



גילי - אור מכוון

לתכנן (גם) את החושך



איך, ולפי מה

לתכנן (גם) את החושך – מדידה

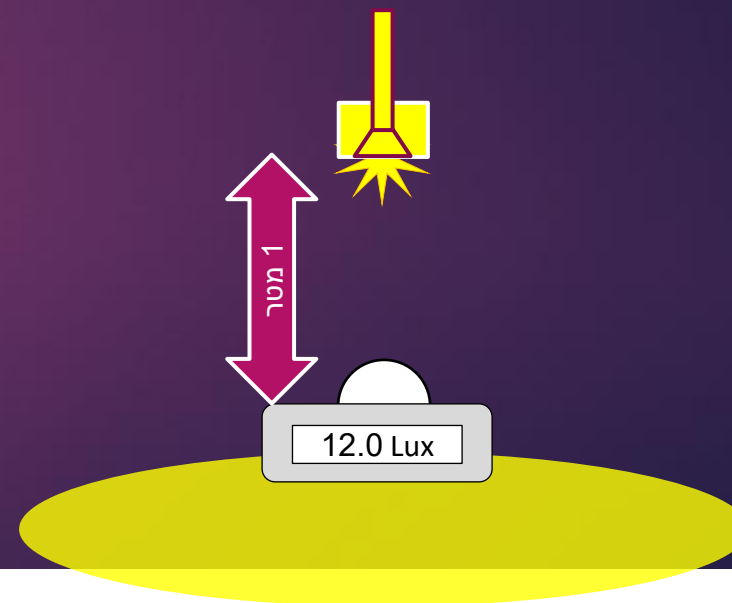
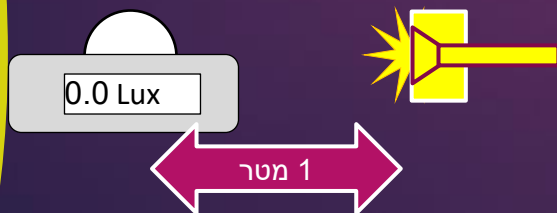
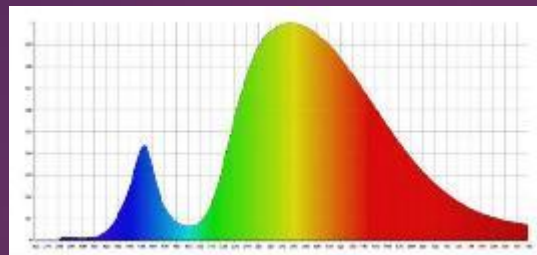
נזכיר שלושה כלי מדידה לאור, שמשמשים גם ל"תכנון החושך":

- 1 – מד אור (אילומיננס) שמודד את ה**הארה** המנורמלת שנופלת על משטח בלומן למטר רבוע.
- 2 – מד בהיקות (לומיננס) שמודד את ה**בהיקות** ממשטח לכיוון מסוים ביחידות של קנדלות למטר רבוע.
- 3 – מד איכות שמיים שמודד **איכות שמי לילה** ביחידות לוגריתמיות של מגניטודה לשניית קשת בריבוע.



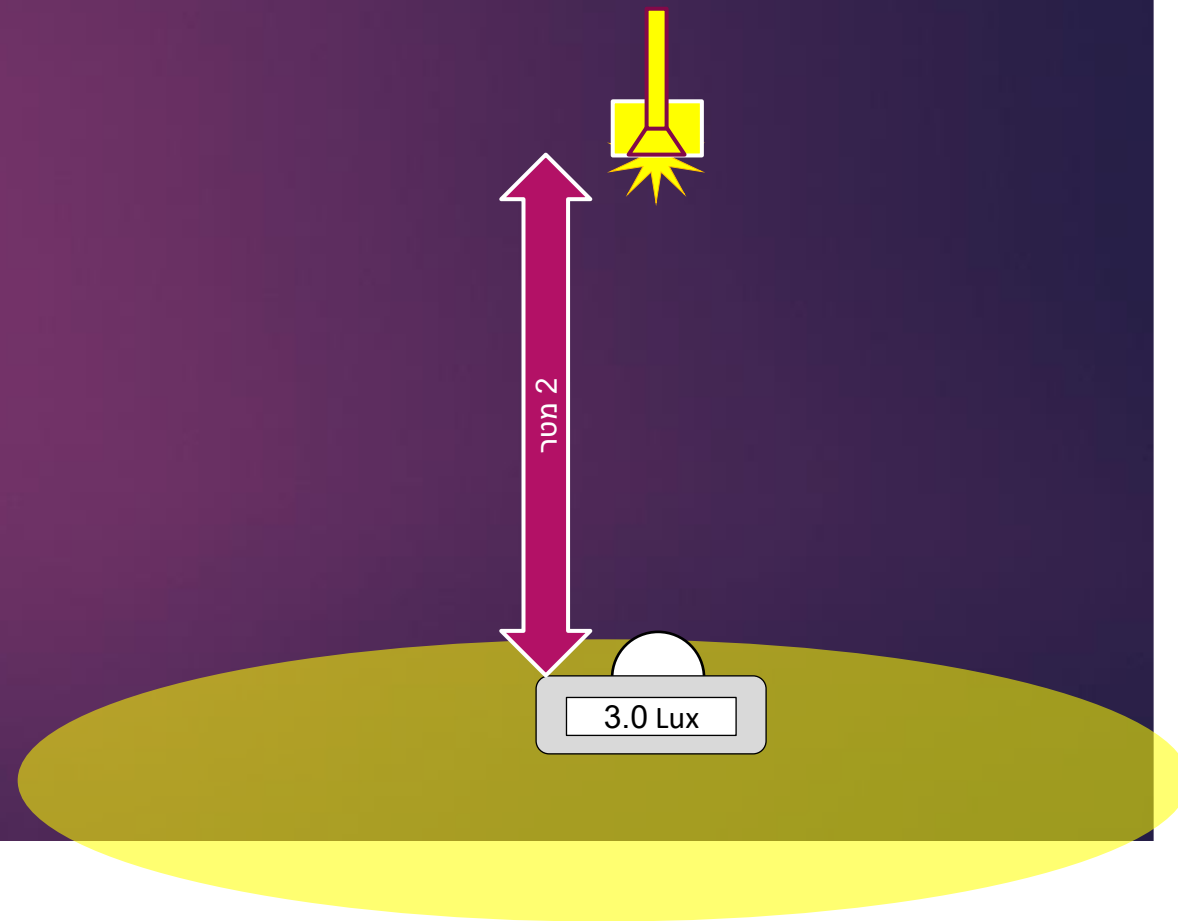
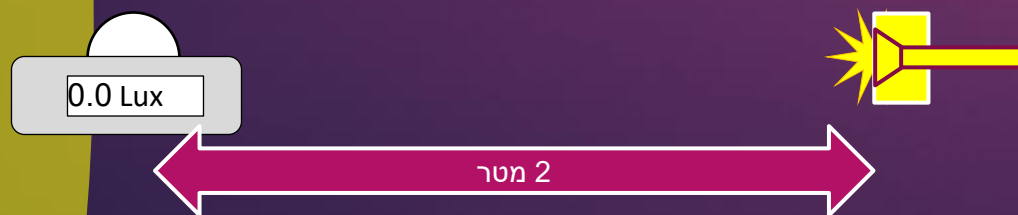
לתכנן (גם) את החושך – מדידה

