

מצגת תאורה
מגמת הנדסת אורחית
בית ספר להנדסאים -
טכניון
2019-ב

מרצה :
בוריס שולימנקו
מהנדס חשמל





מונחי יסוד תאורה

תאורה יוצרת סביבת ראייה
המאפשרת לאנשים לראות, לנוע
בצורה בטוחה, ולבצע משימות ראייה
ביעילות, בבטיחות ובמדויק.

- התאורה מתחלקת :
- אור טבעי
- אור ממקור חשמלי
- או שילוב של שני המקורות הללו.



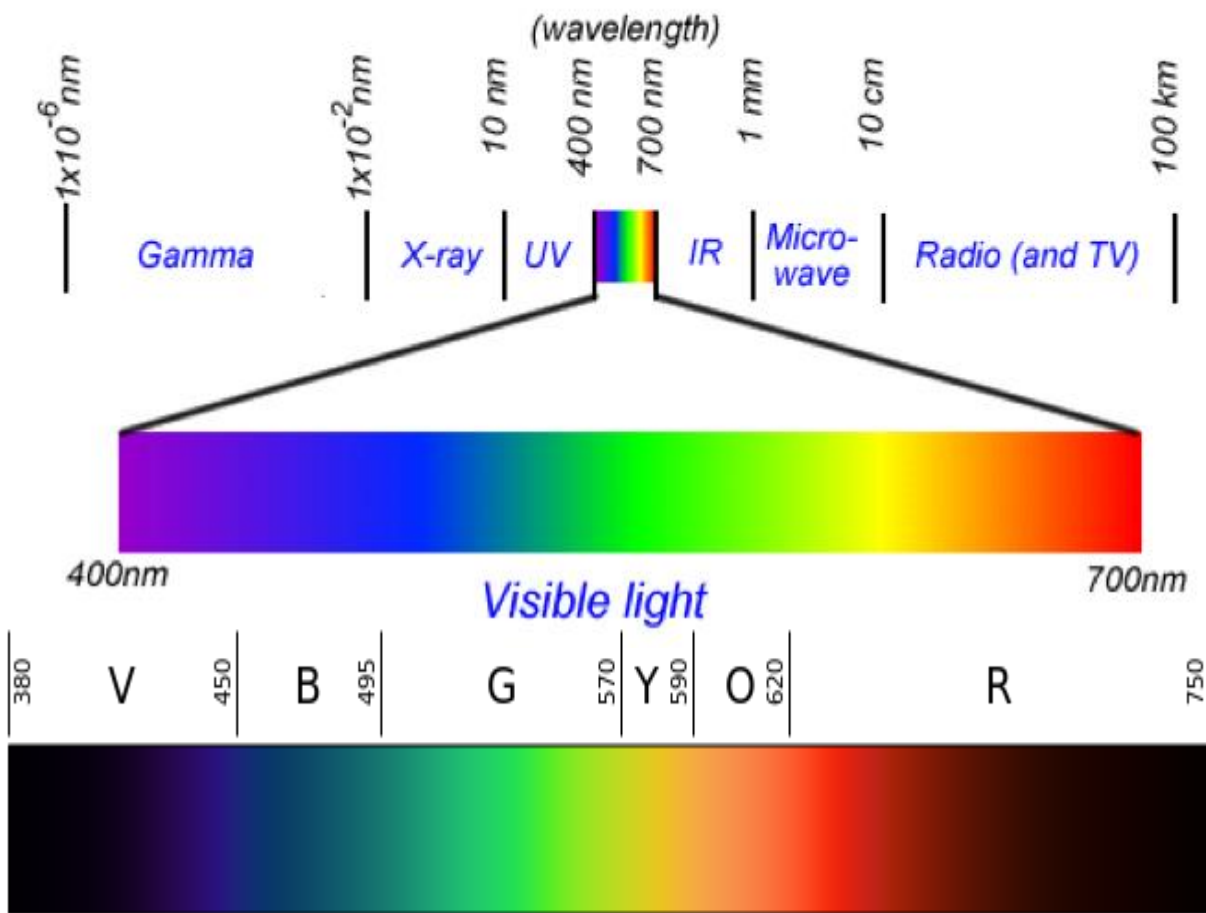
מונחי יסוד תאורה

תאורה מורכבת מתאורה
טבעית(האור שמש) ומתאורה
מלאכותית – חשמלית

תכנון תאורה דורש שיתוף פעולה בין
האדריכל לבין מהנדס התאורה בכול
בשלב התכנון.

אור נרה לעין

Increasing Wavelength →
← Increasing Frequency



מונחי יסוד תאורה

- אור, בתחום נראה הוא קרינה אלקטרומגנטית בעלת אורך גל הנראה לעין. (380-780 ננו מטר).
- המוח האנושי מפרש את אורכי הגל השונים לצבעים: אדום, כתום, צהוב, ירוק, כחול, סגול.

המונחים וההגדרות

פוטומטריה היא מדידה של עוצמת אור כפי שהיא נקלטת בעין אנושית.

יחידות מדידה:

שטף האור ϕ (Luminous Flux) -
לומן (Lm)

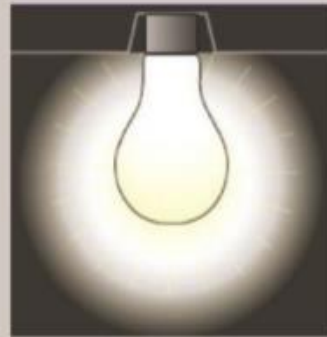
כמות האור המוקרנת בשנייה אחת ממקור אור (מנורה) בכל כיוון.



10 לומן



350 לומן



750 לומן

המונחים וההגדרות

יחידות מדידה:

עוצמת האור *Candela (cd)*

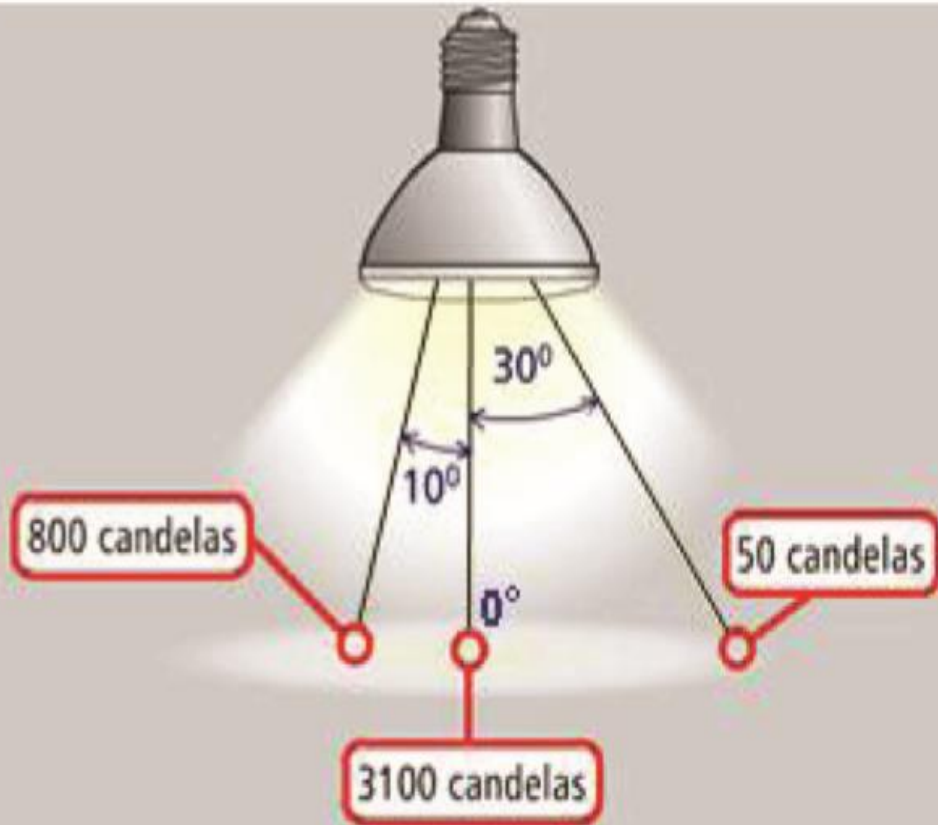
I - Luminous intensity

שטף האור המוקרן ממקור האור
(המנורה) בזווית מרחבית בכיוון נתון .

ϕ שטף האור (lm)

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$

זווית כיוון נתון



המונחים וההגדרות יחידות מדידה:

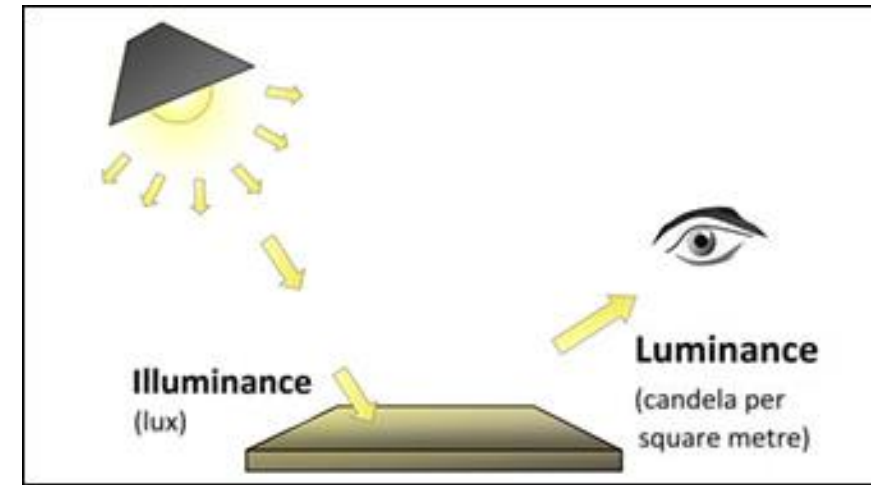
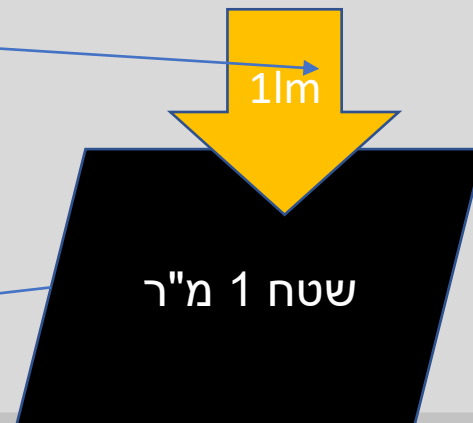
עצומת האורה E (Illuminance) לוקס (Lux)

שטף האור המאיר יחידת שטח.

שטף אור של לומן (lm) אחד מוקרן על שטח של
מ"ר אחד, שווה את העוצמת האורה - לוקס אחד.

שטף האור

$$E - \text{Illuminance}$$
$$E = \frac{\Phi (lm)}{A(m^2)}$$



מכשיר למדידה עצמת
האורה – לוקס מטר.

1700		גפרור	4100		אור ירח
1850		נר	5000		פלורסנט אור לבן
2000		זריחה ושקיעה	5600		אור יום לבן
2400		נורה ביתית	6500		אור יום לבן בהיר
2700		פלורסנט אור צהוב	8000		אור מסך מחשב
3200		תאורת אולפן	10000+		שמים כחולים בהירים

אור יום
day
light

לבן קר
cool
white

לבן חם
warm
white



המונחים וההגדרות

צבע האור (גוון אור) :

צבע של מקור האור- ("טמפרטורת צבע"),
נמדד במעלות קלווין (K).

