

תאורה מטרידה במרחבים עירוניים, זיהום אורי, התייחסות התקינה

- זיהום אורי
- BUG rating
- CIE-150
- ת"י 13201
- ת"י 12464

אינג' דוד תורג'מן – סיטילייט הנדסה

David@citylight.co.il

052-2587602

השעון הביולוגי

➤ אנו שומעים רבות על נזקיה האדירים ועל הסכנות שבחשיפה לשמש, אך אף אחד לא מדבר בשבחה ומזכיר לנו את העובדה הפשוטה שבלעדי השמש, לא היו חיים על כדור הארץ

☐ כוח ואנרגיה

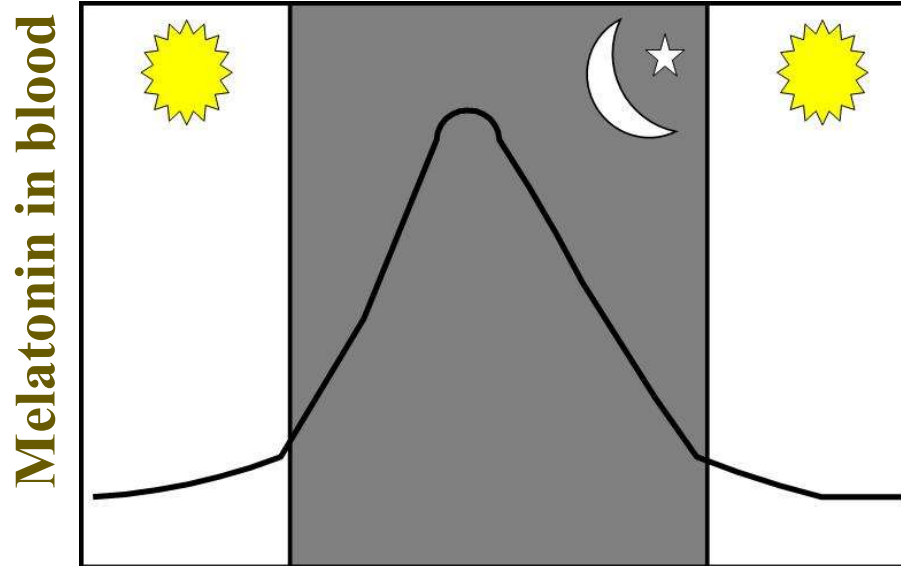
☐ יום ולילה (מחזור החיים)

☐ חמצן

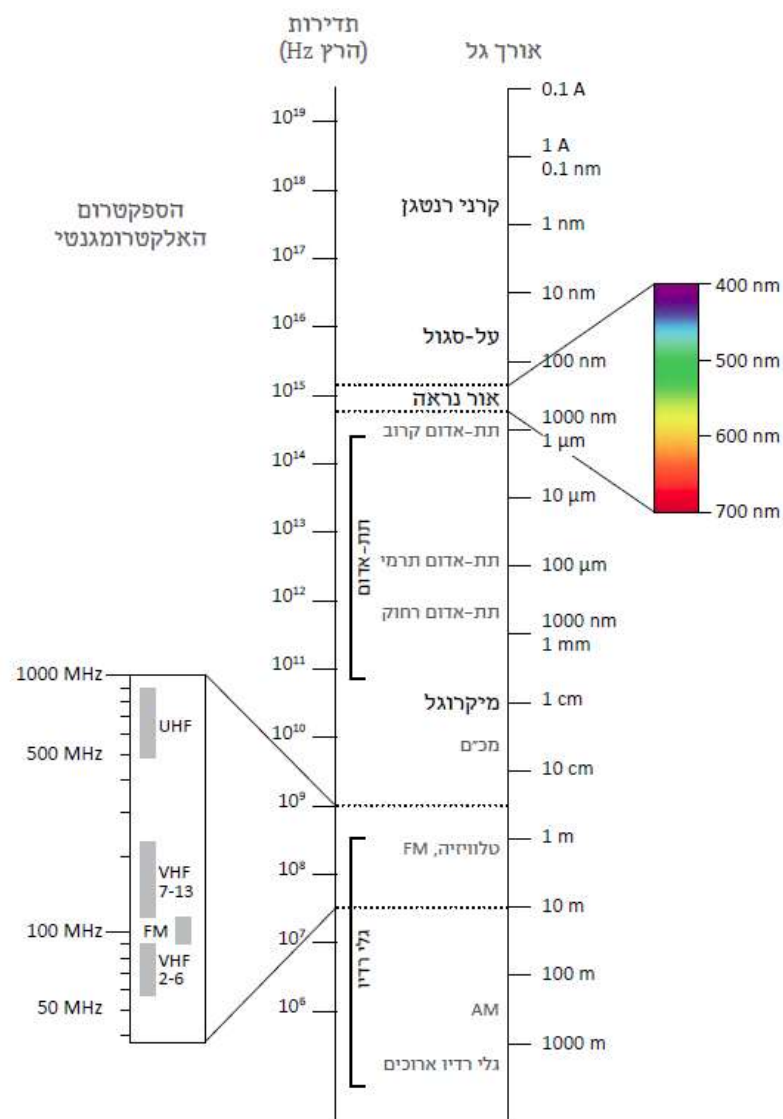
☐ פוטוסינתזה

☐ מים ואש – גשמים – המחזור ההידרולוגי (הפיכת אדים לנוזל)

➤ חשיבות השעון הביולוגי – יצור המלטונין המופרש מבלוטת האצטרובל בלילה



מיקומו של האור הנראה בספקטרום האלקטרומגנטי



רמות הארה שונות בלוקסים

עוצמת הארה בלוקס	מקור אור
103,000	אור שמש מלא
50,000	אור שמש חלקי
10,000-1,000	יום מעונן
0.3-0.1	ירח מלא בלילה בהיר
0.03-0.01	רבע ירח
0.001	לילה ללא ירח עם כוכבים
0.0001-0.00003	שמי לילה מעוננים
18,000	שולחן ניתוחים
600-400	משרד מואר היטב
300-100	רוב בתי המגורים
15	אורות רחוב ליד כבישים ראשיים (ממוצע)
10	מגרשי חניה מוארים
5	רחובות של שכונות מגורים (ממוצע)
0.15	זהירות רקיע בעיר



ישראל ומצרים בתמונה מתחנת החלל הבינלאומית (צילום: נאס"א)



אלפי ציפורים הנתקלים במבנים מוארים בלילה (טעויות בניווט של הציפורים)

