



האם התכנון הוא אקולוגי?

כינוס האגודה הישראלית לתאורה
שטייניץ – לירד- אלתם- עין השופט

7.07.2026

ד"ר אינה ניסנבאום

יו"ר האגודה הישראלית לתאורה
תכנון תאורה ומדידות תאורה

אהרונסון 23, ר"ג

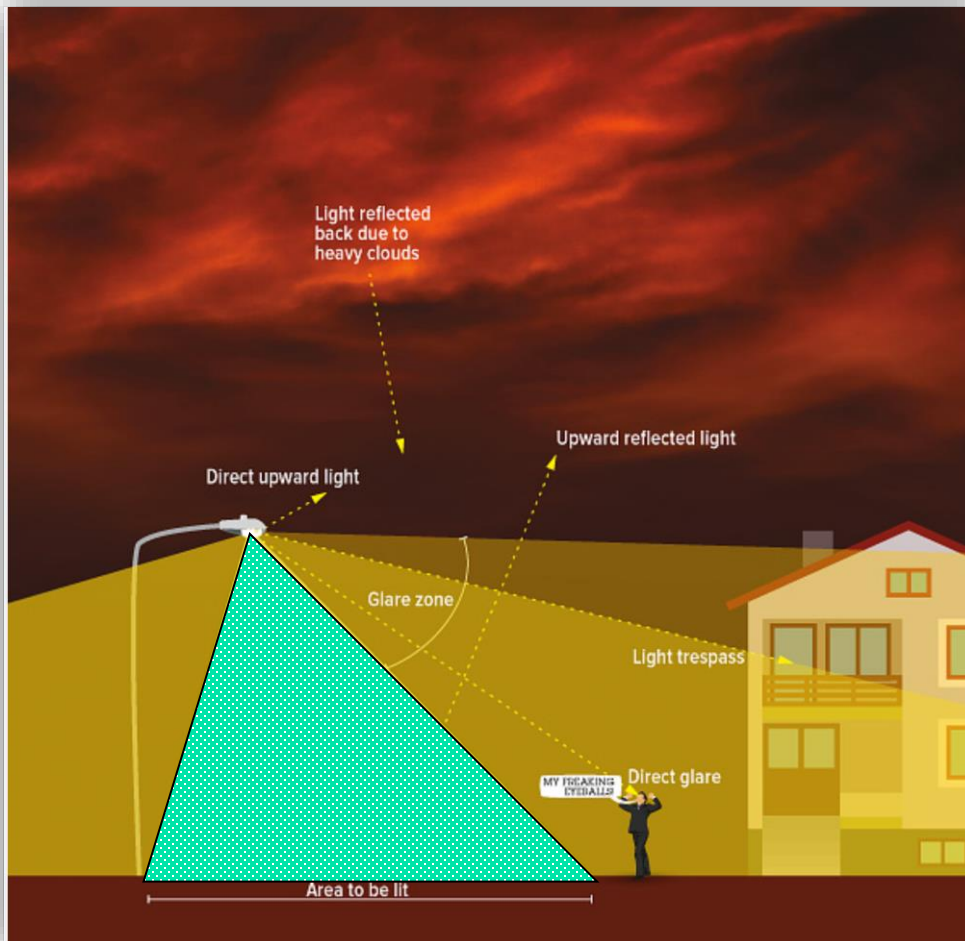
נייד: 054-4236006

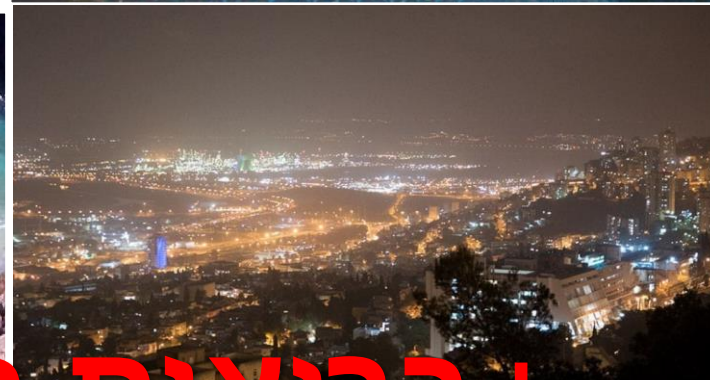
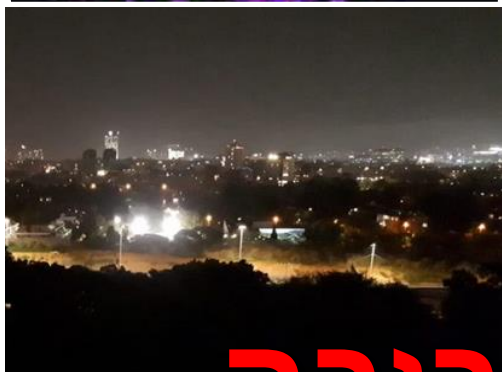
inna@light-eng.com



