

ארגונומיה של התאורה - סקירה ופתרונות

- ◀ [מהן בעיות התאורה הנפוצות ביותר?](#)
- ◀ [דפי מידע נוספים מתוך הסדרה OSH Answers בנושא תאורה](#)
- ◀ [מה צריך לדעת אודות תאורה לא מספיקה?](#)
- ◀ [כמה אור דרוש לפעילויות ולמצבים שונים?](#)
- ◀ [כיצד בודקים ומתקנים מצבים של תאורה לא מספיקה?](#)
- ◀ [מה צריך לדעת על בהק?](#)
- ◀ [כיצד מזהים בהק?](#)
- ◀ [כיצד נוכל לתקן בעיות של בהק?](#)
- ◀ [כיצד ניתן לזהות "ניגודיות לקינה"?](#)
- ◀ [כיצד נוכל לבדוק ולתקן ניגודיות לקינה?](#)
- ◀ [מהו פיזור לקינה של האור?](#)
- ◀ [מה זה הבהוב?](#)
- ◀ [כיצד עורכים סקר תאורה מקיף?](#)

מהן בעיות התאורה הנפוצות ביותר?

תאורה לקינה יכולה לגרום למספר בעיות, כגון:

- תאורה לא מספיקה - אין מספיק אור (מעט מדי) להבחין בפרטים הנדרשים על-פי הצרכים;
- בהק - יותר אור מהנדרש;
- ניגודיות (contrast) לא מתאימה - קושי להבחין בפרטים בתוך הרקע;
- פיזור לקינה של האור;
- הבהוב.

בדף המידע שלפניכם מתוארות, באופן כללי, דרכים לאיתור בעיות תאורה נפוצות ביותר ופתרוןן. מידע לגבי ביצוע סקר תאורה מקיף נמצא בסוף המסמך.

דפי מידע נוספים מתוך הסדרה OSH Answers בנושא תאורה

ראו גם:

- [ארגונומיה של התאורה - כללי](#)
- [אי-נוחות בעיניים בעבודה במשרד](#)
- [ארגונומיה של התאורה - רשימת תיוג](#)

מה צריך לדעת אודות תאורה לא מספיקה?

תאורה לקינה יכולה להוות סיכון בטיחותי-הערכה שגויה של מיקום, צורה או מהירות תנועה של עצם יכולה לגרום לתאונות ולפגיעות.

תאורה לקינה יכולה להשפיע על איכות העבודה - במיוחד במצבים בהם נדרש דיוק, וגם על התפוקה הכוללת. תאורה לקינה יכולה להוות סיכון בריאותי - אור רב מדי או מועט מדי גורמים למאמץ של העיניים ועלולים לגרום לאי-נוחות בעין (צריבה וכד') ולכאבי ראש.

כמה אור דרוש לפעילויות ולמצבים שונים?

כמות האור הנחוצה משתנה, ותלויה ב:

- סוג המטלה שיש לבצע;
- סוג המישטחים (מחזירים אור או קולטים אור);
- אזור העבודה הכללי;
- איכות הראייה של העובד.

כמות האור שנופל על מישטח נמדד ביחידות של לוקס (lux). רמה נאותה של תאורה כללית היא בדרך כלל 500-1000 לוקס, כשהמידה מתבצעת בגובה 76 ס"מ מהרצפה.*

דוגמאות לפעולות בתעשייה ובמשרד ורמות התאורה המומלצות עבורן:

| טבלה: קביעת קטגוריות של עוצמת ההארה* | |
|--------------------------------------|--|
| טווח ההארה (ביחידות לוקס)** | סוג הפעילות |
| 30 | חלל ציבורי עם רקע כהה |
| 50 | התמצאות פשוטה לפרקי זמן קצרים ולא קבועים |
| 100 | אזורי עבודה בהם פעולות הכרוכות בראייה מתבצעות רק לעתים |
| 300 | ביצוע מטלות ראייה כשהניגודיות גבוהה |

| | |
|------------|--|
| 500 | ביצוע מטלות ראייה עם ניגודיות בינונית או של פריטים קטנים |
| 1000 | ביצוע מטלות ראייה כשהניגודיות נמוכה או כשהפריטים קטנים |
| 3000-10000 | ביצוע מטלות ראייה על סף היכולת של העין להבחין בפרטים |

