

השוואת טכנולוגיות תאורה להספקים גבוהים

מאת חנן מרקוביץ'

1 מבוא

עולם התאורה עשיר בטכנולוגיות ותיקות כחדשות אשר מציעות מגוון פתרונות תאורה בהתאם לצורך והמגבלות. נשאלת השאלה מהם הגורמים התכנוניים והכלכליים העיקריים אשר ראוי שייבחנו בעת בחירת פתרון התאורה. מטרת מאמר זה היא לסקור את הטכנולוגיות הנפוצות בדגש על הספקי תאורה מעל 150W לשימושי מסחר ותעשייה. לצורך כך נבחרו מקורות התאורה השכיחים בשוק: פלורוסצנט, אינדוקציה, פריקה, (HID) ולדים (LED) ובוצע תכנון תאורה הבוחן את הביצועים והתוצאות של כל אחת מהטכנולוגיות. נסקור את הפרמטרים ההנדסיים והכלכליים העיקריים.

תכנון התאורה בוצע ע"י מהנדס ומתכנן תאורה מוסמך:

- אפליקציות רלוונטיות: מבני תעשייה, מבנים לוגיסטיים, מחסנים.
- 49 x 24 מימדי המבנה: מטרים, גובה התקרה: 8 מטרים.
- רמת אור נדרשת: מינימום 250 לוקס.
- נבחרו גופים סטנדרטיים, שימוש בגופים שונים עשוי לשנות חלק מהתוצאות.
- סוגי טכנולוגיות: פריקה מגנט, פריקה אלקטרוני, פלורסנט, אינדוקציה ולד:



Magnetic HID
1,000W



Electronic HID
450W



Fluorescent T5 4x54W



Induction 200W



LED 300W

2 מקורות התאורה: נצילות אורית, אורך חיים, דעיכת האור ושיקולי תכנון

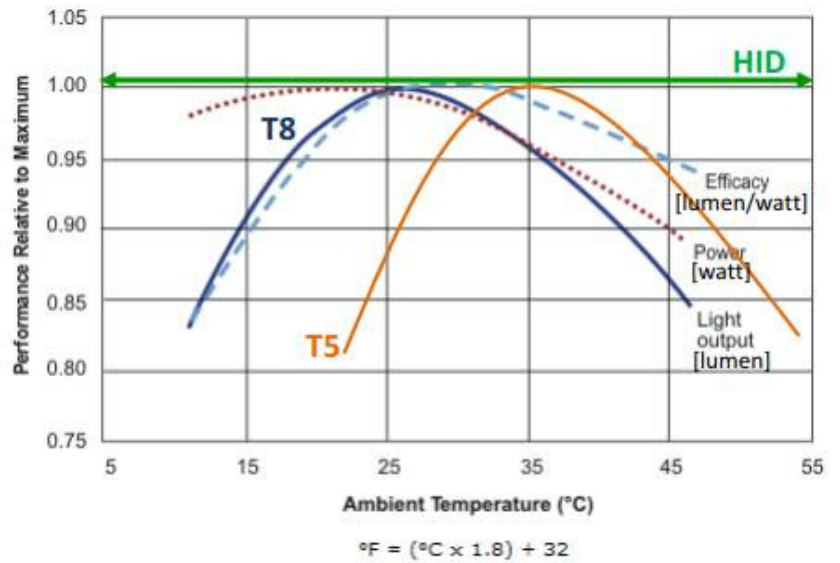
No.	Light Source	Manufacturer	Rated Life [hours]	Initial Lumens	Lumen /Watt	Lamp Lumen
1	Magnetic HID 1,000W	Venture	12,000	115,000	115	75% @ 4,800 l
2	Electronic HID 450W	Venture	30,000	47,000	104	86% @ 8,000 l
3	Fluorescent T5 54W	Philips	24,000	5,000	93	93% @ 8,000 l
4	Induction 200W	Osram (150W)*	100,000	12,000	80	74% @ 40,000 l
5	LED 300W	Philips Rebel ES	50,000	N/A	125	70% @ 50,000 l

נתוני מפרט Osram Icteron 150W נלקחו שכן לא נמצא יצרן נורות מוכר המייצר נורות אינדוקציה בהספק של 200W.

