

חיסכון באנרגיה בתאורת הפנים

אינג' דוד תורג'מן – סיטילייט הנדסה בע"מ

בשנים האחרונות אנו עדים להתייחסות שונה ורצינית בכל הנושאים הקשורים לאנרגיה, יש מודעות לשפר את הנושאים הבאים:

- חיסכון באנרגיה.
 - שימור סביבה נקייה מזיהום.
 - צמצום הזיהום האורי.
 - שימוש בתאורה טבעית בתכנון מבנים.
- כושר יצור החשמל בארץ עומד על 10,000 מגוואט ומנתוני צריכת החשמל ניתן לראות כי כ 25% מכושר יצור החשמל הינו לצורכי תאורה, כלומר כ 2500 מגוואט, אשר מתפלגים במגזרים השונים: 40% במגזר המסחרי ציבורי, 15% במגזר הביתי ו- 8% במגזר התעשייתי (האחוזים מתייחסים לצריכת התאורה עבור כל מגזר).

במאמר זה נבחן את האפשרויות לחיסכון באנרגיה בתאורת הפנים.

תקן ישראלי ת"י 8995 דן הן בהיבט התכנוני והן בהיבט של חיסכון באנרגיה תוך התייחסות לסעיפים הבאים:

- תכנון התאורה יעשה לפי המלצות התקן, על מנת לקבל את מדדי איכות התאורה הנדרשים לביצוע הפעילויות הספציפיות תוך הבטחת היעילות האנרגטית.
- הקטנת צריכת האנרגיה תיעשה בגבולות המאפשרים שמירה על תאורה נאותה כלומר: על ידי הפחתת האנרגיה במידה שלא תפגע באיכות התאורה ובהתאם לרמות ההארה על פי דרישות התקנים.

ליישום הדרישות המפורטות להלן ישנה השפעה ישירה על כמות האנרגיה הנצרכת במתקן התאורה ועל התחזוקה הנדרשת לתפעולו התקין.

תכנון מתקן התאורה יהיה כזה שימלא אחרי העיקרון של שמירת מאזן האנרגיה לפי המדדים הבאים:

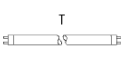
- ניצול תאורה טבעית בשעות היום.
- שימוש במקורות אור חסכוניים – כגון נורות פלואורסנטיות מהדגמים החדשים (טכנולוגית T5).
- שימוש בגופי תאורה יעילים (בעלי נצילות אורית גבוהה).
- שימוש בציוד הפעלה בעל יעילות אנרגטית גבוהה (משנקים אלקטרוניים בעלי דרוג אנרגטי גבוה – A – בהתאם לת"י 5485)
- שימוש בבקרה ממוחשבת להפחתת צריכת האנרגיה ע"י אמצעים טכנולוגיים כגון עמעמים מבוקרים, גלאי תנועה וכו'.
- מומלץ לנצל את הציפויים החדשניים על מנת להבטיח החזרי אור וניגודיות מבוקרים מהקירות, רצפה ותקרות, דבר אשר יקטין את כמות גופי התאורה כבר בשלב התכנון.

נורות פלואורסנטיות דורשות לצורך הפעלתם ציוד עזר כגון:

- משנקים אלקטרומגנטיים, סטרטרים וקבלים לשיפור כופל ההספק.
- משנקים אלקטרוניים.

משנקים אלקטרומגנטיים מעצם הרכב החומרים שלהם (סלילים) הינם אמצעים בזבזניים מבחינת צריכת האנרגיה לעומת המשנקים האלקטרוניים.

בטבלה מס' 1 – מובאת דוגמא של צריכת האנרגיה בנורות פלואורסנטיות מתוך המלצות CELMA

Lamp type	Iicos code	Lamp power		CLASS							
		50Hz	HF	A1	A2	A3	B1	B2	C	D	
	FD-15-E-G13-26/450	15W	13.5W	9W	16W	18W	21W	23W	25W	> 25W	
	FD-18-E-G13-26/600	18W	16W	10,5W	19W	21W	24W	26W	28W	> 28W	
	FD-30-E-G13-26/895	30W	24W	16,5W	31W	33W	36W	38W	40W	> 40W	
	FD-36-E-G13-26/1200	36W	32W	19W	36W	38W	41W	43W	45W	> 45W	
	FD-38-E-G13-26/1047	38W	32W	20W	38W	40W	43W	45W	47W	> 47W	
	FD-58-E-G13-26/1500	58W	50W	29,5W	55W	59W	64W	67W	70W	> 70W	
	FD-70-E-G13-26/1800	70W	60W	36W	68W	72W	77W	80W	83W	> 83W	

טבלה מס' 1 –

מדד היעילות האנרגטית בהתאם להספק ההרכב של הנטל והנורה (מתוך CELMA) :

מתוך הטבלה ניתן לראות כי משנקים אלקטרומגנטיים לנורות פלואורסנטיות בעלי דרוג אנרגטי ו C – D הינם הבזבזניים ביותר. באירופה יש איסור להשתמש במשנקים אלקטרומגנטיים אלו .