הארה היא מדד של כמות האור המנורמל הנופל על משטח המדידה.
יחידות המדידה הן לוקס.
מד אור איכותי יכול גם למדוד את גוון האור



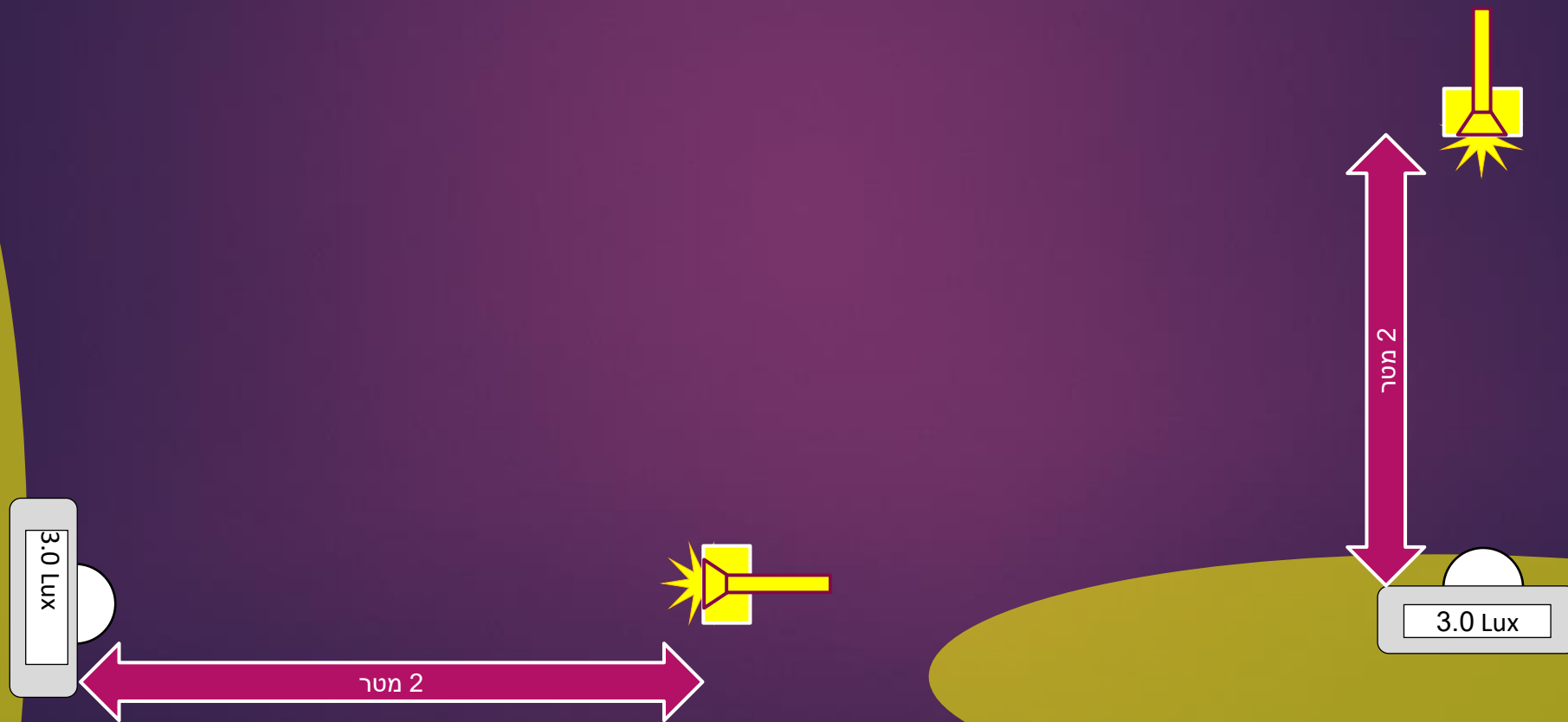
לתכנן (גם) את החושך – מדידה

ההארה דועכת ביחס ריבועי של המרחק.



לתכנן (גם) את החושך – מדידה

למידת זיהום אורי, יש להפנות את מד האור לעבר מקור האור.