טבלה 1: נתוני יצרן של מקורות האור בשימוש תכנון התאורה

כפי שניתן לראות, קיימת שונות רבה באורך החיים של מקורות האור שנבחנו. מנורת הפריקה המגנטית בהספק של 1,000W מספקת את אורך החיים הנמוך ביותר ואילו נורת האינדוקציה, מובילת הטבלה בהיבט זה, מספקת אורך חיים הגדול פי 10 מזה של הנורה המופעלת מגנטית. מעניין לראות כיצד השימוש במשנק אלקטרוני משפר דרמטית את אורך חיי המנורה הגבוהה אף יותר מזה של הפלורוסצנט וזאת ראוי לציון בעיקר בשל העובדה כי הספק נורת הפריקה (450W) הינו פי 8 מזה של הפלורוסצנט. לגבי הלד, אורך החיים המוכר עומד על 50,000 שעות אך חשוב להבין כי אורך החיים תלוי ישירות בטמפרטורת העבודה של הלד. ככלל, ביצועי הלד מושפעים מהותית מההספק על כל דיודה, טמפרטורת העבודה והניהול התרמי. חשוב לציון כי גם כשמאפיינים אלו נמצאים בתחומי העבודה המותרים עדיין קיים אתגר בדמות הדרייבר של הלדים. בעיות אמינות שחווים יצרני הגופים עם חלק מהדרייברים, מעמידים לעיתים את ההצהרה של 50,000 שעות עבודה בספק. שהרי, גם אם הדיודות מספקות את אורך החיים המוצהר, לא פעם הדרייברים כושלים הרבה לפני כן. כנאמר: חוזקה של שרשרת תלוי בחוליה החלשה ביותר שלה. חשוב להבחין בין אורך החיים הכולל של מקור האור (rated life) לזה האפקטיבי. אורך החיים הכולל מתייחס לזמן החיים של מקור האור עד שזה אינו עובד עוד. אורך החיים האפקטיבי מאידך, מתייחס לפרק הזמן בו מקור האור מספק רמת אור העומדת בתנאי התאורה המבוקשים. לכן, גורם חשוב מאוד לבחינה הוא דעיכת רמת האור (lamp lumen depreciation). הגורם מתייחס לרמת הדעיכה בזמן נתון, לדוגמה: נורת הפריקה המופעלת מגנטית תפיק רק 75% מעצמת האור הראשונית לאחר 4,800 שעות. לעומתה, הלד

ידעך ל – 70% מעצמת האור הראשונית לאחר 50,000 שעות – הבדל דרמטי. בשקלול עם הנצילות האורית של מקור האור, קרי כמות האור הנפלט ביחס להספק המושקע ניתן, להגיע לחסכון אנרגטי ניכר אם בוחרים במקור האור המתאים. העמודה האחרונה בטבלה מתייחסת למידת התלות של כל טכנולוגיית תאורה בטמפרטורת הסביבה. טכנולוגיות הלדים והפלורוסצנט תלויות מאוד בטמפרטורת הסביבה וביצועיהן משתנות בהתאם. תרשים 1 מדגים את התלות החזקה של פלורוסצנט T5, T8 בטמפרטורת הסביבה לעומת תאורת הפריקה.



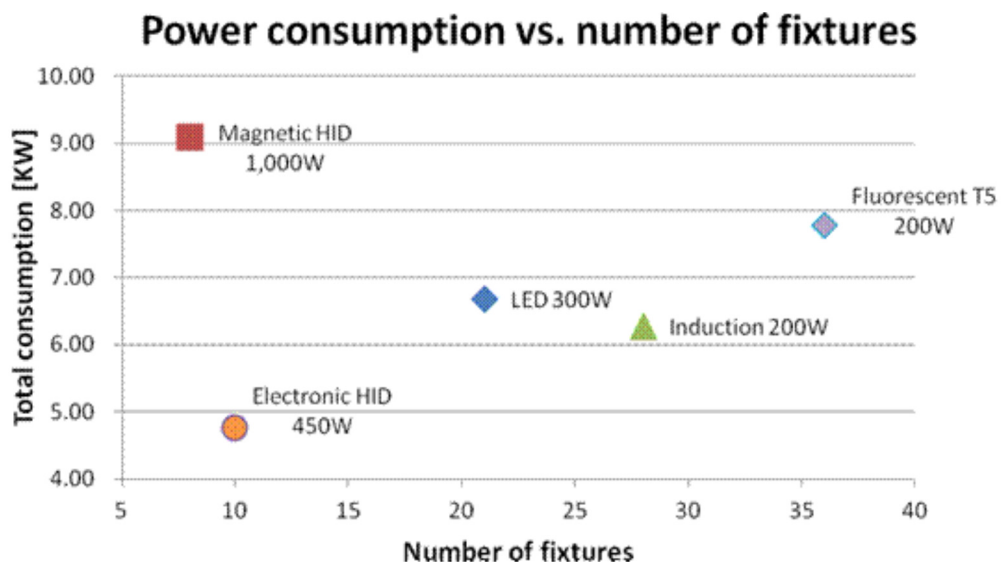
תרשים 1: ביצועי מקורות אור פלואורסנטי ופריקה בטווח טמפרטורות

3 כמות גופים נדרשת וצריכת אנרגיה כוללת

לאחר שדנו במאפייני טכנולוגיות מקורות האור, נראה כיצד הדבר בא לידי ביטוי בתכנון התאורה שהוגדר בתחילה. הטבלה מרכזת את הטכנולוגיות שנבחנו, כמות הגופים שנדרשת בכל מקרה, איבודי האור, וצריכת כלל המערכת.