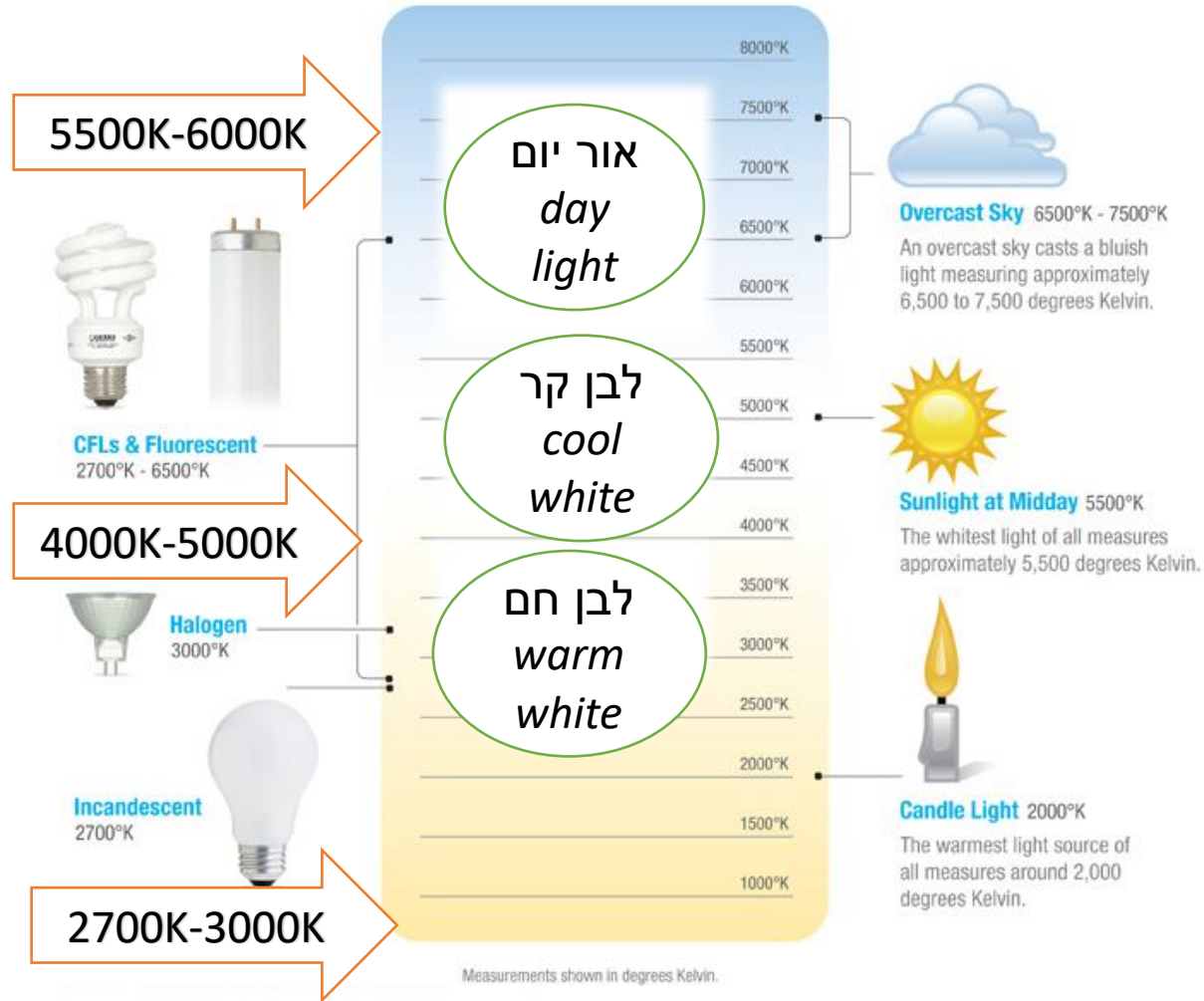
צבעי האור המקובלים הם:

"אור יום" (day light), 5500-6000 מעלות
קלווין בגוון לאור טבעי.

"לבן קר" (cool white) 4000 - 5000
מעלות קלווין, בגבן לבן-כחול-ירוק.

"לבן חם" (warm white) 3000-2700
מעלות קלווין, בגוון צהוב-אדום.

גווי אור לבן של תאורת LED
Correlated Color Temperature - CCT



המונחים וההגדרות

צבע האור (גוון אור) :

צבע של מקור האור- ("טמפרטורת צבע"),
נמדד במעלות קלווין (K).

צבעי האור המקובלים הם:

"אור יום" (day light), 6,500 מעלות קלווין
בגוון לאור טבעי.

"לבן קר" (cool white) 4,000 מעלות
קלווין, בגבן לבן-כחול-ירוק.

"לבן חם" (warm white) 3,000-2,700
מעלות קלווין, בגוון צהוב-אדום.



אור יום
day
light

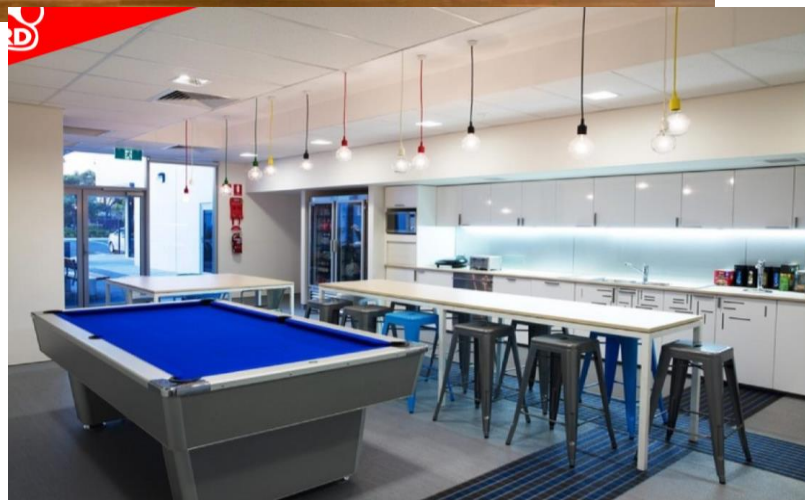
5500K-6000K

לבן קר
cool
white

4000K-5000K

לבן חם
warm
white

2700K-3000K



המונחים וההגדרות

צבע האור (גוון אור) :

צבע של מקור האור- ("טמפרטורת צבע"),
נמדד במעלות קלווין (K).

צבעי האור המקובלים הם:

"אור יום" (day light), 6,500 מעלות קלווין
בגוון לאור טבעי.

"לבן קר" (cool white) 4,000 מעלות
קלווין, בגבן לבן-כחול-ירוק.

"לבן חם" (warm white) 3,000-2,700
מעלות קלווין, בגוון צהוב-אדום.



המונחים וההגדרות

דוגמה נורה פלורסנט :

הספק חשמלי – $P (W)$ 23w

שטף האור ϕ (Luminous Flux) - לומן
(Lm)
1600 Lm

צבע האור (גוון אור)
"אור יום" (day light)
5500K-6000K

בית מנורה E27

CRI



Reasonable CRI

סביר



Good CRI

טוב



Excellent CRI

מצוין

המונחים וההגדרות

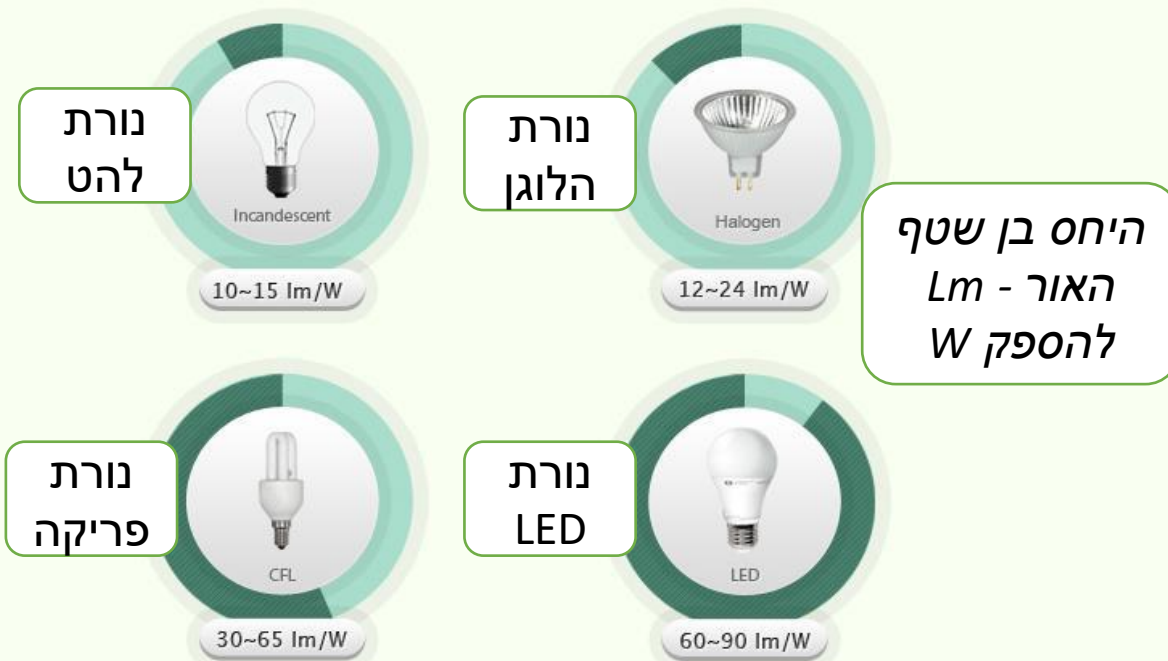
מקדם מסירת צבע

(Color Rendering Index - CRI)

מוגדר על-ידי ערך מספרי בן "0" עד "100" ומתאר את יכולתו מקור האור לשחזר באופן מדויק את צבעם הממשי של אובייקטים שונים שהוא מאיר.

יעילות אורית מקורות האור

Luminous Efficacy of Light Sources



דוגמה מס':

חישוב יעילות אורית של נורה פלורסנט
בהספק 56W ושטף האור 2800 lm
$$\frac{2800Lm}{56w} = 50Lm/w$$

המונחים וההגדרות

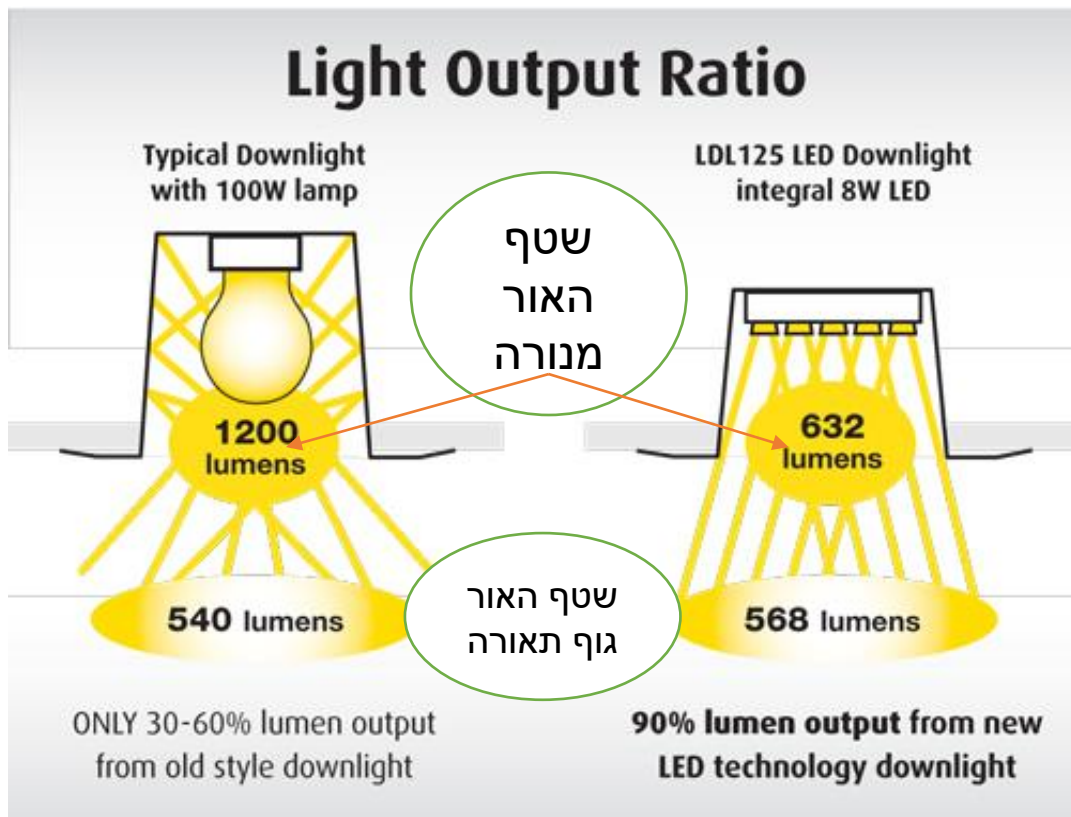
יעילות אורית (Luminous Efficacy)
לומן לואט (Lm/w)

היחס בין שטף האור הכולל, המופק ממקור האור, לבין ההספק המושקע לייצור האור. היעילות נמדדת ביחידות לומן/ואט. שערף גבוה יותר, כך מקור האור יעיל יותר דוגמה:

דוגמה מס' 1:

חישוב יעילות אורית של נורה להט
בהספק 60W ושטף האור 800 lm
$$\frac{800Lm}{60w} = 13Lm/w$$

נצילות של גוף התאורה



המונחים וההגדרות

נצילות של גוף התאורה

(Light Output Ratio) באחוזים :

היחס בין שטף האור (ϕ) הכולל של גוף תאורה לבין שטף האור של הנורות המותקנות בגוף התאורה.

