



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים



דף מוצר

תאורת רחוב יעילה אנרגטית

כתיבה: "אבי בלאו יעוץ סביבתי"

עריכה: רותם שמאי ונועה אהרוני, אגף מדיניות - המשרד להגנת הסביבה

לשאלות ובירורים ניתן לפנות אל אגף מדיניות סביבתית – המשרד להגנת הסביבה

הטמעת תנאים ירוקים במכרזים



מטרה

המסמך מיועד לשימוש בבניית מכרזים לרכש תאורת רחוב ומציג שורה של קריטריונים לשילוב במכרזים כדי להביא להתייעלות אנרגטית וצמצום זיהום האור, באמצעות רכש חלופות ירוקות.

אין מטרת המסמך לשמש תחליף לטקסט המכרז, אלא לתת המלצות לקביעת תנאי הסף והאיכות בכל הקשור לביצועים הסביבתיים הנדרשים במכרז.

השפעות סביבתיות מרכזיות

- עפ"י נתוני חברת החשמל משנת 2008, מופעלים בישראל כ-80,000 פנסים לתאורת כבישים בינעירוניים, וכ-800,000 פנסים לתאורת כבישים ורחובות ברשויות.
- צריכת האנרגיה המופנית לתאורת החוץ בארץ מהווה כ-2.5% מצריכת החשמל הארצית וכ-10% מצריכת האנרגיה לתאורה, הנאמדים בכ-950 מיליון קוט"ש בשנה ולכך יש השפעות על הסביבה כגון פליטות גזי חממה ומזהמים.
- תקן ISO13201 לתאורת רחוב מיושם כיום באופן נרחב בעולם. יישום התקן מוריד את צריכת החשמל לתאורת דרכים בשיעור של 30%, וכן מצמצם את זיהום האור. לאחרונה גיבש משרד השיכון הנחיות לתאורת שצ"פ המתבססות על התקן האירופי EN-13201, אשר הפכו בשנת 2010 לתקן ישראלי 13201, אולם הוא כמעט שלא מיושם בארץ מאחר שאינו תקן מחייב.
- בנוסף, לנורות מסוימות עלולה להיות השפעה נוספת על הסביבה בגין השימוש בחומרים מסוכנים כגון כספית שנמצאים בגוף הנורה. בשנת 2012 החלו באיחוד האירופי להוציא משימוש נורות מטל הלייד ונורות נל"ג לא יעילות, והציגו תכנית להוצאת נורות כספית וקביעת קריטריונים מחמירים לנורות מטל הלייד ולמשנקים עד לשנת 2017.



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים

-דפי מוצר-

תמצית תנאים למכרז ירוק

 תנאי מכרז	 תועלות סביבתיות	תנאי סף								
<ul style="list-style-type: none"> • עמידה בדרישות של המפרט הבינמשרדי בנושא של מתקני חשמל (פרק 8) • עמידה בדרישות ת"י 13201 • למתכנן התאורה לפחות 5 שנות ניסיון בתכנון תאורה, ולא עבד עבור ספק / יצרן נורות או גופי תאורה בשנתיים שקדמו למכרז 	<p>כללי</p>									
<p>נורות כללי:</p> <ul style="list-style-type: none"> • תעודת תאימות ל RoHS • אופציה לשליטה מרחוק ברמת הגוף • התאמה לתנאי הסביבה 										
<p>נורות לד:</p> <ul style="list-style-type: none"> • תעמודנה בדרישות שפרסם משרד השיכון במסגרת "מפרט טכני ומדריך ליישום תאורת לד בכבישים ובשטחים ציבוריים פתוחים" ובדגש על טמפרטורת הצבע של הנורות בטווח 2000K עד 3000K עם ערך מרבי של הקרינה בתחום הכחול של הספקטרום (500-420nm) של עד 55% מהעוצמה המרבית הנפלטת. 										
<p>נורות נל"ג:</p> <ul style="list-style-type: none"> • דרישות יעילות אנרגטית (לומן לואט) 										
<p>נורות מטל-הלייד:</p> <ul style="list-style-type: none"> • דרישות יעילות אנרגטית (לומן לואט) 	<p>התייעלות אנרגטית והפחתה בפליטות גזי חממה</p>									
<p>משנקים:</p> <ul style="list-style-type: none"> • עמידה בסעיף 5 במסמך המלצות "מדריך לחסכון באנרגיה לתאורת כבישים ורחובות" של משרד האנרגיה, המשרד להגנת הסביבה והמרכז לשלטון מקומי • משנקים לנורות פריקה יהיו בעלי היעילות מינימלית המפורטת בהמשך 										
<p>תכנון תאורה:</p> <ul style="list-style-type: none"> • מערכת בקרה של מתקן התאורה, אם קיימת, תתבסס על תקשורת בפרוטוקול DALI בהתאם לדרישות תקן IEC 62386. 										
<p>התקנה:</p> <p>הספק יוודא שמערכות תאורה חדשות או משודרגות והבקרים עובדים כנדרש ולא צורכים</p>										