No.	Technology	Reflector	No. of fixtures	Lumen/lamp	LLF	System watts	Total consumption [KW]
1	Magnetic HID 1,000W	Aluminum 22"	8	100,000	0.6	1,136	9.09
2	Electronic HID 450W	Aluminum 22"	10	47,000	0.9	477	4.77
3	Fluorescent T5 4x54W	Aluminum recessed	36	17,600	0.85	216	7.78
4	Induction 200W	Aluminum 22"	28	18,000	0.9	224	6.27
5	LED 300W	Acrylic diffusing lens	21	24,155	0.9	318	6.68

טבלה 2: מגוון הטכנולוגיות, כמות גופים נדרשת ומאפייני צריכת חשמל



תרשים 2: צריכת הספק כוללת כנגד מספר גופים, מפולח על פי טכנולוגיה

*החץ הירוק מציין את המגמה החיובית: פחות הספק נצרך, פחות גופים נדרשים – מצב טוב יותר.

התבוננות בגרף 1 וטבלה 2 מגלה באופן צפוי כי שימוש בגופי HID 1,000W דורשת את מספר הגופים הקטן ביותר (8). עם זאת, צריכת האנרגיה במצב זה היא הגבוהה ביותר (9.12KW). גוף ה- Electronic HID 450W נותן את השקלול הטוב ביותר של כמות גופים נמוכה (10) וצריכת ההספק הנמוכה ביותר (4.77KW). ה- LED נמצא ב"מקום טוב באמצע" עם (21) גופים וצריכת הספק של (6.68KW). האינדוקציה דומה בביצועיה הכלליים ל- LED עם מספר רב יותר של גופים (28) אך עם צריכת אנרגיה נמוכה יותר של (6.27KW). בולט לרעה פתרון הפלורסנט המצריך (36) גופים וצריכת האנרגיה היא השנייה בגובהה ועומדת על (7.78KW).

אם כן, במבחן צריכת האנרגיה לעומת כמות גופים נדרשת, מנצח גוף הפריקה האלקטרוני. הדבר מוסבר בעצמת הארה גבוהה יחסית להספק הנצרך אשר נשמרת לאורך חיי המנורה (בניגוד לגוף המגנטי 1,000W) ובפיזור אור מיטבי לגובה ההתקנה. ההספק הנצרך מחושב באופן הבא:

לדוגמא במערכת המגנטית של 1,000W נצילות המשנק 88% ולכן הספק המערכת יהיה: ברור כי ככל שהמערכת נצילה יותר ועושה שימוש ברכיבים אלקטרוניים לעומת מגנטים כך פחות ההספק הנצרך. חשיבות רבה ניתנת לצורת פיזור האור (פוטומטריה) של כל גוף ונראה כי גופי ה- HID ו- LED מתמודדים טוב יותר בהתקנות גבוהות כפי שמוצג בבדיקה. הבחירה המקדמית בתכנון לצרכי תעשייה ומסחר בתקרות גבוהות הבחינה מהותית אם כן בין הטכנולוגיות. במידה והתקרה הייתה נמוכה יותר, כ- 5 מטרים לערך, צפוי כי פתרונות הפלורסנט והאינדוקציה היו מציגים ביצועים טובים יותר אשר ברוב המקרים היו מהווים את הפתרון המועדף.

ראוי להתעכב על עמודת גורמי איבוד האור – Light Loss Factors המופיעה בטבלה 1 ונגזרת מנתוני יצרן. מקדמים אלו מתייחסים לכמות האור הנפלטת מגוף התאורה בשקלול שורה של גורמים אשר מפחיתים את רמת האור המתקבלת. גורמים אלו כוללים:

גורמים קבועים

גורם משנק – מציין את איבודי האור בעת שימוש המשנק עם המנורה. משנקים מגנטיים שאינם נצילים דיים יביאו לכמות הארה פחותה מאשר זו המתקבלת בעת שימוש במשנקים אלקטרוניים.

טמפרטורת הסביבה של גוף התאורה – מתייחס בעיקר לגופי פלורסנט והלד. כפי שנתב קודם לכן, הטכנולוגיות מושפעות מאוד מטמפרטורת הסביבה.

שינויים במתח האספקה – מתח גבוה או נמוך ממתח העבודה של מערכת מגביר או מחליש את עצמת ההארה שלה. לדוגמא, משנקים מגנטיים ופלורוסצנטיים מפחיתים את עצמת ההארה כשהמתח יורד ופעמים רבות אף כבים לחלוטין. תופעה זו אינה קיימת במשנקים אלקטרוניים המציעים טווח מתח עבודה רחב.

גורם אופטי – גודל הנורות מהווה מחסום למעבר האור מנורות שכנות. לדוגמא, לנורות T12 גורם אופטי של 1. הפחתה של כמות הנורות או שימוש בנורות T8, T12 או T5 ישפר את הפקטור האופטי.