- נורות הליבון וההלוגן בתאורת הפנים הינן בעלות יעילות אורית נמוכה (היעילות מוגדרת ביחידות של Lum/W) ולכן יש להפחית את השימוש בהם ככול האפשר .
 הנורות היעילות הינם נורות הפלואורסנטיות אשר מחולקות למספר דגמים עיקריים :
- נורות ליניאריות – T12 (בעלי יעילות אנרגטית של 40-60 Lum/W – (לא בשימוש ברוב מדינות אירופה).
 - נורות ליניאריות – T8 (בעלי יעילות אנרגטית של 60-80 Lum/W)
 - נורות ליניאריות – T5 (בעלי יעילות אנרגטית של 87-104 Lum/W)
 - נורות קומפקטיות מסוגים שונים (בעלי יעילות אנרגטית של 60-80 Lum/W).

התקנת עמעמים מבוקרים במתקן תאורה אשר כולל נורות פלואורסנטיות וציוד הפעלה אלקטרו-מגנטי, תאפשר קביעת רמת הארה בהתאם לדרישות התקן ובכך יתקבל חיסכון שבין 15-25% וזאת בהתאמה לרמת ההארה הקיימת ולמתח האספקה במתקן. כאשר רמת ההארה הקיימת במתקן גבוהה, ניתן לבצע עמעום והתאמת רמת ההארה לדרישות התקן ע"י הפחתת מתח האספקה. את הנורות הפלואורסנטיות מומלץ להפעיל במצב חיסכון במתח של כ- 200 וולט (תלוי בגיל הנורה). רמת החיסכון בעזרת העמעמים תבוא לידי ביטוי טוב יותר ככל שרמת ההארה הקיימת גבוהה מדרישות התקן ומתח האספקה במתקן גבוה.

התקנת גלאי תנועה במתקן התאורה נועד להפעיל את התאורה בהתאם לנוכחות המשתמשים במתקן ולנתק את התאורה כאשר אין תנועה. שיטה זו עשויה לצמצם את צריכת החשמל באופן ניכר אך תגרום לבלאי מואץ של הנורות בשל ריבוי במספר המיתוגים. על מנת לאפשר פעולה תקינה של הנורות, יש להשתמש במשנקים אלקטרוניים ייעודיים אשר אינם מאפשרים כיבוי מוחלט של הנורות, אלא מצמצמים את הספקן למינימום (קיימים משנקים אלקטרוניים המאפשרים צמצום הספק הנורה עד לרמה של כ- 1% מההספק).

אין ספק כי בתכנון מתקן תאורה חדש יש לשאוף לבצע את התאורה הכללית עם נורות פלואורסנטיות מטכנולוגית T5 (נורות אלו ניתנות להפעלה רק באמצעות משנקים אלקטרוניים בלבד).

אולם במקרים קיימים ניתן לשדרג את מערכת התאורה ע"י החלפת נורות ה T12 ונורות ה T8 בנורות T5 - בעזרת מתאמים אלקטרו-מכאניים הקיימים היום.

החלפת הנורות הישנות בנורות T5 בעזרת המתאמים האלקטרו-מכאניים מאפשרת לא רק שיפור בצריכת האנרגיה אלא גם שיפור ב:

- אורך החיים הגדל משמעותית (אורך החיים של נורות T5 הינו כ 24,000 שעות לעומת כ 13,000 שעות בנורות T12 ו T8 מהדור הקודם).
- שיפור משמעותי בגורם התאמת הצבעים (CRI) – מ 50-70% בנורות T12 ו T8 מהדור הקודם לעומת $CRI > 85\%$ בנורות T5 .

