרכת בטיחות לייזרים כללית, המחייבת השתתפות של כל מפעילי הלייזרים. ההדרכה תועבר באמצעות הממונה על בטיחות הלייזרים או מכון מוסמך להדרכה.
- 8.3. תדירות ההדרכות: טרם תחילת העבודה ובאופן שוטף וקבוע אחת לשנה לפחות.

9. בדיקות רפואיות בשגרה ובחירום

- 9.1. בשגרה: עפ"י הנדרש במחקר, תבוצע בדיקת חדות ראייה, הבחנה בצבעים, שדה ראייה וראייה תלת ממדית.
- 9.2. בחירום: לאחר תאונה או חשש לתאונה חייב הנפגע בדיקת רופא עיניים.

10. סיכונים לא מקרן הלייזר

להלן מספר דוגמאות לסיכונים לא מקרן הלייזר:

10.1.1. סיכוני חשמל

10.1.2. סיכונים כימיים

10.1.3. סיכונים מכאניים

10.1.4. סיכוני אש

10.1.5. גזים דחוסים

11. תאונות/כמעט" תאונות לייזר

11.1. חובת דיווח

בכל מקרה של תאונה או "כמעט" תאונה ובכל סוג של פגיעה (פגיעה קשה/ קלה, פגיעה בעור/בעיניים וכו'), בעת שימוש במערכת לייזר, חובה לדווח באופן מידי, לגורמים הבאים:

11.1.1. ממונה בטיחות הלייזרים באוניברסיטה

11.1.2. נאמן בטיחות הלייזרים בפקולטה

11.1.3. חוקר ראשי

11.1.4. דיקאן הפקולטה

11.1.5. במקרה שלא ניתן להשיג את הממונים הנ"ל, חובה לפנות לאחד מנציגי יחידת הבטיחות

11.2. חקירת תאונות, "כמעט" תאונה, פגיעות

בכל מקרה של תאונות או כמעט תאונה ובמקרה של פגיעות למינהן, תבוצע חקירה מלאה ע"י נאמן הבטיחות בפקולטה ותועבר לממונה בטיחות הלייזר באוניברסיטה עד שבועיים מיום המקרה.

12. שמירת רישומים

כל נושא הקשור בבטיחות הלייזרים יתועד וישמר כנספח לתוכנית בטיחות הקרינה במעבדה. הרישומים יוצגו לגורמים הרלוונטיים בכל זמן שידרש.

מספר ההוראה
07-334

תאריך פרסום
ספטמבר 2011

דף מספר
מתוך 15
19

אוניברסיטת תל-אביב
הוראות האוניברסיטה

נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב

שם ההוראה:

נספח א' טופס רישום לייזרים

לקליטת מערכת לייזר באוניברסיטה, נדרש למלא את "טופס קליטת מערכת לייזר" שלהלן ולהעבירו לממונה בטיחות הלייזר באוניברסיטה. הטופס ימולא ע"י החוקר הראשי בלבד.



אוניברסיטת תל-אביב
יחידת בטיחות ומשק
טל' 03-6407555 פקס: 03-6409881

תאריך: XX/XX/XX

הנדון: טופס קליטת מערכת לייזר

כללי:

שם הפקולטה _____ בניין _____ קומה _____ מספר מעבדה _____
אחראי אקאדמי: _____

שם החוקר הראשי _____ מספר טלפון _____
 שם מנהל המעבדה _____ מספר טלפון _____
 שם איש קשר נוסף _____ מספר טלפון _____

נתוני לייזר:

סוג הלייזר (ארגון, ND-YAG, וכו') _____
 הכנה עצמית/מודל הלייזר _____
 מספר סידורי של הלייזר _____
 original fabricated laser (כך/לא) _____ self modified laser (כך/לא) _____
 מדיום הלייזר (מוצק/נוזל/גז) _____ סיווג רמת סיכון הלייזר (4, 3b, 3R) _____
 operation status (פעיל/ לא פעיל) _____

מאפייני קרן לייזר:

אורך גל (nm) _____
 קוטר האלומה (nm) _____
 התבדרות (mrad) _____
 פרופיל הקרן (Gaussian Multi mode Top head etc) _____
 עוצמה הקרינה, _____

רצף:

עוצמה ממוצעת (W) _____

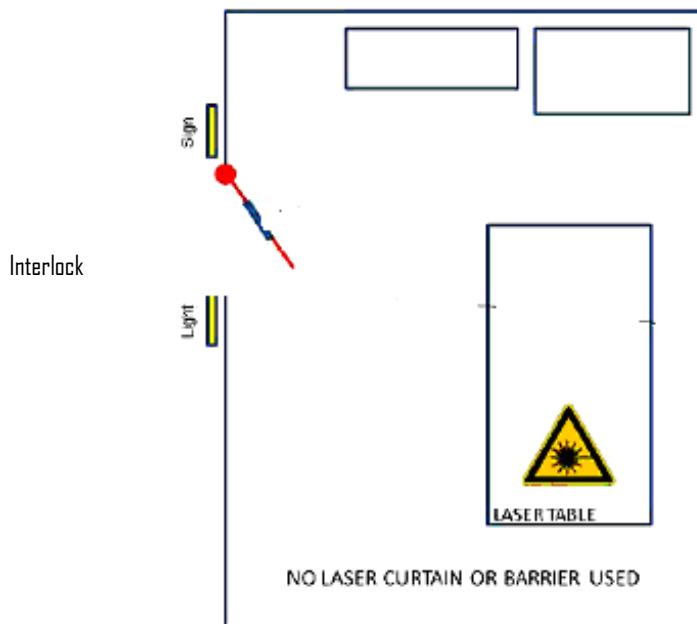
נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב

שם ההוראה:

נספח ב'

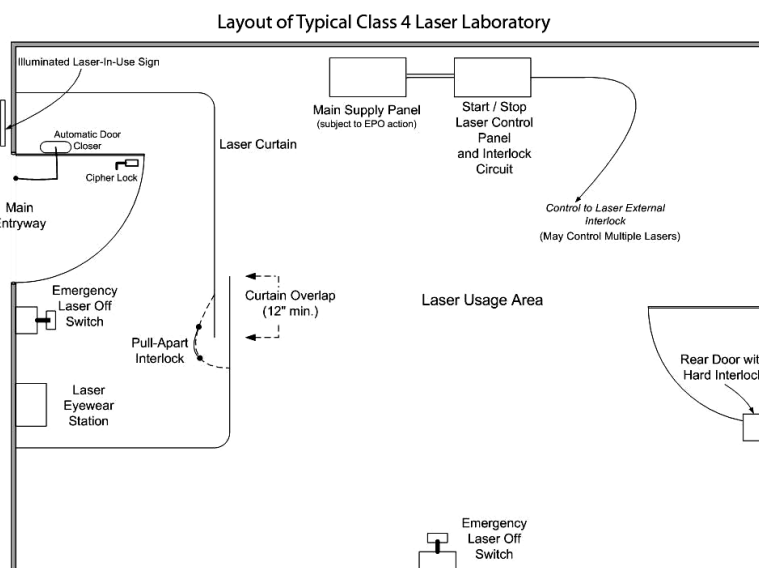
סידורי בטיחות באזורי סיכון

- 1.1. אזור הסיכון לא יאפשר זליגת קרינות מסוכנות מתוכו כאשר הלייזר פועל
- 1.2. בכניסה ובתוך המעבדה יהיה חיווי שיאפשר לדעת כאשר הלייזר מופעל
- 1.3. בנוסף בכניסה יהיה שלט אזהרה עם רמת הסיכון של הלייזר ושם החוקר הראשי
- 1.4. בדלת הכניסה יהיה Interlock שיפעיל Shutter או יפסיק את החשמל ללייזר בעת פתיחת הדלת ראה דוגמאות, (תכנון מעבדה יבוצע עפ"י חוק התכנון והבניה).



תרשים כניסה למעבדת לייזר ללא אפשרות עקיפת Interlock

- 1.5. קימת אפשרות לעקיפת ה- Interlock בדלת הכניסה ע"י שימוש בחיץ פנימי, בזמן עקיפה יופעל זמזום. העקיפה תתאפשר לזמן מוגבל, פתיחת הווילון שמהווה חיץ בטיחות תבוצע רק אחרי חבישת משקפי מגן וסגירת הדלת ראה ציור,



תרשים כניסה עם אפשרות עקיפת Interlock

| | | | | |
|--------------------|--------------------|----|----------------|---------------------------|
| <u>מספר ההוראה</u> | <u>תאריך פרסום</u> | 18 | <u>דף מספר</u> | אוניברסיטת תל-אביב |
| 07-334 | ספטמבר 2011 | 19 | מתוך | הוראות האוניברסיטה |

נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב

שם ההוראה:

נספח ג'