לתכנן (גם) את החושך – מדידה

רוב תכנוני ההארה מראים רק את המדד האופקי, אך המתכנן יכול גם להראות מדד שונה
בכחול הארה אופקית



65 מטרים

0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12
0.92	0.81	0.72	0.64	0.58	0.52
0.24	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11
0.88	0.78	0.69	0.61	0.55	0.49
0.22	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11
0.83	0.75	0.66	0.59	0.52	0.47
0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10
0.77	0.70	0.62	0.56	0.50	0.45

לתכנן (גם) את החושך – מדידה

רוב תכנוני ההארה מראים רק את המדד האופקי, אך המתכנן יכול גם להראות מדד שונה
בכחול הארה אופקית
בירוק הארה אנכית

בדוגמה, ההארה האנכית גבוהה פי 4.5 מהאופקית



0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12
0.92	0.81	0.72	0.64	0.58	0.52
0.24	0.20	0.17	0.15	0.13	0.11
0.88	0.78	0.69	0.61	0.55	0.49
0.22	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11
0.83	0.75	0.66	0.59	0.52	0.47
0.20	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10
0.77	0.70	0.62	0.56	0.50	0.45

לתכנן (גם) את החושך – מדידה

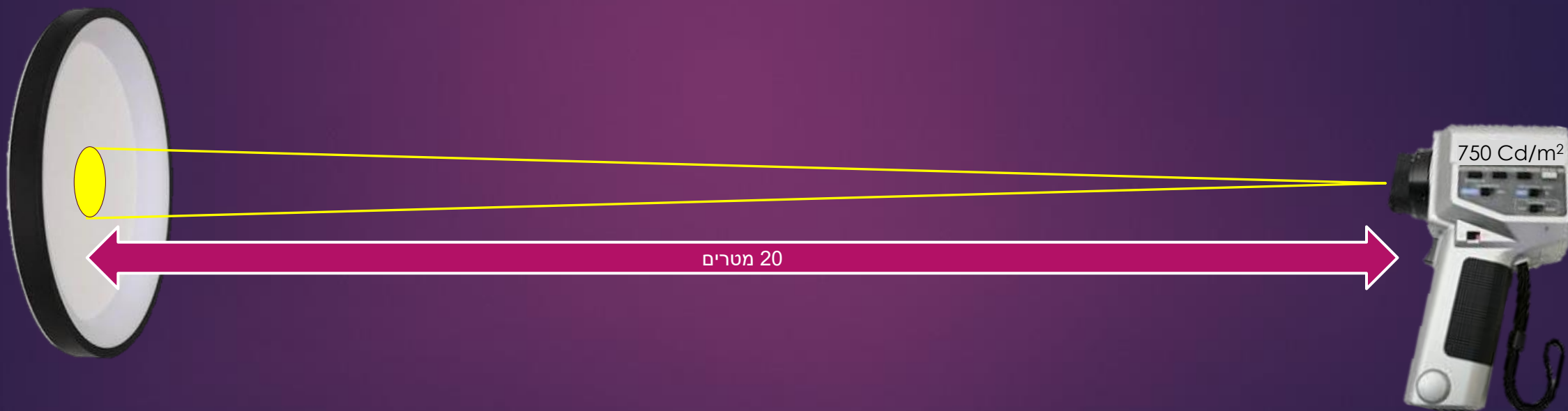
בהיקות היא כמות האור שפולט (או מחזיר) משטח מסוים.
יחידות המדידה הן קנדלה למטר רבוע.



לתכנן (גם) את החושך – מדידה

בהיקות של משטח אינה תלויה במרחק
הבהיקות תלויה בזווית המדידה (במיוחד במקרה החזרה)

הערה: הנקודה הנמדדת חייבת להיות ממוקדת וקטנה מהמשטח הנמדד



לתכנן (גם) את החושך – מדידה

מד איכות שמיים מודד את האור הקלוש שמחזירה האטמוספירה בזכות הסקלה הלוגריתמית שלו, הוא מכסה תחום דינמי גדול בהרבה משאר מכשירי המדידה אמנם אינו מופיע בתקנים שנראה להלן, אבל חיוני מאוד בבחינת צעדי הגנה על הטבע יחידות המדידה הן מגניטודה לשניית קשת בריבוע והסקאלה לוגריתמית הפוכה

- * בשקיעה המכשיר יראה מגניטודה של 13.0 ומד אור ימדוד כ 5 לוקס
- * ירח מלא בזנית בשמי קיץ איכותיים יראה מגניטודה של 18.5 ומד אור רגיש 0.2 עד 0.3 לוקס
- * שמי לילה איכותיים יראו מגניטודה של 21.75 עד 22.00



$$L = 10.8 \times 10^4 \times 10^{-0.4M}$$

לתכנן (גם) את החושך - תקנים

תקן ישראלי 13201
לתאורת דרכים

תקן ישראלי 12464 חלק 2
למקומות עבודה

תקן ישראלי 12193
למגרשי ספורט

כולם מפנים לתקן CIE150

NOTE Additional information can be found in CIE 126:1997: Guidelines for minimizing sky glow and CIE 150:2003: Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations.

הערה: ניתן למצוא מידע נוסף ב-CIE126:1997 שבו הנחיות למזעור זוהר השמיים וב-CIE150:2003 שהוא מדריך להגבלת השפעות אור פולש ממתקני תאורה חיצוניים.