התיישנות גוף התאורה – עם התיישנות משטחי גוף התאורה, קטנה כמות האור הנפלטת ממשטחים אלו. גורמים שאינם קבועים – ניתנים לשיפור:

הפחתה באור הנפלט מהנורה – בכל סוגי הטכנולוגיות, ככל שהמנורה מתיישנת כמות האור הנפלטת פוחתת. לכל טכנולוגיה עקומי דעיכה שונים המושפעים מהספק המנורה, סוגה וטכנולוגיית הפעלתה. ככלל ניתן לומר כי טכנולוגיית LED מציעה את שימור עצמת ההארה הטוב ביותר יחד עם האינדוקציה. HID מגנטי מאבד עצמה מהותית לאחר 8,000 שעות לעומת HID אלקטרוני המשמר את חיי המנורה וביצועיה. הפלורסנט מציע התנהגות רמת תאורה הדומה לזו של HID מגנטי. ניטור רמות התאורה והחלפה יזומה של הנורות מאפשרות תיקון של רמת האור שפחתה למצב המקורי שלה.

הפחתה באור הנפלט עקב הצטברות לכלוך – לכלוך ואבק באופן טבעי פוגעים ברמות האור המתקבלות. סביבת העבודה, סוג העבודה וסוג גוף התאורה שבשימוש (מידת אטימותו) משפיעים באופן ברור על הצטברות הכלוך. ניקוי קבוע של הגופים יבטיח רמות תאורה מיטביות.

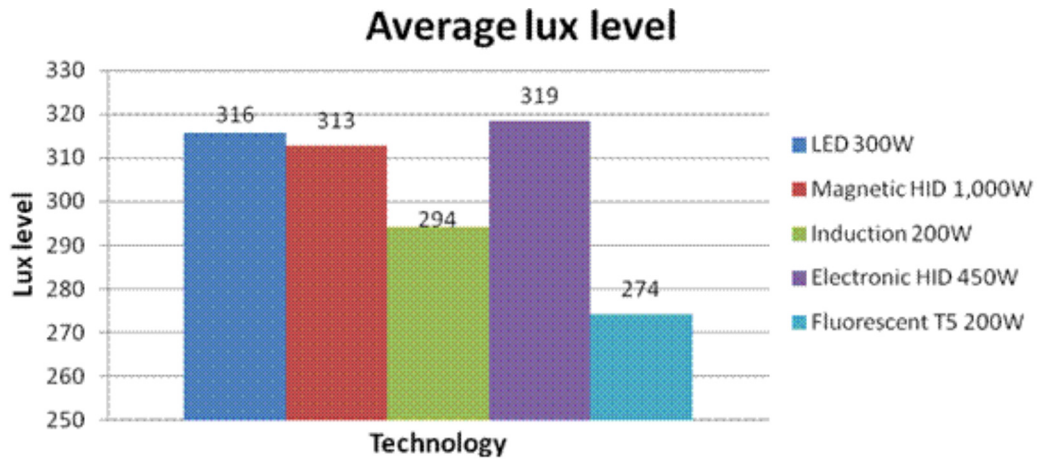
4 רמת התאורה ואחידותה בהשוואה לכמות ההגופים

טבלה 3 מציגה את רמות התאורה שהתקבלו עבור כל טכנולוגיה וכן את אחידות התאורה

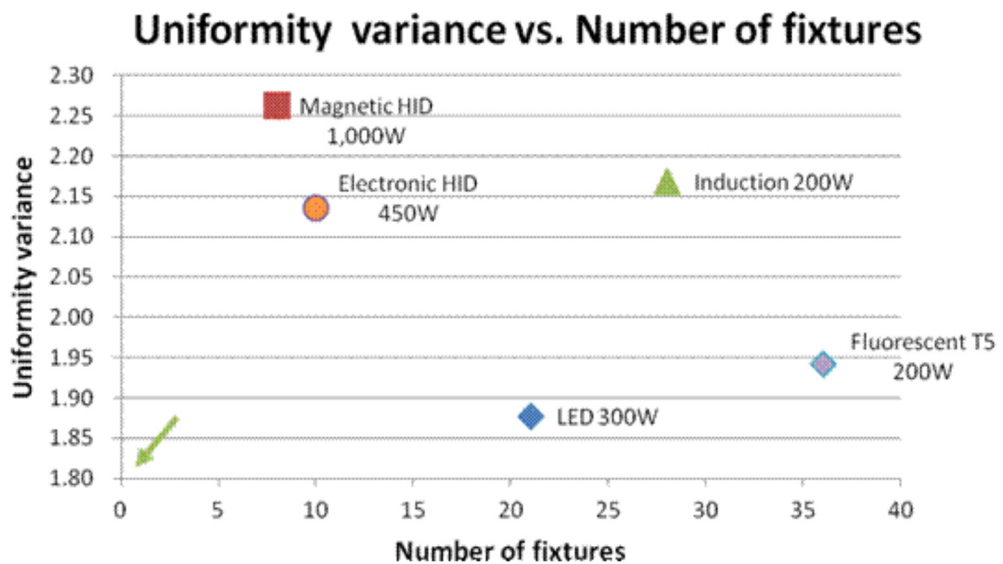
No.	Technology	No. of fixtures	Units	Avg	Max	Min	Avg/Min	Max/Min
1	Magnetic HID 1,000W	8	Lux	313	390	172	1.82	2.26
2	Electronic HID 450W	10		319	423	198	1.61	2.14
3	Fluorescent T5 200W	36		274	328	169	1.62	1.94
4	Induction 200W	28		294	360	166	1.77	2.17
5	LED 300W	21		316	378	201	1.57	1.88

טבלה 3: מגוון הטכנולוגיות, רמות התאורה ואחידותה

במוצע, גוף ה- Electronic HID 450W מספק את רמת האור הגבוהה ביותר - 319 lux לעומת גוף הפלורסנט המספק את רמת האור הממוצעת הנמוכה ביותר - 274 lux. ההבדל מתחדד עוד יותר כאשר משקללים את כמות גופי ה- Electronic HID 450W המהווים כשליש מכמות גופי הפלורסנט. גוף ה- LED מחזיק במקום השני ברמת התאורה ממוצעת עם 316 lux, אחריו הגוף המגנטי ולאחריו גוף האינדוקציה.