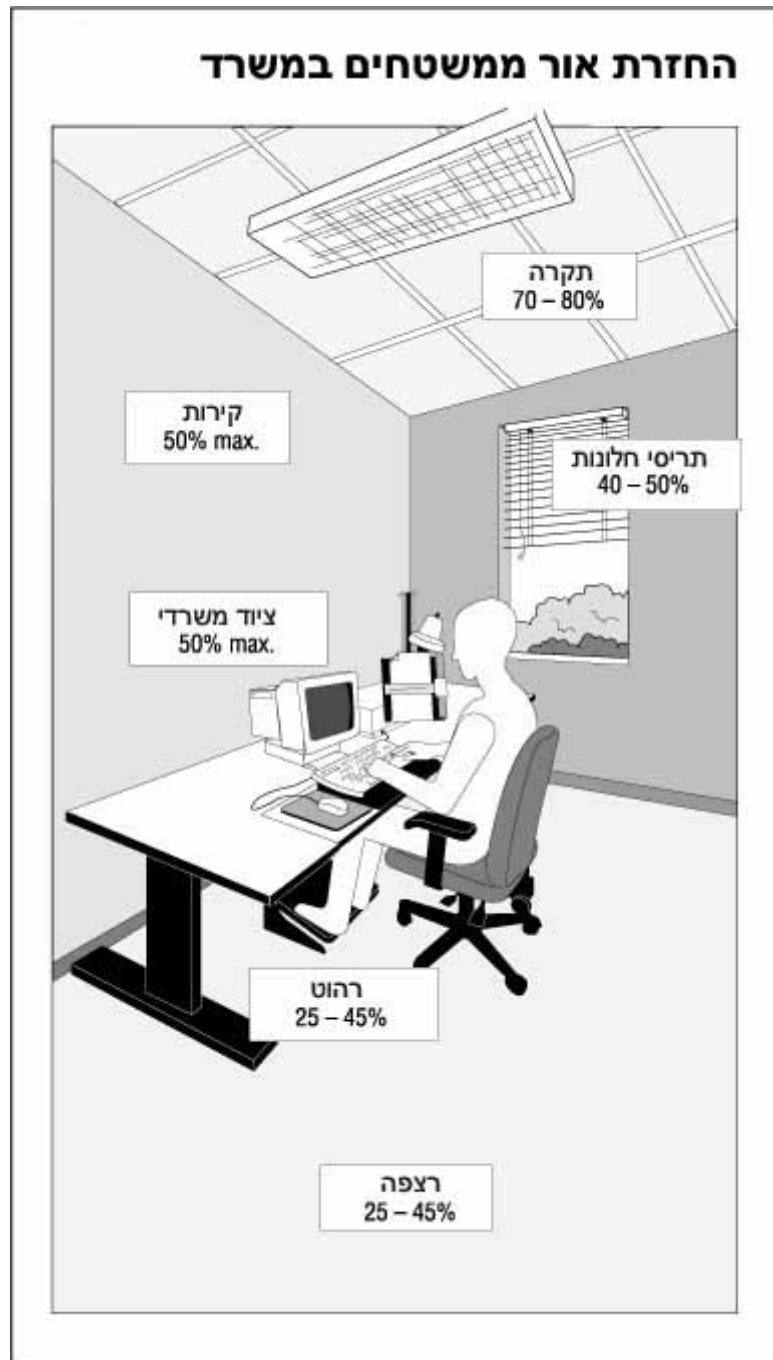
* על-פי:

IESNA Lighting Handbook. 9th ed. Illuminating Engineering Society of North America, 2000. p. 10-13.
** לוקס (Lux) = שטף אור (ביחידות lumen) ליחידת שטח.

כדי לקבל רמות תאורה מתאימות, נוהגים לתכנן מיתקני תאורה רבים כך האור יוחזר מהקירות, מהתקרה ומעצמים אחרים בחלל. ניתן למדוד את כמות האור המוחזרת מהמישטח. לדוגמא, החזרת האור (באחוזים) ממישטחים במשרד טיפוסי:

- תריסי חלונות (40%-50%)
- קירות (מקסימום 50%)
- ציוד משרדי (מקסימום 50%)
- תקרה (70%-80%)
- רצפה (20%-40%)
- ריהוט (25%-45%)

הערך (באחוזים) מתייחס לכמות האור שהמישטח מחזיר ביחס לכמות האור הנופלת עליו.