הנצילות נמדדת באחוזים .

טבלת ריכז המלצות נתונים של עוצמות הארה אופייניות.

עוצמת הארה ממוצעת [x] E	סוג האזור, המשימות והפעילויות
20	אזורי מעבר המיועדים לאנשים ולכלי רכב או לצורך שהיות קצרות
50	אזורי מעבר המיועדים לאנשים ולכלי רכב במקומות עם רמת סיכון מסוימת; מקומות שבעבודה בהם <u>לא נדרשת הבחנה בפרטים</u> (פסי ייצור אוטומטיים, הרכבות לא מדויקות, דרגנועים וכד')
100	מקומות שבעבודה בהם <u>לא נדרשת התייחסות לפרטים מדויקים</u> (מסדרונות וכד')
500	משרדים סטנדרטיים, חדרי לימוד, חדרי ישיבות
600	משרדים בשיטת "open space" עם תוספת של הארה לא ישירה
1000	חדרי בקרה לצבע, חדרים עם עבודות בעלות רמת דיוק גבוהה
300	אודיטוריום (להופעות. לא ללימודים)
500	חדרי הרצאות
200	חדרי המתנה
1000	משימות עם דרישות ראייה מיוחדות

התקנים ישראלי בנושא התאורה

ת"י 1862" - תאורת דרכים" - עוסק בנושאי מאור בכבישים.

• ת"י 8995" - תאורה למקומות עבודה שבתוך מבנים" - עוסק בשאלות תאורת פנים.

• ת"י 20 המפרט את המבנה והבטיחות של גופו התאורה

• בארץ מקובל לעבוד בנושאי תאורה על פי המלצות ארגון מהנדסי התאורה האירופאי (CIE)

הגדרות קבוצות סיכון פוטוביולוג

הגדרת קבוצות סיכון פוטוביולוגי:

קבוצת סיכון	מהות הסיכון	הערות
0=Exempt	אין סיכון כלל, אפילו בהסתכלות רצופה של 10,000 שניות (כ- 3 שעות)	הסתכלות ישירה בפרק זה כזה אינה סבירה ואינה תואמת את התנהגות בני האנוש. מכיוון שכך לא ברור למה, בניגוד למקובל בעולם, ארגונים רבים בארץ לא מוכנים לקבל גופי תאורה ברמת סיכון 1.
1	סיכון מינימאלי בהסתכלות רצופה שבין 100 - 10,000 שניות	
2	סיכון בינוני בהסתכלות רצופה במשך 0.25 - 1000 שניות	
3	סיכון גבוה בהסתכלות רצופה במשך 0 שניות	אין להסתכל בזמן פעולה. לדוגמה: אור השמש, לייזר הם השייכים לקבוצה 3.

התקנים ישראלי בנושא התאורה

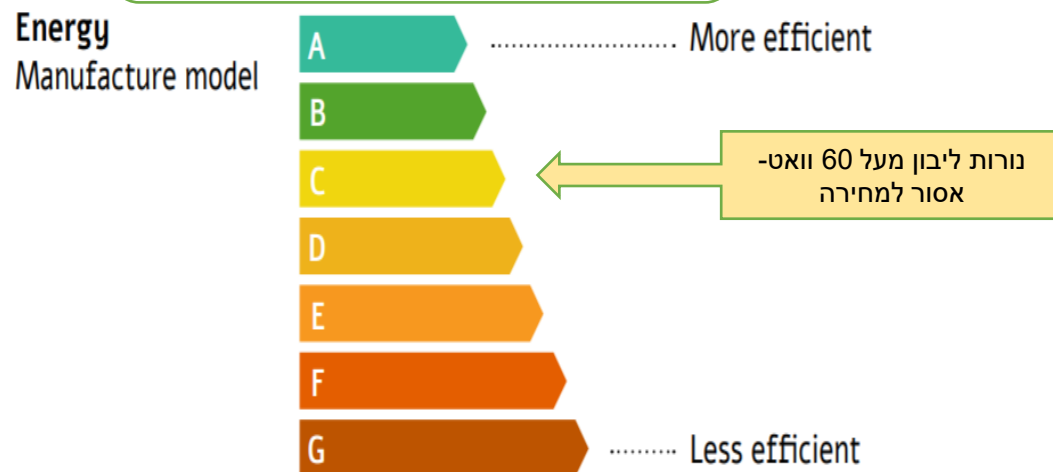
בטיחות פוטוביולוגית :

תקן IEC 62471-

התקן הישראלי ת"י 62471 "בטיחות פוטוביולוגית של נורות ושל מערכות תאורה"
התקן מגדיר 4 קבוצות סיכון פוטוביולוגי:
0-1-2-3.

כול סוג גופי תאורה (כולל נורות LED) מקרין את האור בספקטרום "UV" או "IR"

דירוג אנרגטי אמצעי תאורה



דוגמה: מנורה EL 20w - דירוג A צריכת
אנרגיה 20 kw/1000h

מקורות האור

דירוג אנרגטי אמצעי תאורה :

לאמצעי תאורה ניתן דירוג אנרגטי המוטבע על אריזת המוצר.

דירוג זה מתייחס לרמת היעילות האנרגטית של הנורה. הדירוג נעשה על פני סולם אותיות, כאשר האות A מסמלת את הדירוג הגבוה ביותר.

משנת 2012 נאסרה בישראל מכירת נורות הלוגן או ליבון בעוצמה של מעל 60 וואט אשר הדירוג האנרגטי שלהן נמוך מ-C.

דוגמה: מנורה EL 20w - דירוג A צריכת
אנרגיה 20 kw/1000h

מקורות האור

מערכת התאורה:

מערכת תאורה מורכבת מהמרכיבים הבאים: מקור האור, ומחזיר אור להכוונה ולפיזור של האור.

שלוש קבוצות נורות תאורה:

- נורות ליבון (להט)
- נורות פריקה
- נורות חצי מוליך- LED



ליבון

פריקה

לד

Light Bulb Type		Incandescent	CFL	LED
שטף האור ϕ				
Minimum Light Output (Lumens)	450LM	40W	9W to 13W	4W to 5W
	800LM	60W	13W to 15W	6W to 8W
	1100LM	75W	18W to 25W	9W to 13W
	1600LM	100W	23W to 30W	16W to 20W
	2600LM	150W	30W to 55W	25W to 28W

מקורות האור

היסטוריה :

בשנת 1875 תאורת הרחוב החשמלית הראשונה הייתה באמצעות פנס קשת, שניצל את עקרון הקשת החשמלית. פנס קשת פחמן שניצל זרם חילופין, דבר שהבטיח כי שתי האלקטרודות יתכלו בקצב שווה. פנסי של קשת חשמלי הותקנו לראשונה כדי להאיר את חנות בפריז Grand Magasins du Louvre, שם הותקנו 80 יחידות (בזכות זה זכתה פריז לכינוייה "עיר האורות").

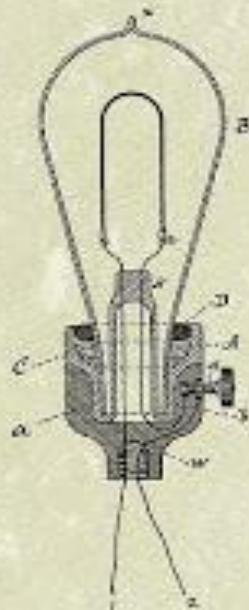


(No Model.)

T. A. EDISON.
ELECTRIC LAMP.

No. 263,878.

Patented Sept. 5, 1882.



Attest

W. H. Wood
W. H. Wood

Inventor

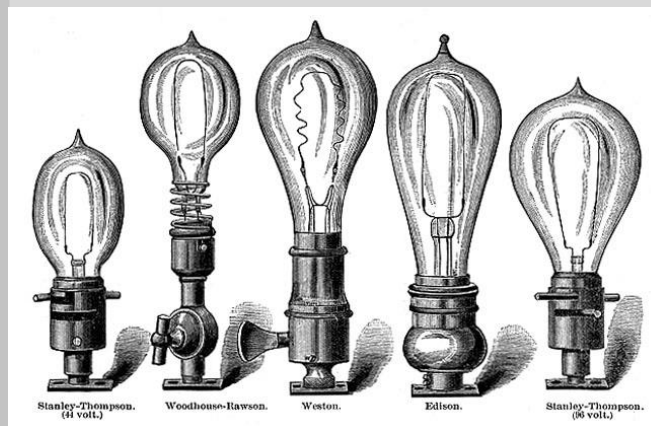
Thomas A. Edison
By W. H. Wood
Atty.

מקורות האור

נורות ליבון/להט (Incandescent Lamps)

המצאת את הנורת הליבון החשמלית
מיוחסת לתומס אדיסון בשנת 1879

בנורות הליבון הראשונות נעשה שימוש
בחוט להט מפחם, שהותקן בתוך מכל
זכוכית ובו ואקום, על מנת למנוע את
שריפת חוט הלהט.





EVZ-066 Nernstlampe

מקורות האור

נורות ליבון/להט (Incandescent Lamps)

בשנת 1905 פיתחו חוט להט עשוי
(Tungsten) טונגסטן.



wolfram

מקורות האור

נורות ליבון/להט (Incandescent Lamps)

מקור אור חשמלי ישן ביותר שעדיין נפוץ מאוד בבתי מגורים.

מורכבת מתיל להט עשוי מ- wolfram (טונגסטן) המורכב בשפופרת זכוכית בצורות שונות. בעת העברת זרם חשמלי דרך התיל הוא מתחמם לטמפרטורה גבוהה, ופולט את החום רב וקצת אור.

- היעילות האורית של נורת ליבון נמוכה מאוד

- רק 5% מהאנרגיה המושקעת הופכת לאור. (10lm/w)

- משך החיים כ- 1000 ש"ע - קצר יחסית

- איכות מסירת הצבע (CRI) שלה גבוהה מאוד.

