



לשכת המהנדסים
האדריכלים והאקדמאים
במקצועות הטכנולוגיים
בישראל

AEAI

הכינוס השנתי של האגודה הישראלית לתאורה בעין השופט

בחסות שטייניץ-לירד-אלתם

18.6.2024

האגודה הישראלית לתאורה (ע"ר)



2024 - התאורה נכללת בתכנון חשמל/ארכיטקטורה- ולא מקצוע עצמאי!

- העדר (כמעט) **תקנות** בתחום התאורה
- העדר **הסמכה** בתחום התאורה
- העדר **השכלה ייעודית** בתחום התאורה
- העדר **בקרה** ייעודית על התכנון- ועל הבצוע
- העדר **פקוח**

www.light.org.il

תאורה לקויה

- עיניים: גרד בעיניים, צדמומיות, עייפות, ירידה בכושר הראיה, ראייה כפולה, שינוש ראייה
- סחרחרות, עימות, כאבי ראש ועיניים
- תחושת אי-נוחות ועימה של מתח נפשי
- בעיות של מערכת שריו-של
- תאונות עבודה
- ירידה ביעילות, יכולת הריכוז ופריזן-עבודה

בגובה האור
לפיקסים שאינם ראיתיים
האור התאורה פולשנית



אפקטים שאינם-ראייתיים

פגיעות ישירות בשעונים הביולוגיים

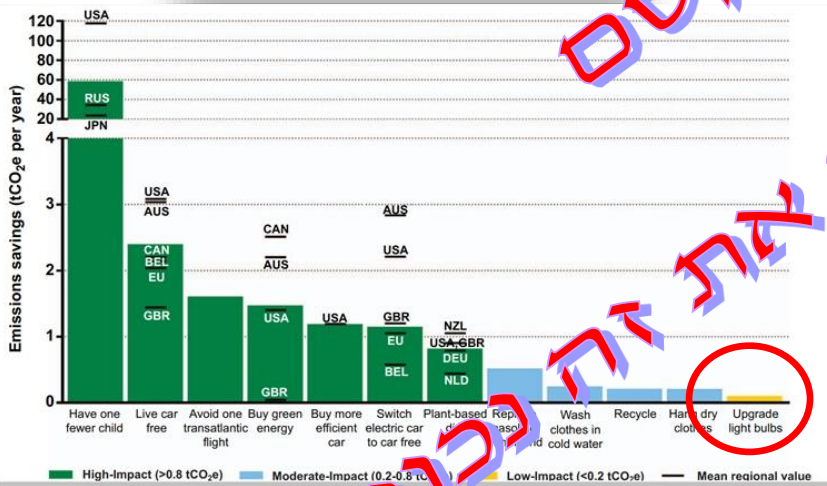
- אי-סדרים בשינה
 - פגיעה בעירנות
 - פגיעות ארוכות טווח
- בנוסים... גם ביום וגם בלילה
- AMD
 - דכאון, השמנה, פגיעה בזיכרון, פגיעה בביצורתיות...

התחום הכחול של הספקטרום
קרנינה קצרת גל

מהפכת התאורה והשלכותיה



לד = מילת קסם
 אבל לעשות את זה נכון!



המטרה - תאורה חסכונית

תאורה נעימה, נוחה

בריאה?

2017

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa7541>

תקנות

1970 פקודת הבטיחות בעבודה פרק א' סימן ג', סעיף 28:
"אמצעים יעילים יינקטו כדי להשיג ולקיים תאורה מספיקה וזו תהיה
טבעית או מלאכותית בכל חלק מפעל שבני ידם עובדים או עוברים בו..."

1972 תקנות רישוי עסקים (פירוק סעיף 27-מפעלי מזון)

1983 תקנות רישוי עסקים (כבישים סעיף 19-בתי אוכל)

1977 תקנות רישוי עסקים (כבישים סעיף 22-מעבדות)



תקנות התכנון והבניה 112019
תי"י 12464
תי"י 5281
תקן לתכנון תאורת כבישים - תי"י 13201
תקן לתכנון תאורת ספורט - EN12193
תקן לתכנון תאורת חירום - תי"י 1838
לא בתקנות!
טבס אמל!
לא בתקנות!



כמה דוגמאות

- עוצמה מוגזמת
- סנוור
- בטיחות גופי תאורה
- בזבז
- פגיעה בבריאות ובערכי טבע

קצת תוצאות

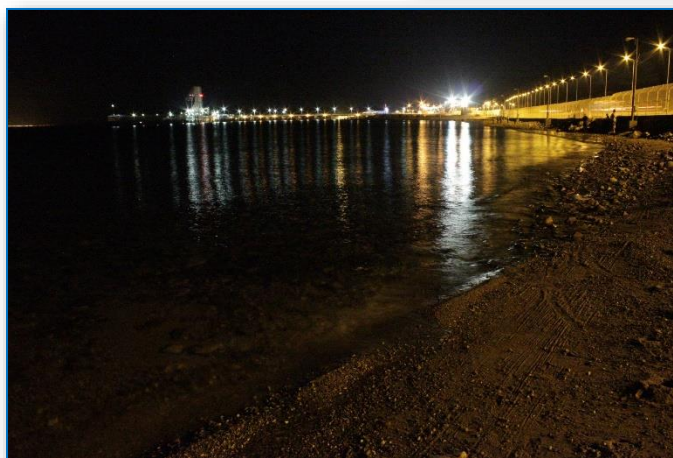
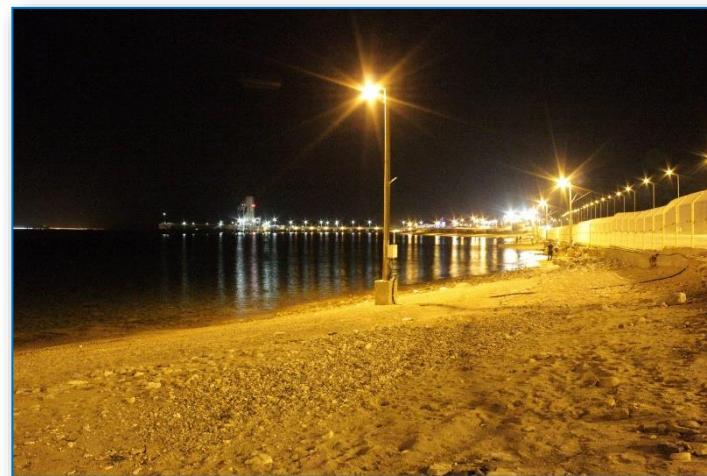
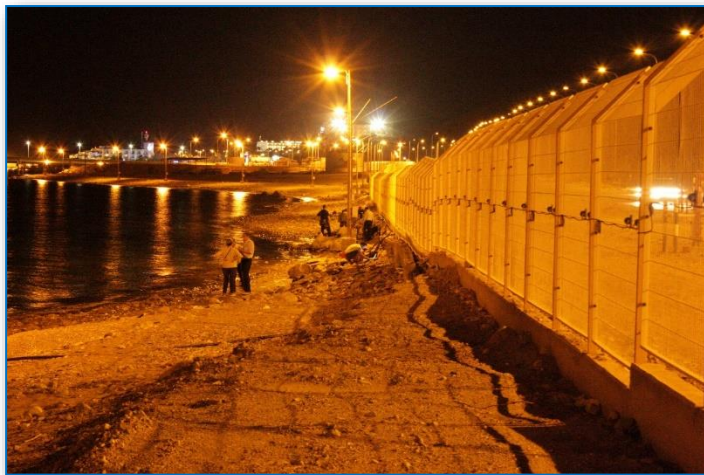