מיתקני תאורה הנמצאים במרחק רב מדי אחד מהשני או מיתקנים שאינם ממוקמים כראוי עלולים ליצור צללים. עצמים הממוקמים בין מיתקני התאורה ואזור ביצוע העבודה יכולים לחסום את האור ולהטיל צל. באופן דומה, עובדים, שיושבים כשגבם מופנה אל החלון (מקור אור טבעי), כשמיתקני התאורה נמצאים ישירות מעל לראשם או מאחורי עורפם, מטילים בעצמם צל על מישטחי העבודה שלהם.

כיצד בודקים ומתקנים מצבים של תאורה לא מספיקה?

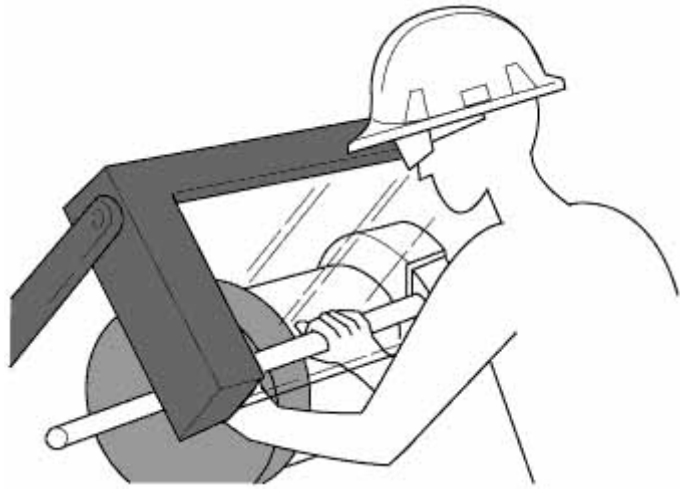
על-מנת לזהות מצב של תאורה לא מספיקה, נסו את המהלכים הבאים:

- נגבו את מיתקני התאורה במטלית לחה כדי לבדוק את מידת הניקיון שלהם. קשה לגלות שכבה אחידה ודקה של אבק במבט בלבד.
- מדדו את רמת ההארה הממוצעת בחלל מקום העבודה. השוו אותה לרמות המומלצות.
- בדקו אם יש צללים, במיוחד מעל אזורי העבודה ובחדרי מדרגות.
- שאלו את העובדים אם הם סובלים ממאמץ מוגבר של העיניים, או שהם נאלצים לאמץ את עיניהם כדי לראות.

במהלך המדידה העובדים צריכים לשבת בתנוחת עבודה רגילה כדי לאפשר קבלת תוצאות מדויקות.

כדי לתקן תאורה לא מספיקה:

- החליפו נורות באופן סדיר. נורות ישנות מספקות פחות אור מאשר נורות חדשות, לכן, החליפו את הנורות לפני שהן נשרפות. הקפידו על מילוי הנורות היצרנים.
- נקו את מיתקני התאורה באופן קבוע. לכלוך על מיתקני התאורה מפחית את כמות האור שהם מספקים. מיתקני תאורה שחלקם עליון פתוח מאפשרים למשבי אוויר להסייע את האבק לאורך המיתקן, ובכך מונעים הצטברות אבק ולכלוך על גבי המיתקן.
- הוסיפו מיתקני תאורה במקומות המתאימים.
- צבעו את הקירות והתקרות בצבעים בהירים כך שתתאפשר החזרה של כמות אור רבה יותר.
- השתמשו באור מוחזר ובתאורה מקומית כדי לסלק צללים. לדוגמא: נורה מכוסה המותקנת מתחת למגן שקוף של מחרטה מספקת את האור הנוסף הנחוץ כדי לראות היטב את הנדרש עבור המטלה.
- אל תמקמו עמדת עבודה כך שמיתקני התאורה ייצא מאחורי העובד.