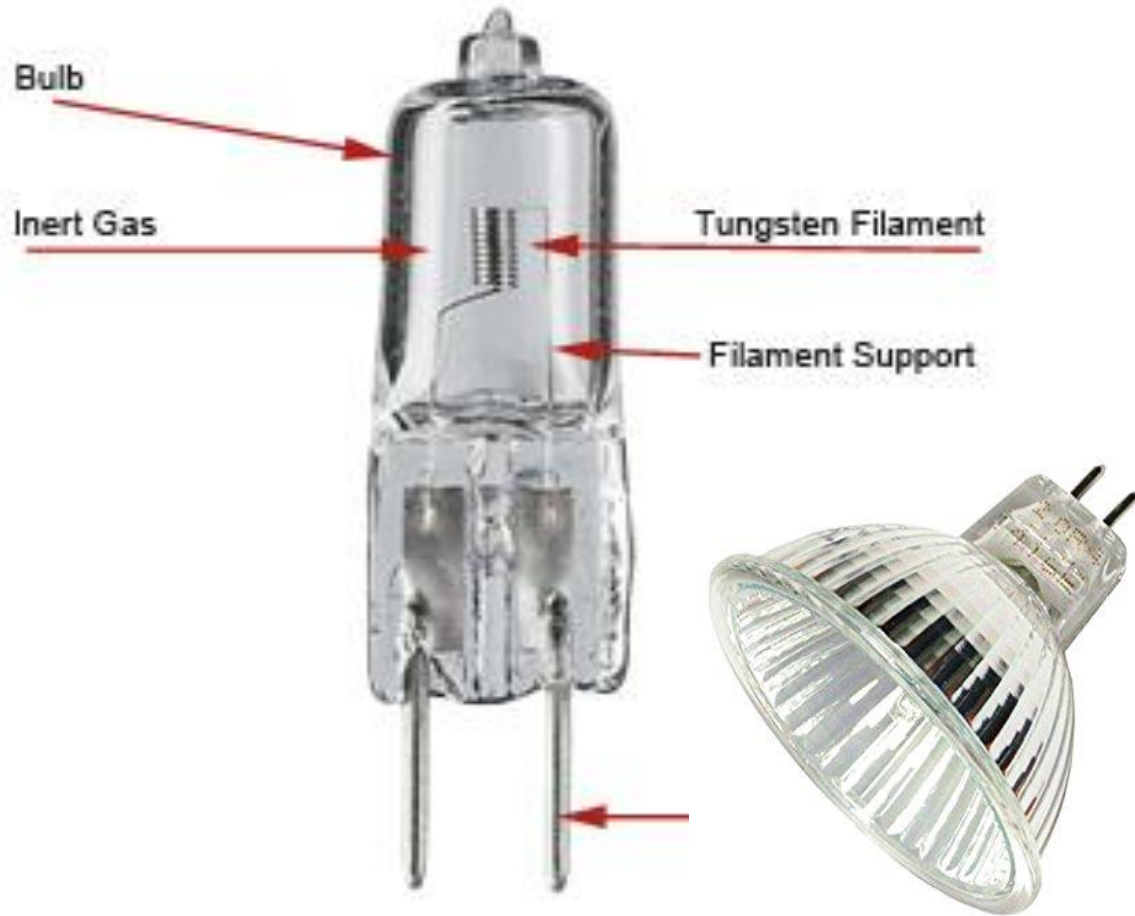


E14



E27

Tungsten-Halogen Lamp



מקורות האור

נורת -הלוגן (Tungsten-Halogen Lamps)
נורה זו היא גרסה משופרת של נורת הליבון.
תפוקת אור גבוהה יותר בשיעור של כ-
20%.

נוצר מקור אור נקודתי מצוין (ספוט)
משך החיים שלה כפול מזה של נורת ליבון
רגילה, ואיכות מסירת הצבע מצוינת.

מקורות האור

נורות פריקה בגז (Gas Discharge Lamps) - מחולקות לשתי קבוצות:

1. נורות פריקה בלחץ נמוך.

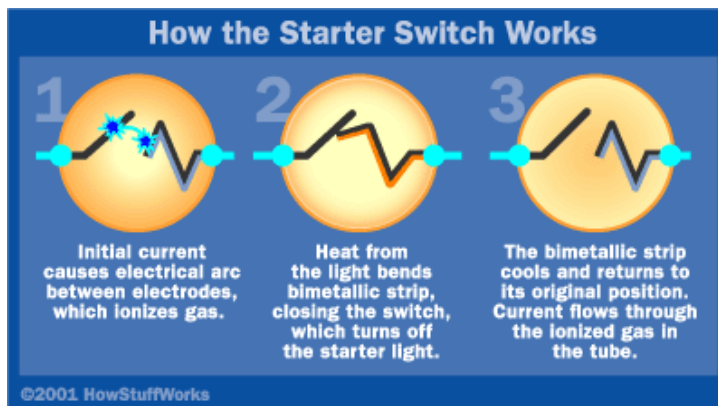
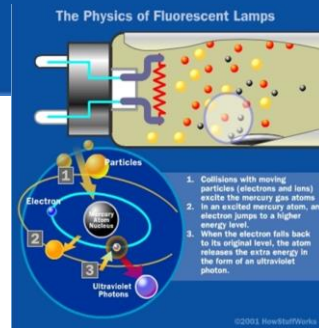
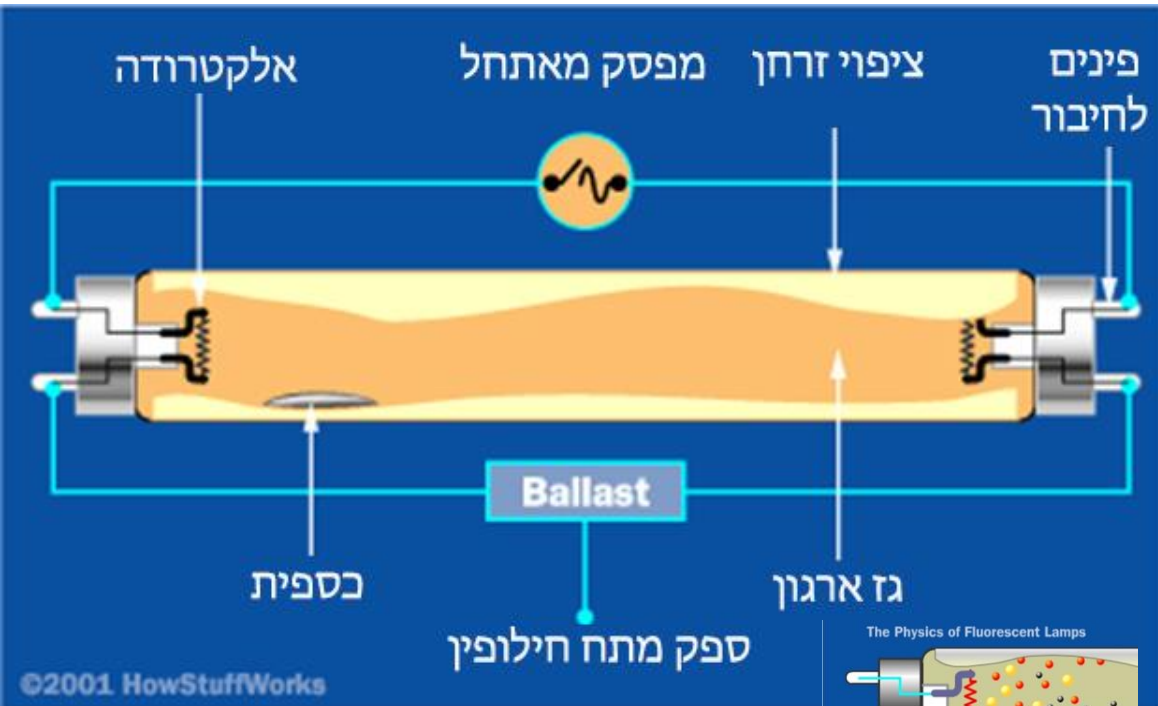
עקרון פעולה:

הנורה פלואורסצנטית.

נורה זו צריכה אביזרי עזר לשם הפעלתה כמו סטרטר ומשנק המחובר בטור לוויסות עוצמת הזרם לנורה.

לנורה הפלואורסצנטית נצילות גבוהה
יכולה להגיע עד 95 lm/w

אורך חיים שיכול להגיע עד 20,000 ש"ע



Fluorescent Lamp
T 5



מורה פלורסנט ספירלית

מקורות האור

Compact Fluorescent
Lamp – CFL



נורה PL-26 W



נורת אדי כספית

מקורות האור

2. נורות פריקה בלחץ גבוה (כספית)

High Intensity Discharge – HID

עקרון פעולה:

קשת חשמלית הנוצרת בין שתי אלקטרודות בתוך שפופרת מלאה בגז. גורמת לאדי המתכת להפיק קרני האור. האורך הגל של קרני האור נמצא בתחום הנראה לעין. אין צורך בציפוי נוסף.

קיימים 3 סוגים של נורות פריקה בלחץ גבוה:

- נורת אדי כספית (Mercury high-pressure lamps)

נורות כספית מכילות ציפוי זרחני, אשר ממיר את הצבע ומשפר את מסירת הצבע ברמה מסוימת.

טכנולוגיה ישנה. לתאורת רחובות וחוף, צבע אורן כחלחל חיוור, ואינו מאפשר הבחנה טובה בצבעים.

נורת מטל הלייד



E40

מקורות האור

נורות פריקה בגז (Gas Discharge Lamps) - מחולקות לשתי קבוצות:

2. נורות פריקה בלחץ גבוה High Intensity Discharge – HID

- נורת מטאל הלייד (Metal halide lamps)

נורות מטאל הלייד הן ממקורות האור הלבן היעילים ביותר כיום עד 100 לומן לוואט. משך החיים 5000 - 8000 ש"ע. מסירת הצבעית (CRI) טובה. (90-65%)

חיסרון - נדרשת תקופת קירור בן 5 עד 10 דקות לפני שניתן להצית את הנורה שוב. הפסקה ממושכת של האור עלולה לגרום בעיות בטיחות או להפסיק תהליכי ייצור.



מקורות האור

נורות פריקה בלחץ גבוה – נורות נתרן

(Sodium High-pressure lamps)

נורות נתרן - פותחו עקב יעילותן האנרגטית הגבוהה
200 לומן לוואט. משך החיים 20000 ש"ע.

נורות אלה יוצרות אור הצהוב.

מסירת הצבע - נמוכה מאוד, והשימוש בהן מוגבל מאוד.

בעבר השתמשו בנורות נתרן (נלג) להארת כבישים.



5730SMD LED Corn Light

E14/E27



מקורות האור

נורות חצי מוליך- LED (Light Emitting Diode)
טכנולוגיה חדשה מבוססת על "דיודה פולטת אור"
נורית LED עשויה מחומר חצי מוליך הפולט את האור
כאשר מועבר דרכו את הזרם חשמלי.

טכנולוגיה LED – מחלפה את מקורות האור
המסורתיים.



מקורות האור

יתרונות טכנולוגיה LED :

1. נצילות גבוהה.
צריכה נמוכה של אנרגיה
-בהשוואה לנורת ליבון כ-90%.
-בהשוואה לנורת פלורסנט כ-50%.
2. אורך חיים של כ- 50,000 שעות.
3. הדלקה מהירה - תוך מיקרו שניות.