סיכונים עיקריים מזיהום אור

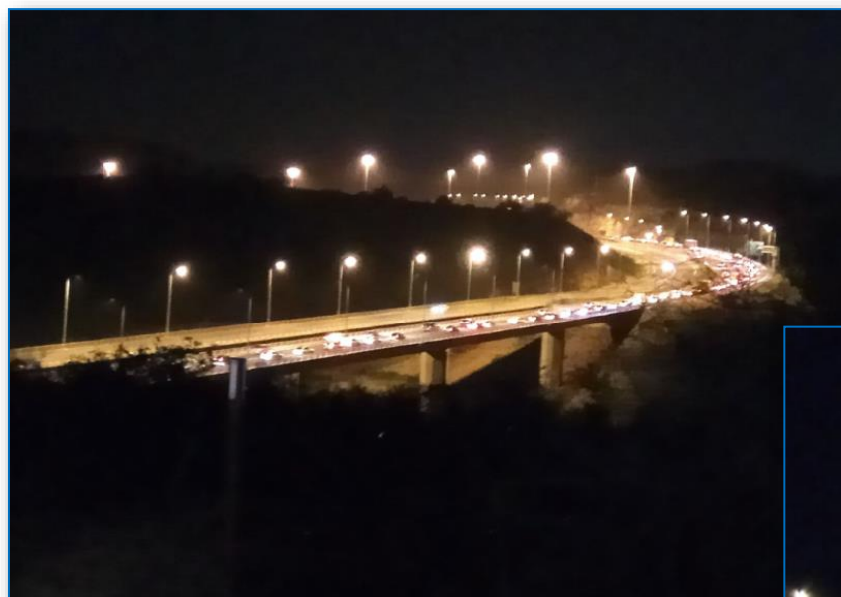
- עודף אור וסנוור
- אי נוחות
- בזבוז אנרגיה
- בטיחות*, בטחון *
- אפקטים שאינם "ראיתיים" - השלכות בריאותיות ואקולוגיות: פליקר והשפעת "האור הכחול" (קרינה קצרת גל) בגופים מבוססי טכנולוגית LED
 - שיבוש בפעילות של המערכות ההורמונליות ושל השעונים הביולוגיים בבעלי חיים וצמחים
 - פגיעה במנגנוני רבייה ותפקודים חיוניים
 - מיגרנות
 - פגיעה בעיניים
 - פגיעה בקוגניציה
 - ועוד