נהריה

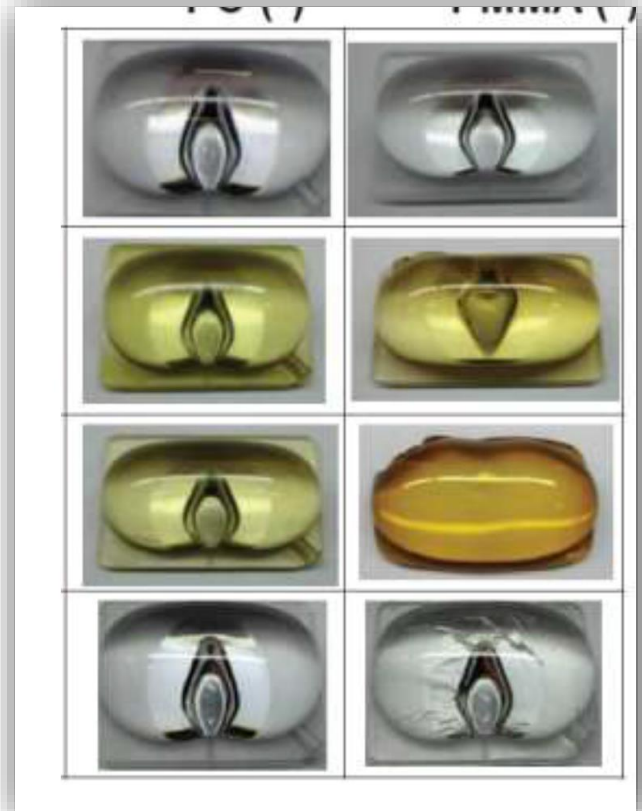


אילת - חוף קצ"א

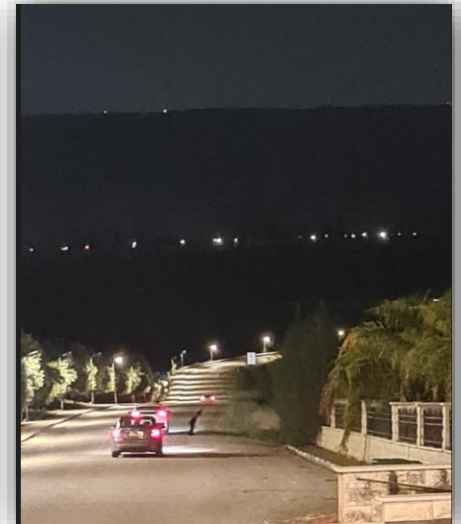
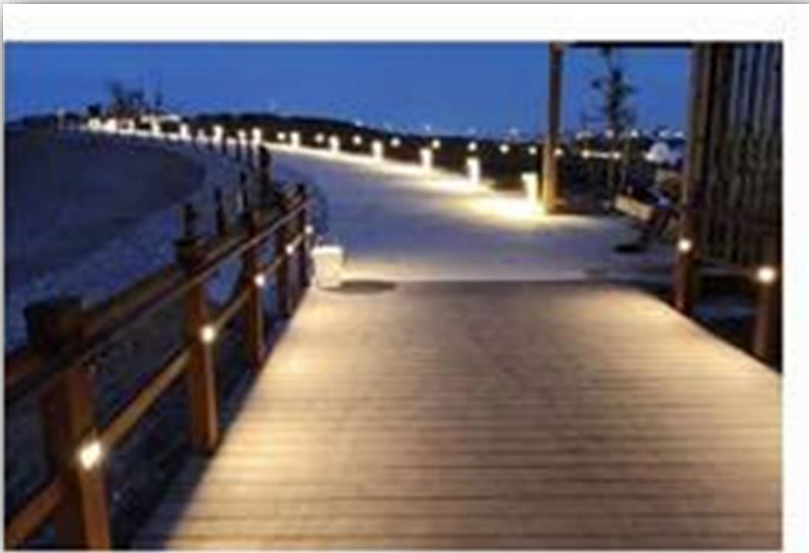