מקורות האור

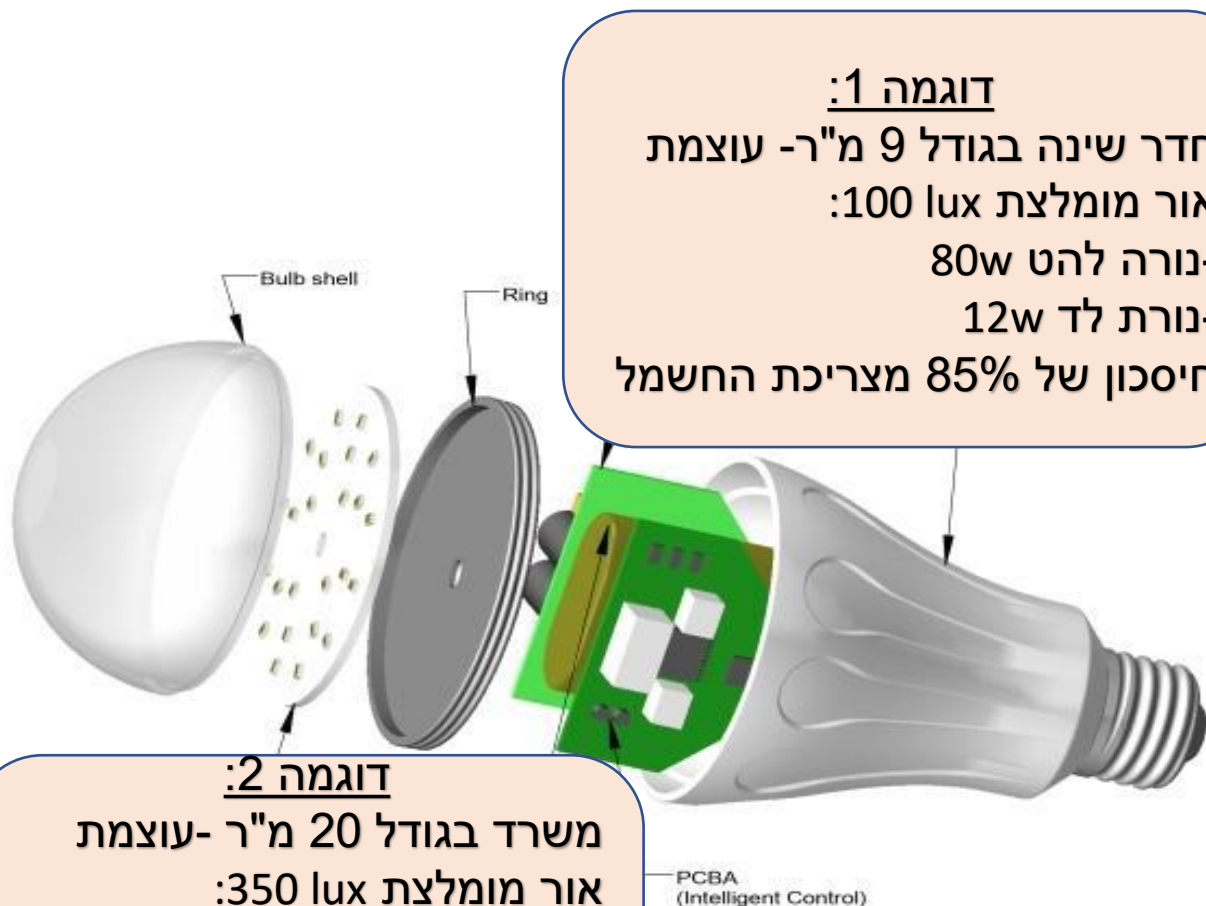
יתרונות טכנולוגיה LED :

4. טמפרטורה עבודה נמוכה.

5. מגוון צבעיים של אור.

6. אינו מכילה פסולת מסוכנת (כספית)

7. שימוש בטוח יותר עקב ההתבססות על מתח נמוך.



דוגמה 1:

חדר שינה בגודל 9 מ"ר - עוצמת
אור מומלצת 100 lux:
-נורה להט 80w
-נורת לד 12w
חיסכון של 85% מצריכת החשמל

דוגמה 2:

משרד בגודל 20 מ"ר - עוצמת
אור מומלצת 350 lux:
-נורה פלורסנט 860w
-נורת לד 400w
חיסכון של 50% מצריכת
החשמל

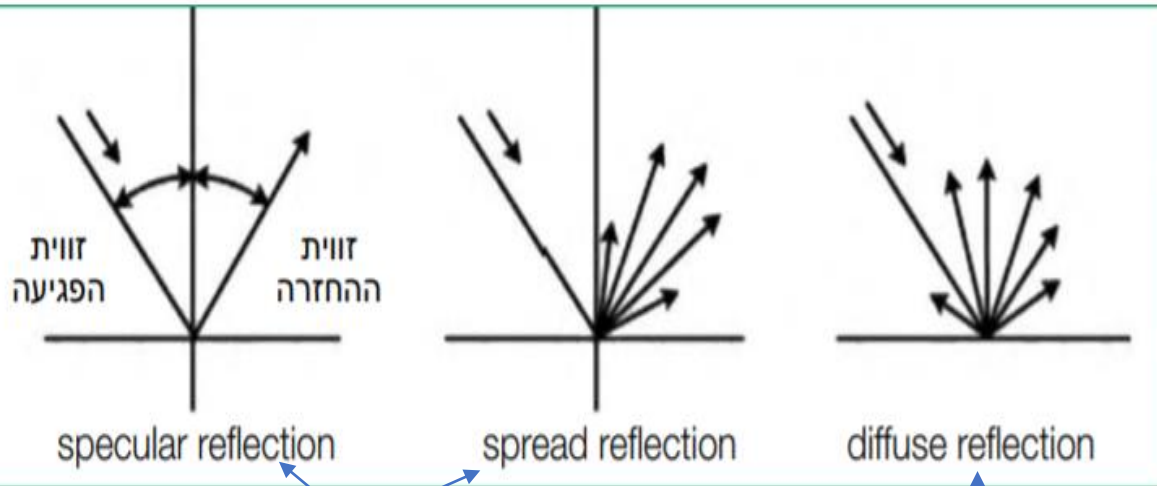
מערכת התאורה

גוף תאורה

התפקיד של גוף התאורה - ריכוז וכיוון האור לאזורים הרצויים, ביעילות וללא סינוור.

גוף תאורה הוא מכשיר אופטי הכולל מרכיבים מכניים, חשמליים ואופטיים.

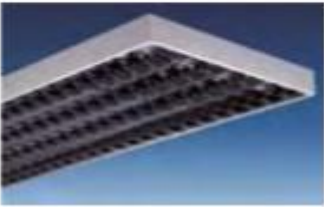
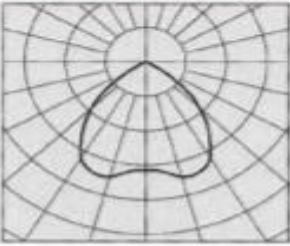
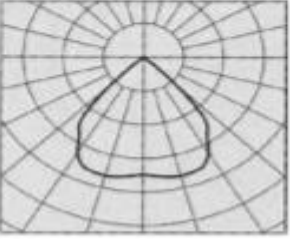
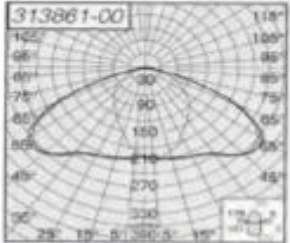
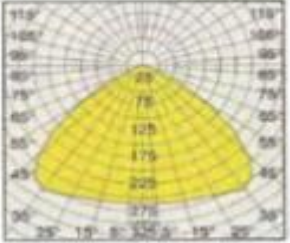
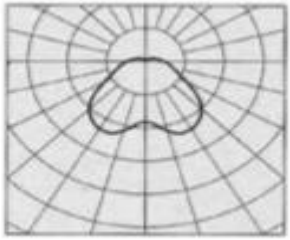
האופטיים העיקריים של גוף התאורה המיועדים לבקרה על האור, הם הרפלקטורים (reflectors) והמפזרים (diffusers)



רפלקטורים

המפזרים



סוג גוף התאורה	תמונת גוף התאורה	נצילות אופיינית	עקום פוטומטרי אופייני
א. גוף תאורה עם רפלקטור פרבולי		65%	
ב. גוף תאורה עגול עם נורת PL		60%	
ג. גוף תאורה לתאורת כבישים		75%	
ד. גוף תאורה תעשייתי		65%	
ה. גוף תאורה מכוסה במפזר (דפיוזר) פריזמטי		65%	

מערכת התאורה

גופי תאורה

• נצילות גוף תאורה ועקום פוטומטרי לפי

תקן ישראלי: ת"י 5288 : מגדיר דרישות
לנצילות גופי התאורה.

העקומה "פוטומטרי" (photometric curve) -
מספקת מידע על כיוון (ההתפלגות) האור
המופץ מגוף התאורה.

מצורפת טבלה עם ניתן למבחר גופי תאורה עם
עקום התפלגות אורית והנצילות שלהם.

(Light Output Ratio-%) - נצילות אופיינית

גוף תאורה עם
רפלקטור - "פרבולי"



מערכת התאורה

:

גופי תאורה

גופים לתאורה ישירה : כל שטף האור מוקרן כלפי מטה והמרחב מעל לגוף התאורה נשאר חשוך, או מואר ע"י אור המוחזר מהקירות ומהרצפה.



(ו) גוף תאורה לתאורת
מחשבים (פרבולי)

העקומה פוטומטרי
של גוף תאורה
ישירה

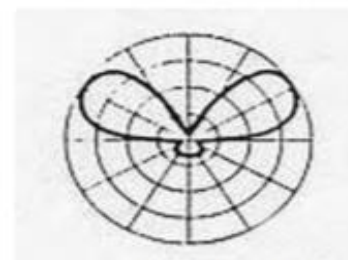
גוף תאורה בלתי
ישירה
(כלפי התקרה)



מערכת התאורה

גופי תאורה

גופים לתאורה בלתי ישירה: (light-up)
כל שטף האור מוקרן כלפי מעלה ומוחזר
מתקרת החדר וחלקם העליון של הקירות.



(ב) גוף תאורה להארה
בלתי ישירה (כלפי התקרה)

העקומה פוטומטרי
של גוף תאורה
בלתי ישירה
(כלפי התקרה)

גוף תאורה משולבת



גופי תאורה

גוף תאורה משולבת

מומלץ להשתמש בגופים לתאורה משולבת
במקרים מסוימים, כאשר תנאי המקום -
גובה החלל וכו' - מאפשרים זאת.

מערכת התאורה:



העקומה פוטומטרי
מערכת התאורה:
של גוף תאורה
משולבת

(ה) גוף תאורה להארה
משולבת (ישירה ובלתי ישירה)

גופי תאורה

הספק חשמלי $P=14W$

גוף תאורה סטנדרטי לתאורת פנים מספיק שיהיה בעל IP20

מעפיינים נוספים של גופי תאורה:

- דרגות הגנה בפני לחות ואבק - רמת IP התקן הישראלי ת"י 20 מחייב לסמן את כל גופי התאורה בסימון - IPXXX (Protection International)
- סיפרה ראשונה – עמידת בפני חדירת מוצקים (אבק).
- סיפרה שניה - עמידת בפני חדירת נוזלים.
- ספרה השלישית- עמידות בפני פגיעה מכני (אופציונלית)

OMEGA
POWER & TECHNOLOGIES

גוף תאורה קליק לד 14w עם מפסק
T5 LED Lighting Fixture • Day Light - 6000K

צבע האור (גוון)
6000K
Day light

1200 Lm 14w IP20

- התקנה קלה
- ניתן לשירשור עד 120w
- MAX 14w
- מתג הפעלה ויכוי
- גוף פוליקרבונט
- שנתיים אחריות
- אידיאלי לתאורה נסתרת
- תאורת מדפים ועוד...

הערכה כוללת:

- ככל חשמל באורך 150 ס"מ
- ככל לשירשור מקביל
- אכיזרי התקנה

ניתן לשירשור עד 8 יחידות

OM-T5-14W-SWTC-D IP20

גוף תאורה T5

מתח: 220-240V~50Hz

נורה: 2.2x117.3cm TUBE LED

שטף האור : $\phi = 1200 Lm$

גופי תאורה

דרגות הגנה - רמת IP

דוגמה: גוף תאורה סטנדרטי לתאורת פנים מספיק שיהיה בעל IP20

- ספרה ראשונה חדירת מוצקים: רמת- 2 הגנה בפני מוצקים שגולם עולה מ-12 מ"מ.
- ספרה שניה חדירת נוזלים: רמת 0- העדר הגנה.