+ בריאות האדם והסביבה אפקטים שאינם ראיתיים

תוצאות



התכנון שאושר

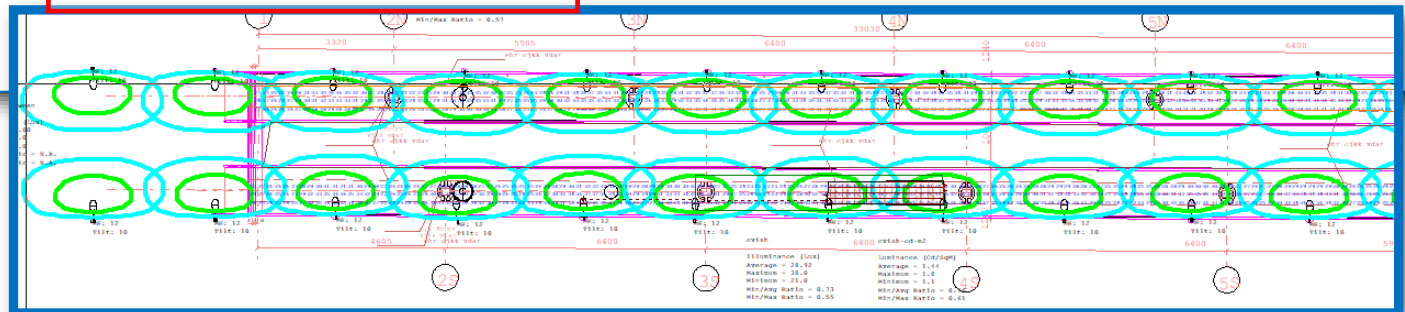
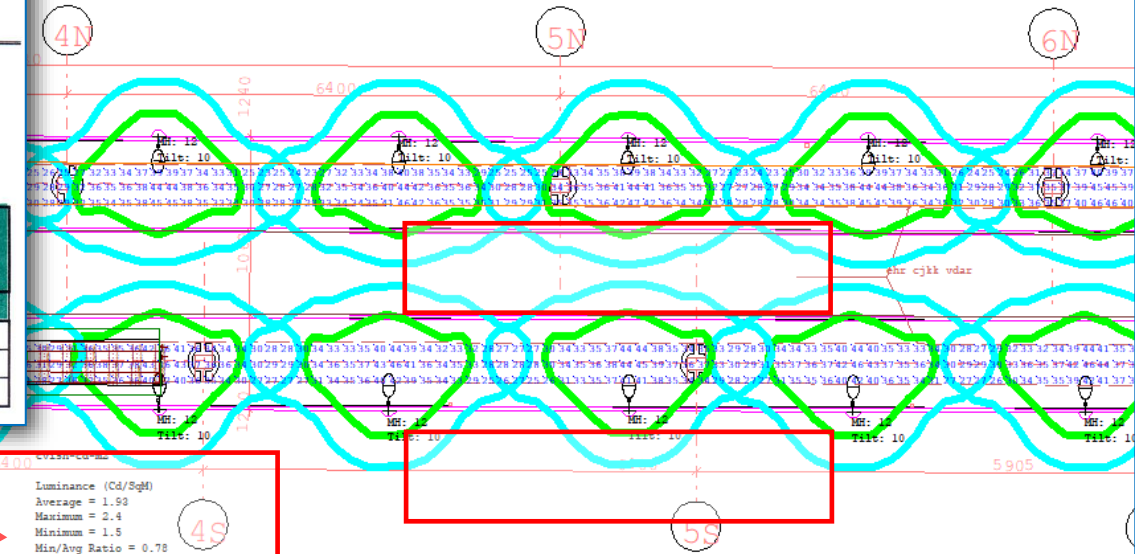
הנחיות לתכנון מאור בדרכים