מוצרים לא איכותיים

שינויים בלד, עדשה, סוכך, מבנה



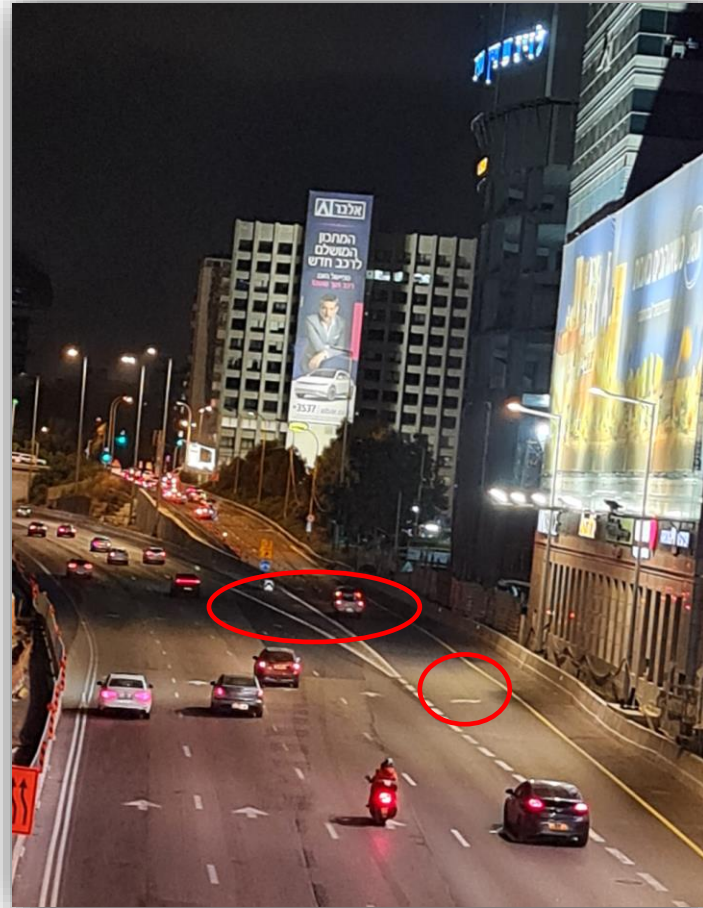
עוד כמה דוגמאות



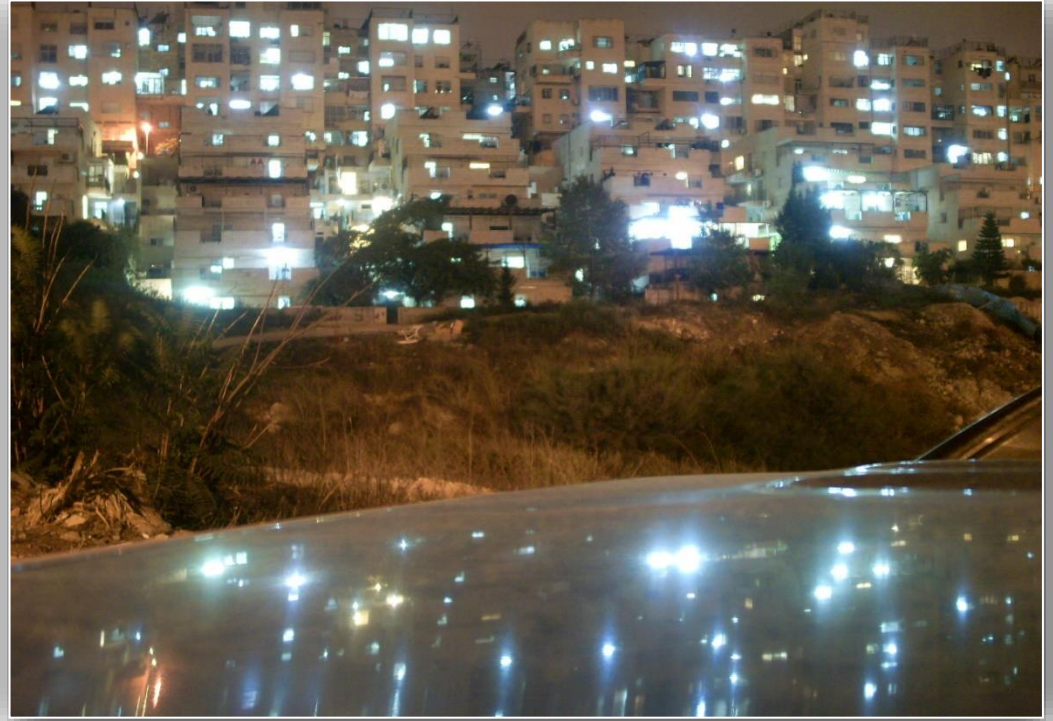
ועוד כמה דוגמאות



ועוד כמה



ואפשר להמשיך



דוגמא - נת"י - גשר מעל שמורת טבע

דרישות/תקנים

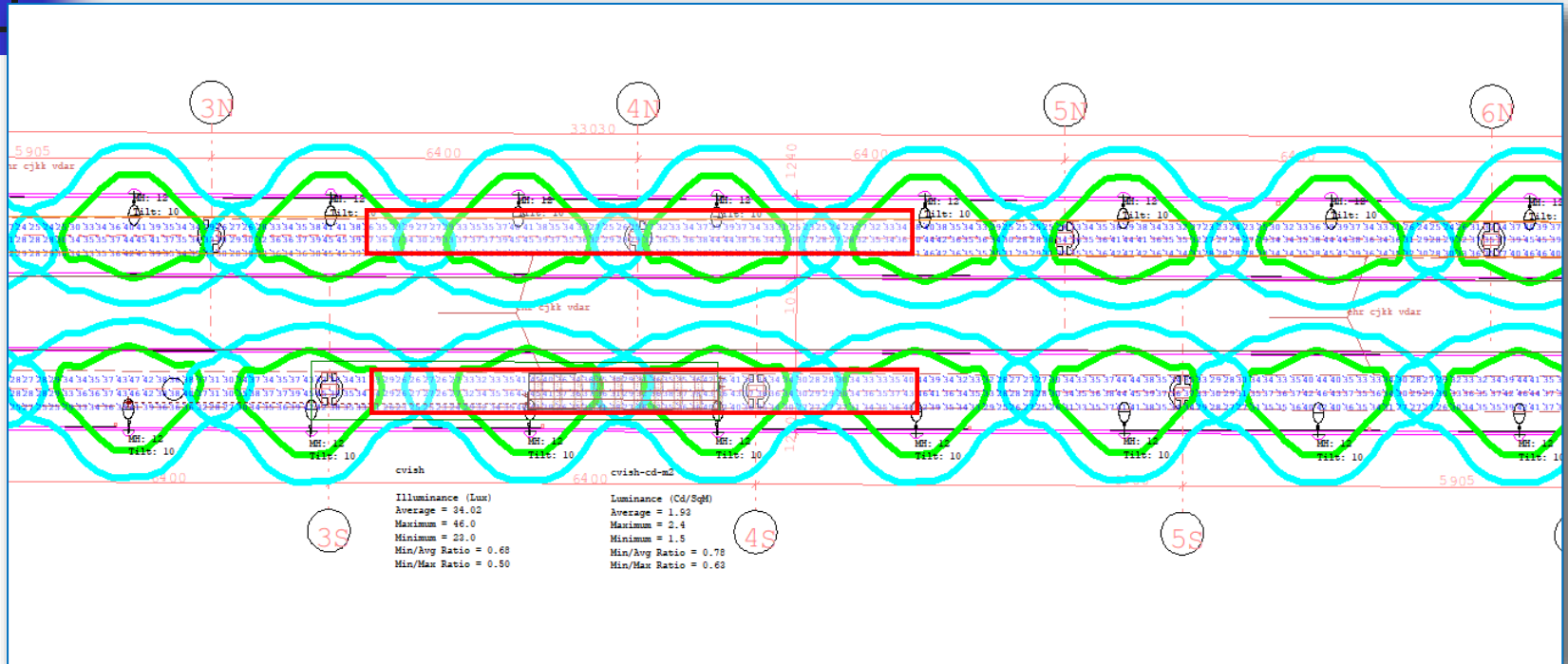
טבלה מס' 1.2 רמות איכות התאורה בדרך בין עירונית (מדדי איכות)