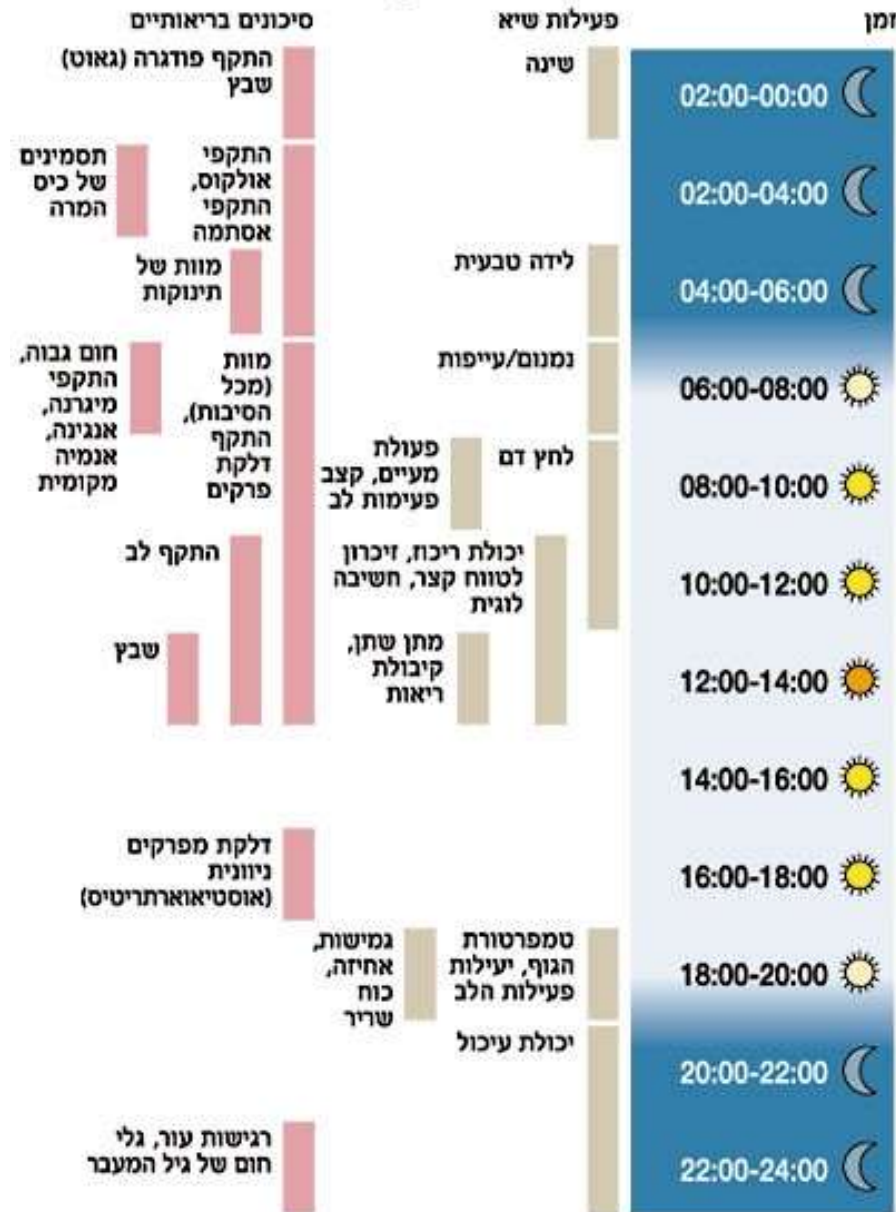


צבים הפונים לאחר הבקיעה לכיוון האורות של העיר במקום לכיוון הים



זיהום אורי

השפעות פיסיולוגיות של השעון הביולוגי



השפעת האור על מחזור החיים



ההשפעות הבריאותיות לחשיפה של אור בלילה

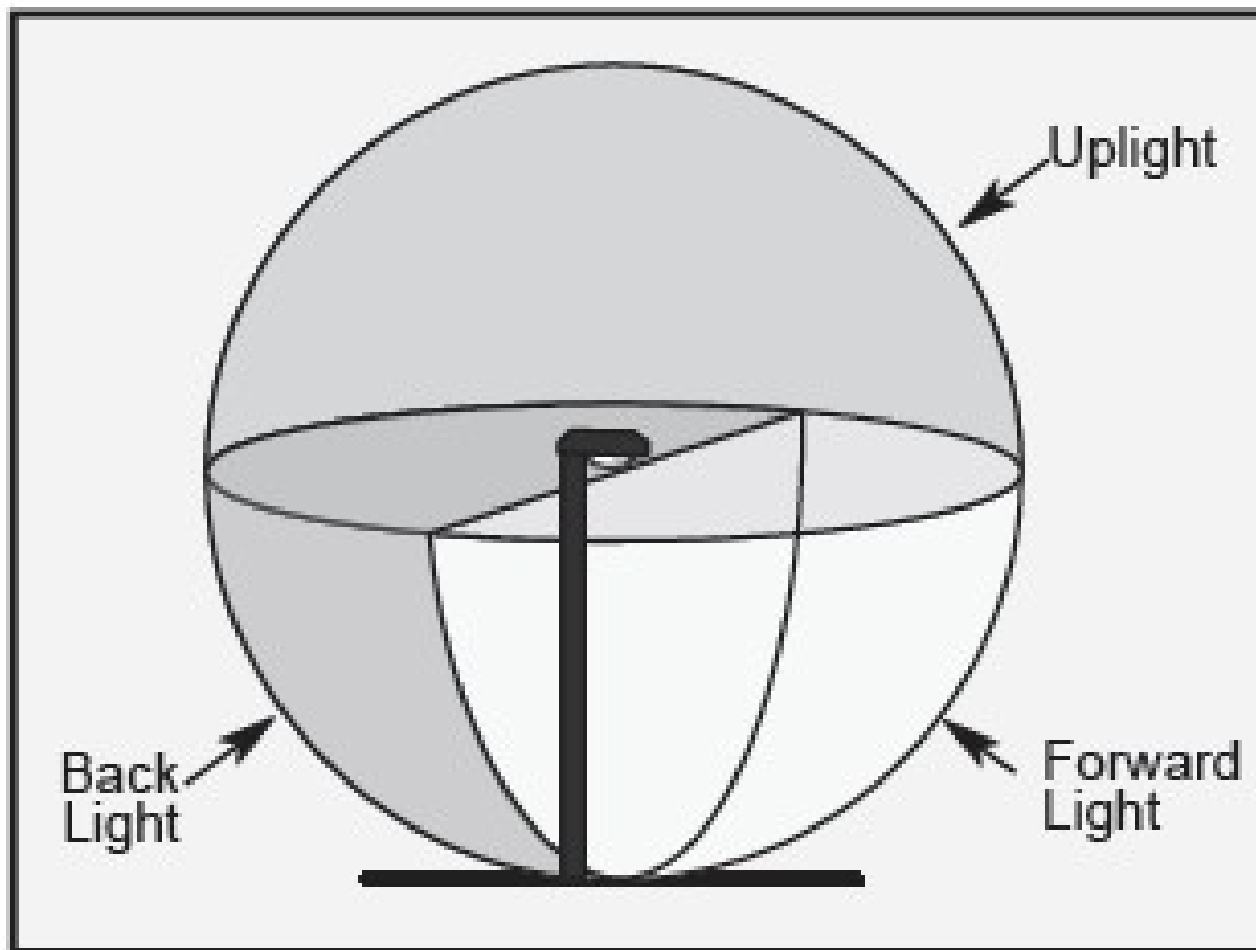
- ❖ הפרעות שינה
- ❖ פגיעה בתפקודים מטבוליים
- ❖ פגיעה בתפקודים עצביים
- ❖ קשר להתפתחות מחלות
- ❖ שיבושים במערכת הרבייה
- ❖ הפרעות קשב וריכוז
- ❖ אגרסיביות מוגברת בילדים
- ❖ השמנה
- ❖ השפעה של רמות מלטונין



BUG RATING



International Dark-Sky Association



BUG RATING

Specifier Bulletin for Dark Sky Applications

מטרת המסמך לאפשר אפיון של המרחב סביב גוף
התאורה, הגדרת המרחב וקטלוג האזורים השונים תוך
התייחסות ל :

- זיהום אורי - הסגת גבול של גופי תאורה.
- זיהום אורי – הארה של השמים.
- בוהק/סנוור - של גוף התאורה.



BUG RATING



○ B Backlight הארה אחורית

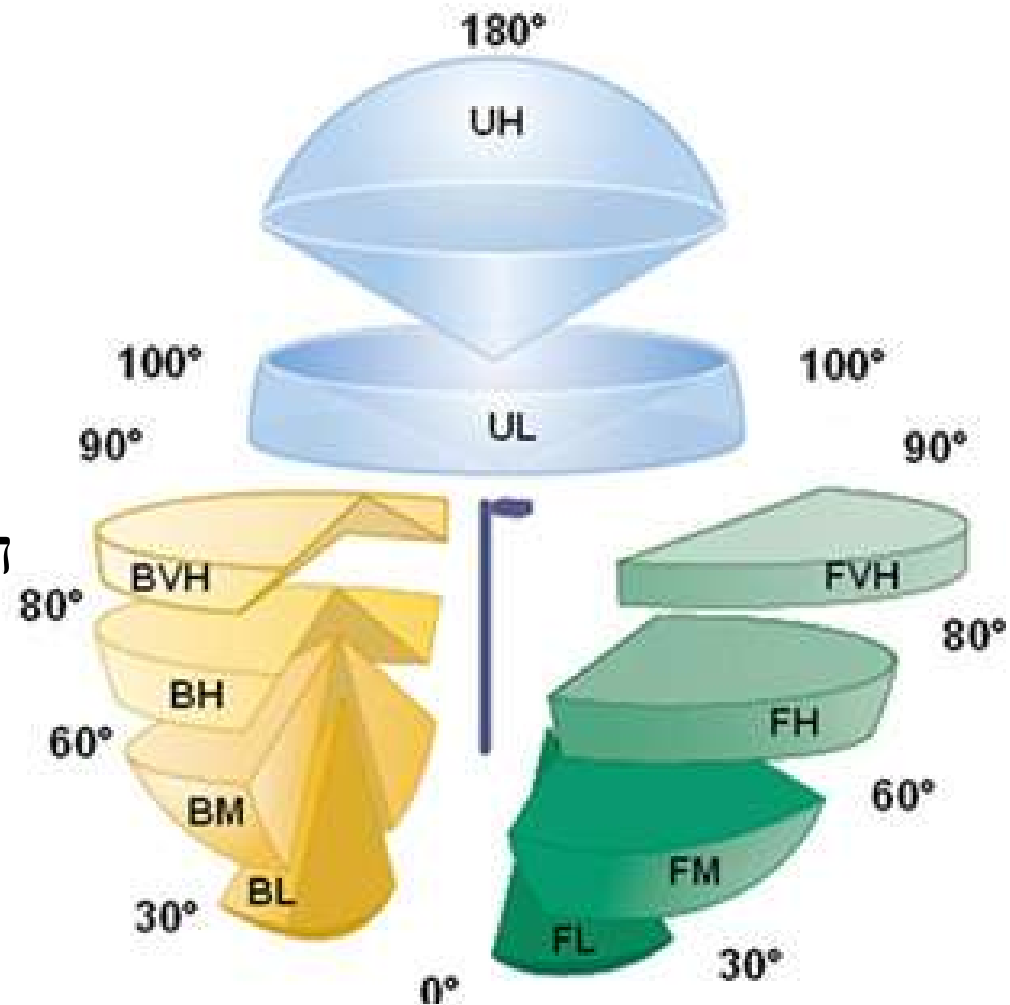
- Backlight very high
- Backlight high
- Backlight medium
- Backlight low