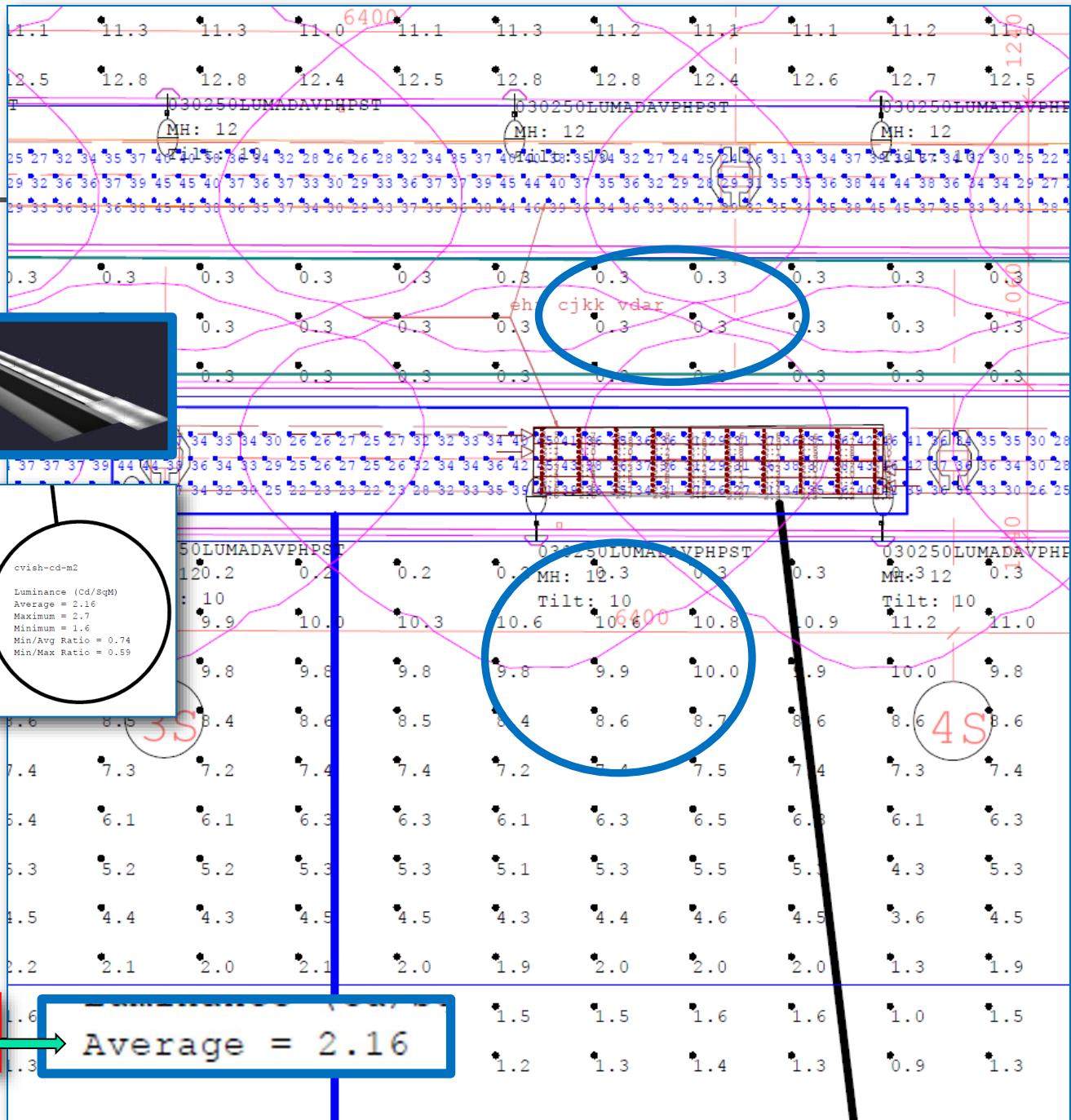
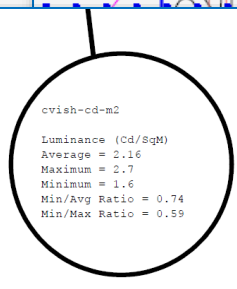
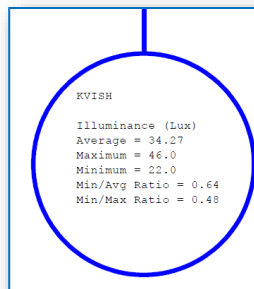
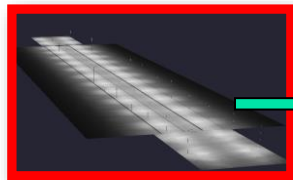
טבלה מס' 1.2 רמות איכות התאורה בדרך בין עירונית (מדדי איכות)

רמת התאורה	בהיקף ממוצע מיוערת קנדלות למ"ר	אחידות כוללת מיוערת U_e	אחידות של הנתיבים (כל אחד בנפרד) U_b	סך מניעת הסינוור (ערך מירבי) % T.I.	יחס הסביבה (ערך מיוערת) S.R.
1 ראית	1.5	0.4	0.7	10	0.5
2 ראית	1.0	0.4	0.6	10	0.5
3 ראית	0.8	0.4	0.5	10	0.5