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים

-דפי מוצר-

<p>יותר אנרגיה מהנדרש אם מתבצעת ביקורת של המערכות ומתברר כי הן אינן עומדות בדרישות על בסיסן זכה הספק, יבצע הספק את ההתאמות והכיוולים הנדרשים על מנת לחזור ולעמוד בדרישות. הספק יודא שהציוד מותקן בהתאם לתכנון המקורי שהוגש/שנדרש.</p>		
<p>אמצעי בקרה: המדידות להשוואה בין ערכי תאורה מחושבים לבין ערכים בפועל ייערכו לאחר 100 שעות של הפעלה רציפה של מתקן התאורה. המדידות לאחר ההתקנה ייערכו כל 3 שנים.</p>		
<p>נורות נל"ג: • אורך חיים של 48,000 שעות לכל הפחות (B50)</p>	<p>מניעת ייצור של פסולת</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • גופי התאורה יהיו בעלי הכוונת אור בזווית מרבית של 8 עד 45 מעלות מהאנך (מתחת לאופק) • זווית ההארה ומבנה הפנס לא יאפשרו כל זליגת אור כלפי השמיים (מעל זווית של 90 מעלות). 	<p>מניעת זיהום אור</p>	
<p>נורות: ניקוד נוסף יינתן לנורות פריקה בהן ריכח הכספית (במ"ג לנורה) לא עולה על כמות מסויימת (פירוט בהמשך). נורת לד אינה מכילה כספית ובמידה שניתן ניקוד איכות לנושא זה, היא תקבל אותו אוטומטית.</p>		
<p>משנקים: ניקוד נוסף יינתן למשנקים לנורות פריקה בעלי היעילות המינימלית שמפורטת בהמשך.</p>	<p>התייעלות אנרגטית והפחתה בפליטות גזי חממה</p>	<p>תנאי איכות</p>
<ul style="list-style-type: none"> • במקומות בהם קיימת תועלת בעמעום, יינתנו נקודות נוספות בהתאם לאחוז העמעום המושג ביחס להספק הנורה. • בפרק 5 של מדריך משרד האנרגיה, המשרד להגנת הסביבה (תכנית תג סביבה) ומכרז השלטון המקומי, מוצעים אמצעים נוספים לשיפור הביצועים האנרגטיים של גופי התאורה. 		



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים

-דפי מוצר-

כללי

• אין במסמך זה משום המלצה להחליף את החוק או התקנים. אישור ואחריות תכנון התאורה באחריות המתכנן בלבד. תכנון התאורה יבוצע על פי התקנים השונים כגון: 13201, חוק החשמל, הספר הכחול, הנחיות משרד השיכון, מע"צ והמועצה המקומית / האזורית.