○ U Uplight הארה עילית

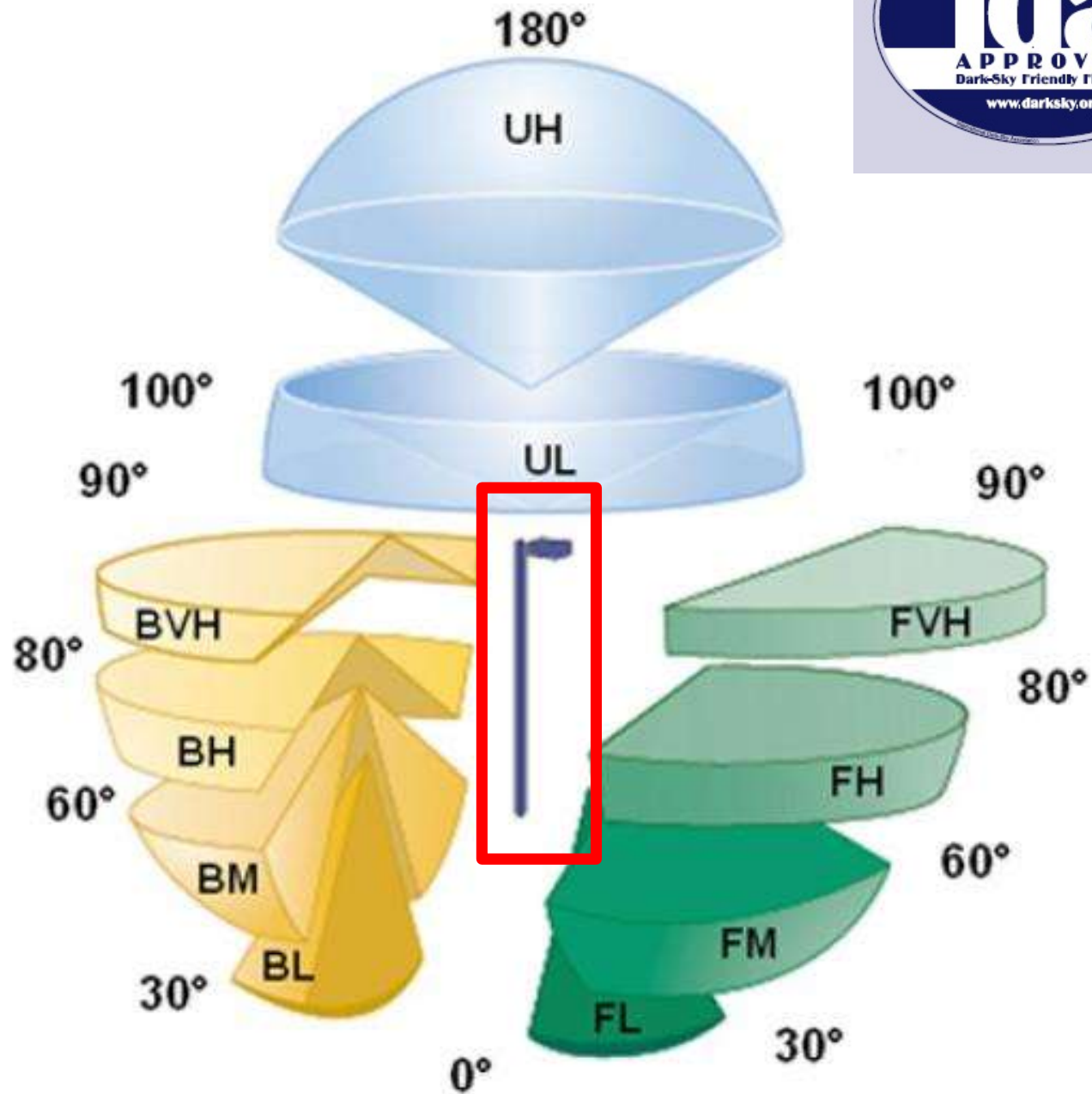
- Uplight High
- Uplight low

○ G Glare

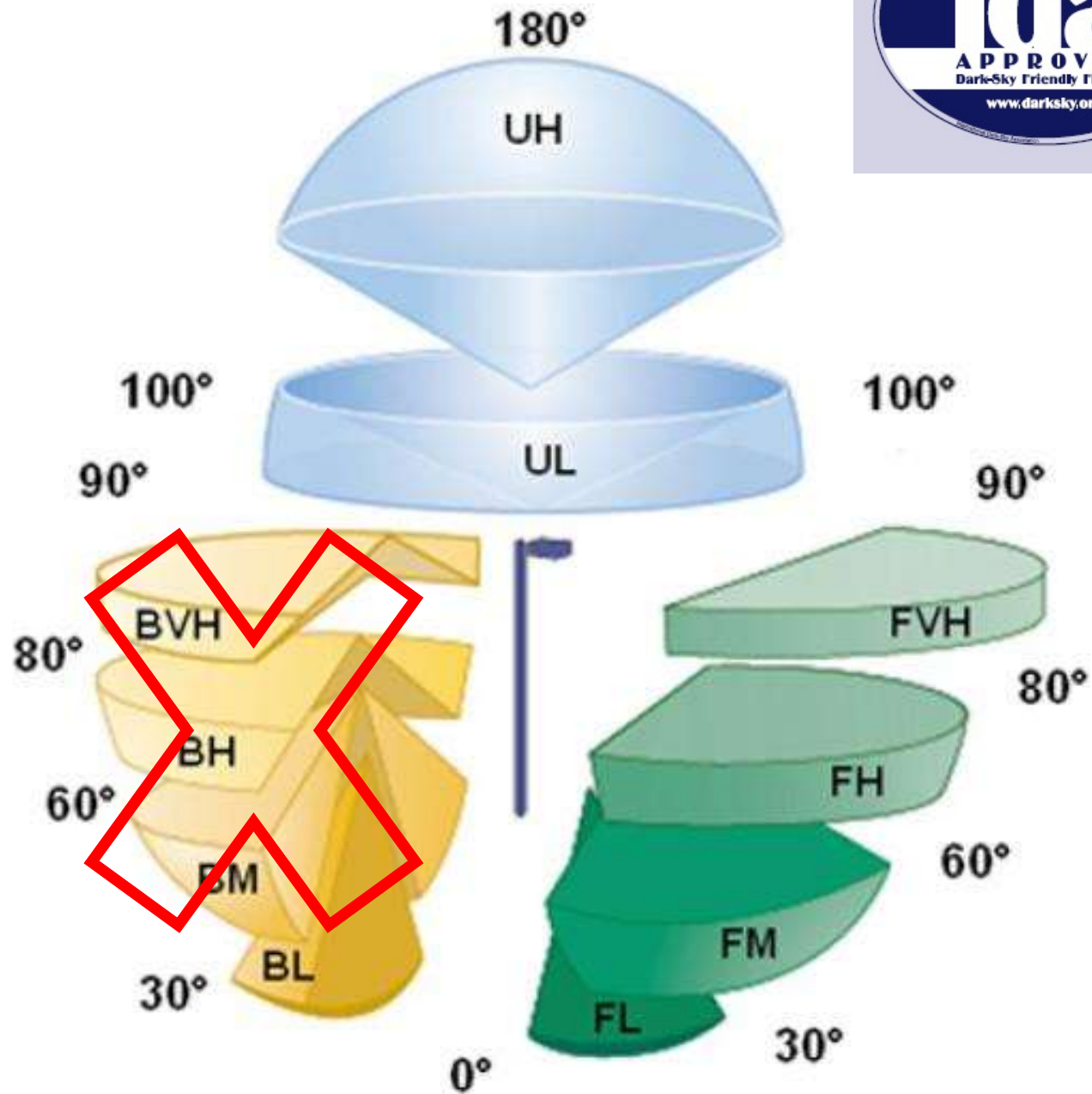
זוהר/סנוור/בוהק



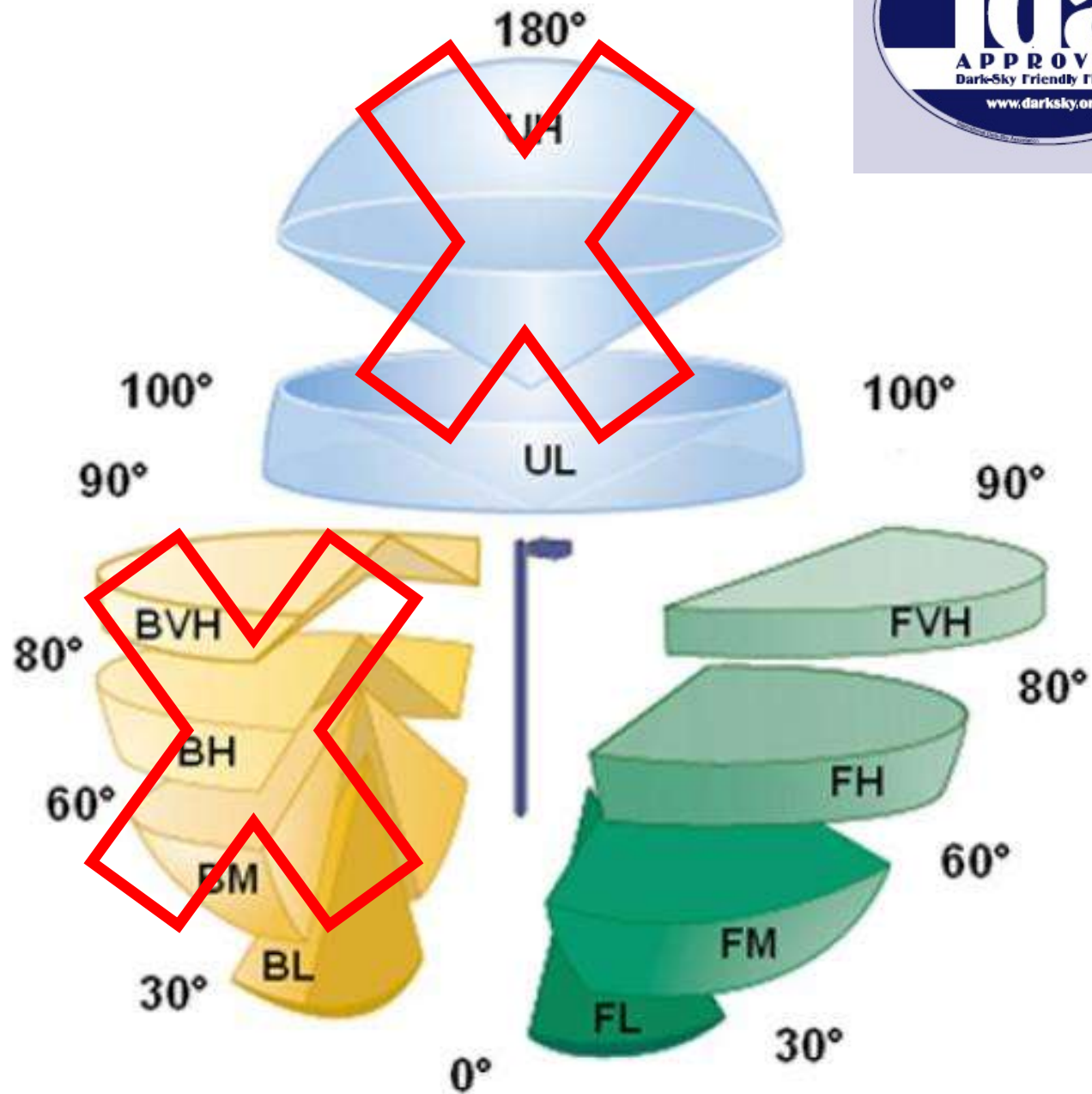
BUG RATING



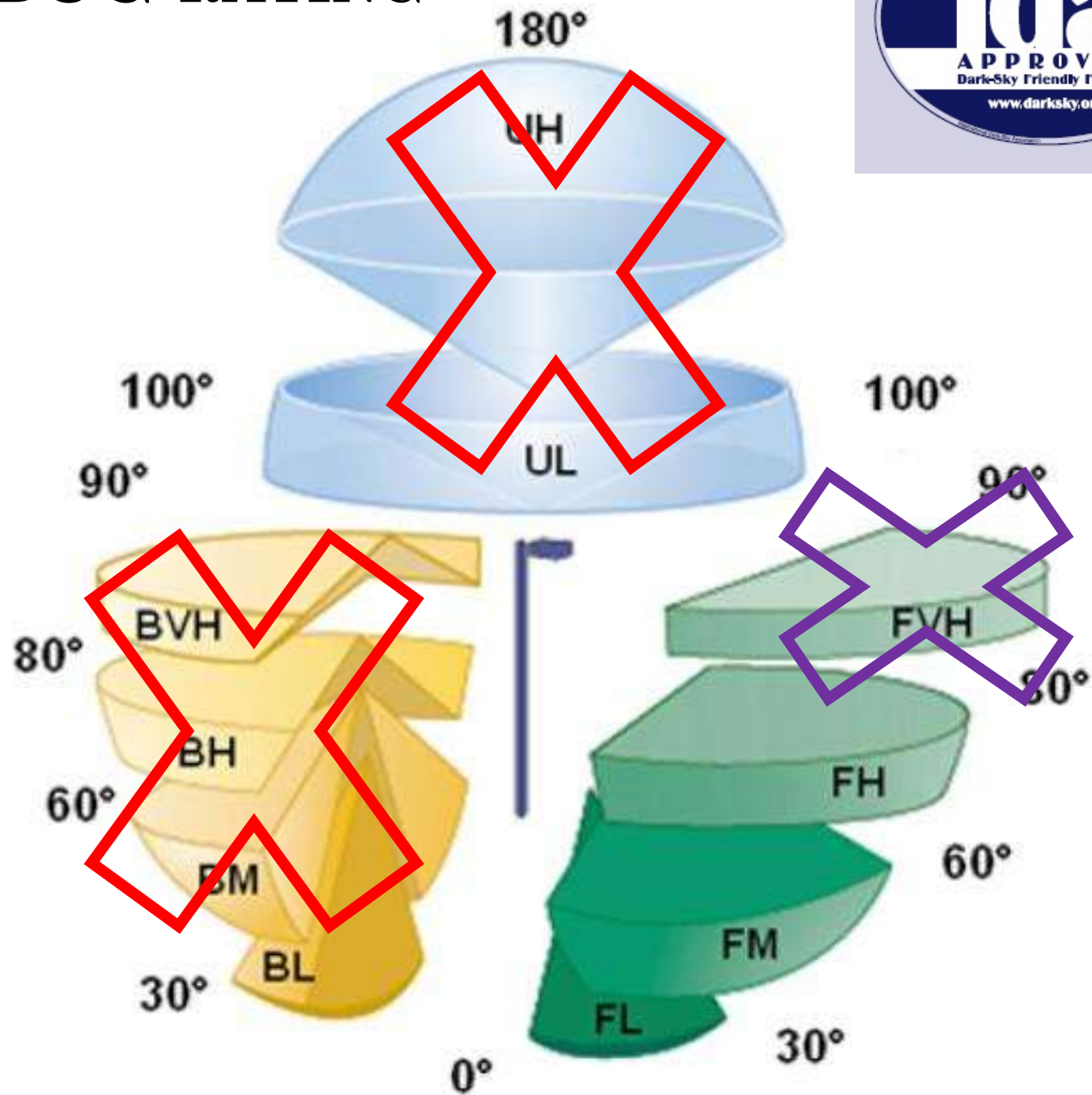
BUG RATING



BUG RATING



BUG RATING

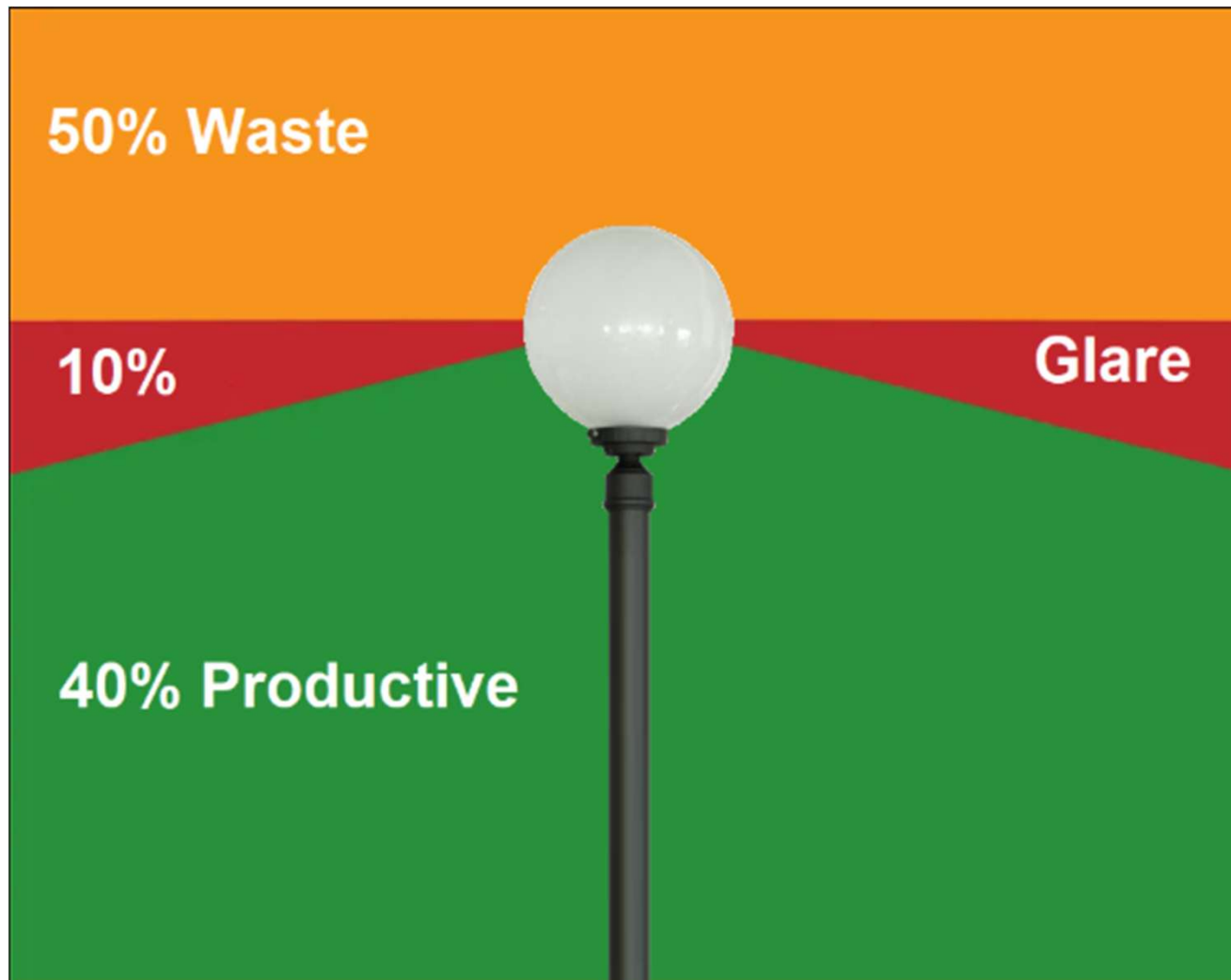


מדד בורטל (BORTLE SCALE) בישראל

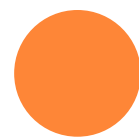
- מדד בורטל הוא סולם של 9 דרגות המודד את בהירות שמי הלילה ואת היכולת לצפות בכוכבים, כאשר דרגה 1 מייצגת חושך מוחלט וטבעי, ודרגה 9 מייצגת שמי עיר תעשייתית מוארת לחלוטין.
- בישראל, חלוקת המדד נראית כך:
- **דרגות 8–9 מרכז הארץ וגוש דן:** (זיהום אור קיצוני. שמי הלילה נראים בגוון אפרפר-לבן או כתום, וניתן לראות רק את הכוכבים הבהירים ביותר (כמו סיריוס (או כוכבי לכת) כמו צדק ונוגה. (שביל החלב אינו נראה כלל.