דרגות הגנה של מעטפות לציוד חשמלי

IP		IK	
ספרה ראשונה חדירת מוצקים	ספרה שניה חדירת נוזלים	ספרה ראשונה פגיעות מכניות	ספרה שניה פגיעות מכניות
0	העדר הגנה	0	העדר הגנה
1	הגנה בפני מוצקים שטודלם עולה על 50 מ"מ	01	הגנה בפני הולם 200 גרם מנוכה 7.0 ס"מ
2	הגנה בפני מוצקים שטודלם עולה על 12 מ"מ	02	הגנה בפני הולם 200 גרם מנוכה 10 ס"מ
3	הגנה בפני מוצקים שטודלם עולה על 2.5 מ"מ	03	הגנה בפני הולם 200 גרם מנוכה 17.5 ס"מ
4	הגנה בפני מוצקים שטודלם עולה על 1 מ"מ	04	הגנה בפני הולם 200 גרם מנוכה 25 ס"מ
5	הגנה בפני חדירת אבק והצברותו	05	הגנה בפני הולם 200 גרם מנוכה 35 ס"מ
6	אטימות לאבק - הגנה מוחלטת	06	הגנה בפני הולם 500 גרם מנוכה 20 ס"מ
		07	הגנה בפני הולם 500 גרם מנוכה 40 ס"מ
		08	הגנה בפני הולם 1.7 ק"ג מנוכה 29.5 ס"מ
		09	הגנה בפני הולם 5 ק"ג מנוכה 20 ס"מ
		10	הגנה בפני הולם 5 ק"ג מנוכה 40 ס"מ

הגנה פני הולם 200 גרם מגובה 7.0 ס"מ

הגנה פני מוצקים עולה על 12 מ"מ

NISKO

פנס הצפה לד IP65 400W SMD-SHARP אור חם

מק"ט: 17820218

נוף תאורת הצפה SMD דק ומעוצב, מהווה תחליף אידיאלי לכל פנסי הצפה הקיימים בשוק כיום - נל"ג, קוורץ, מטלהליד וכספית ולכלל סוגי ההספקים הקיימים. חסכון אנרגטי של עד 70% בהשוואה למטלהליד! משמע, החזר השקעה מהיר. משמש להתקנה כתאורת הצפה חיצונית במחסנים, מרכזים לוגיסטיים, תעשייה, שטחים פתוחים ועוד.



התמונות להמחשה בלבד

מפרט טכני

מאורה	מידות	בל"ג
3000	נון אור - Kelvin	83.00
40000	שטף אור - Lumen	598.00
120	זווית הארה	475.00
□	עמעום	10.350
80	CRI גדול מ -	35000
100	יעילות אורית Lm/W	
שקוף	כיסוי אופטי	
זכוכית	חומר כיסוי אופטי	
100	אחוזי נצילות אורית	
	נובה במילימטר	400
	חבר במילימטר	220-240
	אורך במילימטר	IP65
	משקל בק"ג	אפור
	אורך חיים בשעות	אלומיניום
		50-60
		class1
		טמפרטורת עבודה °C (-20)...(+50)
		1
		NISKO
		2
		SMD-SHARP

יעילות אורית

$$\frac{40000Lm}{400} = 100Lm/W$$

במפרט טכני של גוף תאורה (דוגמה)

פנס הצפה לד - IP65 400W

מהווה תחליף לפנסי הצפה הקיימים בשוק כיום :

• נל"ג (נורות פריקה בלחץ גבוה)

• קוורץ (הלוגן)

• נורת מטאל הלייד (Metal halide lamps)

• וכספית

חסכון אנרגטי של עד 70% בהשוואה למטלהליד.

משמש להתקנה כתאורת הצפה חיצונית במחסנים, מרכזים לוגיסטיים, תעשייה, שטחים פתוחים.

1. הספק חשמלי

2. שטף האור

3. צבע האור (גוון- לבן חם)

4. מקדם מסירת צבע (CRI)

5. דרגת אטימות

גופי תאורה

:

סימונים נוספים המקובלים בשימוש:



• סימון לבידוד כפול:

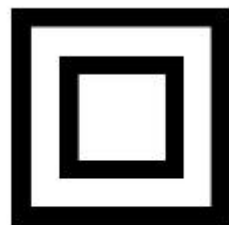


• גופים מיוחדים המיועדים



להתקנה על משטחי עץ:

• הארקה:



בידוד כפול



מערכת תאורה

סוגי גופי תאורה לפי מיקום התקנה :

1. תאורת פנים.

1.1 חלוקה גופי תאורה פנימי לפי מטרת פונקציונאלי :

- לתאורת מחשבים.
- לתאורה תעשייתית.
- גופים תאורה הדקורטיביים.
- גופי התאורה הפונקציונליים.
- גופי תאורה קבועים וניידים
- גופי תאורה שקועים, על הקיר ותלויים.



מערכת תאורה

2. גופים לתאורת חוץ

נדרשת בעלי מקדמי הגנה IP מתאימים
לתנאי הסביבה שבה הם מיועדים להתקנה : גשם,
אבק .

קיימים גופי תאורה ייעודיים לתאורת רחובות
שנדרש מהם את רמת הסינוור והבהיקות נמוכה.



מערכת תאורה

תאורת חירום.

תאורה לשימוש במצב הספקת החשמל של מערכת לתאורה הרגילה.

סוגי תאורת חירום לפי יועד פונקציונאלי:

- **תאורת מילוט.** (הארת נתיבי המילוט)
- **תאורה התמצאות.** (תאורה בעצמות נמוכות למטרת לסמן מקומות יציאה ממבנה ועבדת קבוע).
- **תאורת גיבוי** (חליפית).

מערכת תאורה

תאורת חירום

מקומות שחובה להתקין תאורת חירום:

- פרוזדורים, בפרוזדורים מקשרים.
- חדר מדרגות.
- נתיבי המילוט.
- בקרבת לוח חשמל.
- מעליות ציבוריות, שירותים.
- מקלטים.

דרישות לגופי תאורת חירום:

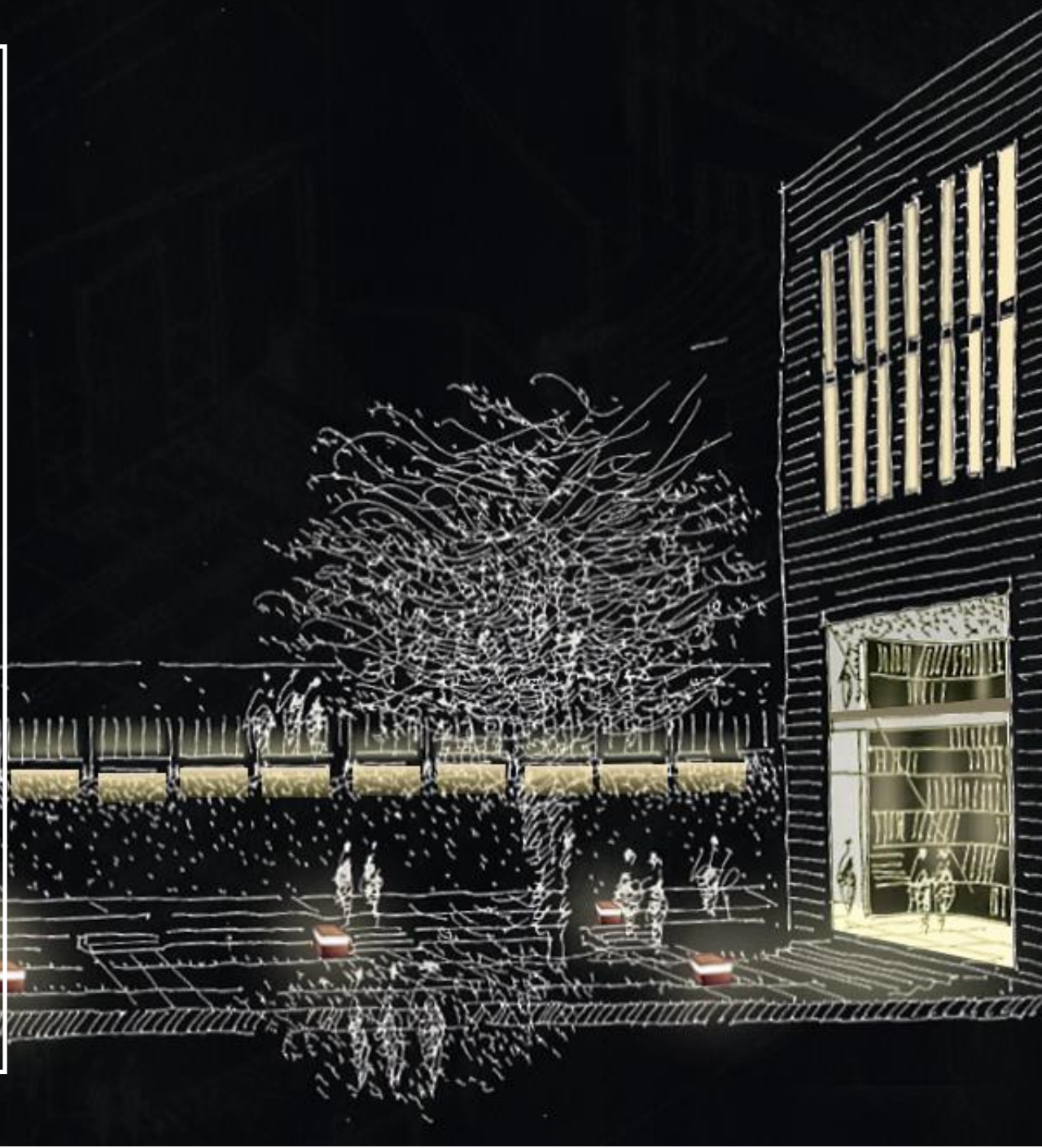
משך זמן עבודה של גופי תאורת - לא פחות מ - 60 דקות



תכנון מערכת תאורה

תהליך תכנון מערכות תאורה כולל התייחסות לשיקולים רבים:

1. המטרות הפונקציונליות של המקום.
2. התאמה למקום ולסוג העבודה המבוצעת.
3. אילוצים קונסטרוקטיביים.
4. אלמנטים עיצוביים.
5. השלכות כלכליות.
6. כמות ואיכות תאורה.
7. אחידות וצבע האור.



תכנון מערכת תאורה

שלבי התכנון :

א. קבלת מידות החדר / האולם - רוחב , גובה , שטח .

ב. עוצמת הארה הנדרשות לפי התקן (על פי טבלה עוצמות הארה).

ג. נצילות תאורה, לפי מקדמי החזרה ותקרה קירות.

ד. סוג התאורה.

ו. סוג ומבנה גופי התאורה .

ג. מיקום יחידת התאורה.

$$\eta = _ \%$$

- נורות ליבון
- נורות פלורסנט
- נורות מטאל הלייד
- נורות לד
- נורות נטרן

סוג האזור, המשימות והפעילויות	עוצמת הארה ממוצעת [lx]
אזורי מעבר המיועדים לאנשים ולכלי רכב או לצורך שהיות קצרות	20
אזורי מעבר המיועדים לאנשים ולכלי רכב במקומות עם רמת סיכון מסוימת; מקומות שבעבודה בהם לא נדרשת הבחנה בפרטים (פסי ייצור אוטומטיים, הרכבות לא מדויקות, דרגנועים וכדי)	50
מקומות שבעבודה בהם לא נדרשת התייחסות לפרטים מדויקים (מסדרונות וכדי)	100
משרדים סטנדרטיים, חדרי לימוד, חדרי ישיבות	500
משרדים בשיטת "open space" עם תוספת של הארה לא ישירה	600
חדרי בקרה לצבע, חדריים עם עבודות בעלות רמת דיוק גבוהה	1000
אודיטוריום (להופעות. לא ללימודים)	300
חדרי הרצאות	500
חדרי המתנה	200
משימות עם דרישות ראייה מיוחדות	1000

תכנון מערכת תאורה

שלבי התכנון :

א. קבלת מידות החדר / האולם - רוחב , אורך , גובה.

ב. עוצמת הארה הנדרשות לפי התקן (על פי טבלה עוצמות הארה).

ג. נצילות תאורה, לפי מקדמי החזרה מתקרה וקירות.

ד. סוג התאורה.

ו. סוג ומבנה גופי התאורה .