**מה צריך לדעת על בוהק?**

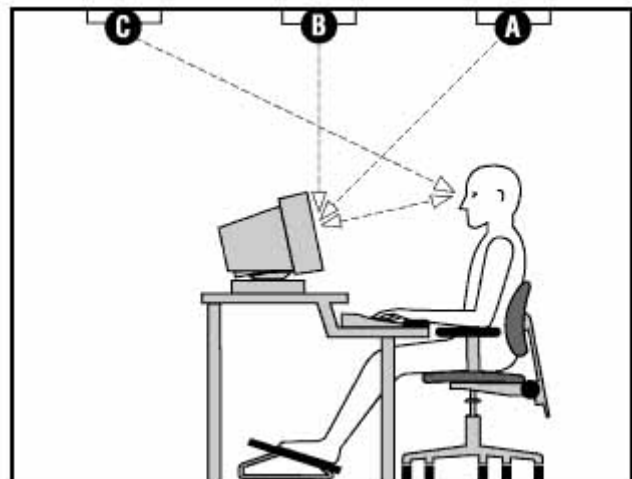
בוהק הוא בעיית תאורה נפוצה, ומתבטא בכך שמקור אור חזק מדי או השתקפות של אור מפריעים לראייה ברורה של העצם. ברוב המקרים, העיניים תסתגלנה לאור הבהיר ביותר. עקב הסתגלות זו, קשה יותר לראות את הפרטים הנמצאים באזורים אפלים יותר של חלל העבודה (אפילו אם הם מוארים היטב!). בוהק עלול לגרום למיטוד ואי-נוחות, ויכול להגביל את כושר הראייה של האדם.

בוהק מוחזר (השתקפות) ניגרם ע"י אור המוחזר מ:

- מישטחים מלוטשים, נוצצים או מבריקים
- זכוכית בתמונות ממוסגרות, או זגוגיות החלונות בלילה
- צגי מחשב.

בוהק ישיר נגרם ע"י:

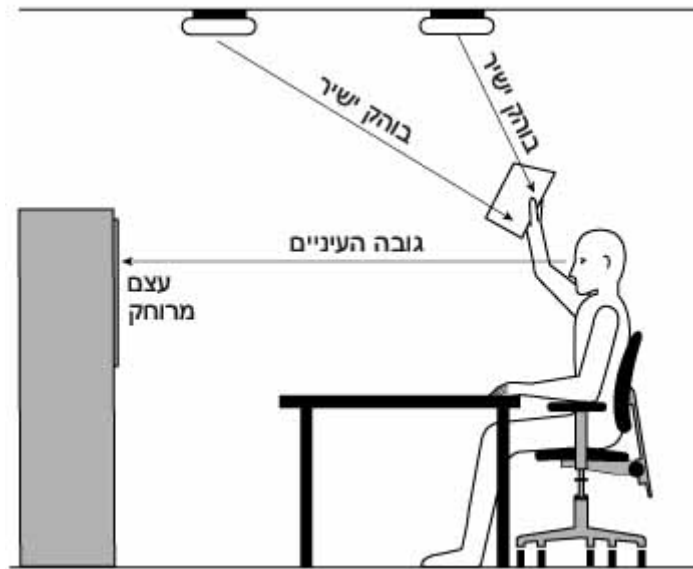
- אור בהיר מאוד ממיתקני תאורה במיקום לא מתאים
- אור השמש.



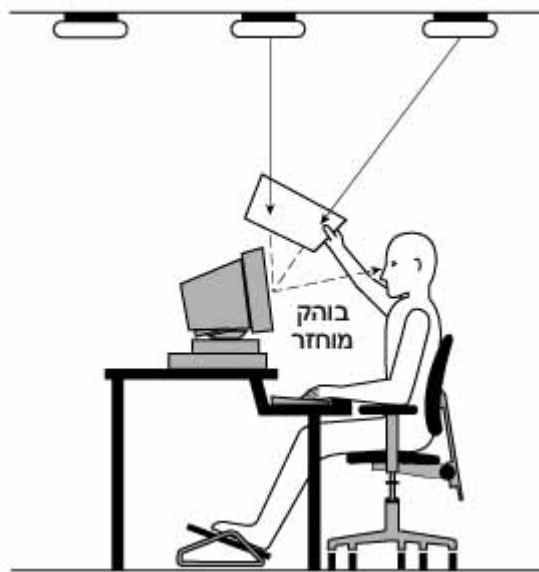
כיצד מזהים בוהק?

קיימות מספר דרכים לגילוי מקורות לבוהק.

- הסתכלו על עצם מרוחק, בגובה העיניים, הנמצא בעמדת העבודה הרגילה שלכם. כעת חסמו את נתיב האור ממיתקני התאורה בעזרת ספר, לוח קרטון וכד'. אם במצב זה יותר קל לכם לראות את העצם המרוחק, נראה שמיתקן התאורה שלכם יוצר בוהק.