יחס הסביבה (ערך מיוערי) S.R.	סף מניעת הסינוור (ערך מירבי) % T.I.	אחידות אורכית של הנתבים (כל אחד בנפרד) U_{ℓ}	אחידות כוללת מיוערת U_0	בהיקות ⁽²⁾ ממוצעת מיוערת L_{m} קנדלות למ"ר	רמת איכות התאורה
ד ר י ש ו ת ⁽¹⁾					
0.5	10	0.7	0.4	1.5	ראיית 1
0.5	10	0.6	0.4	1.0	ראיית 2
0.5	10	0.5	0.4	0.8	ראיית 3

טבלה מס' 1.4 דרישות לעוצמת הארה אופקית ממוצעת בקטעי גישה

אחידות הפיזור		עוצמת הארה אופקית ממוצעת E_{av} (לפחות לוקס) ⁽¹⁾	סוג הדרך המובילה לעומת או למחלף (כניסה ויציאה)
E_{max}/E_{min} לכל היותר	E_{av}/E_{min} לכל היותר		
4.0	2.0	22	דרך מהירה
4.0	2.0	20	דרך ראשית
5.0	2.5	15	דרך אזורית
6.0	3.0	10 ⁽²⁾	דרך מקומית

חישוב מאושר



cvish	6400	cvish-cd-m2
Illuminance (Lux)		Luminance (Cd/SqM)
Average = 34.02		Average = 1.93
Maximum = 46.0		Maximum = 2.4
Minimum = 23.0		Minimum = 1.5
Min/Avg Ratio = 0.68		Min/Avg Ratio = 0.78
Min/Max Ratio = 0.50		Min/Max Ratio = 0.63

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

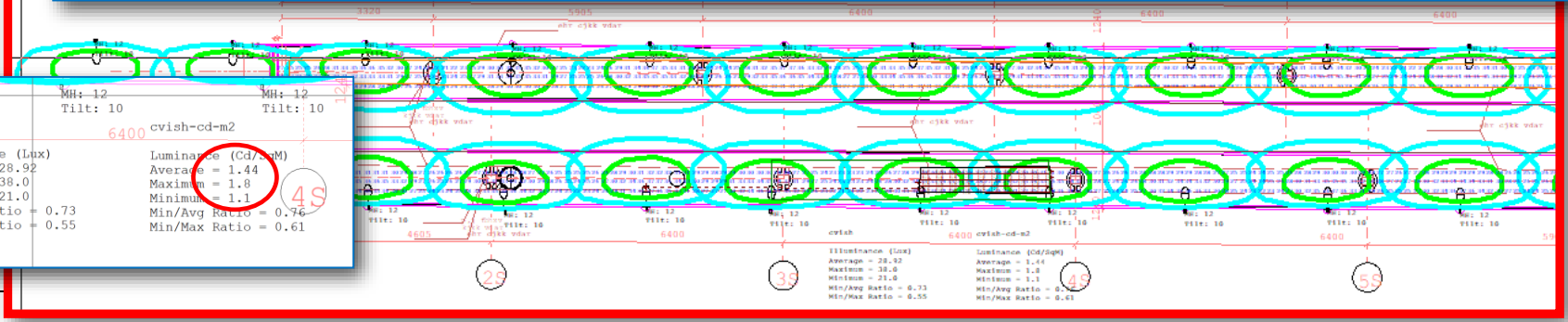
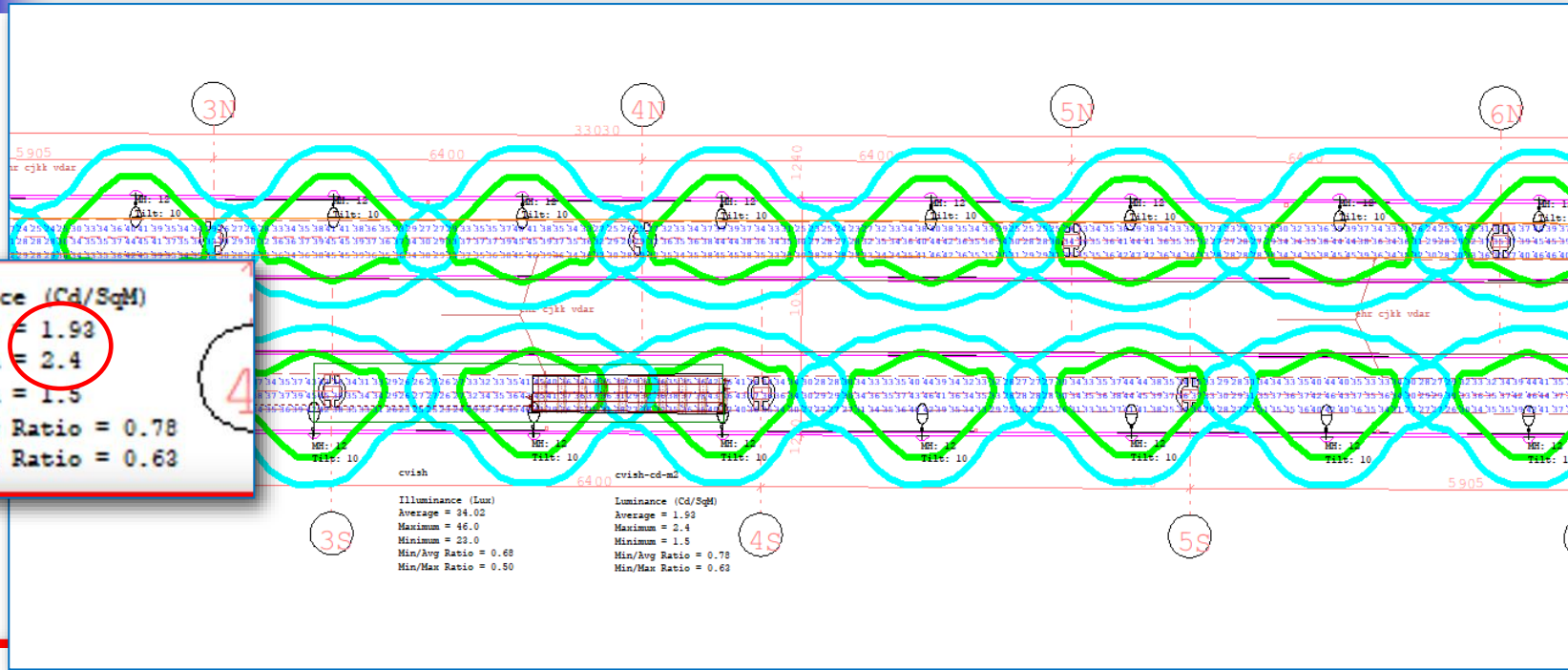
יחס חסיביות (ערך מיעורי)	סך מניעת הסינוור (ערך מירבי)	אחידות אורכית של הנתיבים (כל אחד בנפרד)	אחידות כוללת מיוערת	בהיקות ממלצות מיוערת L ₀ קנדלות למ"ר	רמת איכות התאורה
S.R.	% T.I.	U _l	U _e		
ד ר י ש ו ת					
0.5	10	0.7	0.4	1.5	רא"ת 1
0.5	10	0.6	0.4	1.0	רא"ת 2
0.5	10	0.5	0.4	0.8	רא"ת 3