לתכנן (גם) את החושך - תקנים

תקן CIE150 משמש בכל התקנים השימושיים כיום. בכללם 13201 לדרכים, 12464 חלק 2 למקומות עבודה, 12193 לספורט, נעזר במצגת של ברוך משנת 2017:

שעות	טבע	כפר	פרברים	עיר
פעילות	2	5	10	25
מנוחה	0*	1	2	5

הארה חיצונית מרבית באזור החלונות בלוקסים

שעות	טבע	כפר	פרברים	עיר
פעילות	2500	7500	10000	25000
מנוחה	0*	500	1000	2500

הגבלת עוצמה אורית לגוף בקנדלות (תלוי כיוון)

שעות	טבע	כפר	פרברים	עיר
בניינים	0	5	10	25
שלטים	*50	**400	800	1000

בהיקות בניינים ושלטים מוארים בקנדלות למטר רבוע

* 0 בשעות המנוחה

** שלטים מהבהבים לא ימוקמו בסמוך לאזור מגורים
לא מתייחס שלטים להכוונת תנועה (CIE 74)

לתכנן (גם) את החושך - דוגמאות

דוגמה חריגה במיוחד רואים בכל בפנסי היי-מאסט שבכבישי ישראל



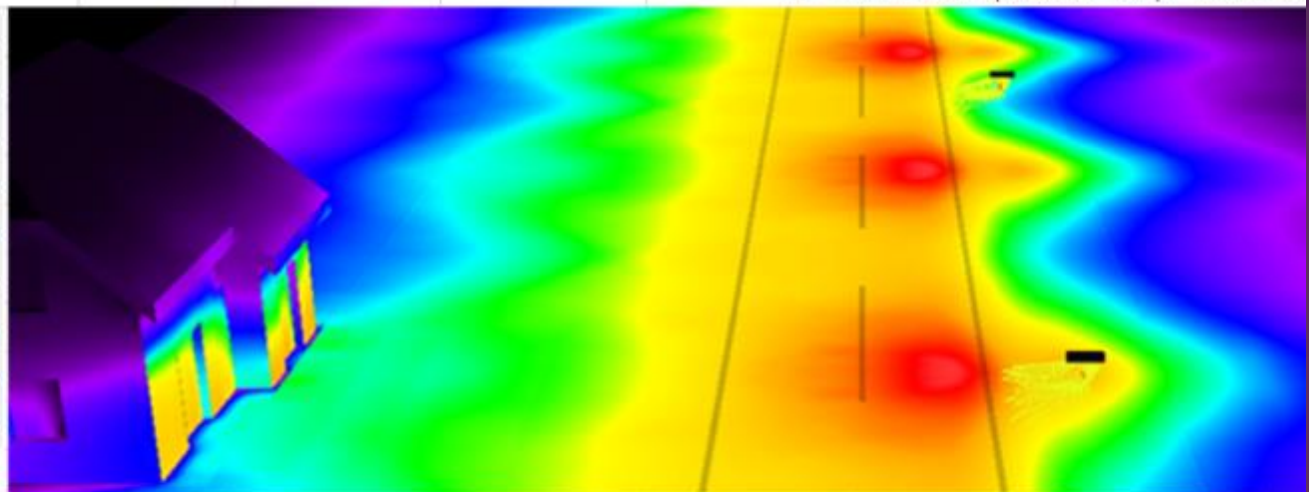
לתכנן (גם) את החושך - דוגמאות



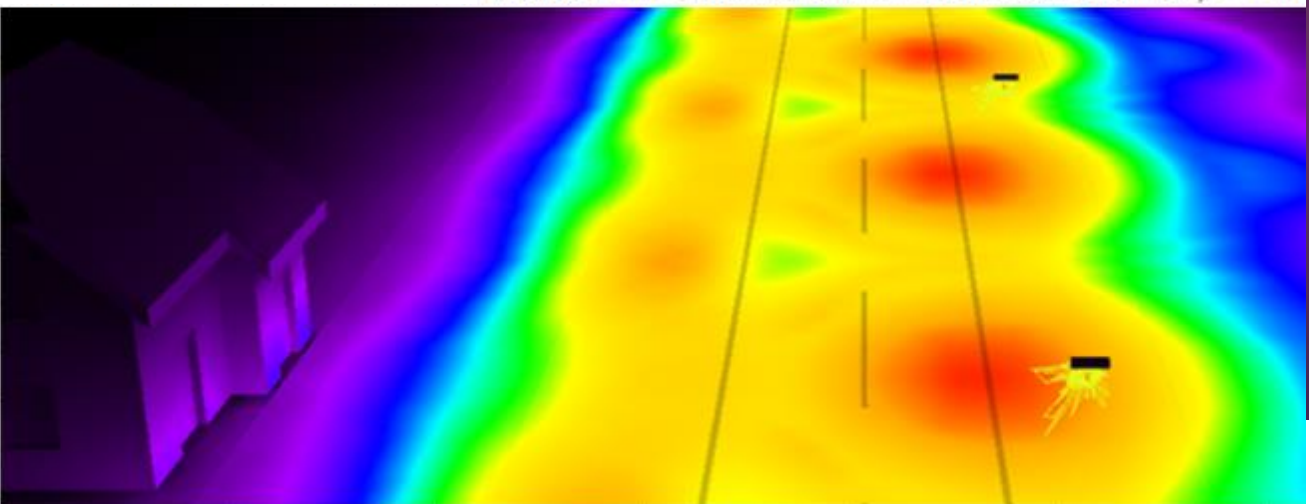
יותר מ 30 מ לוקס על קיר בית במרחק כ 100 מטרים מהפנס

לתכנן (גם) את החושך – מה נכון

הרבה אור קידמי מגיע לקו הבתים הנגדיים.



האור הקידמי תחום לגבול הבניה וההארה על הבתים פוחתת ב-75%.