• יצויין כי משרד האנרגיה, המשרד להגנת הסביבה (תכנית תג סביבה) ומרכז השלטון המקומי פרסמו ב-2013 מדריך לחסכון באנרגיה ברשויות המקומיות¹, ואנו ממליצים כי רשויות יקראו ראשית את המסמך הנ"ל, לפני עיון במסמך הנוכחי.

רקע

• על הנורות וגופי התאורה לעמוד בדרישות המפורטות במפרט הבינמשרדי פרק 08 מתקני חשמל²

• מערכת התאורה תעמוד בדרישות ת"י 13201.

תנאי סף

• אין

תנאי איכות

(1) <http://energy.gov.il/Subjects/EnergyConservation/ECexpert/Documents/InnaNissenbaumGuide.pdf>

(2) <https://www.online.mod.gov.il/ConstructionSpec/pages/ManageVersion.aspx?SpecID=36>



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים

-דפי מוצר-

נורות כללי

רקע

• אין

תנאי סף

• יש להציג תעודת תאימות ל RoHS
• גוף התאורה צריך להיות בעל אופציה לשליטה מרחוק ברמת הגוף (מבוסס פרוטוקול תקשורת DALI בהתאם לתקן IEC 62386) וכן להתאים עצמו לתנאי הסביבה (מזג אויר ונתוני תעבורה).

תנאי איכות

• ניקוד נוסף ינתן לנורות פריקה בהם ריכוז הכספית (במ"ג לנורה) לא עולה על הספים המוצגים בטבלה בתחתית העמוד. על הספק להציג דוגמה של ארזית הנורה וקישור לאתר הספק, בהם מוצג שיעור הכספית בנורה.

סוג נורה והספק	סף שיעור כספית (מ"ג לנורה)
נל"ג 70 או 100 וואט	25
נל"ג 150, 250 או 400 וואט	30
נל"ג 1000 וואט	40
מטל הלייד 70 וואט	5
מטל הלייד 100 או 150 וואט	15
מטל הלייד 250, 400 או 1000 וואט	30
נורת LED	נורת לד אינה מכילה כספית ובמידה שניתן ניקוד איכות לנושא זה, היא תקבל אותו אוטומטית

טבלה 1 - ריכוזי כספית לפי סוגי מנורות



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים

-דפי מוצר-

נורות לד

• נורת לד היא דיודה פולטת אור העשויה משני מוליכים למחצה. בטכנולוגיית הLED, שלא כמו תאורת ליבון או פריקה, הופכת נורת הLED את רוב האנרגיה האלקטרונית (החשמל) ישירות לקרינת אור. עקב כך מהווה נורת לד מקור אור חסכוני מאד ביחס לפתרונות תאורה קיימים.

• כטכנולוגיה חדשה, תאורת רחוב מסוג LED טרם השיגה חדירה משמעותית לשוק, אך עם התפתחות הטכנולוגיה, הפחתת עלויות ושיפור הביצועים, גדלה הישימות של שימוש בטכנולוגיה זו. אורך החיים של נורת לד ארוך במיוחד, ועומד על כ-30,000-50,000 שעות, זאת בהשוואה לאורך חיים ממוצע של 10,000-16,000 שעות לנורת מטל הלייד סטנדרטית לתאורת רחוב.

• באיחוד האירופי תאורה ציבורית צורכת 50% מהחשמל בערים, כשהצרכן העיקרי בה הוא תאורת רחוב. עפ"י סקר של האיחוד, נורות LED לתאורת רחוב יכולות לספק 60% חסכון בהשוואה לנורות כספית ישנות ועד 20% חסכון בהשוואה לנל"ג (נתרן לחץ גבוה). הסקר מציין כי פוטנציאל החסכון נובע לא רק מהחסכון בצריכת חשמל שמציעות הנורות, ומהחיסכון בתחזוקה, אלא גם מהעובדה שהן מאפשרות יצירת רשת נשלטת מרחוק של כל נורה ונורה, המאפשרת קישוריות בין רשתות תקשורת, תחבורה, ותאורה לניהול יעיל יותר של משק האנרגיה בעיר.