החישוב שאושר

הנחיות לתכנון מאור בדרכים

טבלת מפי' 1.2 רמות איכות התאורה בדרך בין עירוניות (מדדי איכות)

רמת התאורה	מיקומות ממוצעת L _a קנדלות למ'ר	הבהרות ממוצעת L _a קנדלות למ'ר	אחידות כוללת ממוצעת U ₀	אחידות של החסימה (כל אחת בנפרד) U ₁	אחידות של החסימה (כל אחת בנפרד) U ₂	סך נקודות החישוב (מדד אחידות) % T.I.	יחס הסביבה ממוצעת S.R.
ראוית 1	1.5	1.5	0.4	0.7	0.4	10	0.5
ראוית 2	1.0	1.0	0.4	0.6	0.4	10	0.5
ראוית 3	0.8	0.8	0.4	0.5	0.4	10	0.5



חישוב אמיתי



KVISH

Illuminance (Lux)

Average = 34.27

Maximum = 46.0

Minimum = 22.0

Min/Avg Ratio = 0.64

Min/Max Ratio = 0.48

cvish-cd-m2

Luminance (cd/SqM)

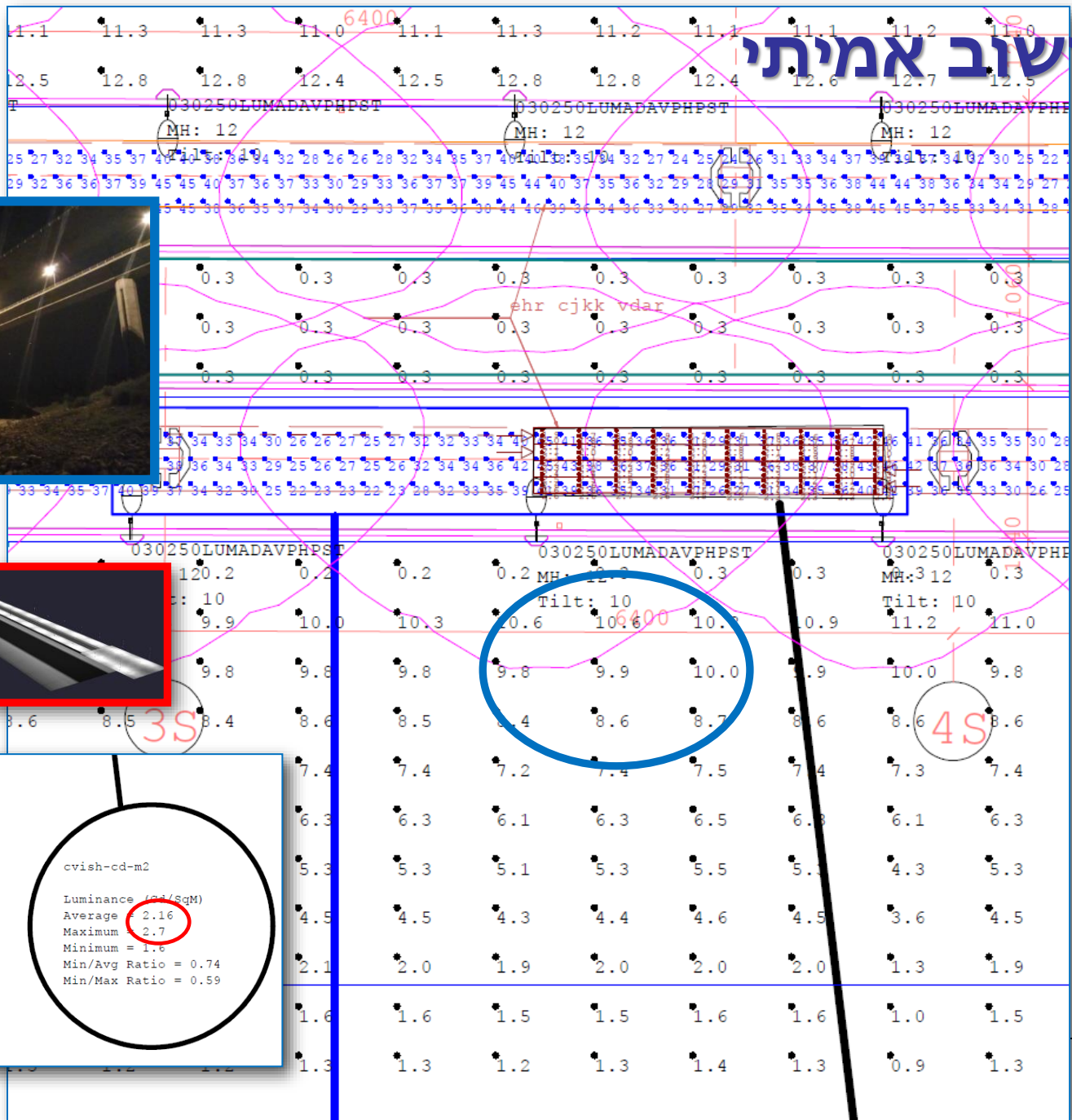
Average = 2.16

Maximum = 2.7

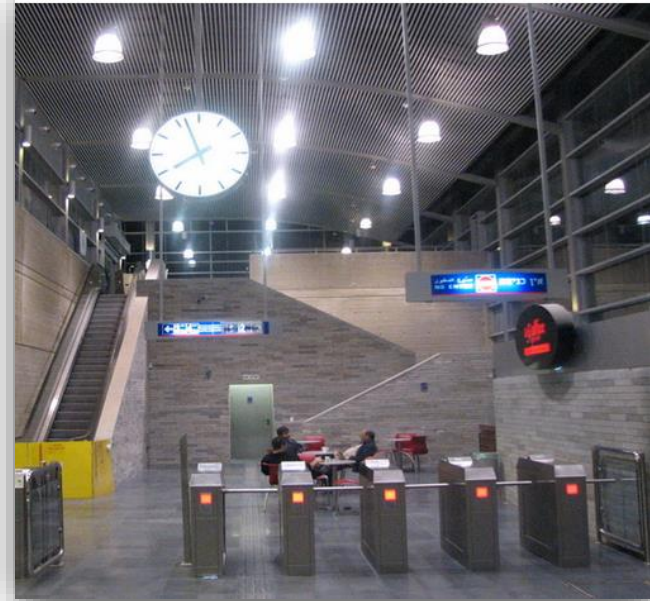
Minimum = 1.6

Min/Avg Ratio = 0.74

Min/Max Ratio = 0.59



גם תאורת פנים...



חניונים, מתנ"סים



לובאים בבניני מגורים



How can our society use artificial light at night that emitted by mobile devices, street lighting engineering, biology, ecology, health. The Action is now beginning the third year of its activity. In this report, our group presents what we view as the most important findings from the Action.

There is no need to be alarmed about the increase in artificial light at night. It is a natural part of modern life and should be managed in a way that does not harm our health and the environment.

Recommendations: Overhead lighting should be used in a way that does not cause glare or discomfort. Artificial light at night should be avoided in bedrooms and nurseries.