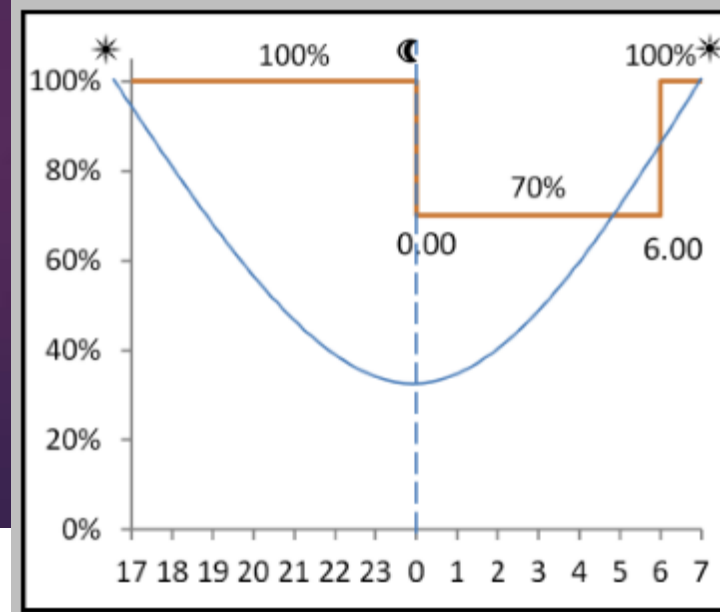


* כבר בשלב התכנון ניתן להתחשב

* חוסך במשאבי הקמה ותפעול

* ואפשר לקבוע עימעות אוטונומי

DA Profile



לתכנן (גם) את החושך - דוגמאות

שכונת גאולים – כפר סבא

12.2.2020 בערב



19.4.2020
בלילה



לתכנן (גם) את החושך - דוגמאות

הפרעה
מכביש
סמוך



לתכנן (גם) את החושך - מסקנה

כל תכנון חייב לכלול "קירות מדידה" שיבטיחו התחשבות באזורים שבהם יש להתחשב, ולהוסיף את ההארה עליהם למערכת השיקולים

קיר מדידה במרחק
50 מטרים
מהפנסים לשערוך
קצב הדעיכה.

קיר מדידה במרחק 50
מטרים מהמזח.

סף ההארה האנכית
המרבית המותרת
עליו הוא 0.1 לוקס

מפרץ אילת

מזח ברוחב 24
מטרים מוגבה 2.6
מטרים מעל הים
בהארה של 25 לוקס

לתכנן (גם) את החושך - שילוט

על שלטים ו"שלטי טלויזיה" חלות ההגבלות שכבר צוינו, ובנוסף תקנות התעבורה.

מתוך תקנות הדרכים (שילוט), תש"ס-1980 – סייגים להתקנת שלט עסקי

לא יותקן ולא יוצב שלט עסקי אם נתקיימו בו אחד מאלה:

(א) השלט מתנועע, מתעופף או מסתובב;

(ב) השלט משמיע רעשים או מפיץ ריחות;