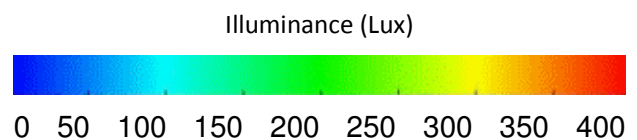
תרשים 3: רמת תאורה ממוצעת על פי טכנולוגיה

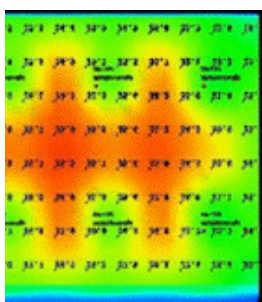


תרשים 4: שונות האחידות כנגד מספר הגופים, מפולח על פי טכנולוגיה

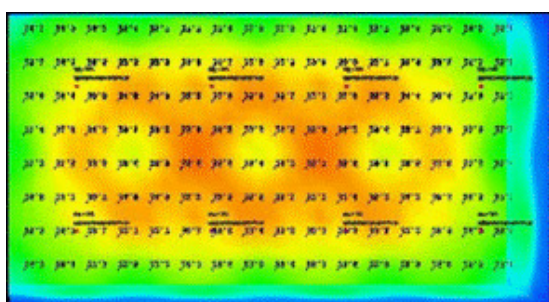
*החץ הירוק מציין את המגמה החיובית: פחות הספק נצרך, פחות גופים נדרשים - מצב טוב יותר.

אך מה בנוגע לאחידות התאורה - האם כמות גופי התאורה לא עומדת ביחס ישר לאחידות התאורה? ובכן, ודאי יש קשר בין כמות הגופים לאחידות המתקבלת, אולם גם לצורת פיזור האור מהגוף משקל משמעותי באחידות. ככלל, ניתן לומר שפיזור אור רחב יותר יתן אחידות טובה יותר (במקרה הנדון) גם במחיר מספר נמוך יותר של גופים. דוגמא לכך הם גופי ה- LED והפלורסנט. התקבלו פי 1.7 גופי פלורסנט יותר מאשר גופי LED ועדיין אחידות התאורה בפתרון ה- LED היא הטובה ביותר מכלל הטכנולוגיות שנבדקו. גופי ה- HID, גם המגנטי וגם האלקטרוני מציגים אחידות נמוכה יותר בשל השימוש במספר נמוך מהותית של גופים, 8-10. בולטת לרעה האינדוקציה בה מספר גופים גבוה יחסית (28) ועם זאת אחידות התאורה נמוכה מהותית משל הפלורסנט (36 גופים) ולמעשה קרובה יותר לזו של ה- Electronic HID 450W (10 גופים). עובדה זו ניתן להסביר בקושי הידוע לבקרה אופטית (שליטה בפיזור האור) של מנורת האינדוקציה, בשל גודלה. למעשה, כל הטכנולוגיות מספקות את רמת האור המינימלית שהוגדרה, אבל רמות האור הממוצעות שמתקבלות, שונות מהותית. ככל שאחידות התאורה חשובה יותר בתכנון, כך נדרש למספר גדול יותר של גופים אולם בהתאם לטכנולוגיה, נוכל לשלוט בכמות הגופים, כפי שהוצג.