על מנת לבצע את השדרוג במערכת התאורה הקיימת בעזרת המתאם האלקטרו-מכאני יש להקפיד על הפרמטרים הבאים:

- שמירה על איכות התאורה המתוכננת במתקן התאורה.
- שימוש במשנקים אינטגרלים אלקטרוניים בעלי מקדם הספק של 0.95 לפחות.
- שימוש במתאם בעל רמת הרמוניות נמוכה והעומדת בתקנים.
- שימוש במתאם בעל עקום פיזור פוטומטרי קרוב ככל האפשר לעקום הפיזור של נורת ה T8 או T12 בהתאמה.
- שימוש במתאם בעל מבנה מתכתי המאפשר עמידות לאורך זמן ופיזור חום יעיל.
- שימוש במתאמים העומדים בתקן ישראלי ת"י 20 על כל סעיפיו.
- שימוש במתאמים המסוגלים לטפל בתופעת "סוף חיים" של הנורה.

הערה: לפני ביצוע ההחלפה במתקן תאורה בעל פוטומטריה מוגדרת יש לבדוק ולבחון את המתקן, כך שההחלפה של הנורות עם המתאמים תשמור על איכות התאורה הקיימת לפחות.

בטבלה מס' 2 ניתן לראות את נתוני החיסכון וצריכת האנרגיה עם נורות פלואורסנטיות מדגם T8 המופעלות ע"י משנקים אלקטרומגנטיים בעלי דרוג אנרגטי D לעומת נורות T5 המופעלות ע"י משנקים אלקטרוניים אינטגרלים הנמצאים בתוך המתאמים האלקטרו-מכאניים.

בנוסף לחיסכון הישיר באנרגיה המתאמים מאפשרים חיסכון בהוצאות התחזוקה (אורך חיי נורות T5 גבוהה לאין ערוך מאורך חיי נורות T8 או T12).

אחוז החיסכון בתחזוקה	אחוז החיסכון בחשמל	נתוני הצריכה ואורך חיים עם גוף תאורה קיים לנורות T8 סטנדרטיות ומשנק מסוג D				נתוני הצריכה ואורך חיים עם המתאם T5/T8				דגם הנורה
		אורך חיים	שטף אור	הספק צריכה מהרשת	מחליף נורת T8	אורך חיים	שטף אור	הספק צריכה מהרשת	הספק נורת T5	
%	%	שעות	לומן	וואט	וואט	שעות	לומן	וואט	וואט	
46	48	13,000	1,200	30	18W	24,000	1,350	15.5	14W	1X14watt
46	34	13,000	2,850	47	36W	24,000	2,900	31	28W	1X28watt
46	47	13,000	4,200	73	58W	24,000	3,650	38.5	35W	1X35watt
CRI: 60-70					CRI: 80-90					

טבלה מס' 2 –

באיור מס' 1 ניתן לראות דוגמא של מתאם אלקטרו-מכאני לשדרוג נורות T8 לנורות T5 .



איור מס' 1 –

בטבלה מס' 3 ניתן לראות נתונים המציגים את התמורה הכלכלית המתקבלת כתוצאה מהחיסכון לאחר שדרוג מערכת התאורה בעזרת המתאמים אלקטרו-מכאניים.

חיסכון כספי לשנה מכל נורה		הספק השמלי הנחסף מכל נורה	נתוני הצריכה עם גוף תאורה קיים לנורות T8 סטנדרטיות ומשנק מסוג D		נתוני הצריכה עם המתאמים T5/T8		דגם הנורה
19 שעות עבודה בממוצע ליממה	12 שעות עבודה בממוצע ליממה		הספק צריכה מהרשת	מחליף נורת T8 קיימת	הספק צריכה מהרשת	הספק נורת T5	
ש	ש	וואט	וואט	וואט	וואט	וואט	
49.6	31.3	14.5	30	18W	15.5	14W	1X14watt
54.7	34.5	16.0	47	36W	31.0	28W	1X28watt
118	74.5	34.5	73	58W	38.5	35W	1X35watt

טבלה מס' 3 –

לסיכום, שימוש במקורות אור יעילים ובאמצעים טכנולוגיים לחיסכון באנרגיה כגון : עמעמים, גלאי תנועה ומתאמים אלקטרו-מכאניים אשר הוצגו לעיל גורמים לחיסכון במתקני התאורה הקיימים בשיעור של עד 40% בהתאמה, כלומר חיסכון גדול באנרגיה למשק החשמל בארץ. הגברת המודעות ותוכניות עידוד יכולים להביא את מערכות תאורת הפנים (בתי ספר, חניונים, משרדים, מפעלים, בתי חולים, חנויות ועוד) לחיסכון בצריכת החשמל ולצמצום הזיהום הסביבתי.