• כפי שיפורט בהמשך, עיריית ת"א למשל, מנהלת מערך בקרת תאורה משוכלל אשר הביא לחסכון ניכר בצריכת החשמל לתאורה.

• משרד השיכון פרסם ביולי 2015 הנחיות להתקנת גופי תאורת LED עבור תאורת חוץ כחלופה לנורות נל"ג ו-MH. המשרד מתקין תאורת LED עפ"י בקשת הרשויות שבתחומן מתבצע פרויקט להחלפת תאורה וזאת רק לאחר שהרשות חותמת על "כתב התחיבות כלפי משרד הבינוי והשיכון לתאורת LEDים בכבישים". כמו כן, המדריך לחסכון באנרגיה ברשויות מקומיות מציע המלצות כדרישות מחייבות לנורות LED.

רקע

• נורות LED תעמודנה בדרישות שפרסם משרד השיכון במסגרת "מפרט טכני ומדריך ליישום תאורת LED בכבישים ובשטחים ציבוריים פתוחים"³ ובדגש על טמפרטורת הצבע של הנורות בטווח 2000K עד 3000K עם ערך מרבי של הקרינה בתחום הכחול של הספקטרום (420-500nm) של עד 55% מהעוצמה המרבית הנפלטת.

תנאי סף

• אין

תנאי איכות



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים

-דפי מוצר-

נורות נל"ג

• אין

רקע

• שימוש בנורות בעלות אורך חיים של 48,000 שעות לכל הפחות (B50), השקול ל-6 שנות עבודה.
• נורות נל"ג עם $color\ rendering\ index\ Ra < 25$ יהיו לפחות בעלי לומנים בערכים המופיעים בטבלה בתחתית העמוד.

תנאי סף

• אין

תנאי איכות

לומנים מינימלים נורה מצופה	לומנים מינימלים נורה לא מצופה	הספק נומינלי של הנורה W
≥ 5740	≥ 6370	70W
≥ 9500	≥ 10500	100W
≥ 16050	≥ 17100	150W
≥ 30000	≥ 31250	250W
≥ 53200	≥ 55200	400W
$\geq 79,800$	$\geq 82,800$	600W
≥ 133000	≥ 138000	1000W

טבלה 2 - ערכי לומינלים מינימלים בנורה מצופה ולא מצופה, לפי הספק הנורה



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים

-דפי מוצר-

נורות מטל הלייז

• אין

רקע

• הנורות תהיינה בעלות $color\ rendering\ index\ Ra \geq 80$ ולפחות בעלות לומנים בערכים המופיעים בטבלה בתחתית העמוד.

• אין

תנאי סף

תנאי איכות

לומנים מינימלים נורה מצופה	לומנים מינימלים נורה לא מצופה	הספק נומינלי של הנורה W
≥ 4900	≥ 6580	70W
≥ 7500	≥ 9500	100W
≥ 11250	≥ 14400	150W
≥ 20000	≥ 24250	250W
≥ 32000	≥ 39200	400W
≥ 80000	≥ 98000	W1000

טבלה 3 - ערכי לומינלים מינימליים בנורה מצופה ולא מצופה, לפי הספק הנורה

הטמעת תנאים ירוקים במכרזים

-דפי מוצר-

משנקים

יעילות המשנק היא היחס בין הספק הנורה (יציאה מהמשנק), וההספק הנכנס למעגל נורה-משנק, כאשר אלמנטים נוספים כמו חיישנים, חיבורי רשת ואחרים מנותקים.