- כדי לזהות בוהק מוחזר (השתקפות) - הסתכלו על המטלה שעליכם לבצע מעמדת העבודה הרגילה שלכם. כעת, חסמו את נתיב האור הנופל עליה מלפנים או מלמעלה. אם במצב זה קל לכם יותר לראות את הפרטים - קיימת בעיית השתקפות.

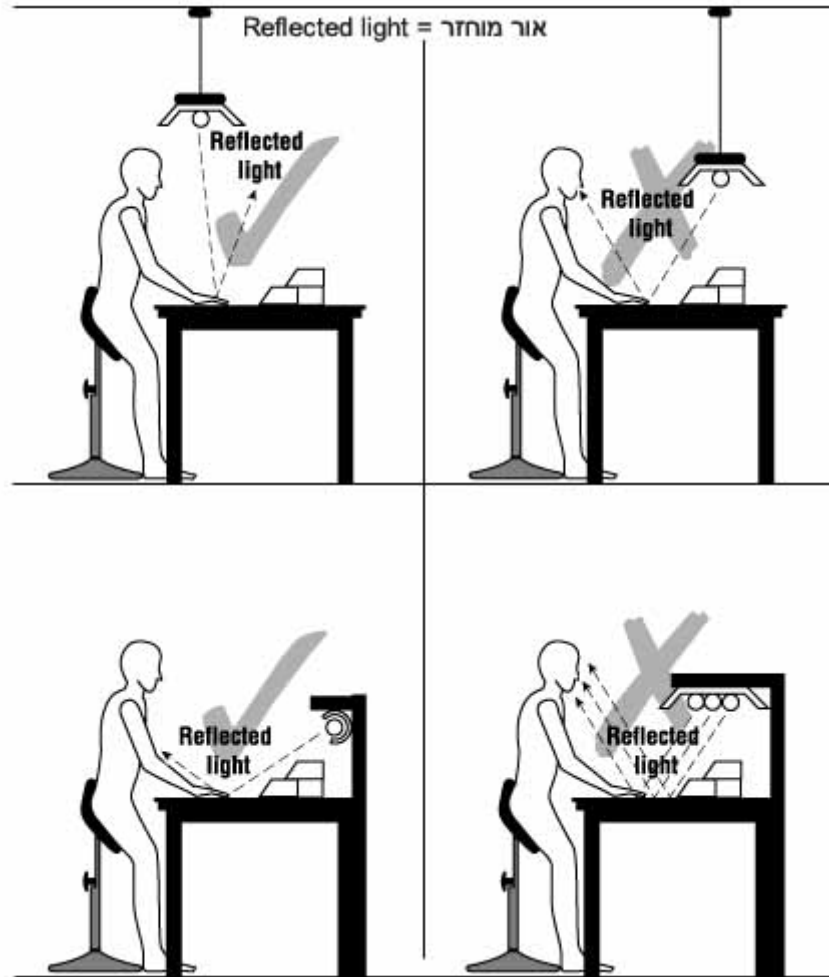


- הציבו על מישטח העבודה מראה קטנה הפונה כלפי מעלה. אם המראה מחזירה אור מלמעלה - מיתקן התאורה גורם לבוהק.
- חפשו עצמים מבריקים שמחזירים אור - זכוכית של תמונות ממוסגרות, מישטחי שולחן מבריקים וצגי מחשב הם דוגמאות נפוצות.
- שאלו עובדים אם הם סובלים מעיניים צורבות או עייפות, מכאבי ראש או שמא הם נאלצים לאמץ את עיניהם כדי לראות.

כיצד נוכל לתקן בעיות של בוהק?

כדי לתקן מצבים של בוהק, נסו:

- להשתמש במספר מיתקני תאורה בעוצמה נמוכה במקום במיתקן תאורה אחד גדול שעוצמתו גבוהה.
- להשתמש במיתקני תאורה שמסננים או מרכזים היטב את האור. לדוגמה: מיתקני תאורה לא-ישירה או מיתקני תאורה ישירה עם רפפות פרבוליות ועוד.
- לכסות נורות חשופות ברפפות, עדשות או התקנים אחרים לשליטה בכמות האור ובכיוונו.
- להגדיל את הבהירות של האזור שסביב מקור הבוהק.
- להשתמש בתאורה מקומית מתכווננת עם אפשרות לשליטה בעוצמת האור.
- למקם את מיתקני התאורה כך שכמות האור המוחזרת לכיוון העיניים תפחת.