- **דרגות 5–7 פרברים וערים קטנות:** (זיהום אור בינוני עד גבוה. השמיים מוארים באופן, וניתן להבחין בקבוצות כוכבים מרכזיות אך שביל החלב עדיין מטושטש מאוד או בלתי נראה.
- **דרגות 2–4 הנגב העמוק, אזורים מבודדים בערבה ומכתש רמון:** איכות השמיים הטובה ביותר בארץ. באזורים אלו (במיוחד בלילות ללא ירח) שביל החלב נראה בבירור לעין, כולל מבנים מורכבים של ענני אבק קוסמי. עם זאת, בשל גודלה הקטן של המדינה, כמעט ואין בישראל אזורים המוגדרים כדרגה 1 חושך בתולי מוחלט, (כיוון שתמיד ניתן לראות "כיפות אור" של ערים רחוקות באופק).



גופי תאורה מזהמים



גלישה של אור מגוף תאורה





Glare Makes Things Hard to See



סיווג גופי תאורה על פי תאורה אחורית ותאורה עלית

Table A-1: Backlight Ratings (maximum zonal lumens)

		Backlight Rating					
Secondary Solid Angle		B0	B1	B2	B3	B4	B5
Backlight / Trespass	BH	110	500	1000	2500	5000	>5000
	BM	220	1000	2500	5000	8500	>8500
	BL	110	500	1000	2500	5000	>5000

Table A-2: Uplight Ratings (maximum zonal lumens)

		Uplight Rating					