רקע

משנקים בעלי מספר טווחי הספק צריכים לעמוד בדרישות בכל טווח הספק בו הם פועלים, בנפרד. על מנת להוכיח עמידה בדרישה זו יציג הספק בדיקת מעבדה מוסמכת עפ"י תקן IEC/EN 62442-2 המשנק יעמוד בדרישות המצוינות בסעיף 5 במסמך המלצות "מדריך לחסכון באנרגיה לתאורת כבישים ורחובות" של משרד האנרגיה, המשרד להגנת הסביבה והמרכז לשלטון מקומי⁴. המשנק יכול להיות אלקטרוני ובעל אופציה לאפשר עמעום או תוספת של עמעם אינדיבידואלי למשנק אלקטרומוגנטי. משנקים לנורות פריקה יהיו בעלי היעילות הבאה לפחות (ראו טבלה 4, בתחתית העמוד).

תנאי סף

ניקוד נוסף יינתן למשנקים לנורות פריקה בעלי היעילות הבאה (ראו טבלה 5 בתחתית העמוד):

תנאי איכות

הספק נומינלי של הנורה (W) תנאי סף	יעילות מינימלית של המשנק (%) תנאי סף
$30 < W \leq 75$	80
$75 < W \leq 105$	82
$105 < W \leq 405$	86
$W > 405$	91

טבלה 4 - יעילות מינימלית של המשנק לפי הספק הנורה (תנאי סף)

הספק נומינלי של הנורה (W) תנאי איכות	יעילות מינימלית של המשנק (%) תנאי איכות
$30 < W \leq 75$	80
$75 < W \leq 105$	82

טבלה 5 - יעילות מינימלית של המשנק לפי הספק הנורה (תנאי איכות)

(4)

<http://energy.gov.il/Subjects/EnergyConservation/ECexpert/Documents/InnaNissenbaumGuide.pdf>



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים

-דפי מוצר-

תכנון תאורה

• אין

רקע

• למתכנן לפחות 5 שנות ניסיון בתכנון תאורה, ולא עבד עבור ספק / יצרן נורות או גופי תאורה בשנתיים שקדמו למכרז.
• מערכת בקרה של מתקן התאורה, אם קיימת, תתבסס על תקשורת בפרוטוקול DALI בהתאם לדרישות תקן IEC 62386

תנאי סף

• במקומות בהם קיימת תועלת בעמעום, יינתנו נקודות נוספות בהתאם לאחוז העמעום המושג ביחס להספק הנורה.
• בפרק 5 של מדריך משרד האנרגיה, המשרד להגנת הסביבה (תכנית תג סביבה) ומכרז השלטון המקומי⁴, מוצעים אמצעים נוספים לשיפור הביצועים האנרגטיים של גופי התאורה, בהם:
• שעון אסטרונומי להדלקה וכיבוי גוף התאורה בהתאם לשעות האור
• בקר / מייצב מתח אינדיווידואלי לבקרת עוצמת התאורה
• משנקים אלקטרוניים לבקרת עוצמת התאורה
• מערכת בקרה וניטור

תנאי איכות

(4)

<http://energy.gov.il/Subjects/EnergyConservation/ECexpert/Documents/InnaNissenbaumGuidide.pdf>



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים

-דפי מוצר-

התקנה

• אין

רקע

- הספק יוודא שמערכות התאורה חדשות או משודרגות והבקרים עובדים כנדרש ולא צורכים יותר אנרגיה מהנדרש. בין היתר יוודא הספק כי:
- חיישני אור היום מכוויילים
- שעוני כיבוי יופעלו בהתאם לדרישות התאורה
- הספק יוודא שהציוד מותקן בהתאם לתכנון המקורי שהוגש/שנדרש. אם עקב אילוף יתקין הספק ציוד חלופי באיכות נמוכה יותר, ייתן הספק לוח זמנים לביצוע ההחלפה לציוד שעומד בדרישות המקוריות
- אם מתבצעת ביקורת של המערכות ומתברר כי הן אינן עומדות בדרישות על בסיסן זכה הספק, יבצע הספק את ההתאמות והכיוולים הנדרשים על מנת לחזור ולעמוד בדרישות.