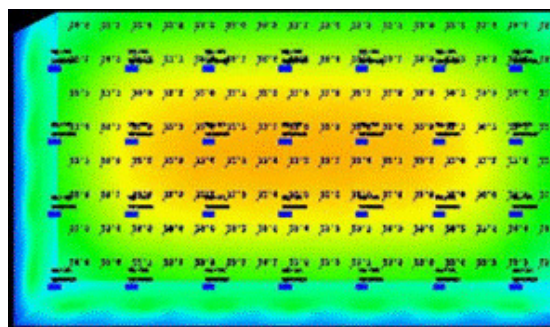




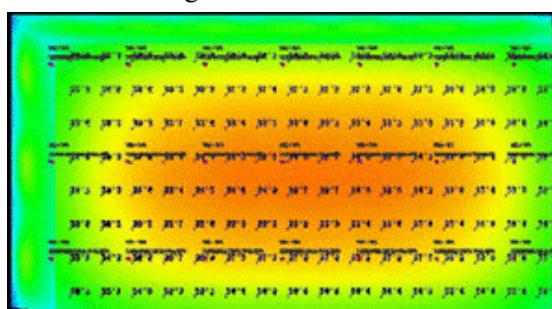
ID 450W



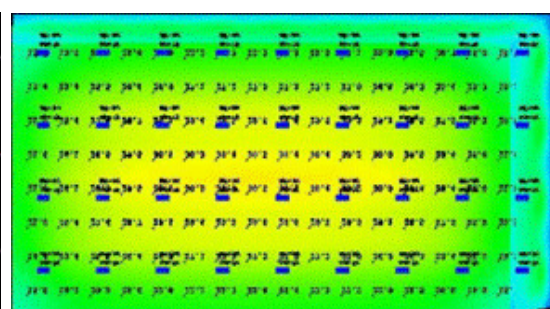
Magnetic HID 1,000W



Induction 200W

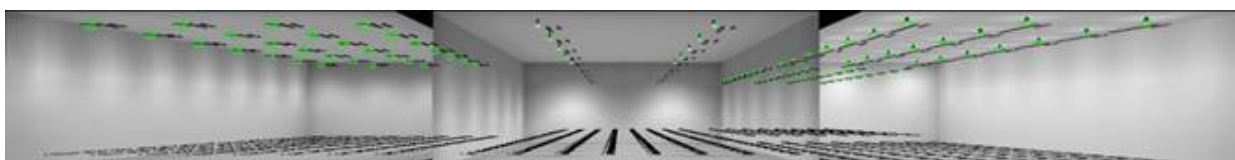


LED 300W



Fluorescent T5 200W

איור 1: עוצמות הארה ואחידות על פי טכנולוגיה



Induction 200W

Electronic HID 450W

LED 300W

איור 2: עוצמות הארה ואחידות – מבט חזיתי

5 בקרה

נדבר בלתי נפרד משיקולי תכנון התאורה והגדרת הפתרון המתאים ללקוח יהיה כמובן האמצעי לבקרה ושליטה על מקור האור. המודעות העולמית לבקרת תאורה גוברת עם השנים ויתרונותיה בחיסכון באנרגיה והיענות לביקושים אף מביאה לתמריצים כלכליים מחברות חשמל ברחבי העולם. טכנולוגיית הבקרה הנפוצה ביותר היא זו האנלוגית 1-10V המאפשרת מעמם האור (היכן שניתן) או חיבור חיישני נפח, תנועה, אור וכו'. הבקרה הדיגיטלית, דו כיוונית, מאפשרת שליחת פקודות לגוף התאורה וקבלת משוב. תקשורת שכזו אפשרית היום על בסיס חיבור חוטי, אלחוטי או באמצעות רשת החשמל (PLC). אפשרויות החיסכון וההתאמה של התאורה לצרכי הלקוח כמעט ואינן מוגבלות בעת שימוש בבקרה דיגיטלית מלאה. הלקוח יכול לתכנת את המערכת להתנהגות אוטומטית ע"פ צרכיו, לדוגמא: רשת קמעונאית תדליק את האור בשש בבוקר ותפעיל אותו ב – 50% עממם בעת שהסדרנים מסדרים את המוצרים ושאר העובדים מנקים את החנויות ומכינים אותן לפתיחה. החל מתשע בבוקר, שעת פתיחת החנויות תעלה רמת האור ל – 75% מהרמה המקסימלית כדי להאיר את המוצרים אולם מכיוון שאין מדובר בשעות השיא, אין צורך להאיר את החנות במלוא התפוקה. בשש בערב תעלה רמת האור ל – 100% עת רוב הלקוחות פעילים בחנות. פרופיל פעולה שכזה מוגדר פעם אחת במערכת ואז רץ באופן אוטומטי ללא התערבות המפעיל. החיסכון הנוסף מהפעלת פרופיל שכזה מגיע לעשרות אחוזים. דוגמא נוספת לשימוש במערכת הבקרה היא שליטה ברמת התאורה באזורים ייחודיים בחנות. לדוגמא רשת קמעונאית המוכרת טלוויזיות ומסכי מחשב ומעוניינת ברמת אור נמוכה באזור זה על מנת ולהבליט את ביצועי המסכים, עוצמתם והניגודיות שבתמונה. בעזרת מערכת הבקרה ניתן לעמעמם את רמות האור באזור הטלוויזיות לעוצמה המבוקשת וזאת בלחיצת כפתור מרוחקת. יתרה מכך, אם בעל החנות יחליט בעתיד לשנות את תוואי החנות ולהזיז את תצוגת הטלוויזיות לאזור אחר, כל שנדרש לעשות הוא להגדיר במערכת הבקרה את האזור החדש עם רמות התאורה המבוקשות והשאר יבוצע אוטומטית ע"י המערכת. כפי שהוזכר קודם לכן, מערכת בקרה דיגיטלית מאפשרת התממשקות עם חברות חשמל והיענות לביקושים. קרי, בשעת צריכת שיא, יכולה חברת החשמל לשלוח פקודה אוטומטית מרוחקת למערכת הבקרה אשר בתורה, תעמעמם את האור לרמה שהוגדרה ובכך תחסוך בחשמל יקר ותסייע בהפחתת הביקושים בשעות העומס. פתרון פשוט מעין זה תורם ליכולת אספקת החשמל של חברת החשמל ומזכה את בעל המערכת בתמריצים כלכליים: מצב win-win לכולם. לצערי המודעות לבקרה דיגיטלית עדיין אינה מספקת ולקוחות רבים מוותרים על התקנתה בשל העלות הנוספת לפרויקט. בחינה של נושא העלות מביאה למסקנה שההשקעה במערכת הבקרה מחזירה את עצמה בשל החסכון הנוסף בצריכת האנרגיה, בוודאי במערכת תאורה הנועדה לעבוד שנים רבות.