- לכסות מישטחים בוהקים בנייר לא מבריק או לצפות בצבע מבריק למחצה או מט.
- לסלק עצמים מבריקים ונוצצים מדי.
- לשמור על הרמות המומלצות של התאורה הכללית.
- למקם את עמדת העבודה כך שהחלונות ונורות הפלואורוסנט יהיו במקביל לקו הראייה של העובד. אין למקם את עמדת העבודה כך ששיתקני התאורה יהיו לפני העובד או ישירות מעל לראשו.

כיצד ניתן לזהות "ניגודיות לקייה"?

- קיימים שני סוגי בעיות הקשורות בניגודיות:
- כאשר רמות האור שונות מאוד בין אזור אחד לאחר. אזור העבודה המידי צריך להיות בהיר יותר מהאזור הסובב אותו. כאשר הסביבה בהירה יותר מאזור העבודה - תשומת הלב מוסחת מאזור העבודה.
 - ניגודיות בין הצבעים של הפריטים. לדוגמא: הניגודיות בין אותיות הדפוס והנייר שעליו הן מודפסות יכולה לגרום לבעיות. ניגודיות נמוכה מדי בין המודפס והנייר, או בין הגופנים על צג המחשב והרקע שלהם - מקשה על מטלות הקריאה. במערך המפעל יכול להיווצר קושי בהבחנה בין חלקים נעים וחלקים קבועים במכונה, אם הצבעים שלהם זהים או דומים.



כיצד נוכל לבדוק ולתקן ניגודיות לקייה?

ניגודיות לקייה קיימת ב:

- אזורים שיש בהם הבדלים גדולים ברמות התאורה.
- עצמים שקשה להבחין בינם לבין הרקע שלהם.
- חומרי קריאה ותכנים על צג המחשב שקשה להבחין באותיות או בגופנים על פני הרקע שלהם.

כדי לתקן ניגודיות לקייה:

- הגדילו את הניגודיות בין העצמים והרקע שלהם. השתמשו בעטים במקום בעפרונות ובנייר לבן במקום בנייר אפור. כווננו את מידת החשיפה במכשיר הצילום, את בהירות הצג ואת הניגודיות.

- צמצמו את הבהוק המוחזר. השתמשו בגימורים לא מבריקים (מט) על המיטות, והרחיקו עצמים מבריקים משדה הראייה.
- השתמשו בצבעים מנוגדים לעצמים ולרקע שלהם. צבעו חלקים קבועים וחלקים נעים של מכונות בצבעים מנוגדים, כדי לשפר את היכולת להבחין בהם ולצמצם את הסיכון לתאונות.

מהו פיזור לקוי של האור?

כאשר פיזור האור לקוי, חלקים מהתקרה ומהסביבה הכללית ייראו אפלים. הבדלים משמעותיים ברמות התאורה מאלצת את העיניים להסתגל אליהם במעבר מרמת אור אחת לאחרת. עובדים יכולים להתקשות בראייה או לא להבחין בפריטים שונים.

ניתן לזהות פיזור אור לקוי:

- באזורים אפלים או באזורים עם תאורה לא אחידה;
- בעזרת מד-אור לבדיקת רמת ההארה בנקודות שונות במקום העבודה. כשהתאורה הכללית אחידה - המדידה המינימלית צריכה להיות לפחות 2/3 מהערך הממוצע.

תיקון של פיזור אור לקוי ייעשה על-ידי:

- שימוש במיתקנים שמפזרים חלק מהאור כלפי מעלה (הוספה או החלפה של מיתקני תאורה קיימים).
- צביעת התקרה והקירות בצבעים בהירים המחזירים אור.
- ניקוי של התקרות, הקירות ומיתקני התאורה מלכלוך ואבק.

מה זה הבהוב?

כל הנורות המופעלות בחשמל בזרם חילופין (AC), מייצרות אור רוטט. הבהוב הוא, בדרך כלל, בעיה שכיחה בתאורת פלואורוסצנט. ככלל, שימוש במשנקים מאפשר שליטה ויציבות של אספקת החשמל למנורות פלואורוסנט. סוגים אחדים של משנקים יכולים גם לצמצם את הבהוב באופן משמעותי.

