

# מהנייר אל הפועל

## תאורה ידידותית

## לסביבה בחברות

## תשתית הגדולות בארץ



צילום: גילי גוזני

ליהי ברקן [lihib@spni.org.il](mailto:lihib@spni.org.il)

# אור – הסיגנל העתיק ביותר

מחזור יומי + מחזור עונתי



- משך שעות האור / חושך
- טמפרטורה
- לחות
- קרינה

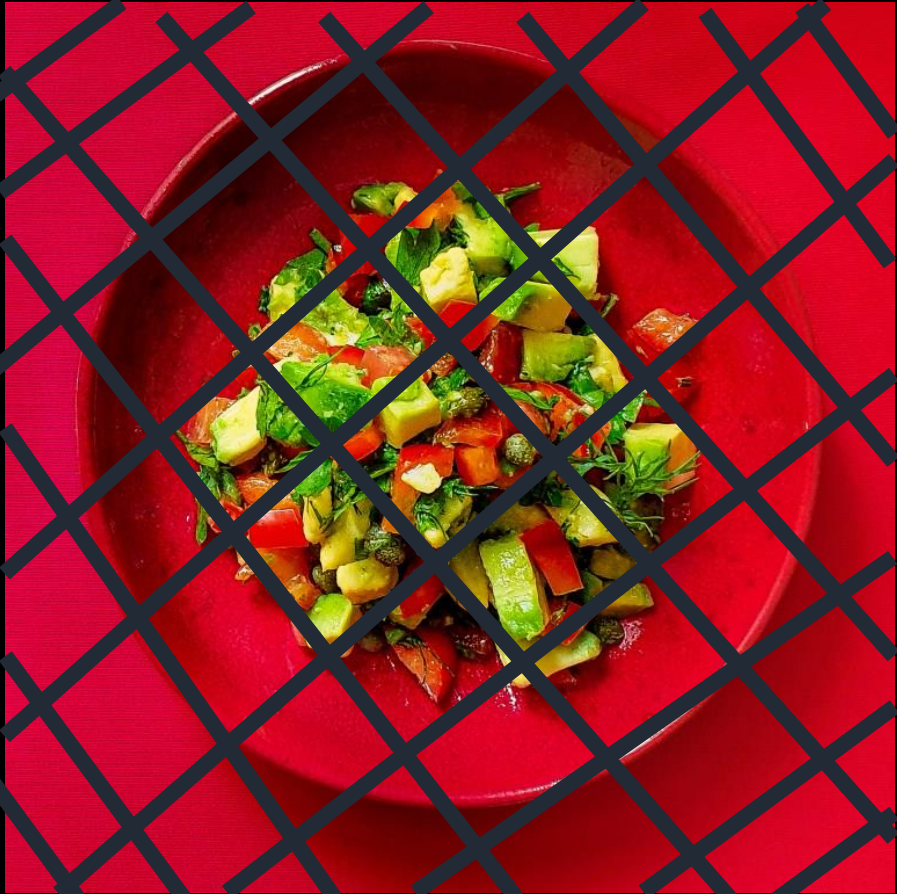


# אור – הסיגנל העתיק ביותר





# מה קורה בשמשחקים עם הכללים?



Constantinealexanders blog

# השפעות זיהום אור על עולם החי

- סנוור
- טריפה מוגברת
- שינוי בתזמון ומהלך רבייה
- הפסקת פעילות



ירבוע גדול

מאת - Николай Усик / <http://paradoxusik.livejournal.com/> -  
CC BY-SA מעלה היצירה 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=23088452>



חפרית מצויה

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Syrische\\_Schaufelkr%C3%B6te.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Syrische_Schaufelkr%C3%B6te.jpg)





# השפעות זיהום אור על עולם החי

סביבה חופית



צב ים ירוק, צילום: יניב לוי



החברה להגנת הטבע  
שומרים. מחנכים. אוהבים



רשות  
הטבע  
והגנים

המשרד להגנת הסביבה

**טבע BIZ**  
עסקים שומרים על המגוון הביולוגי

# השפעות זיהום אור על עולם החי

סביבה חופית





# לאור אין גבולות

## פנס בודד יכול לשנות

## מערכת אקולוגית שלמה

איך?

מתיו?

האם?

תאורת גדר המכללה הלאומית לשוטרים שלוחת נעורים, צילום: שחר מט



החברה להגנת הטבע  
שומרים. מחנכים. אוהבים



רשות  
הטבע  
והגנים



המשרד להגנת הסביבה

**טבע BIZ**

עסקים שומרים על המגוון הביולוגי



# תאורה ידידותית לסביבה

איפה היינו ומה כבר עשינו?