6 שיקולים כלכליים: החזר השקעה ועלות הבעלות

החזר ההשקעה או – Return On Investment משמש כאחד הקריטריונים החשובים ביותר בעיני לקוח הנדרש לשלם על

עלות – רווח עלות – רווח

שדרוג או החלפה של מערכת התאורה. ROI מוגדר ע"פ היחס: עלות / עלות ומספק מסגרת זמן בה תוחזר ההשקעה. העלות מגלמת את מחיר החומר, עלויות ההתקנה ועלויות נלוות. הרווח מגלם את החיסכון באנרגיה מעצם שימוש בטכנולוגיה שהותקנה. הבעיה בגישת ה – ROI היא מתייחסת לעלות ההשקעה הראשונית בלבד ואינה מתייחסת לכלל עלויות מערכת התאורה לאורך השנים. מערכת תאורה ממוצעת יכול לפעול בין 8 ועד 25 שנים (תאורת רחוב לדוגמא) ועל כן חובה לבחון את עלות הבעלות, קרי, כמה עולה מערכת התאורה והתחזוקה שלה לאורך חייה. עלות הבעלות משקללת גורמים נוספים כגון: עלות המנורות הנדרשות להחלפה, תדירות החלפתן, עלות שעת עבודה וציוד נדרש לשם ההחלפה (במקרים רבים נדרשים מנופים יקרים). טבלה 4 מציגה השוואה בין שלוש טכנולוגיות שהתמודדו על מכרז במבנה תעשייתי. המחירים נמסרו ע"י ספקי הגופים ללקוח.

קטגוריה	מאפיין	Fluorescent	LED	electronic HID
עלות החשמל	מספר המנורות בגוף תאורה	4	1	1
	מספר גופי התאורה	268	370	158
	סה"כ מספר המנורות	1,072	370	158
	הספק הנורה [W]	80	100	320
	סה"כ הספק גוף התאורה [W]	320	100	320
	הספק המערכת [W]	368	115	342
	מספר שעות עבודה בשנה	4,000	4,000	4,000
	צריכת ההספק השנתי [KW]	394,496	170,200	397
	עלות החשמל [KW/h]	0.50 ₪	0.50 ₪	0.50 ₪
	עלות החשמל שנתית	197,248 ₪	85,100 ₪	108,198 ₪
חסכון מעמעות	מספר שעות העמעות ביום	3	3	3
	מספר שעות העמעות שנתית	1,091	1,091	1,091
	עמעות לרמה [%]	50%	30%	50%
	חסכון שנתי מעמעות	26,897 ₪	16,246 ₪	4,754
מיזוג אויר	הפרש ההספק הנחסך מהפלורסנט [KW]	0	224,296	178,099
	אחוז החיסכון במיזוג	15%		
	הספק נחסך על מיזוג האוויר [KW]	0	36,644	26,715
	עלויות אנרגיות נחסכות על מיזוג האוויר	0 ₪	16,822 ₪	13,357 ₪
עלות חומר	עלות גוף תאורה	1,200 ₪	4,500 ₪	1,800 ₪
	סה"כ עלות החומר	321,600 ₪	1,665,000 ₪	284,400 ₪
עלות התקנה	לגוף תאורה	80 ₪	80 ₪	100 ₪
	סה"כ עלות	21,440 ₪	29,600 ₪	15,800 ₪
עלות אחזקה	לגוף תאורה	200 ₪	200 ₪	200 ₪
	אחוז שנתי של החלפה רגילה של נורות	3%	3%	3%
	עלות שנתי של החלפה רגילה של נורות	1,608 ₪	2,220 ₪	948 ₪
	אורך חיי מנורה [שעות]	20,000	50,000	25,000
	תדירות החלפת המנורות [שנים]	5	12.5	6.25
	אורך תקופת הבעלות [שנים]	10	10	10
עלות האחזקה בתקופת הבעלות	123,280 ₪	22,200 ₪	41,080 ₪	
סה"כ עלות לשנה הראשונה	עלויות ההתקנה והחומר	343,040 ₪	1,694,600 ₪	300,200 ₪
	עלויות האנרגיה והאחזקה	171,959 ₪	54,251 ₪	81,035 ₪
	סה"כ עלות	514,999 ₪	1,748,851 ₪	381,235 ₪

טבלה 4: השוואת עלות בעלות כוללת על פי טכנולוגיה

כמות הגופים נקבעה ע"פ תכנון תאורה שנעשה לכל פתרון. החיסכון במיזוג אויר נובע מהפרש בהספק הנצרך של פתרונות ה-LED ו-HID לעומת הפלורוסצנט וכפועל יוצא, פחות חום הנפלט ממערכת התאורה. ניתן לראות כיצד עלויות האחזקה משפיעות על עלות הבעלות הכוללת לאורך תקופה של 10 שנים.