תנאי סף

• אין

תנאי איכות



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים

-דפי מוצר-

זיהום אור

• ועידת המומחים של האגודה הישראלית למדע ואקולוגיה בשיתוף המשרד להגנת הסביבה ניסחו את המלצותיהם למניעת זיהום אור ולצימצומו⁵

• **ארגון 'אור מכוון'**⁶ מורכב מקבוצה של מתנדבים ששמה לה למטרה לקדם התייעלות אנרגטית בתאורת החוצות, לשפר את איכותה ולהקטין את הפגיעה באזרחים ובטבע שנגרמת על ידי זיהום האור. בשלב ראשון, הקבוצה מינתה צוות טכני מקצועי שביצע סקירת מצב התאורה הקיימת וסימן את המטרות שמהוות את הקווים המנחים לכל תכנון עתידי:

- הפסקת פליטת אור לכיוון האופק ומעליו.
- מניעת האור הפולש
- מניעת סינוור
- שימוש בגופי תאורה שיספקו תאורה אחידה ככל האפשר
- מניעת הארת יתר וכיבוי אוטומטי של תאורת חוצות כשאינה נחוצה
- שימוש באורכי גל שאינם פוגעים בטבע

רקע

• גופי התאורה יהיו בעלי הכוונת אור בזווית מרבית של 8 עד 45 מעלות מהאנך (מתחת לאופק)
• זווית ההארה ומבנה הפנס לא יאפשרו כל זליגת אור כלפי השמיים (מעל זווית של 90 מעלות).

תנאי סף

• אין

תנאי איכות

(5) [/http://www.isees.org.il/committee/light-pollution](http://www.isees.org.il/committee/light-pollution)

(6) [/http://www.ormekuvan.co.il](http://www.ormekuvan.co.il)



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים

-דפי מוצר-

אמצעי בקרה

• אמצעי בקרה יכולים להשיג חסכון נוסף אולם ציוד זה מוסיף מרכיבי עלות ומורכבות לפרויקטי תאורה.

רקע

• המדידות להשוואה בין ערכי תאורה מחושבים לבין ערכים בפועל ייערכו לאחר 100 שעות של הפעלה רציפה של מתקן התאורה.
• המדידות לאחר ההתקנה ייערכו כל 3 שנים.

תנאי סף

• אם בוחרים להתקין אמצעי בקרה, מומלץ לשקול הכנסת דרישה שתאפשר שדרוג/החלפה פשוטים של הבקרים ("פתח שדרוג קל").

תנאי איכות



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים



אלמנטים נוספים שיש לשקול במכרזים

המדריך לחסכון באנרגיה בתאורות כבישים ורחובות של משרד התשתיות, המרכז לשלטון מקומי ותכנית תג הסביבה של המשרד להגנת הסביבה, מציע שורת אמצעים נוספים לשיפור הביצועים האנרגטיים של גופי התאורה, ביניהם:

- בקר / מייצב מתח אינדיווידואלי לבקרת עוצמת התאורה
- שעון אסטרונומי להדלקה וכיבוי גוף התאורה בהתאם לשעות האור
- משנקים אלקטרוניים לבקרת עוצמת התאורה
- מערכות בקרה וניטור
- נורות אינדוקציה



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים



ניתוח כלכלי – מסקנות עיקריות

- **זמן החזר ההשקעה** של הנורה תלוי בעיקר בשני גורמים – עלות הרכש ועלות השימוש. עלות הטיפול בפסולת נמצאת באחריות ספק הנורות, לכן היא אינה מגולמת בניתוח הכלכלי.
- **עלויות חיצוניות**: בשל החסכון בצריכת החשמל והפחתת פליטת מזהמים וגזי חממה, נוצר גם חסכון בעלויות החיצוניות. עלויות בגין פליטות מזהמים ופד"ח של נורות נל"ג רגילות גבוהות ביותר מפי 2 מנורות נל"ג משודרגות, ובכמעט פי 3 יותר מנורות LED⁷.
- **עלויות חיצוניות בסוף חיי המוצר**: במסמך זה לא הערכנו את העלות החיצונית הכרוכה בטיפול בחומרים מסוכנים, מיחזור של רכיבים אלקטרוניים ועלויות הטמנה, בגלל העדר מקדמי עלויות חיצוניות בישראל לנושאים אלו.