Secondary Solid Angle		U0	U1	U2	U3	U4	U5
Uplight / Skyglow	UH	0	10	50	500	1000	>1000
	UL	0	10	50	500	1000	>1000
	FVH	10	75	150	>150		
	BVH	10	75	150	>150		

Changes in red are based on addendum A for IES TM-15-11. A copy is attached.

סיווג גופי תאורה על פי רמת הסנוור

Table A-3: Glare Ratings (maximum zonal lumens)

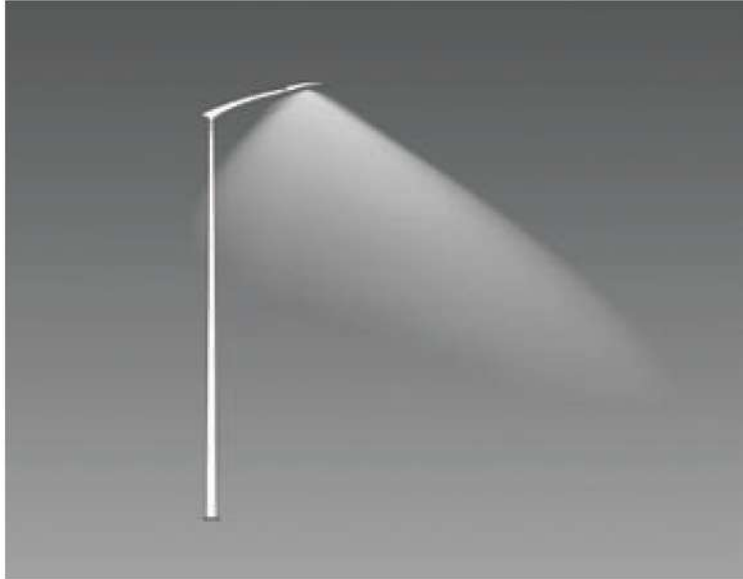
Glare Rating for Asymmetrical Luminaire Types (Type I, Type II, Type III, Type IV)						
Secondary Solid Angle	G0	G1	G2	G3	G4	G5
Glare / Offensive Light	FVH	10	100	225	500	750
	BVH	10	100	225	500	750
	FH	660	1800	5000	7500	12000
	BH	110	500	1000	2500	5000
Glare Rating for Quadrilateral Symmetrical Luminaire Types (Type V, Type V Square)						
Secondary Solid Angle	G0	G1	G2	G3	G4	G5
Glare / Offensive Light	FVH	10	100	225	500	750
	BVH	10	100	225	500	750
	FH	660	1800	5000	7500	12000
	BH	660	1800	5000	7500	12000