(ג) השלט אינו הולם את אופי הסביבה שבה מבקשים להציבו

(ד) השלט חוסם את שדה הראייה לעיני המשתמשים בדרך

(ה) השלט מואר בתאורה העלולה לסנוור את עיני המשתמשים בדרך

(ו) השלט צבוע בצבעי אדום, ירוק וצהוב או באחד מהם ומקום התקנתו בקרבת רמזור

או בקרבת צומת דרכים והוא עלול להטעות את המשתמשים בדרך

(ז) השלט נושא אורות נעים או מתחלפים או מהבהבים או נדלקים וכבים

(ח) השלט מהווה סכנה או הפרעה לבטיחות המשתמשים בדרך

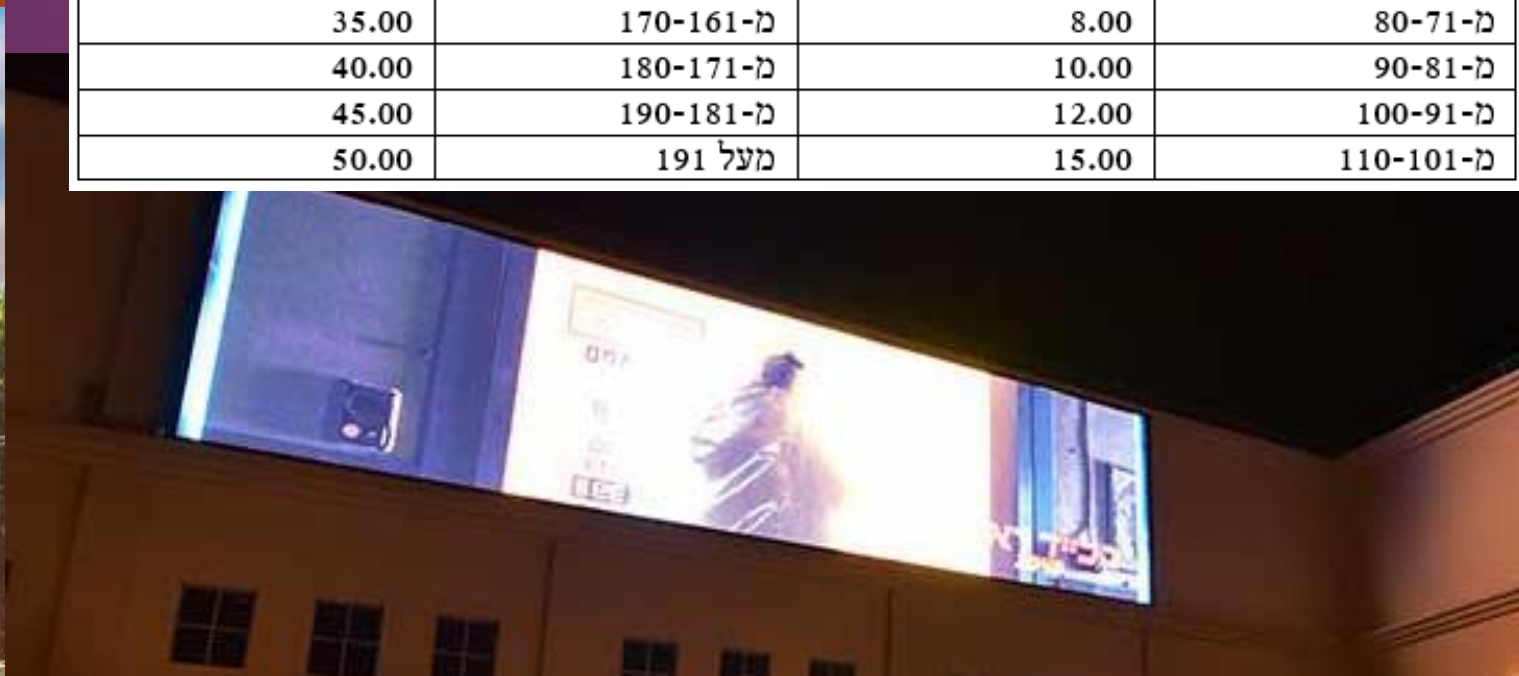


לתכנן (גם) את החושך - שילוט

על שלטים ו"שלטי טלויזיה" חלות ההגבלות שכבר צוינו, ובנוסף תקנות התעבורה.

זאת ועוד, יש הגבלה על השטח המרבי של שלט ליד דרכים

מרחק מציר הדרך	שטח במטרים רבועים	מרחק מציר הדרך	שטח במטרים רבועים
עד 30	1.00 עד 2.00	מ-111 ל-120	18.00
מ-31 ל-40	2.00	מ-121 ל-130	21.00
מ-41 ל-50	3.00	מ-131 ל-140	24.00
מ-51 ל-60	4.50	מ-141 ל-150	27.00
מ-61 ל-70	6.00	מ-151 ל-160	31.00
מ-71 ל-80	8.00	מ-161 ל-170	35.00
מ-81 ל-90	10.00	מ-171 ל-180	40.00
מ-91 ל-100	12.00	מ-181 ל-190	45.00
מ-101 ל-110	15.00	מעל 191	50.00



לתכנן (גם) את החושך - שילוט

עיר	פרברים	כפר	טבע	שלטים
1000	800	**400	*50	

* 0 בשעות המנוחה

** שלטים מהבהבים לא ימוקמו בסמוך לאזור מגורים



לגבי בדיקת עוצמת ההארה:

יש לבצע מדידת בהיקות בניצב לשלט ולא מדירות מתלוננים

בתוך ערים בהרבה מקרים מתעלמים מתקנות הדרכים

* לגבי הגודל

* לגבי עוצמת ההארה

* לגבי סכנת המסר המתחלף והצבע שבעצם אין בו שליטה

דוגמאות:

שלט פרסום בנק ברחוב יהודה הלוי 62 בתל אביב

שבסוף הסכימו לכבות מ 23:00

שלט טלוויזיה ענק ברמת גן שמטריד תושבים

שלט טלוויזיה ענק בקניון מול זיכרון שכוה

ועוד . . .



לתכנן (גם) את החושך - ספורט

טבלה 2 — סף מרבי לאור פולשני ומטריד המותרת עבור מערכות תאורה חיצוניות

הגדרת הסביבה	הארה מירבית על בתים		תפוקת אור מרבית לגוף		יחס הארה לרקיע		בהיקות מרבית של בניינים
	$E_{vert Ave lx}$		$I cd$		$R_{ULMax} \%$		$L_b cd/m^2$
	פעילות*	מנוחה*	פעילות*	מנוחה*			
E1	2	0	2500	0	0	0	
E2	5	1	7500	500	5	5	
E3	10	2	10000	1000	15	10	
E4	25	5	25000	2500	25	25	
E1	מייצג אזורים חשוכים מטבעם, כגון פארקים לאומיים או אתרים מוגנים						
E2	מייצג אזורים בעלי הארה סביבתית נמוכה, כגון אזורי תעשייה או אזורי מגורים כפריים						
E3	מייצג אזורים בעלי הארה סביבתית בינונית, כגון פרברים ומגורים עירוניים						
E4	מייצג אזורים בעלי הארה סביבתית גבוהה, כגון מרכזי ערים ואזורים מסחריים						
$E_{vert Ave}$	הוא הערך הממוצע של עוצמת ההארה האנכית בנכסים, אשר אין לחרוג ממנו, ביחידות לוקס (lx)						
I	היא עוצמת ההארה של כל מקור בכיוון שעלול לגרום למטרד, ביחידות קנדלה (cd)						
L_b	היא הבהירות הממוצעת המרבית של חזית הבניין, ביחידות cd/m^2						
R_{ulMax}	הוא שיעור שטף האור של גוף (או גופי) התאורה הנפלט מעל המישור האופקי, כאשר גוף (או גופי) התאורה מותקן (או מותקנים) במיקומו ובכיוונו הסופיים						
*	בהיעדר תקנות הנוגעות לשעות המנוחה, אין לחרוג מהערכים הגבוהים יותר, ויש להתייחס לערכים הנמוכים יותר כאל גבולות מועדפים.						

תקן הספורט בישראל הוא:

EN 12193-2018

גם כאן חלות הגבלות של תקן

CIE 150

1) איך מגדירים את שעות הפעילות?
שעות הסגירה של עסקים באזור?
שעה אחרי שעות סיום עבודה מקובלות?

2) איך מודדים קנדלות?

לתכנן (גם) את החושך - ספורט

איך למדוד קנדלות?