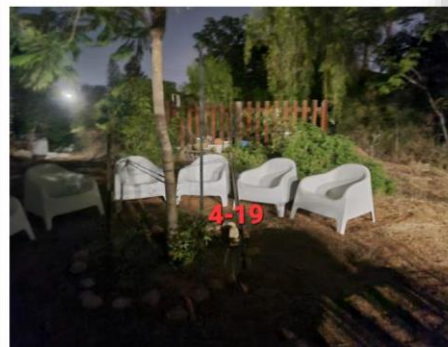
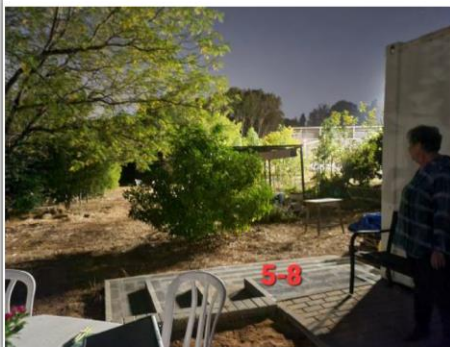
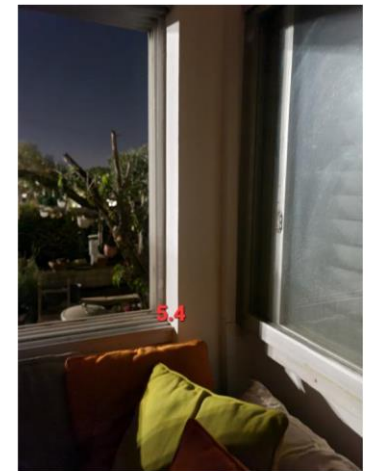
Illuminance (Lux)
Average = 34.02
Maximum = 46.0
Min/Avg Ratio = 0.63
Min/Max Ratio = 0.50

Luminance (Cd/Sqm)
Average = 1.93
Maximum = 2.4
Minimum = 1.5
Min/Avg Ratio = 0.78
Min/Max Ratio = 0.63





תוצאות



עיקרון הזהירות המונעת

חוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ו-2006¹

פרק א': מטרות החוק

מטרות

1. חוק זה מטרתו להגן על הציבור ועל הסביבה מפני השפעות של חשיפה לקרינה בלתי מייננת, ולהסדיר את העיסוק במקורות קרינה, הקמתם והפעלתם ובמתן שירות למדידת קרינה, בין השאר על ידי קביעת איסורים וחובות בהתאם לעקרון הזהירות המונעת.

תוספת

(סעיף 4)

מקורות קרינה שהקמתם והפעלתם אינה טעונה היתר

2. מכשיר הפולט אור בתחום הנראה לעין, בתחום אורכי גל הנעים בין 400 ננומטרים לבין 780 ננומטרים, ובלבד שאינו מכשיר או מיתקן שעקב פעילותו נוצרת או עלולה להיווצר קרינת לייזר, ובכלל זה: גופי תאורה לסוגיהם.

מסמכים של הגנ"ס בנושא זהום אור

מסמכים של המשרד העוסקים בנושא זהום אור

מסמך	נושא	קהל יעד עיקרי	פרסום
עמדת ממונה על הקרינה בנושא זהום אור	כללי	מסמך מנחה כללי	2019, 2022
הקוד האקולוגי/מדריך למתכנן/כולל הטמעה בתהליכי תכנון	מדריך מקצועי-יישומי לתכנון מתקני תשתית וכבישי נת"י	• אדריכלים ומתכנני ערים • יועצי תאורה, סביבה ואקולוגיה • מהנדסי תשתיות וחשמל • מוסדות תכנון, • רשויות מקומיות וגופי תשתית	2022
הנחיות לתאורה במרחב העירוני	המרחב העירוני	כלי רגולטורי/מדריך כלים יישומיים לרשויות ומתכננים	2025
הנחיות לתאורה במרחב החופי	המרחב החופי 100 + מטר מקו החוף	כלי רגולטורי/מדריך כלים יישומיים לרשויות ומתכננים	2026

הנחיות תכנון מבוססות תקנים ומידע מצטבר למניעת (או צמצום) זהום אור
נחיות המרחב החופי הוא המדויק והמעודכן עלפי הידע המצטבר מבין המדריכים