סיכום: ישנה כדאיות כלכלית למעבר לפרויקט עם נורות לד או נורות נל"ג משודרגות. במסגרת הפרויקט נדרשת בחינה פרטנית בהתאם למאפיינים הספציפיים על מנת לקבוע כדאיות של לד או נל"ג משודרג.

(7) החישובים מבוססים על מסמך מיולי 2015 שנכתב על ידי משרד השיכון ומשווה נורות נל"ג לא חסכוניות (250 וואט) לנורות נל"ג משודרגות (חיסכון של 25% ולנורות LED (150 וואט).



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים



ניתוח כלכלי מפורט

מטרת פרק זה היא פירוט נרחב יותר של הניתוח הכלכלי העומד בבסיס תנאי המכרז המוצעים.

LCC) Life Cycle Cost): העלויות והתועלות לגוף הרכש ברכישת המוצר, דרך השימוש והתחזוקה, ועד לסיום השימוש וגריטת המוצר.

עלויות חיצוניות: עלויות חיצוניות הן עלויות שאינן מוטלות על הצרכן אלא על המשק או על משתמשים אחרים. ברם, לא תמיד ניתן לכמת באופן מדויק את הפער במונחים כספיים, הנובע מעמידה בתנאי ירוק כזה או אחר. פעמים רבות הפערים, הן LCC והן עלויות חיצוניות, תלויים במאפייני השימוש במוצר או משילוב של רכיבים בתוך מוצר ספציפי, באופן שאינו מאפשר לבדד את העלויות והתועלות הכלכליות הנובעות מתנאי מסוים. עם זאת, גם ללא כימות וחישוב מדויק, ניתן לאמוד ולהציג מגמה של השפעה סביבתית.

מקדמי הפליטה נלקחו מתוך הדוח הסביבתי של חברת החשמל 2012-2013. עלות החיצונית של ק"ג פחמן דו חמצני ושל מזהמי האוויר נלקחה מ"עדכון ערכי העלויות החיצוניות של מזהמי האוויר וגזי חממה ל-1.1.2016" של המשרד להגנת הסביבה.



הטמעת תנאים ירוקים במכרזים



Life Cycle Cost

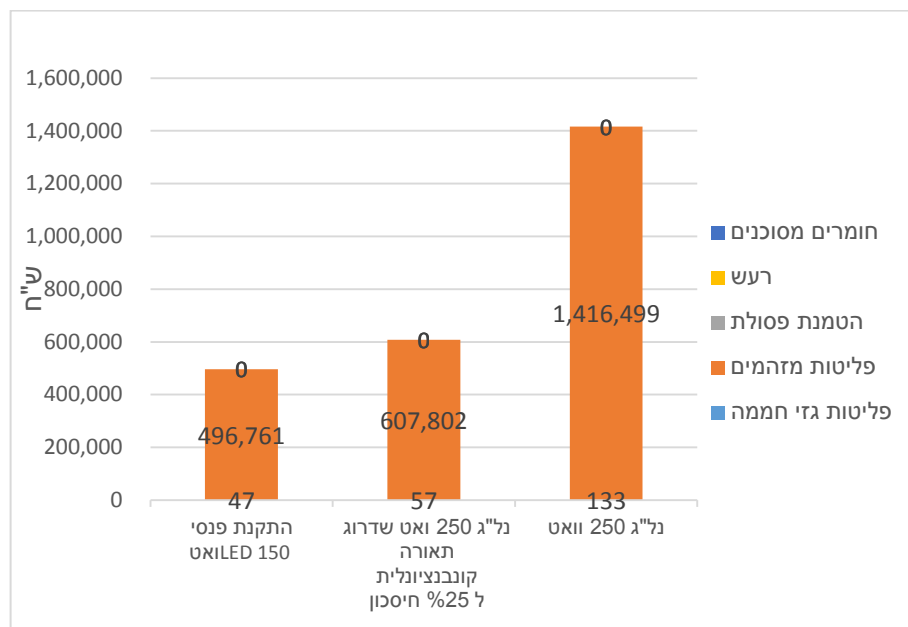
1. **עלויות רכישה: מחיר נורות LED גבוה משמעותית ממחיר נורות נל"ג.** בעבודה של משרד השיכון משנת 2015 נראה שכמעט חצי מן העלויות לתקופה של 12 שנות שימוש בנורות LED, מגיעות משלב הרכש ביחס לשליש או חמישית לנורות נל"ג משודרגות ולא משודרגות, בהתאמה.
2. **עלויות שימוש ותחזוקה: עלות גבוהה יותר לנורות נל"ג ומעט גבוהה יותר לנורות נל"ג משודרגות ביחס לנורות LED, בעיקר בשל פער בצריכת החשמל.**
3. **עלויות סוף חיים: לא הערכנו עלויות סוף חיים מכיוון שעל נורות חל החוק לטיפול סביבתי בצויד חשמלי ואלקטרוני ובסוללות, המטיל את אחריות הטיפול על היצרן/יבואן של הצויד ולכן גם העלויות ככל שתהיינה תושטנה עליו.**