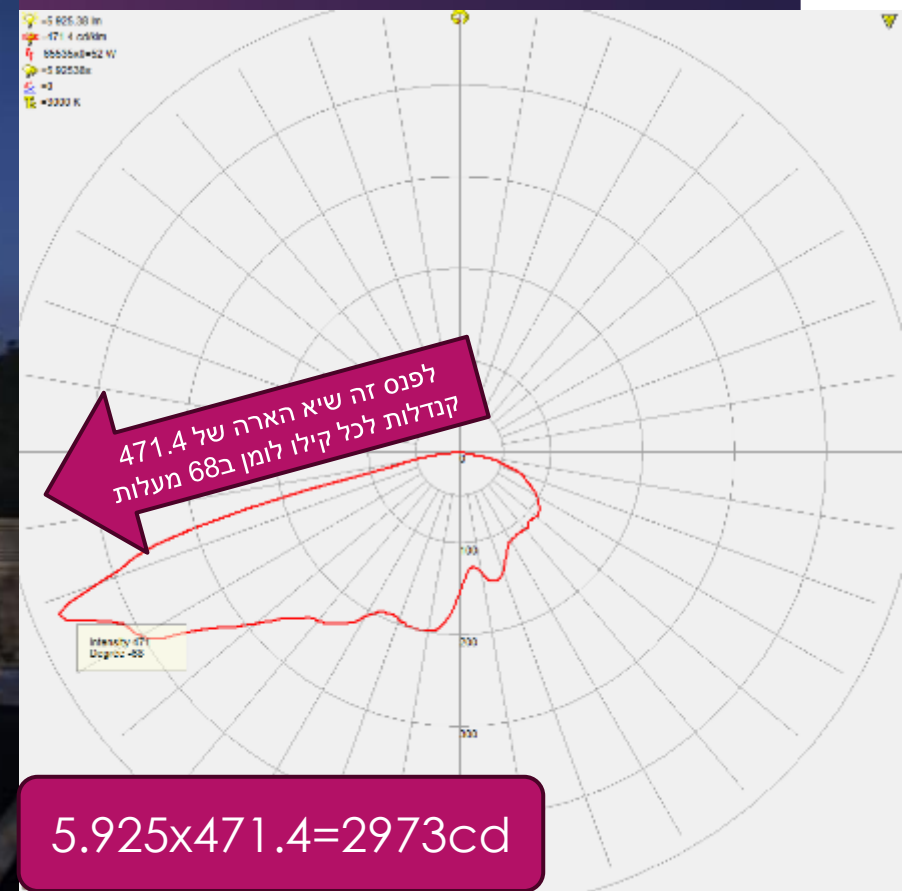
היות ותלוי כיוון אז קבצי הפנס אינם שימושיים.
חישוב בתוכנות התאורה אפשרי אבל לא נגיש לאזרח
מדידה עם מד אור ונרמול לפי המרחק פשוטה וקלה

קנדלות = לוקס x מרחק מהפנס בריבוע

6.5lx

I_{cd}		$E_{vert Ave lx}$		הגדרת הסביבה
מנוחה*	פעילות*	מנוחה*	פעילות*	
0	2500	0	2	E1
500	7500	1	5	E2
1000	10000	2	10	E3
2500	25000	5	25	E4

$$cd = 6.5 \times 100^2 = 65,000cd$$



לתכנן (גם) את החושך - ספורט

בית משפחת תורן ברמת ישי



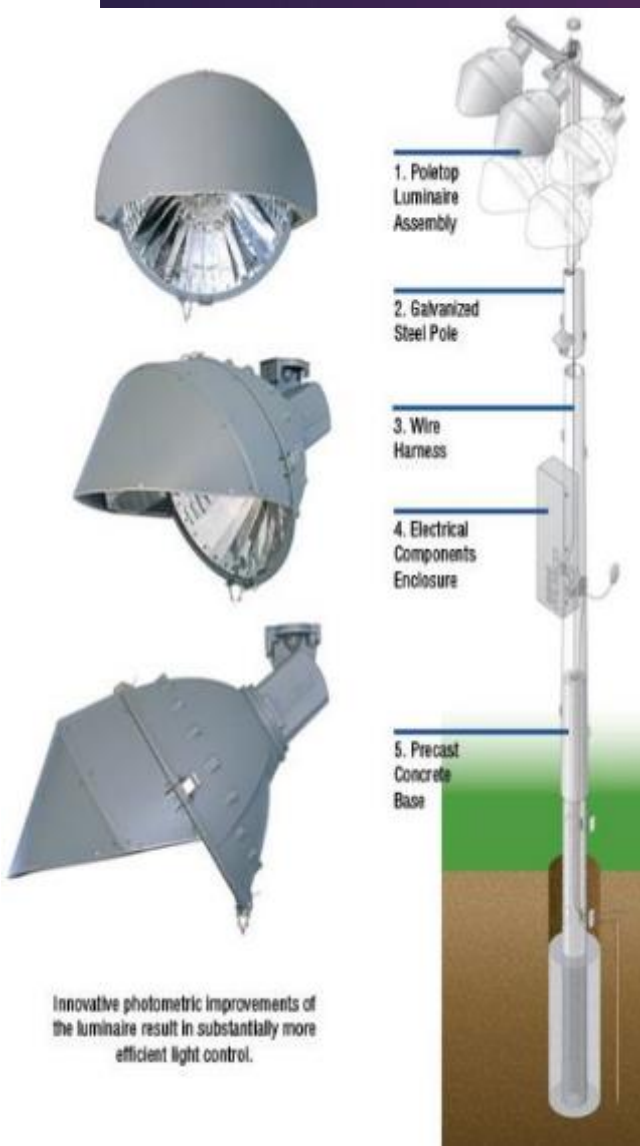
לתכנן (גם) את החושך - ספורט

בית משפחת דרורי בגדרה



לתכנן (גם) את החושך - ספורט

יש מגוון פתרונות תאורה שנמנעים מכל הארה לאופק, הן עם פנסי הצפה, והן עם פנסי לד ייעודיים.