הקוד האקולוגי 2022

להאיר מה שצריך ומתי שצריך

להאיר כמה שצריך

להאיר בצורה מיטבית ולא פוגעת

קוד אקולוגי - תאורה ידידותית לסביבה

מדריך למתכנן
שמירה על חשכת
הלילה בשטחים
הפתוחים

מניעת ומזעור זיהום אור כתכנון תשתיות

עקרונות בסיס תכנוניות

■ איסור הארת האיזורים הרגישים, שמורות טבע, הים והחוף – **וללא קשר**

עין למקור האור

■ **נחיצות:** תאורה תותקן רק במקומות הכרחיים שבהם נדרשת ואינה פוגעת בסביבה

■ **תכנון מקצועי:** מבוסס חישובים פוטומטריים מלאים, לא בדיקות מדגמיות

■ **מניעת זליגת אור** מחוץ למבנים ולמגרש, גם מהחזרים מכלל המשטחים

■ **תאורה ממוקדת:** האור יכוון רק לאזור הנדרש למניעת זליגה לרקיע או לשכנים

■ **מינימום הכרחי:** עוצמות הארה יוגבלו לערכי המינימום בתקן בלבד

■ **ניהול הארה:** שימוש במערכות בקרה, עמעום וכיבוי

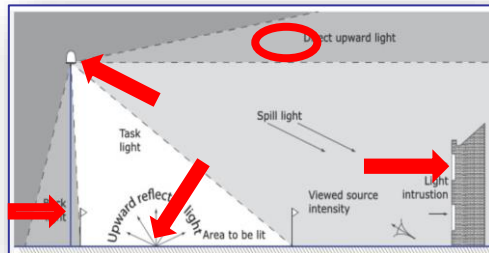
■ **שימוש בגופי תאורה** בעלי פרמטרים אקולוגיים

Table 2 – Maximum recommended light intensities and luminance values

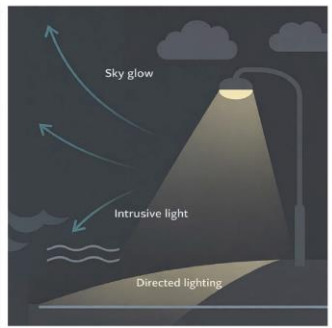
Environmental zone	Light on properties		Luminance intensity		Upward light ratio		Luminance	
	E_v lx		L cd		A_{UL} %		L_b cd m ⁻²	L_s cd m ⁻²
	Pre-curfew ^a	Post-curfew	Pre-curfew	Post-curfew	Pre-curfew	Post-curfew	Building facade	Signs
E1	2	0	2 500	0	0	0	9	50
E2	5	1	7 500	500	5	5	5	400
E3	10	2	10 000	1 000	15	10	10	800
E4	25	5	25 000	2 500	25	25	25	1 000

where:
 E1 represents intrinsically dark areas, such as:
 E2 represents low district brightness areas, such as:
 E3 represents medium district brightness areas, such as industrial or residential suburbs;
 E4 represents high district brightness areas, such as town centres and commercial areas;
 E_v is the maximum value of vertical illuminance on properties in lx;
 L is the light intensity of each source in the potentially obtrusive direction in cd;
 A_{UL} is the proportion of the flux of the luminaire(s) that is emitted above the horizontal, when the luminaire(s) is (are) mounted in its (their) installed position and attitude, and given in %;
 L_b is the maximum average luminance of the facade of a building in cd m⁻²;
 L_s is the maximum average luminance of signs in cd m⁻².

^a In case no curfew regulations are available, the higher values shall not be exceeded and the lower values should be taken as minimum values.



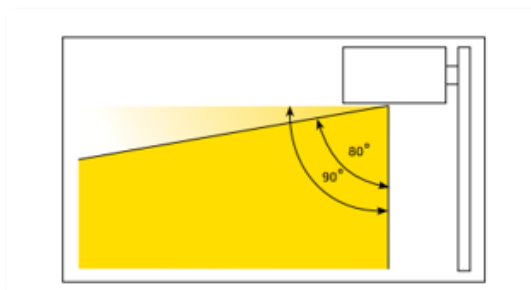
עקרונות תכנון לצמצום זהום אור



- מניעת הארה מעל קו האופק:
אופקית, אנכית וכלפי הרקיע

- הגבלת עוצמות הארה ובהיקות לפי סיווג רגישות המקום
- הגדרת "שעות פעילות" ו"מעבר לשעות פעילות" - לילה