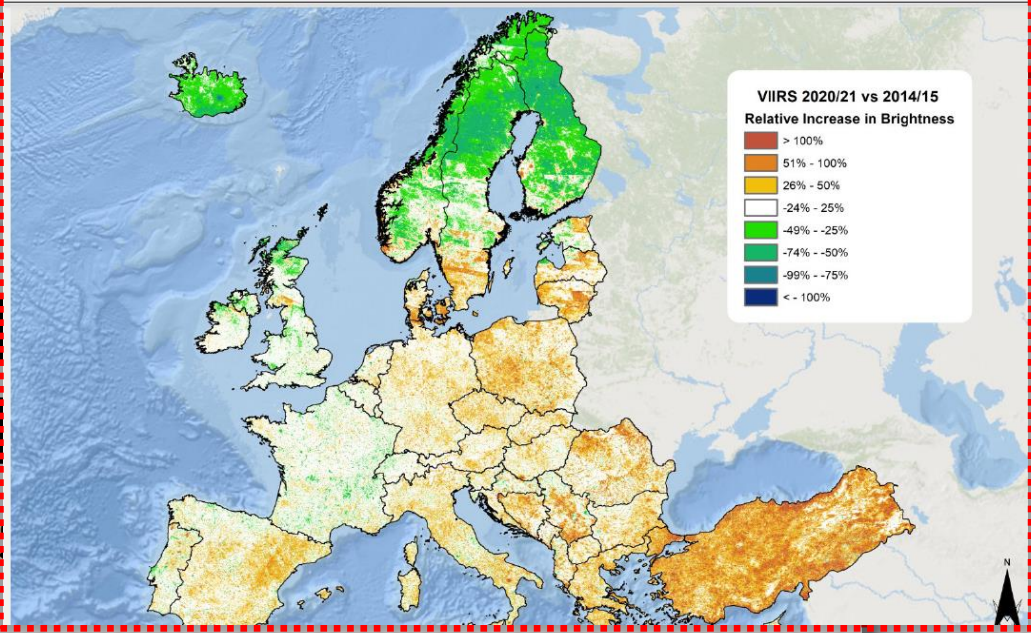
INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION



REPUBLIC of CROATIA
Ministry of Economy and Sustainable Development

France Adopts New Light Pollution Progress

Review and Assessment of Available Information on Light Pollution in Europe



By Staff · Published January 9, 2019 ⓘ

PUBLISHED IN: HEALTH PHYS 118(5):549–561; 2020

Light Pollution

Jun 14, 2016

13201. Incandescent light bulbs are below the energy efficiency standard.

Conclusion

מחיר על כריכה רגיל

מדינת ישראל
המשרד להגנת הסביבה



אגף מניעת רעש וקרינה

2. אמצעים למניעת מפגעי זיהום אור

גופי תאורה עלולים להאיר שטח רחב בהרבה מהשטח בפועל הנדרש להארה. בכדי למקד את אלומת האור לאזור הנדרש, יש להשתמש בגופי תאורה מסוג המוביל את אלומת האור בעזרת סיכוך מלא (Full Cut Off). סיכוך ומיקוד זה ממוזער את זליגת האור לכיוון האופק והרקיע, ממקד את האור באופן מדויק לאזור המבוקש, תורם להתייעלות אנרגטית ולצמצום זיהום אור סביבתי.

מחוץ למגרש, כביש, מדרכה, בניין, מתקן וכו' בו מותקנת התאורה, עוצמת הארה לא תעלה על עוצמת הארה של ירח מלא 0.3 LUX- הן במישור האופקי, הן במישור האנכי.

א. עוצמת הארה

עוצמת התאורה חייבת להיות המינימום המוצדק, כפי שמפורט בתקנים הרלוונטיים: ת"י 12464 - תכנון תאורה במקומות עבודה, פנים (חלק 1) וחוף (חלק 2), ת"י 13201 - תכנון תאורת כבישים וגינות ציבוריות, לרבות מעברי חציה. תכנון התאורה יבוצע על ידי צד שלישי בלתי תלוי ויהיה מבוסס על חישובים פוטומטריים מלאים.