7 סיכום

המאמר דן בפתרונות תאורה בהספקים גבוהים למבני תעשייה ומסחר, הטכנולוגיות הנפוצות בשוק נבחרו לשם השוואה על בסיס פרמטרים הנדסיים ושיקולים כלכליים. פתרון ה-LED – Electronic HID נמצא כיעיל ביותר מבחינת חסכון באנרגיה ועלויות, נכון למועד כתיבת שורות אלו. עם זאת, פתרון ה-LED ראוי לבחינה רצינית בשל הביצועים הטובים ויתרונותיו על ה-HID: איכות האור, יכולת הדלקה מיידית, עמעום לרמת אור נמוכה יותר, דעיכת אור איטית יותר, אורך חיים ארוך יותר (בתכנון תרמי אופטימאלי ושימוש בדרייברים איכותיים). כמובן כי שיפור מתמיד בביצועים אלו, יגדילו לאורך הזמן את היתרון היחסי של טכנולוגיית ה-LED על פני מתחרותיה בכלל. האינדוקציה והפלורסנט המוכרות הוכחו כאינן מתאימות לסוג אפליקציה שכזה וסביבת המחיייה הטבעית שלהן ובעיקר של פלורסנט תהיה בתקרות נמוכות דוגמת משרדים, חנויות ומבנים נמוכי קומה. יהיה פתרון התאורה אשר יהיה, שימוש במערכת בקרה ישפר דרמטית את ביצועי התאורה, גמישותה, והחיסכון באנרגיה. על כן מומלץ לבחור במערכת המשלבת בקרה גמישה, אמינה ומוכחת מחד ותאורה הניתנת לבקרה שאף היא גמישה, אמינה ומוכחת מאידך. אם כן, האם יש טכנולוגיה אחת טובה מכולן? נדמה שהתשובה ברורה ושוק התאורה מוכיח זאת הלכה למעשה. לצרכים שונים מתאימים טכנולוגיות שונות בעלות ביצועים ועלויות משתנים. על אף ההתקדמות המרשימה של טכנולוגיית ה-LED שידוע כי תקח את ההובלה באופן מובהק, נכון לרגע זה הטכנולוגיות הוותיקות והמוכרות עדיין נותנות חלופות טובות בהיבטי עלות תועלת, בהתאם לצורך.

כנאמר: "כל מזג והנאתו צמודה לו", שייקספיר, סונטה 91.

תודה מיוחדת: John Tuttolomondo, Product Manager and Light Designer, QSSI.

הכותב הינו דירקטור שיווק מוצר בחברת מטרולייט, בעל תואר ראשון בהנדסת מכונות – טכניון, תואר שני במנהל עסקים – אוניברסיטת חיפה.

8 אודות מטרולייט

מטרולייט מספקת מערכות מוכות לחיסכון באנרגיה בתאורת הספקים גבוהים בנורות פריקה (HID) ולד (LED).

המשגקים והמערכות המבוקרות של מטרולייט נמצאים בשימוש ברשתות קמעונאיות, תעשייה, מסחר והמגזר העירוני לשם הפחתה בצריכת האנרגיה ופליטת הפחמן בעד 70%. מטרולייט, המובילה בחדשנות פתרונות אנרגיה לתאורה, פועלת משנת 1996 ברחבי העולם עם מעל 750,000 מערכות מותקנות ומעל 8 מיליארד שעות עבודה. למידע נוסף, אנא בקרו

באתרנו: www.metrolight.com

9 בבליוגאפיה

Venture lighting spec sheets

Philips lighting spec sheets

Osram Sylvania spec sheets

DOE Review of the Life-Cycle Energy Consumption of Incandescent, Compact Fluorescent, and LED Lamps, February 2012—Updated August 2012

DOE LED Manufacturing and Performance June 2012

Induction, EHID & LED for Exterior, Hi-bays, etc. Stan Walerczyk, CLEP, LC. Lighting Wizards. May, 2011

NEMA HID 2010 White Paper

Solid-State Lighting Life and Lumen Maintenance 2010 Report

Solid-State Lighting Lumen Depreciation 2008 Report

Energy Savings Estimates of Light Emitting Diodes in Niche Lighting Applications 2008 Report

GE Lighting - Ambient Temperature Effects on Lighting Systems, 2010

Lighting Research Center, NLPPI Volume 9 Issue 2

DOE U.S. Lighting Market Characterization - Energy Efficient Lighting Technology Options 2005

Lighting Research Center, CFL Intelligence, Lighting Research Center - Increasing Market Acceptance

of Compact Fluorescent Lamps, 2003

NLPIP: Streetlights for Collector Roads, Volume 13 Number 1, September 2010 (Revised October 2010)