- שימוש בעמודים נמוכים ככל האפשר - במידת האפשר מכוונים לא כלפי איזורים בעלי רגישות אקולוגית, הים והחוף - וללא קשר עין בין מקור האור לאיזור הרגיש



- שימוש בגופי תאורה:
 - אקולוגיים
 - מקובעים וממוקדים
 - בעלי אופטיקה מתאימה

דרישות איכות אור - גופי תאורה אקולוגיים

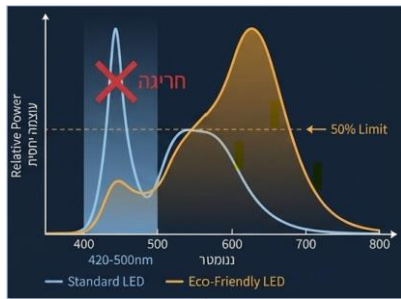
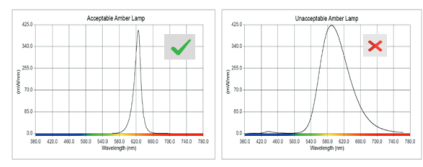
■ גוון אור (CCT)

- עד 2,200K באזורי E1

➢ צבי ים-אמבר

- עד 2,700K באזורי E2

- עד 2,700K-3,000K באזורי E3/E4



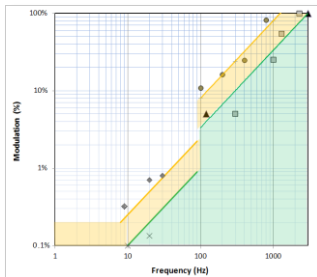
■ הגבלת קרינה קצרת גל בתחום 420–500 ננומטר וכך שסך הספק התאורה בתחום הכחול, מ-380 עד 500 ננומטר, יהיה לא יותר מ-25% מסך הספק התאורה

■ $CRI \geq 80$, מומלץ ≥ 90

■ בהיקות לד בודד – עד 300 לומן

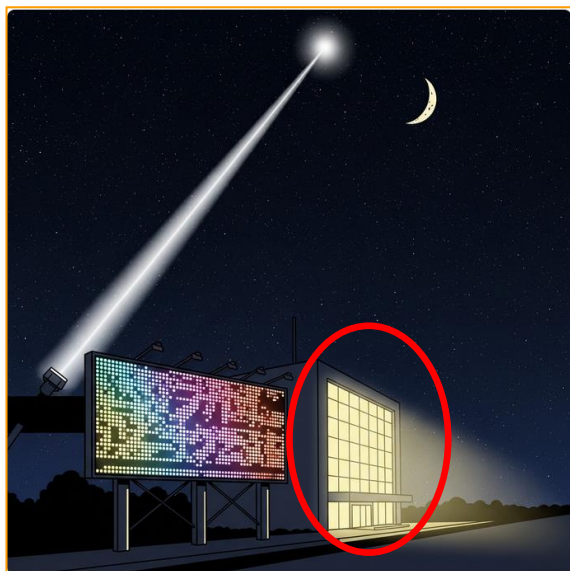
■ דרישות בטיחות פוטוביולוגית- RG0 בלבד

■ ריצוד- פליקר אורי בהתאם לדרישות התקן



שילוט ותאורה דקורטיבית

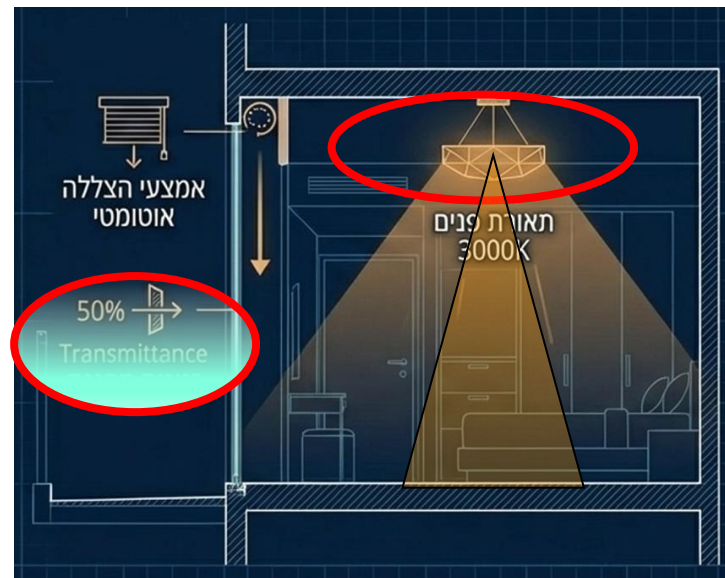
- שלטים מוארים מבפנים בלבד
- כיבוי שילוט פרסומי בלילה
- מגבלות על עוצמה, גוון, בהיקות וזליגה
- איסור הארה לרקיע או לכיוון אזורי E1
- תאורה אסורה:



- שלוט דינמי ו/או תארה מהבהבת
- לייזרים
- הארת מים
- הארת חזיתות זכוכית
- הארה כלפי השמים
- ועוד

תאורת פנים

- תאורת פנים תתוכנן כך שלא תזלוג אל מחוץ למבנה
- הצללה לחלונות (וילונות חוסמי אור/רפפות)



בדיקת התכנון



✓ **מטרת התאורה:** בטיחות/ ביטחון / תפעול- עלפי השימושים

✓ **סימון שטחים טבעיים/פתוחים** שאינם מיועדים להארה

✓ **הצגת שיטות הארה** עבור כל סוג שימוש במתקן

✓ **סעיף/עוצמת הארה בתקן עלפי כל שימוש**, כאשר עוצמו האור יוגבלו למינימום הנדרש, עבור השימוש הרלוונטי המוגדר בתקנים ועד 20% מעליון

גופי תאורה

מפרטי יצרן וספק ותעודות בדיקה ממעבדות מוסמכות ILAC ISO17025.
תעודת בדיקה תכלול זיהוי מדויק של גוף התאורה ורכיביו הרלוונטיים)

- ✓ **סיכוך מלא** Full Cut Off
- ✓ **שטף האור של לד בודד:** עד 300 לומן
- ✓ **טמפרטורת צבע,** CCT (עד 2,200/2,700/3,000 קלוין)
- ✓ **מקדם העברת צבע,** CRI (מומלץ מעל 80)
- ✓ **ספקטרום האור:** הערך המירבי של הקרינה בתחום הכחול של הספקטרום, מ-380 עד 500 ננומטר, יו 50% מהעוצמה המרבית הנפלטת, וסך הספק התאורה בתחום זה לא יעלה על 25% מסך הספק התאורה
- ✓ **בטיחות פוטוביולוגית:** קבוצת סיכון RG0
- ✓ **רטט אורי/פליקר:** בתחום הבטוח (No Effect Region - NER) לפי תקן EEE1789 (או PST עד 0.2 לכל היותר עלפי התקנים האירופאים IEC TR 61547-1 ו-IEC TR 63158 (ת"י 17890)

תכנון - כללי



- ✓ גופי התאורה יופנה **לכיוון** היבשה ולא לכיוון הים (המתקן)
- ✓ לא יותקנו גופי תאורה המכוונים כלפי **הרקיע**
- ✓ לא יהיה **קשר עין** בין מקור האור/סוכך גוף תאור למים/שטחים רגישים



תכנון- חישובים פוטומטריים

חישוב פוטומטרי בעזרת תוכנת AGI אשר יבוצע ע"י מתכנן תאורה בעל נסיון ורשיון מתאים - עבור כל שימוש בשטח התוכנית, לרבות הארה דקורטיבית

עוצמת ההארה האופקית של כלל המתקן, לרבות חישובי תאורה לבדיקה זליגת הארה מהוויטריות/חלונות (במידה וקיים)

עוצמת ההארה אנכיות על גבול המגרש ובמרחק בו מתקבל 0.05 / 0.27 לוקס - של כלל המתקן

זליגה מעבר למגרש/לים ולשטחים סמוכים/חזיתות: עוצמת ההארה האופקית – עד מרחק של 50 מ'

זליגה כלפי הרקיע:

עוצמת ההארה האופקיות בנקודה הגבוהה של המתקן
עוצמת ההארה האנכיות - כנ"ל, עד לקבלת 0 לוקס

תודה רבה!