ג. מיקום יחידת התאורה.

$$\eta = _ \%$$

- נורות ליבון
- נורות פלורסנט
- נורות מטאל הלייד
- נורות לד
- נורות נטרן

סוג האזור, המשימות והפעילויות	עוצמת הארה ממוצעת [lx]
אזורי מעבר המיועדים לאנשים ולכלי רכב או לצורך שהיות קצרות	20
אזורי מעבר המיועדים לאנשים ולכלי רכב במקומות עם רמת סיכון מסוימת; מקומות שבעבודה בהם לא נדרשת הבחנה בפרטים (פסי ייצור אוטומטיים, הרכבות לא מדויקות, דרגנועים וכדי)	50
מקומות שבעבודה בהם לא נדרשת התייחסות לפרטים מדויקים (מסדרונות וכדי)	100
משרדים סטנדרטיים, חדרי לימוד, חדרי ישיבות	500
משרדים בשיטת "open space" עם תוספת של הארה לא ישירה	600
חדרי בקרה לצבע, חדרים עם עבודות בעלות רמת דיוק גבוהה	1000
אודיטוריום (להופעות. לא ללימודים)	300
חדרי הרצאות	500
חדרי המתנה	200
משימות עם דרישות ראייה מיוחדות	1000

תכנון מערכת תאורה

דוגמה חישוב מערכת תאורה:

יש לבנות מערכת תאורה לאולם ספרייה במידות:

• אורך - $L=25m$ (b)

• רוחב - $W=5m$ (a)

גוף התאורה תורכב מנורות פלורסנט כפולות בהספק של $39w$ כל נורה.

גובה פני השולחנות מגופי התאורה $h' = 2m$.

עוצמת ההארה הנדרשת על פני השולחנות היא $500Lux$

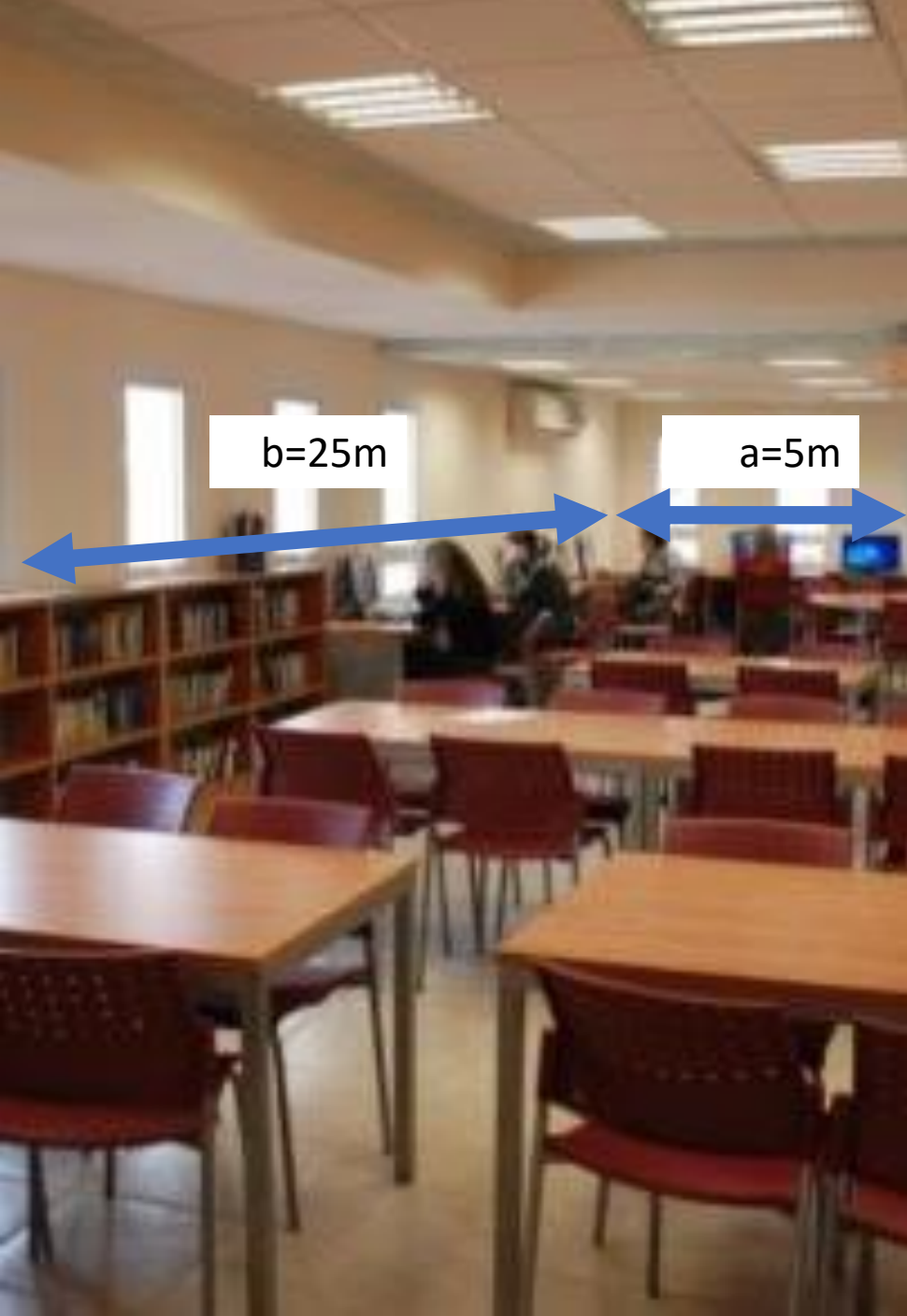
הנצילות האורית של כל נורה (η) $71 \frac{Lm}{w}$.

צבע התקרה והקירות לבן, מקדם ההחזרת של התקרה 75% ושל הקירות 50%. האבק בספרייה מועט.

א. חשב את מספר גופי תאורה הדרוש.

ב. הצג סידור אופטימלי מתאים (סרטט פתרון במבט-על)





תכנון מערכת תאורה

דוגמה חישוב מערכת תאורה- המשך

מחשובים מקדם האולם R_k

$$\mathbb{R}_k = \frac{2a+b}{6h'} = \frac{2 \cdot 5 + 25}{6 \cdot 2} \cong 3$$

תכנון מערכת תאורה

טבלה 1.2 נצילות התאורה באחוזים*

30			50			75			מקדם החזרה מהתקרה	R_K
10	30	10	30	50	10	30	50	מקדם החזרה מקירות		
31	34	31	34	38	31	34	39			0.6
30	42	41	43	46	42	44	47			0.8
45	47	46	47	50	47	48	51			1.0
51	52	52	53	56	52	55	58			1.5
55	57	58	58	60	57	59	61			2.0
61	62	62	63	66	62	65	68			3.0
64	66	65	67	69	67	69	71			5.0

דוגמה חישוב מערכת תאורה- המשך

מתוך הטבלה (1.2) "נצילות התאורה" עבור
 $R_K = 3$ החזרה של 75% מהתקרה ו-50% מהקירות מקבלים נצילות תאורה $\eta = 68\%$

טבלה 1.1 מקדם הפחתה k

סוג גוף התאורה		סוג התאורה		תאורת ליבון		תאורת כספית		תאורה פלורסצנטית	
מצב האבק		מועט	מרובה	מועט	מרובה	מועט	מרובה	מועט	מרובה
תאורה ישירה		0.85	0.6	0.8	0.6	0.8	0.6	0.75	0.55
תאורה שווה		0.75	0.4	0.7	0.4	0.7	0.4	0.7	0.37
תאורה בלתי ישירה		0.7	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.6	0.3

על פי טבלת (1.1) "מקדם ההפחתה" במצב של אבק מועט הוא: $K=0.75$

עוצמת הארה ממוצעת [lx]	סוג האזור, המשימות והפעילויות
20	אזורי מעבר המיועדים לאנשים ולכלי רכב או לצורך שהיות קצרות
50	אזורי מעבר המיועדים לאנשים ולכלי רכב במקומות עם רמת סיכון מסוימת; מקומות שבעבודה בהם לא נדרשת הבחנה בפרטים (פסי ייצור אוטומטיים, הרכבות לא מדויקות, דרגנועים וכד')
100	מקומות שבעבודה בהם לא נדרשת התייחסות לפרטים מדויקים (מסדרונות וכד')
500	משרדים סטנדרטיים, חדרי לימוד, חדרי ישיבות
600	משרדים בשיטת "open space" עם תוספת של הארה לא ישירה
1000	חדרי בקרה לצבע, חדרים עם עבודות בעלות רמת דיוק גבוהה
300	אודיטוריום (להופעות. לא ללימודים)
500	חדרי הרצאות
200	חדרי המתנה
1000	משימות עם דרישות ראייה מיוחדות

תכנון מערכת תאורה

דוגמה חישוב מערכת תאורה – המשך

על פי טבלת האזורים ועוצמת האור הנדרשת (נבחר בעוצמת האור לתכנון - $E=500\text{ Lx}$)

חישוב שטף האור הכללי:

$$\Sigma\phi = \frac{E \cdot a \cdot b \cdot 100}{k \cdot \eta}$$

$$\Sigma\phi = \frac{500 \cdot 5 \cdot 25 \cdot 100}{0.75 \cdot 68} = 122500\text{Lm}$$

נורת פלורסנט T5 39W 6500K

הספק: 39 וואט

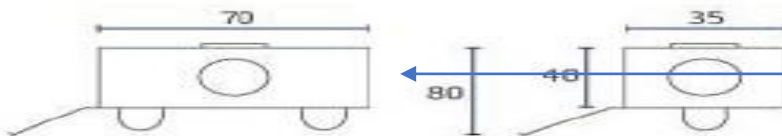
גוון אור: 6500K

בית נורה: G5

עוצמת הארה: 2,760 לומן

שעות עבודה: 24,000 שעות

מאפיינים נוספים +



תכנון מערכת תאורה

דוגמה חישוב מערכת תאורה- המשך

שטף האור שנתן להפיק מגוף תאורה של 2 נורות פלורסנט בהספק 39W (כול אחד):

$$\phi = P \cdot \eta = (39W \cdot 2) \cdot 71Lm/W \cong 5538Lm$$

מספר הגופים הנדרש הוא:

$$N = \frac{\sum \phi}{\phi} = \frac{122500 Lm}{5538 Lm} \cong 22$$

תכנון מערכת תאורה

דוגמה חישוב מערכת תאורה – המשך

נתקין 22 גופים תאורה ב-2 שורות כלומר: $2 \cdot 11$

- 2 שורות גופי תאורה לרוחב.
- 11 גופי תאורה בכול שורה, לאורך.

חישוב מרחקים בין שורות של הגופי תאורה:

X - מרחק בין גוף תאורה וקיר לרוחב: $5 = 2x + \{(2-1) \cdot 2x\}$

$$X = 1.25m$$

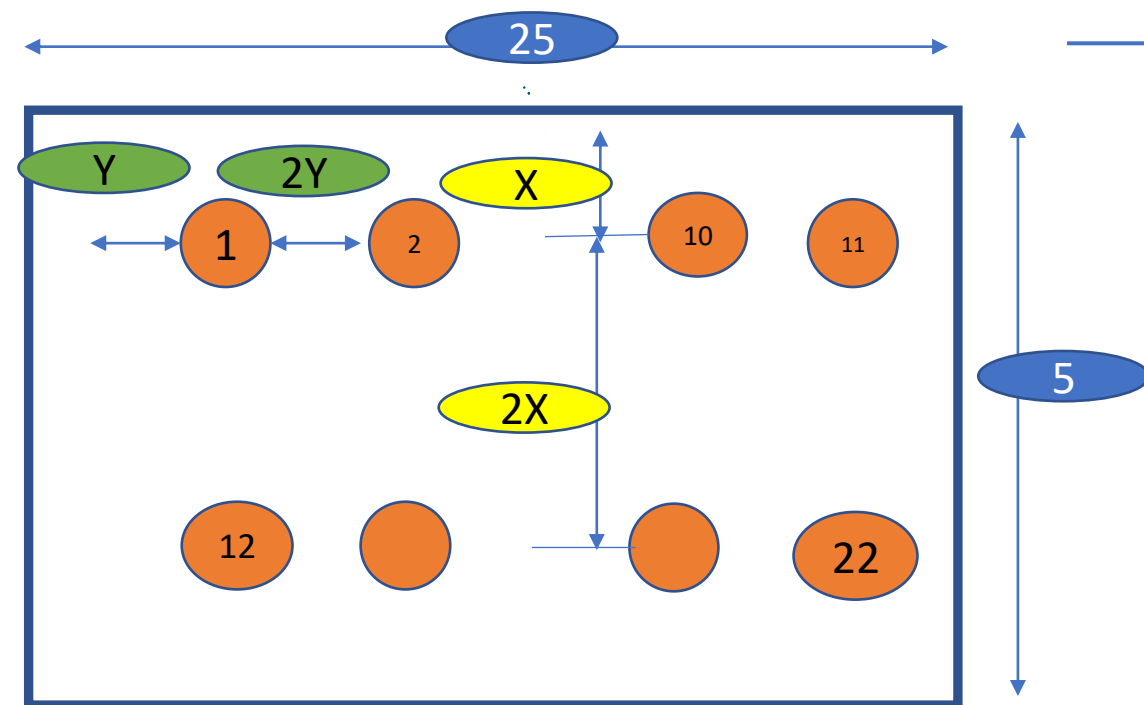
$2X = 2.5m$ מרחק בין השורות של גופי תאורה.