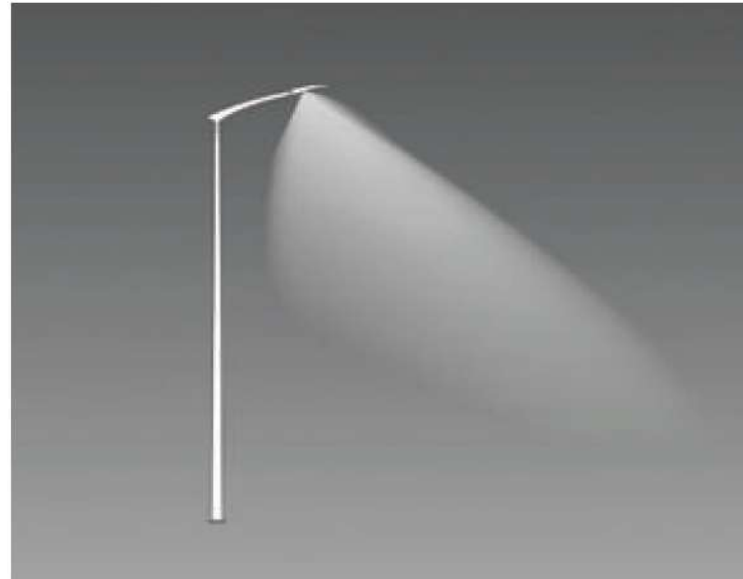
BACK LIGHT CONTROL

BACK LIGHT CONTROL PREVENTING INTRUSIVE LIGHT

As an option, some versions of the Teceo can be equipped with a Back Light Control system. Thanks to an additional control plate inside the luminaire body, light spill from the back of the luminaire is minimised to avoid intrusive light on buildings.



Light distribution without Back Light Control



Light distribution with Back Light Control



LED MODULES



No back light system



with back light system

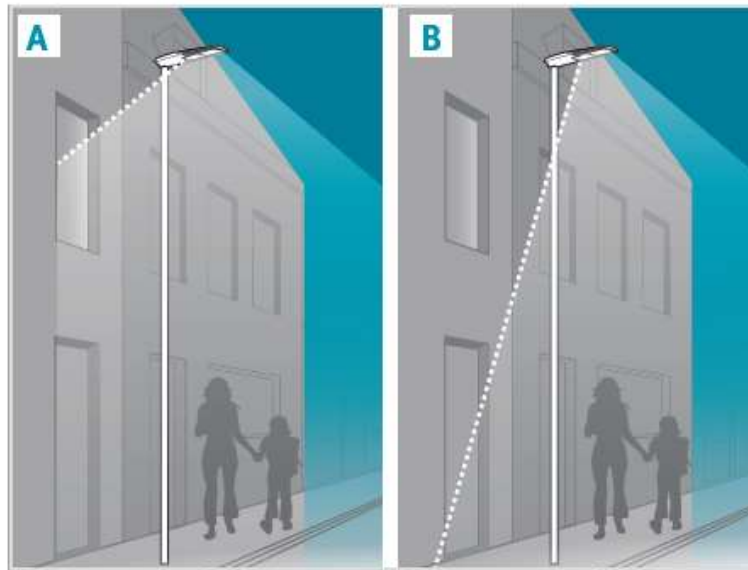




Back Light control

As an option, the LensoFlex®2 modules can be equipped with a Back Light Control system.

This additional feature minimises light spill from the back of the luminaire to avoid intrusive light towards buildings.



A. Without Back Light control | B. With Back Light control



המשרד להגנת הסביבה



الوزارة لحماية البيئة
Israel Ministry of Environmental Protection

**דרישות תכנוניות
למזעור זיהום אור ופלישת אור
במרחב העירוני**

מארס 2025



**אור ותאורה - תאורה למקומות עבודה:
מקומות עבודה מחוץ למבנים**

Light and lighting - Lighting of work places: Outdoor work places



TECHNICAL REPORT
RAPPORT TECHNIQUE
TECHNISCHER BERICHT

CEN/TR 13201-1

July 2004

ICS 93.080.40

English version

Road lighting - Part 1: Selection of lighting classes

Eclairage public - Partie 1: Sélection des classes
d'éclairage

Straßenbeleuchtung - Teil 1: Auswahl der
Beleuchtungsklassen

This Technical Report was approved by CEN on 25 August 2003. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/TC 169.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.



**IEEE Recommended Practices for
Modulating Current in High-Brightness
LEDs for Mitigating Health Risks to
Viewers**

IEEE Power Electronics Society

Sponsored by the
Standards Committee

IEEE
3 Park Avenue
New York, NY 10016-5997
USA

IEEE Std 1789™-2015



IEC TR 63158

Edition 1.0 2018-03

**TECHNICAL
REPORT**

**Equipment for general lighting purposes – Objective test method for
stroboscopic effects of lighting equipment**



IEC TR 61547-1

Edition 3.0 2020-07

**TECHNICAL
REPORT**

**Equipment for general lighting purposes – EMC immunity requirements –
Part 1: Objective light flickermeter and voltage fluctuation immunity test method**



SI 62471

תקן ישראלי ת"י 62471

IEC 62471 – First Edition: 2006-07

CIE S 009:2002

January 2013

שבט התשע"ג – ינואר 2013

ICS CODE: 29.140

בטיחות פוטוביולוגית של נורות ושל מערכות תאורה

Photobiological safety of lamps and lamp systems



CIE - 150

GUIDE ON THE LIMITATION OF THE EFFECTS OF OBTRUSIVE LIGHT FROM OUTDOOR LIGHTING INSTALLATIONS



CIE - 150

○ מטרת התקן:

- לסייע בגיבוש הנחיות להערכת איכות התאורה והפרעות מגופי התאורה .
- הגדרת גבולות מומלצים עבור הפרמטרים השונים בתאורת החוץ
- סיווג לתאורה פולשנית
- התייחסות לתכנון נכון



סיווג רמות ההארה בהתאם לאופי המקום

2.7.4 Basis for differentiation of limits according to area type

The limits given in Section 2.7.5 are differentiated according to the environmental zone. The differentiation takes account of the ambient brightness of the environment to be experienced. The environmental zones are defined in Table 2.1.

Table 2.1 Environmental lighting zone.

Zone	Surrounding	Lighting Environment	Examples
E1	Natural	Intrinsically dark	National parks or protected sites
E2	Rural	Low district brightness	Industrial or residential rural areas
E3	Suburban	Medium district brightness	Industrial or residential suburbs
E4	Urban	High district brightness	Town centres and commercial areas

עוצמת הארה מרבית מותרת על נכס שכן LUX		סיווג אזורי רגישות לזיהום אור
בלילה – "אחרי שעות פעילות"	בערב – "בשעות הפעילות"	
0	2	E1
1	5	E2
2	10	E3
5	25	E4

טבלה 2 – סיווג עוצמות הארה מרביות על חזית מבנה



סף מגבלות הארה כלפי השמיים על פי סיווג אזורי

טבלה מס' 4 מציגה את סף המגבלות להארה כלפי השמיים על פי סיווג אזורי.

סיווג אזורי רגישות לזיהום אור	שיעור הארה מרבי כלפי הרקיע
E1	0
E2	5
E3	15
E4	25

טבלה 4 – שיעור הארה מרבי כלפי הרקיע



מרחק מגבול המגרש שמעבר לו מוגבלת זליגת אור

טבלה מס' 5 מציגה את עוצמת ההארה המרבית המותרת במרחק הנמדד מקצה המגרש המאיר לשכנו, לפי חלוקה לסיווג אזורי.