הטמנת תנאים ירוקים במכרזים

-דפי מוצר-

עלויות חיצוניות

1. **הטמנת פסולת וחומרים מסוכנים:** עלויות הטיפול בפסולת (הטמנה של מעטפת הנורה ומחזור ציוד אלקטרוני) ועלויות הטיפול בחומרים מסוכנים לא חושבו בגלל חוסר מידע ומקדמים.
2. **הפחתת צריכת חשמל וגזי חממה:** הפער בצריכת החשמל מתורגם לפער בעלויות חיצוניות. עלויות בגין פליטות מזהמים ופד"ח של נורות נל"ג רגילות הינן גבוהות יותר מפי 2 מנורות נל"ג משודרגות וכמעט פי 3 מנורות LED (ראו גרף 1).



גרף 1: עלויות חיצוניות ל-12 שנים של מתקן בעל 1000 נורות

הטמעת תנאים ירוקים במכרזים



מקורות

EC, Lighting the Cities Accelerating the Deployment of Innovative Lighting in European Cities. April 2013

https://www1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/thermal_led_feb07_2.pdf

<http://energy.gov.il/Subjects/EnergyConservation/ECexpert/Documents/PierretGillesThornLighting.pdf>

<http://energy.gov.il/Subjects/EnergyConservation/ECexpert/Documents/InnaNissenbaumGuide.pdf>

EU GPP Criteria for Street Lighting & Traffic Signals

LED Street Light Research Project, Remaking Cities Institute, Pittsburgh, Pennsylvania, September 2011

<https://www.online.mod.gov.il/ConstructionSpec/pages/ManageVersion.aspx?SpecID=36>

The Swedish competition agency's procurement criteria for outdoor lighting

מצגת של פרויקט MED-ENEC בכנס של משרד התשתיות האנרגיה והמים

מפרט טכני ליישום תאורת לד בכבישים ובשטחים ציבוריים פתוחים. דוגמא לניתוח טכנו – כלכלי - מתקן חדש ומתקן קיים. משרד הבינוי. יולי 2015.

<http://energy.gov.il/subjects/energyconservation/ecexpert/documents/%D7%9E%D7%A4%D7%A8%D7%98%20%D7%98%D7%9B%D7%A0%D7%99%20%D7%95%D7%9E%D7%93%D7%A8%D7%99%D7%9A%20%D7%9C%D7%99%D7%99%D7%A9%D7%95%D7%9D%20%D7%AA%D7%90%D7%95%D7%A8%D7%AA%20%D7%9C%D7%93.pdf>