ב. צמצום סיכונים פוטוביולוגיים

גופי התאורה יתאימו לדרישות בטיחות פוטוביולוגית עבור קבוצת סיכון 0 לפי IEC 62471 שענינו יסודות להערכת הבטיחות הפוטוביולוגית של קרינת LED

ג. גוון האור

האור הכחול מדכא את הפרשת המלטונין אשר תורם לוויסות מחזורי השינה והערות, לאקלום עונתי, ומהווה אנטיאוקסידנט התורם לבריאות. לכן, יש להשתמש בגופי תאורה בעלי גוון אור חם עד 3000 קלווין כך שהערך היחסי המרבי של הקרינה בתחום הכחול של הספקטרום לא יהיה יותר מ- 50% מהערך היחסי המרבי בשאר תדרי האור הנראה, וכך ששך הספק התאורה בתחום הכחול, מ-380 עד 500 ננומטר, יהיה לא יותר מ-25% מסך הספק התאורה.

ד. רמת ההבהוב

רמת ההבהוב של גופי התאורה לא תעלה על האמור בתקן IEEE1789 שענינו שיטות מומלצות למחזוריות זרם בנורות LED בעלות בהירות גבוהה להפחתת סיכונים בריאותיים לצופים

3. פיקוח

במקרה של תלונה על תאורה היוצרת מפגע בשטח ציבורי, המשרד יערוך בדיקה שתכלול מדידת עוצמת הארה בשטח ציבורי, מדידת גוון האור לרבות ההרכב הספקטראלי, דיווח על התוצאות ופניה, אם תמצא הצדקה לכך לאחר בחינה פרטנית של המקרה, למפעיל התאורה לצורך פעולה להסקת המפגע.

פרופ' סטיליאן גלברג – ממונה לעניין הוראות חוק הקרינה הבלתי מיינת, התשס"ו - 2006

מדינת ישראל
המשרד להגנת הסביבה
אגף מניעת רעש וקרינה

כ"ו/אדר א'תשפ"ב
28 פברואר 2022

עמדת הממונה על הקרינה הסביבתית – מניעת זיהום אור

1. רקע

כמו ברוב המדינות המפותחות, גם בישראל מתקיים תהליך מברך של החלפת גופי תאורה ישנים בגופי תאורה בעלי צריכת חשמל נמוכה ביחס לאותה עוצמת תאורה.

יתרונות רבים לתאורת LED מתובלת היטב מבחינת הצבה, ספקטרום וזמן ההארה: הקטנת צריכת אנרגיה ועלויות החשמל, עלויות תחזוקה מופחתות עקב חיים ארוכים יותר של גופי התאורה, אפשרות לתאורה מדיקת וממוקדת איפה שצריך ולכן צמצום תאורה מולטנית וזיהום אור, הדלקה מיידית ואפשרות לקבוע ממוקדת מראש והעדך צורך במיני רכיבים המכילים מוטורים מסוכנים כגון כספית או עופרת. יחד עם זאת, יש לזכור שהטכנולוגיה מאפשרת יצירת תאורה בצבע לבן קר (המכילה קרינה קצרה ול שצבעה כחול), שהחשיפה אליו בשעות הערב והלילה מזיקה לאדם לכל האורגניזמים החיים, החל בחד תאיים ולסביבה וקיים צורך לצמצם ואפילו למנוע אותה. בנוסף, ולא קשר לטכנולוגיה, חשיפה לאור במהלך שעות הלילה מזיקה (בהתאם נקראת בספרות המדעית "זיהום אור"). זיהום אור הוא מכלול ההשפעות השליליות הנגרמות מתאורה מלאכותית הכוללת הארה לא מוצדקת/או לא סבירה מבחינת מקום, זמן, גוון ועוצמה. זיהום אור מלווה בבזבוז אנרגיה, גמיעה בריאותית באדם ובסביבה החשפים לאור, גמיעה אקולוגית נרחבת וגמיעה ביכולת לצפות בשמי הלילה.

מטרת המדיניות היא לקבוע את רמות החשיפה המרביות המומלצות לתאורה מחוץ לשטח/מבנה עבורו הותקנה התאורה, עוצמות התאורה המרביות באזורים בהם מדובר על חשיפה כפויה במרחבים הציבוריים וקביעת הצורך לפעול בהתאם לעיקרון ההירדות המונעת גם בכל הקשור לחשיפה לתאורה.

המשרד להגנת הסביבה אחראי לביצוע חוק הקרינה הבלתי מיינת, תשס"ו-2006. מכשיר הפולט אור בתחום הנראה לעין, בתחום אורכי גל הנעים בין 380 ננומטרים לבין 780 ננומטרים הינו מכשיר הפולט קרינה בלתי מיינת. החוק פוטר מכשירים הפולטים אור בתחום הנראה לעין, בתחום אורכי גל הנעים בין 400 ננומטרים לבין 780 ננומטרים מן הפוטר בקבלת היתרים אך בין סמכויות הממונה:

- היה למומנה יסוד סביר להניח כי הפעלה של מקור קרינה נעשית באופן העלול לסכן את הציבור או לגרום נזק לסביבה, רשאי הוא, בכל עת סבירה, להיכנס למקום שבו מצוי מקור הקרינה ולבדוק, או לערוך מדידות של קרינה הנוצרת במהלך הפעלות.
- מצא ממונה כי מקור קרינה מופעל באופן העלול לסכן את הציבור או לגרום נזק לסביבה, רשאי הוא להורות, בכתב, לבעל מקור הקרינה או למפעיל מקור הקרינה לנקוט אמצעים, במידת זמן כפי שיוורה, לשם הפעלתו הבטוחה של מקור הקרינה.

מטעם עמדה זה מוציאת את רמות החשיפה המרביות המומלצות לתאורה מחוץ לשטח/מבנה עבורו הותקנה התאורה, עוצמות התאורה המרביות באזורים בהם מדובר על חשיפה כפויה במרחבים הציבוריים וקביעת הצורך לפעול בהתאם לעיקרון ההירדות המונעת גם בכל הקשור לחשיפה לתאורה. המשרד יבחן את הצורך בקביעת אסדרה רוחבית לנושא במסגרת תהליך הערכת השפעות רגולציה בנושא.