הנחיה	מרחק (מטר) מגבול המגרש אשר מעבר לו לא תותר זליגת אור	סיווג אזורי רגישות לזיהום אור
לא תותר כל זליגת אור מעבר לתחום המגרש	0	E1
לא תותר זליגת אור מעבר ל-3 מטרים מתחום המגרש	3	E2
לא תותר זליגת אור מעבר ל-5 מטרים מתחום המגרש	5	E4-E3

טבלה 5 – מרחק מגבול המגרש שמעבר לו מוגבלת זליגת אור

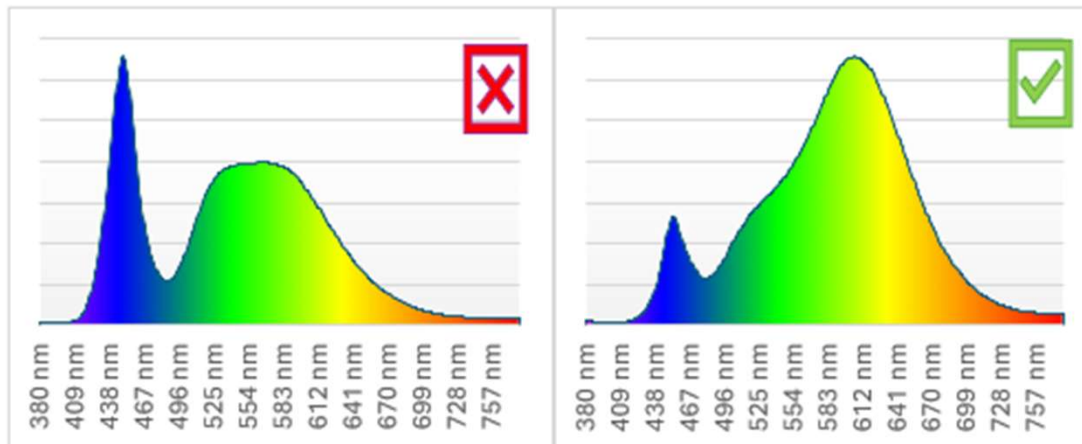


צבע האור וספקטרום

סיווג אזורי רגישות לזיהום אור	גון אור : טמפרטורת צבע מרבית בקלווין
E1	2200
E2	2700
E4/E3	3000

טבלה 7 – גון אור מרבי לפי רגישות האזור לזיהום אור

- סך הספק התאורה בתחום הכחול של הספקטרום יהיה לא יותר מ-25% מסך הספק התאורה.



איור 3 – ספקטרום האור וערכים מרביים בתחום הכחול

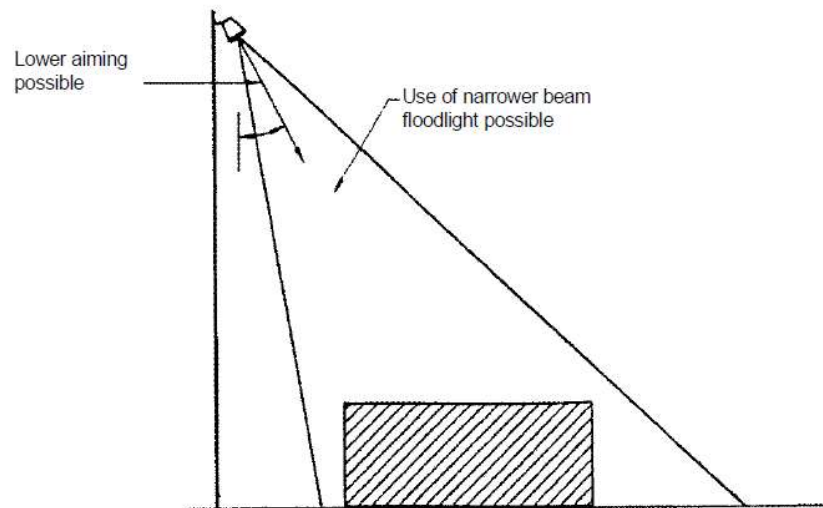
ערכים מקסימליים על פני השטח

Table 2.6 Maximum permitted values of average surface luminance.

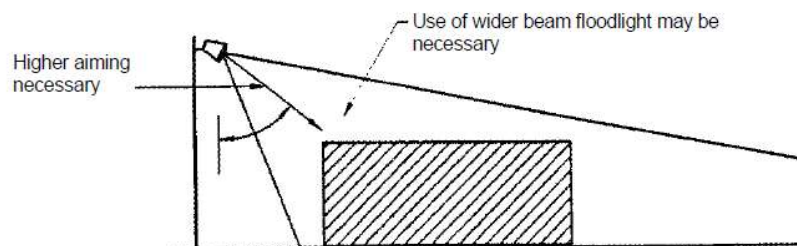
Light Technical Parameter	Application Conditions	Environmental Zones			
		E1	E2	E3	E4
Building Facade Luminance (L_b)	Taken as the product of the design average illuminance and reflectance factor divided by π .	0 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
Sign Luminance (L_s)	Taken as the product of the design average illuminance and reflectance factor divided by π , or for self-luminous signs, its average luminance.	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1000 cd/m ²



התייחסות לגובה ההתקנה של גופי תאורה



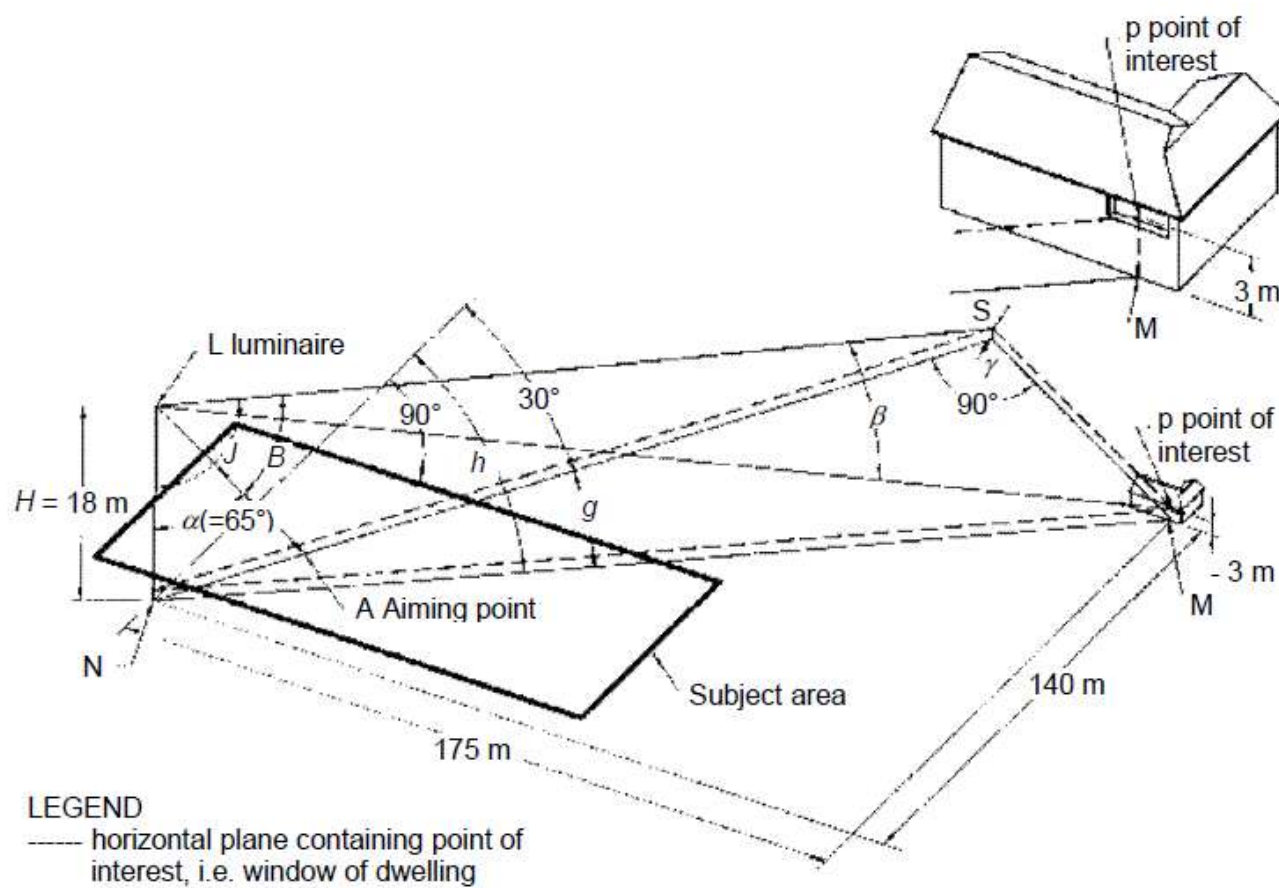
(a) Higher mounting heights – less spill and glare