הבהוב צידי הוא הבהוב שרואים מזווית העין, והוא גורם להסחת הדעת מהמטלה. כשעצמים נעים או רוטטים באותו זמן שבו קיים הבהוב - ומופעלים באותו מעגל חשמלי - הם נראים כאילו הם נעים במהירות שונה מהמהירות הממשית שלהם. עצמים נעים יכולים גם להיראות כניחים (על העיקרון הזה פועל מכשיר הסטרובוסקופ) מצב כזה איננו רצוי, מכיוון שהטעות לגיהי תנועת המכונות עלולה לגרום לפגיעות ותאונות.

כדי לתקן הבהוב:

- החליפו נורות באורח סדיר.
- וודאו שכל החלקים של מיתקני התאורה, ובמיוחד המשנקים, פועלים כראוי.
- הוסיפו נורות ליבון במקומות שבהם קיימת תאורה פלואורוסצנטית.

מה צריך לדעת על בוהק?

ייתכן שבמקום העבודה שלכם יש צורך בסקר תאורה מקיף, כדי לזהות ולפתור בעיות משמעותיות או מסוכנות. לסקר תאורה מקיף נדרש ציוד מורכב וניסיון מעשי. מלאו אחר הוראות היצרן לגבי טיפול הולם, שמירה ותחזוקה של מכשירים. יש דרכים ומכשירים רבים ושונים. לכל אחד מהם יש יתרונות וחסרונות משלו.

ראו דף המידע [ארגונומיה של התאורה - רשימת תיג](#).

סקר תאורה מקיף כולל מדידה של:

עוצמת ההארה (Illuminance) - כמות האור הנופל על מישטח (שטף אור ליח' שטח). יחידת המדידה היא לוקס (lux). מודדים אותה בעזרת מד אור. הקריאות נמדדות ממספר זוויות ועמדות.



בהיקות האור (Luminance) - כמות האור המוחזרת מהמישטח. יחידת המדידה היא קנדלה (candela=נר) למטר מרובע. מודדים אותה בעזרת מד הארה. בבדיקה מבצעים מדידות אחדות ומחשבים את הממוצע שלהן, תוך הסתמכות על הערכים שמופיעים בטבלאות תאורה.



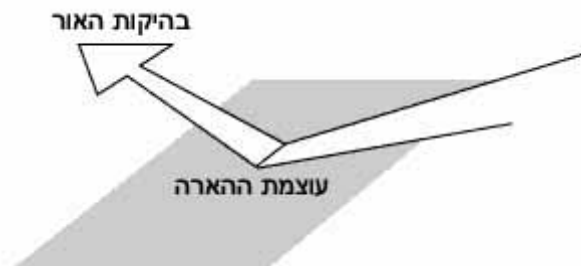
ניגודיות (Contrast) - היחס בין בהירות העצם לבין הרקע שלו. המדידה מתבצעת באמצעות מד בהירות. הנוסחה הבאה משמשת

לחישוב ניגודיות והתוצאה שלה היא מספר שבין 0 ל-1. ממוצע הניגודיות צריך להיות מעל 0.5:

$$\frac{\text{בהירות העצם} - \text{בהירות הרקע}}{\text{בהירות הרקע}} = \text{ניגודיות}$$



החזרת אור (Reflectance) - היחס שבין האור הנופל על מישט לבין האור שמוחזר מהמישט, מבוטא באחוזים. מודדים את החזרת האור בעזרת מד-אור. ניתן גם למדוד החזרת אור בעזרת רפלקטומטר או על ידי השוואה בין המישט האמור לדוגמאות צבע בעלות נתונים ידועים של החזרת.



כדי למדוד את האור המוחזר ממישט, מניחים את מכשיר הבדיקה של מד האור במרחק של 5-7 ס"מ מהמישט - כשהוא פונה אל המישט. לחישוב החזרת האור משתמשים בנוסחה הבאה:

$$\text{חזרת אור (\%)} = \frac{\text{בהיקות האור}}{\text{עוצמת האור}} \times 100$$



מבוסס על דף המידע Lighting Ergonomics - Survey and Solutions מתוך הסדרה OSH Answers של המרכז הקנדי לבריאות ולבטיחות בעבודה CCOHS, באדיבותו, וכפי שפורסם באתר האינטרנט www.ccohs.ca.