רשימת תיוג למבדק פנימי

- 1.1. האם מפעילי הלייזר מוסמכים ועברו הדרכת בטיחות וקיים תעוד מסודר ?
- 1.2. האם קיימים נוהלי הפעלה ובטיחות לכל תצורות התפעול ?
- 1.3. האם החיוויים השילוט והתוויות תקינים ומתאימים לסוג בלייזר ?
- 1.4. האם משקפי המגן וציוד בטיחות נוסף תקין מסומן ומתאים ללייזר ?
- 1.5. האם בולמי הקרן או מגיני הקרינה ממוקמים נכון ומתאימים לעוצמת הקרינה ?
- 1.6. האם אזור הסיכון מונע זליגות קרינה מסוכנות החוצה ?
- 1.7. האם מפסקי המגן והחירום תקינים ?
- 1.8. האם קיימים סיכונים נלווים נוספים או תקלות שלא טופלו?

נספח ד'

דוגמאות לסיכונים לא מקרן הלייזר

- 1.1. סיכוני התחשמלות בעיקר בלייזרים מרמת סיכון 3B and 4
- 1.2. נדפים רעילים שנוצרים עקב אינטראקציה בין קרן הלייזר לחומרים שונים
- 1.3. קרינת X ray נוצרת במתחי הפעלה מעל 15 KV
- 1.4. פלסמה נוצרת בלייזרים מרמת סיכון 4 בצפיפויות הספק או אנרגיה גבוהות
- 1.5. קרינת UV נוצרת ממנורות הבזק
- 1.6. סיכוני פיצוץ או שרפה בלייזרים מרמת סיכון 4
- 1.7. חומרים רעילים הנמצאים לדוגמא במהוד הלייזרים

נספח ה'

דוגמא למבנה נוהל הפעלה SOP ותהליך כונון

- **הכנות במעבדה להפעלת הלייזר**, הוצאת אנשים לא דרושים, בדיקת Interlocks וחיוויים, שילוט, סגירת דלתות ופתחים, בדיקת סדר פעולות, השימוש בציוד מגן אישי וכו,
- **ביצוע תהליך כונון**, במידה ואפשר השתמש בלייזר בתחום הנראה מרמת סיכון 2 או בהספק מינימאלי אפשרי, השתמש בממירי דמות אם הקרן לא ניראת, חסום קרינה בקצה הקרן.
- **הכן את אזור המטרה**
- **נוהל הפעלה**, כוון הספק, Q-switch mode, pulse rate, other
- **תהליך כבוי**
- **תהליכים מיוחדים**, אחזקה, בדיקות בטיחות, עקיפת מפסקי בטיחות וכו.
- **נוהל פעולה בחירום**
- **סילוק חומרים רעילים**

| | | | | |
|--|--------------------|----|----------------|---------------------------|
| <u>מספר ההוראה</u> | <u>תאריך פרסום</u> | 19 | <u>דף מספר</u> | אוניברסיטת תל-אביב |
| 07-334 | ספטמבר 2011 | 19 | מתוך | הוראות האוניברסיטה |
| נוהל בטיחות לייזרים באוניברסיטת תל-אביב | | | | שם ההוראה: |

נספח ו' הגדרות

- רמת סף ללייזרים – MPE - maximum permissible exposure
- רמת סף לסיכונים שונים, כימיים, ביולוגים, פיזיקאליים, כולל לקרינות אופטיות לא קוהרנטיות
TLV threshold limit value
- אזור סיכון – NHZ - nominal hazard zone
- נוהל הפעלה – SOP - Standard operational procedure
- מפסק מגן משולב – Safety interlock
- עבירות סקוטופית באחוזים – VLT - visual light transmittance

נספח ז' תקנות ותקנים

תקנות

- תקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובטיחות העוסקים בקרינת לייזר), תשס"ה-2005
- תקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז – 1997
- תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (מסירת מידע והדרכת עובדים), התשנ"ט – 1999
- תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים) (תיקון),
התשנ"ט-1999

תקנים

- ת"י 60825 חלק 1 בטיחות מוצרי לייזר: מיון ציוד, דרישות ומדריך למשתמש,
- ת"י 4141 חלק 10, דצמבר 97 ציוד מגן אישי לעיניים: מסננים ומגני עיניים להגנה מפני קרינת לייזר,
- ת"י 4141 חלק 11, דצמבר 97 ציוד מגן אישי לעיניים: מגיני עיניים לעבודת כוונן לייזרים ומערכות לייזר
(מגיני עיניים לכוונן לייזר)