חישוב מרחקים בין הגופי תאורה בשורות:

Y - מרחק בין גוף תאורה וקיר לאורך: $25 = 2Y + \{(11-1) \cdot 2Y\}$

$$Y \cong 1.14m$$

. מרחק בין גפים תאורה בשורות $2Y \cong 2.28m$



מפרט טכני

מדידת	מאורה	מדידת
הספק - Watt	30	גובה במילימטר
מתח (V)	220-240	רוחב במילימטר
דרגת אטימות	IP20	אורך במילימטר
דרגת חוזק מכני	IK08	משקל בק"ג
צבע נימור	לבן	אורך חיים בשעות
חומר גוף	אלומיניום	
תדירות	50-60	
דרגת בידוד	Class 2	
טמפרטורת עבודה °C	(20-)...(40+)	
כמות באריות	1	
יצרן	NISKO	
שנות אחריות	5	
סדרה	EDGE	
אופן התקנה	תחת הטיח	
גודל	501-600mm	



NISKO

פאנל לד שקוע ANTI-GLARE 595X595 30W
EDGE, אור חם

מק"ט: 17840270

סדרת שקועי לד מקצועיים עד 130lm/W, להתקנה שקועה בתקרות אקוסטיות, אינצ'ית או מילימטרית (כולל ספייסרים לתקרה 605*605 מ"מ). לשקועים מערכת אופטית יחודית בעלת עדשות מיקרו-פריזמיות ליעילות אנרגטית גבוהה ורמת סנוור נמוכה ביותר (UGR < 13). דרייבר תוצרת PHILIPS, לדים תוצרת SEOUL, אורך חיים עד 78,000 שעות. השקועים קיימים עם כיסוי אופטי שקוף או חלבי בגוון אור חם, ניטרלי וקר. לשקועים אישור מכון התקנים הישראלי, LM80, TUV, CB, תקן בטיחות פוטובילוני 62471.

• סוף מצגת

NISKO

פאנל לד שקוע ANTI-GLARE 595X595 30W
EDGE, אור חם

מק"ט: 17840270

סדרת שקועי לד מקצועיים עד 130lm/W, להתקנה שקועה בתקרות אקוסטיות, אינצ'ית או מילימטרית (כולל ספייסרים לתקרה 605*605 מ"מ). לשקועים מערכת אופטית יחודית בעלת עדשות מיקרו-פריזמטיות ליעילות אנרגטית גבוהה ורמת סנוור נמוכה ביותר ($UGR < 13$). דרייבר תוצרת PHILIPS, לדים תוצרת SEOUL, אורך חיים עד 78,000 שעות. השקועים קיימים עם כיסוי אופטי שקוף או חלבי בגוון אור חם, ניטרלי וקר. לשקועים אישור מסן התקנים הישראלי, LM80, TUV, CB, תקן בטיחות פוטוביולוגי 62471.



התמונות להמחשה בלבד

מפרט טכני

מל"י	מידות	מאורה		
הספק - Watt	30	גובה במילימטר	18.00	נוון אור - Kelvin
מתח (V)	220-240	חבר במילימטר	595.00	שטף אור - Lumen
דרגת אטימות	IP20	אורך במילימטר	595.00	זווית הארה
דרגת חווק מכני	IK08	משקל בק"ג	2.900	עמעום
צבע נימור	לבן	אורך חיים בשעות	78000	CRI גדול מ -
חומר גוף	אלומיניום	יעילות אורית Lm/W	120	שקוף
תדירות	50-60	כיסי אופטי		חומר כיסי אופטי
דרגת בידוד	Class 2	פריזמה אקרילית	100	אחוזי נצילות אורית
טמפרטורת עבודה °C (-20)...(+40)	1	פיליפס		דרייבר
כמות באריזה	NISKO			
יצרן	5			
שנות אחריות	EDGE			
סדרה	תחת הטיח			
אופן התקנה	501-600mm			
גודל				

אורך חיים בשעות	CRI	לומן לווואט	פרמטר
			מקור אור
50,000*	90-60	100**	LED
1000	100	10	נורת ליבון
30,000	85	100	T5
12,000-20,000	85	80-100	T8
30,000	90-65	90-120+	נורת מטל הלייד
24,000	20	140+	נורת נתרן (נל"ג)

בשקלים

כמה עולה נורה?

אורך חיים משוער (שעות)	מחיר	סוג הנורה
800	2-4	ליבון
2,000	10-25	הלוגן
10,000	15-30	פלוואורסנט קומפקטי
25,000-100,000	40-180*	לד

*המחיר עולה עם הספק הנורה

מקורות האור

השוות מקורות האור :

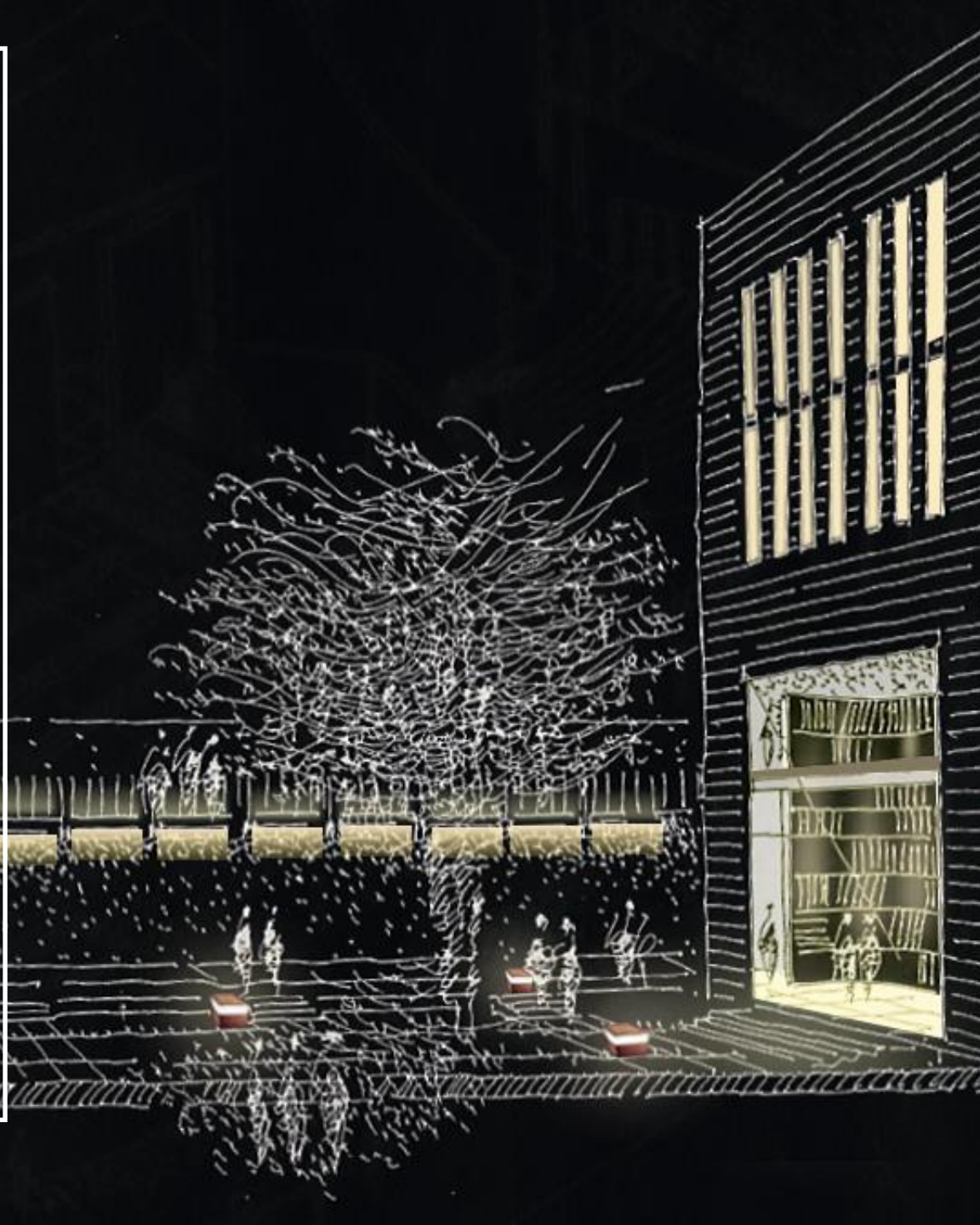
בטבלה השוות מקורות האור בשלושה מאפיינים:

- אורך חיים - ש"ע .
- יעלות אורית- לומן לווואט.
- מקדם מסירת צבע- % (בן 0 עד "100")

תכנון מערכת תאורה

בתהליך התכנון מחלקים את המבנה לאזורים לפי
לדרישות הפונקציונליות, לדוגמה :

- עולמי ייצור.
- משטחי עבודה.
- מסדרונות ומעברים.
- כתות לימוד, ספרייה.
- משרד.
- וכי'.



תכנון מערכת תאורה

השיקול הכלכלי הוא אחד השיקולים
החשובים בתכנון :

- ההשקעה הראשונית במיתקן;
- מחיר הציוד הנלווה והנורות;
- מחיר האנרגיה החשמלית, עומס על הרשת החשמל.
- מחיר התחזוקה וההחלפה.



תכנון מערכת תאורה

תכנון בהתייחסות לחוק ולתקנים

החוקים והתקנות המחייבים לתכנון מערכת התאורה:

- חוק החשמל ותקנותיו
- התקן הישראלי המחייב למנורות: ת"י 20.
- צריך להתאים את התכנון לדרישות של תקנים נוספים:
- תקן IEC-61000 מתייחס לאיכות הציוד.
- ת"י 8995 - תאורה למקומות עבודה שבתוך מבנים
- ת"י 5288 – יעילות גופי תאורה.
- המפרט הכללי (הבין-משרדי) למיתקני חשמל - פרק 08. – גופי תאורה (מנורות) ואבזריהם לתאורת פנים וחוץ.



תכנון מערכת תאורה

בחירת גופי תאורה על-פי הפרמטרים הבאים:

- עקומות פוטומטריות (פיזור האור והגבלת סנוור).
- נצילות.
- IP מקדם הגנה.
- שיטת ההתקנה.
- מבנה מכני של הציוד ומיתקן התאורה.
- מבנה ארכיטקטוני של גוף התאורה.



(ו) גוף תאורה לתאורת מחשבים (פרבולי)

חישוב יעילות אורית של נורה פלורסנט בהספק 56w ושטף האור 2800 lm

$$\frac{2800Lm}{56w} = 50Lm/w$$

דרגות הגנה - רמת IP

דוגמה: גוף תאורה סטנדרטי לתאורת פנים מספיק שיהיה בעל IP20

ספרה ראשונה חדירת מוצקים: רמת- 2
הגנה בפני מוצקים שגולם עולה מ-12 מ"מ.

ספרה שניה חדירת נוזלים: רמת 0-
העדר הגנה.