בבק ישראל 7, ת.ד. 34033 ירושלים, מיקוד 91340
טלפקס 02-6495869 קמפ 074-7675814 stelian@sviva.gov.il

המשרד להגנת הסביבה
Ministry of Environmental Protection



שלום עם הסביבה

אתרי המשרד להגנת הסביבה
www.sviva.gov.il





**משרד
הבריאות**
 לחיים בריאים יותר

חטיבת הבריאות
 המועצה הלאומית לבריאות העובד
 The National Council for Occupational Health

נדפס במרץ 2019
 429511819

בשעות היום
 ולה במכשירים
 רכי גל כחולים,

בתהליכים שיש
 התחום הכחול

השמש או אור
 6, תקן המסווג

עייפות חוסר
 בשעון הביולוגי

probably (gr

נייון הרשתית
 ראייה באנשים
 הקים (ביום או

כל

גבהות מהנדרש

מדינת האיחוד

בודה, פנים וחוץ,

עוצמות הארה

ת הנדרש, נחות

התקנים לוקחים

נוק מואץ, אכילו

רים קיצוניים אף

בתחום של -420

בא:

הסבר: ניתן לצמצם את הנזקים של אור באורכי גל כחולים אשר צוינו לעיל (כגישה אפשרית בראיה ושיבוש השעון הביולוגי) ע"י הגבלת החשיפה לאור כחול בהתאם למקורות החשיפה. בדרך כלל קיימת קורלציה במקורות תאורה בעלי CCT (correlated color temperature) של 3000 קלווין ופחות, אך לא תמיד. כיום ישנם מספר יצרנים המייצרים גם מקורות תאורה בעלי CCT של 4000 קלווין עם תכולת אנרגיה בתחום "הכחול" שהיא נמוכה יחסית. יעילות ההארה של מקורות אור בעלי גוון אור 3000 קלווין נמוכה באחוזים בודדים בלבד מזו של 4000 קלווין (מה שהיה שונה משמעותית לפני מספר שנים). מחירים של מקורות התאורה זהה (בהתייחס לגופי תאורת LED ממספחה זהה וברמת איכות זהה).

4. מניעת חשיפה לאור כחול (שמקורו במסכים, מנורות לילה וכו') במשך הלילה ומספר שעות (כארבע שעות) לפני השינה.

הסבר: אור מכל סוג שהוא יכול לדכא את הפרשת המלטונין, אולם אור כחול בלילה עושה זאת בעוצמה רבה יותר. כתוצאה מכך ייגרם שיבוש בשעון הביולוגי (circadian rhythm).

5. שימוש במקורות אור השייכים לקבוצת סיכון 0 בלבד (עפ"י סיווג תקן בטיחות פוטוביולוגית).

הסבר: עפ"י התקן הישראלי ת"י 62471 המבוסס על התקן האירופאי המחייב IEC 62471, לגופי תאורה המסווגים לקבוצת סיכון 1, יש פוטנציאל לגרום נזק בחשיפה שמעל ל-100 שניות, וקיימת המלצה על שימוש באמצעי מינון מתאימים. להלן הסיכונים האפשריים בתלות בחשיפה וזמן חשיפה לסוגי קרינה בתחום הנראה (בטכנולוגיית LED ההתייחסות תהיה לתחום הכחול בלבד):

Hazard	Wavelength Range (nm)	Principle Bio-effects	
		Skin	Eye
Actinic UV skin and eye†	200-400	Erythema (sunburn) Elastosis (ageing, wrinkles)	Photokeratitis Cataractogenesis
UVA eye	315-400	-	Cataractogenesis
Retinal blue-light†	300-700	-	Photoretininitis
Retinal thermal†	380-1400	-	Retinal burn
Infrared radiation eye	780-3000	-	Corneal burn Cataractogenesis
Thermal skin	380-3000	Skin burn	-

המפרט הכללי, פרק מתקני חשמל, פרק 08

התייחסות לשיבוש השעון הביולוגי

ובטיחות פוטוביולוגית

תמיד כאמור לחקן בטבלה 08.10/01;
א. קבוצת הסיכון (Risk Group) תהיה בהתאם להגדרות בת"י 62471 והדרישות הבאות:
1. בתאורת פנים: קבוצת סיכון 0;
2. בתאורת חוץ: קבוצת סיכון 0 או 1, כאמור במסמכי החוזה.
אם לא נאמר אחרת, קבוצת הסיכון תהיה 0.

פרק 08.09.05

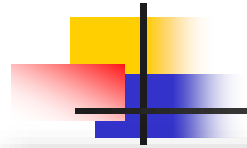
עקרונות האזהרות המונעת

סוג התאורה	ערך רשום
1. פנים	א. 2,700K עד 4,000K למעט מגורים; ב. מגורים עד 3,000K.
2. חוץ	א. 2,200K עד 3,000K למעט מגרשי ספורט; ב. מגרשי ספורט עד 4,000K.
3. באיזורים המוגדרים רגישים אקולוגית על ידי רשות הטבע והגנים (רטי"ג)	2,700K לכל היותר, על פי המוגדר במפת הרגישות האקולוגית של רטי"ג.

כב. אם לא נאמר אחרת, הערך המירבי (פיק) של הקרינה בתחום הכחול של הספקטרום 420-500 nm, יהיה עד 50% מהעוצמה המירבית (פיק) הנפלטת.
אפשר שבתאורת פנים שאינה למגורים (כגון: תאורה למשרדים, תעשייה וכד'), כאשר נדרשת טמפרטורת צבע של 4000K, הקרינה בתחום הכחול תהיה עד 75% מהעוצמה המירבית ובתנאי שה-CRI < 90%;

בהתבסס על תעודות בדיקה ממעבדות מוסמכות

הקוד האקולוגי 2022



להאיר מה שצריך ומתי שצריך

קוד אקולוגי - תאורה ידידותית לסביבה

מדריך למתכנן
שמירה על חשכת
הזילה בשטחים
הפתוחים

מניעת ומזעור זיהום אור כתכנון תשתיות

להאיר מזה שצריך

להאיר בצורה מיטבית ולא פוגעת

האור הנכון במקום הנכון



תודה רבה!

כינוס פורה ומעניין

וימים שקטים



לשכת המהנדסים
האדריכלים והאקדמאים
במקצועות הטכנולוגיים
בישראל

AEAI