# WIN

# WIN



צילום: אלון רוטשילד



✓ התייעלות אנרגטית וחסכון כלכלי

✓ יצירת מפרט סטנדרטי לתאורה

סביבתית

• חסכון בזמן ומשאבים בתכנון

התאורה

• הסכמות מול הגופים הירוקים -

חסכון בזמן ומשאבים לאורך הליכי

התכנון והרישוי



החברה להגנת הטבע  
שומרים. מחנכים. אוהבים



רשות  
הטבע  
והגנים



המשרד להגנת הסביבה

**טבע BIZ**

עסקים שומרים על המגוון הביולוגי





תשתיות נפט ואנרגיה בע"מ  
קו מוצרי דלק בע"מ

תש"ן - SHOW ME THE MONEY

תאורה מקורית – יותר מ 100 מ' לתוך השטח הטבעי







תשתיות נפט ואנרגיה בע"מ  
קו מוצרי דלק בע"מ

# תש"ן - SHOW ME THE MONEY

תאורה חדשה – רצועה של 10 מ' בלבד



- 90% חיסכון בתצרוכת החשמל
- חיסכון תפעולי ותחזוקתי של 62,000 ₪ בשנה
- אורך חיי גוף התאורה ארוך יותר - 80,000 שעות
- 135 דונם של שטח פתוח – הפך לשטח ללא זיהום אור
- יישום בכל מתקני תש"ן – עד

2021



## תהליך עבודה של שנתיים:

- ✓ שיתוף כלל הגורמים הרלוונטיים במקורות:  
ביטחון, בטיחות, תפעול, סביבה, הנדסה
- ✓ שת"פ ומימון לתהליך הייעוץ ע"י הגופים הירוקים
- ✓ ייעוץ מקצועי בתחום התאורה והאקולוגיה



# נושאים אשר קבלו מענה במהלך הפרויקט

מתקנים קיימים

מיפוי מתקנים ברגישות אקולוגית

החשכת מתקנים

פיילוט לשדרוג תאורה קיימת

שדרוג תאורת מתקנים קיימים

מתקנים חדשים

כתיבת הנחיות לתכנון תאורה


ידידותית לסביבה

"הוראות מהנדס ראשי"

והטמעתן

# מתקנים חדשים

## הטמעת הנחיות לתכנון תאורה מושכל בהוראות מהנדס ראשי

דף 1 מתוך 19	מועד חידוש המפרט: 08.2025		הוצאה: <u>1</u> תאריך: 08.2020	הוראת מהנדס ראשי מס.: 612.00X הוראת נוהל	
אישר	ביקר	ערך		מסמכים נלווים:	הנושא:
י. יעקובי	ל. סגל	א. פלצב	שם/תפקיד:	נספח א', ב', ג', ד', ה', ו', ז'	הנחיות לתכנון
			חתימה:		מערכות תאורה
			תאריך:		במתקני מקורות