לתכנן (גם) את החושך - טבע



אוגדן פתרונות אופרטיביים מבוססי טבע
לאתגרים ביטחוניים, תכנוניים והנדסיים במתקנים צבאיים

טיוטא

צילום: בועז עמידרור

בהרבה מתקנים ובסיסים ברחבי הארץ
מותקנים פנסי הארת גדר
ההפרעה שלהם נראית למרחוק, והעלויות
שלהם גבוהות בהקמה, באנרגיה, בתחזוקה
ובכוח אדם.

בין הגופים שעוסקים בשמירת הטבע בארץ
נמנים:
החברה להגנת הטבע,
רשות טבע וגנים,
צבא הגנה לטבע
אזרחים רבים ועוד



החברה
להגנת הטבע



רשות
העתיקות



לתכנן (גם) את החושך - טבע



לתכנן (גם) את החושך - טבע



הוחלט לותר על התאורה ועל השומרים שבשטח.

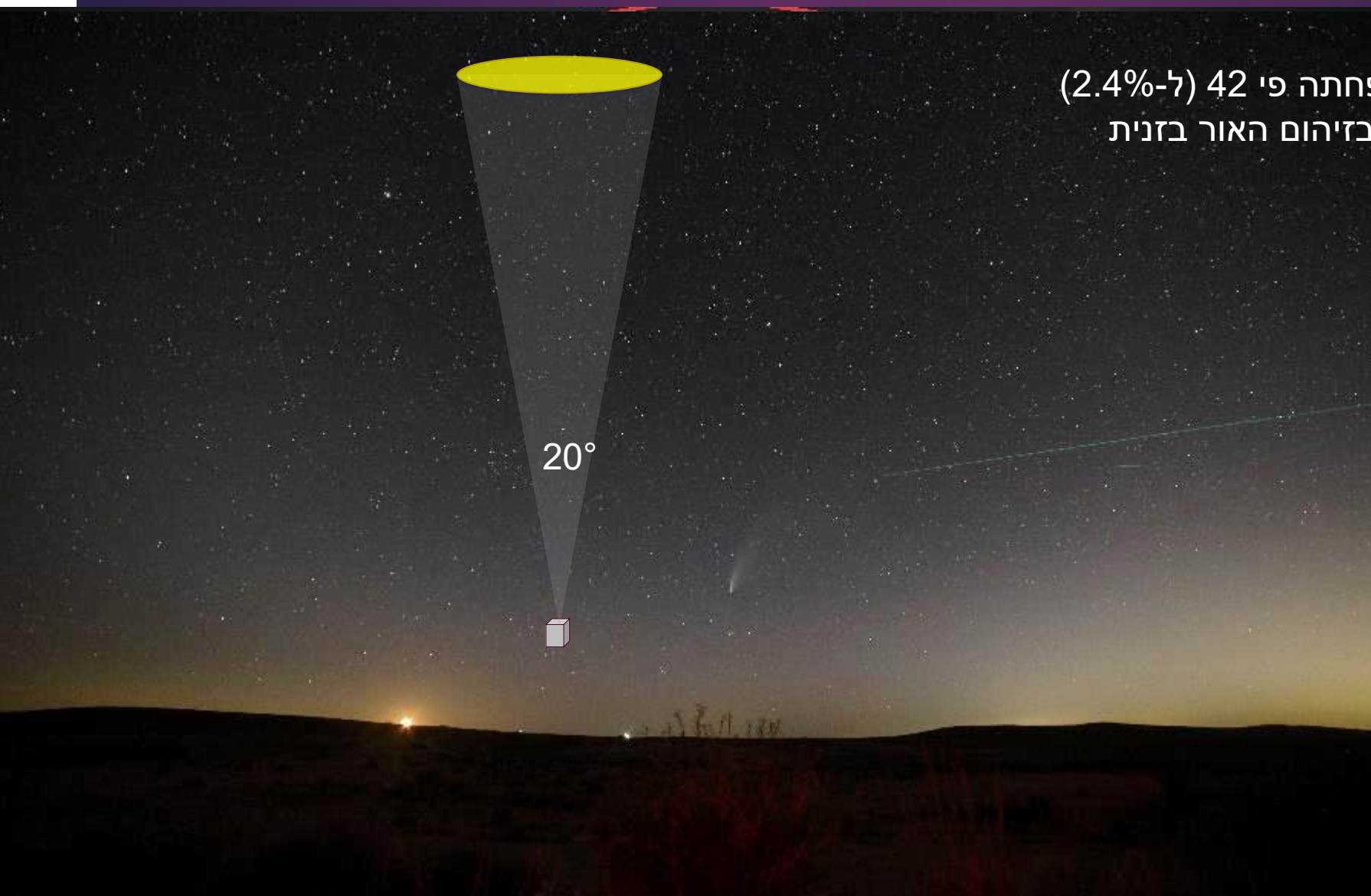
מצלמות אבטחה רגילות עם IR בתוספת מצלמה טרמית, מאתרות ומעבירות אוטומטית לחמ"ל כל דמות אדם, וגם מפעילות התראה קולית מקומית.

חיסכון גדול בחשמל ובכח אדם תוך שיפור ניכר באבטחה.

לתכנן (גם) את החושך - טבע

מדידה עם SQM מראה:

עוצמת האור הישיר מכיוון הבסיס פחתה פי 42 (ל-2.4%)
כיבוי הבסיס גרר הורדה של 38% בזיהום האור בזנית



לתכנן (גם) את החושך - טבע





כל תכנון תאורה מיועד לרווחת האזרחים
ובטיחותם, לכן חייבים לתכנן גם את גבולותיו





תכנון מודע לשכנים ושומר על איכות חייהם





תכנון מרוסן ומדויק





תכנון שאיתו כולם מרגישים בבית





תכנון נכון ימנע תיקונים יקרים ומיותרים ותכנון לקוי עלול להנציח מפגעים



תודה, שאלות?