(b) Lower mounting heights – more spill light and glare



התייחסות לזוויות הפיזור

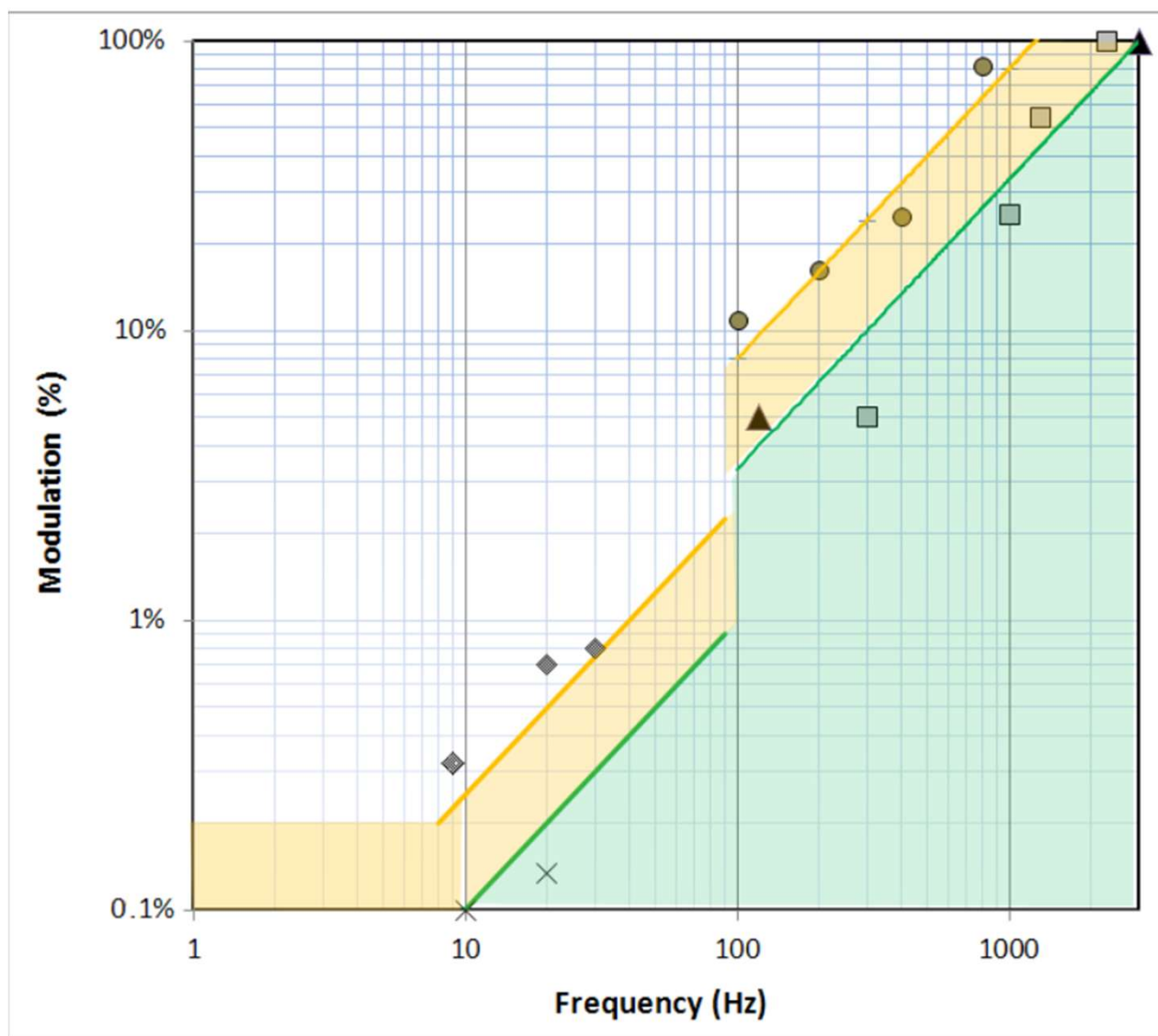


FLICKER

- פליקר מתואר כשינוי מחזורי בעוצמת ההארה, תנודה מהירה או בלתי יציבה בעוצמת האור.
- חשיפה להבהוב עלולה לגרום לכאב ראש, מיגרנות, עייפות עיניים ורגישות נוירולוגית.
- יש לבחור גופי תאורה בהתאם למסמך עם ההמלצות הבינלאומיות
IEEE1789:2015 •
- המסמך מגדיר גבולות בטיחות לריצוד לפי תדירות (Hz) ועומק המודולציה. כלומר שיעור השינוי המחזורי בעוצמת האור.



גרף המייצג את רמות הריצוד המומלצות שאין לחרוג מהם



תקן IEC 63158 / IEC - 61547

- התקנים מתייחסים לנושא הפרעות EMC , והפרעות מפליקרים
- **Pst LM (Short-term Flicker Indicator) מדד**
להבהוב בתדרים נמוכים (מתחת ל 80-הרץ (שהעין האנושית רואה באופן ישיר. הערך המקסימלי המותר הוא בדרך כלל $Pst LM < 0.2$
- **SVM (Stroboscopic Visibility Measure) מדד**
לאפקט סטרובוסקופי בתדרים גבוהים יותר 80-הרץ עד 2,000 הרץ, שבו לא רואים את ההבהוב ישירות, אך הוא משפיע על ראיית עצמים בתנועה. הערך המקסימלי המותר לפי התקנות העדכניות באירופה הוא $M < 0.4$ בעבר הותר 0.9



ירידת ערך ופיצויים: (פרשת זנגוויל) (ירושלים

- בפסק דין עקרוני שניתן על ידי השופט גלעד הס בבית המשפט המחוזי, נקבע תקדים לגבי **ירידת ערך תדמיתית ופסיכולוגית** של נכסים עקב מטרדים סביבתיים .
- **ההקשר לזיהום אור**: פסק הדין והניתוחים השמאיים שנבעו ממנו הגדירו זיהום אור כמטרד הפוגע קשות בערך הנכס . בית המשפט הכיר בכך שתאורה מלאכותית חיצונית הפולשת לנכס באופן בלתי סביר (כמו שלטי פרסום אלקטרוניים , זרקורים של שכנים או תאורת עסקים) (משבשת את השימוש הרגיל בבית ומצדיקה פיצויים או הפחתה בשווי הדירה).



תביעות פיצויים וירידת ערך לפי סעיף 197- חוק התכנון והבנייה

- תושבים רבים שנפגעים מתוכניות בנייה או מתשתיות חדשות (שמפיצות אור חזק) כמו מגרשי ספורט, כבישים מהירים או מגדלי משרדים (מגישים תביעות פיצויים לוועדות המקומיות).
- **דוגמה מתל אביב (נחלת יצחק) :** במסגרת התנגדויות ותביעות לירידת ערך שהוגשו לוועדת המשנה לתכנון ובנייה בתל אביב, הלינו דיירים על הקמת מגדלים מוארים סמוכים. הדיירים טענו כי הפרויקטים מייצרים "זיהום אור נוראי" שימנע מהם לישון בחדרי השינה ללא הגפת תריסים מוחלטת, דבר שהוכר כאלמנט המפחית את איכות החיים והנאה מהנכס



התערבות שיפוטית בשלב התכנון (מניעת המפגע (מראש)

- בשנים האחרונות, בתי המשפט לעניינים מינהליים מחייבים את מוסדות התכנון להתחשב בזיהום אור עוד לפני שהפריקט קם
- בעתירות המוגשות נגד הקמת כבישים באזורים רגישים או תחנות כוח) כמו המאבקים בעמק חפר ובירושלים, (בתי המשפט מקבלים חוות דעת סביבתיות ודורשים מהיזמים להציג תוכניות תאורה קפדניות למניעת זליגת אור אל שטחי המגורים והטבע הסמוכים



רגולציה עירונית וחוקי עזר

- **איסור פעילות בלילה:** ההנחיות החדשות של משרדי הממשלה ומערכות התכנון קובעות כי יש לחייב כיבוי של שלטי פרסומת בין השעות 24:00 לחצות ל 06:00-בבוקר באזורי מגורים.
- **מניעת זליגה:** על פי המסמכים המנחים של המשרד להגנת הסביבה, שלטים המותקנים בסביבת בתי מגורים אינם רשאים לשנות את עוצמת ההארה בתוך המבנה ביותר מ-20% מהמצב הקיים. שלטים חיצוניים צריכים להיות מוארים מבפנים, או לחילופין להשתמש בגופי תאורה ממוסכים המכוונים ישירות אל השלט ללא זליגה.



סיכום

✓ הנחיות – יש

✓ המלצות – יש

✓ תקן – יש

➤ מה שנותר זה ליישם !!!



תודה !