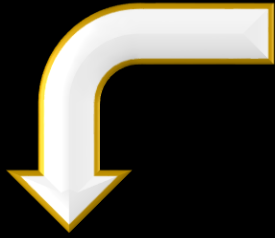


מתקנים חדשים

# היבטים הנכללים בהוראות

## מהנדס ראשי

# חלוקה לסוגי מתקנים



מתקן מאויש

נוכחות קבועה של אדם



מתקן ביטחוני/אסטרטגי

התפלת מים

אזורים חיוניים = תאורה אוטומטית

אזורים לא חיוניים = בפקודה מרחוק /

מקומי ידני

קב"ט  
מרחבי

כל התאורה תופעל בפקודה

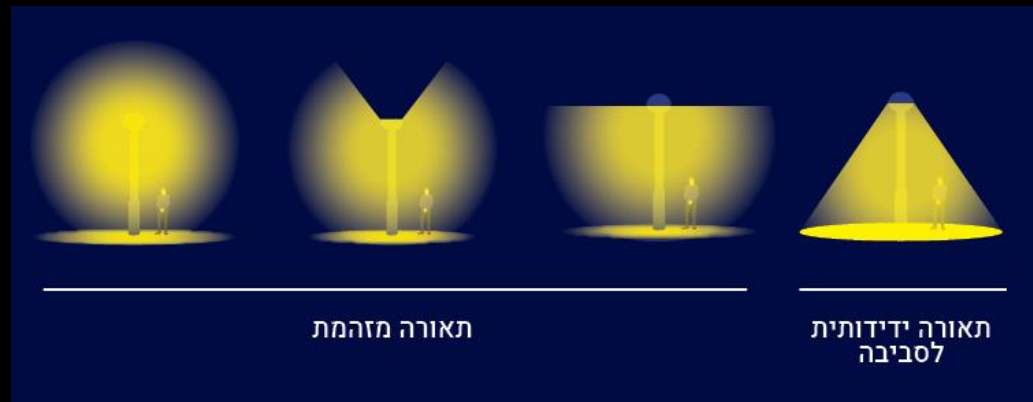
מרחוק / מקומי ידני בעת הצורך

מתקן לא מאויש

ללא נוכחות קבועה של אדם

# כיוון התאורה

תאורה לא תזלוג לאופק ולרקיע



<http://www.schreder.com>



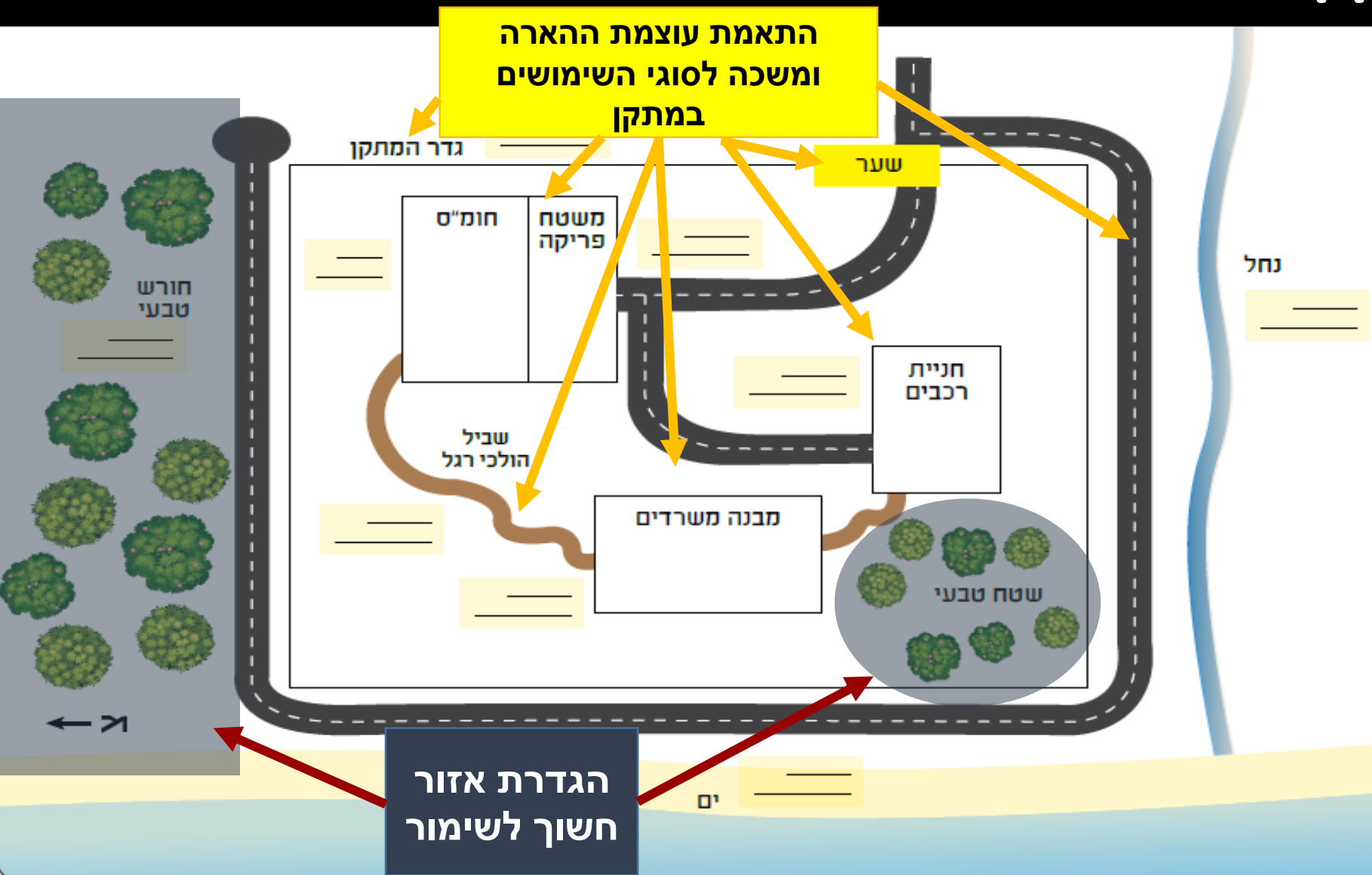
# כיוון התאורה

תאורה תכוון לאזורים הנדרשים בהתאם לדרישות סוג השימוש



<http://www.schreder.com>

# עוצמת התאורה



הוגדר מקסימום עוצמת הארה עד 20% תוספת מערך המינימום המופיע בתקנים

# עוצמה וכיוון התאורה = הגדרת מרחק זליגת התאורה

## זליגת אור מתאורת כביש

### תאורה קדמית

מרחק מגוף התאורה		עוצמת ההארה <b>האופקית</b> המקסימלית
גובה העמודים	גובה העמודים	
6-8 מטר	3.5-5 מטר	5 לוקס
11 מטר	8 מטר	1 לוקס
18 מטר	10 מטר	0.3 לוקס
25 מטר	15 מטר	0.1 לוקס
30 מטר	18 מטר	

### תאורה אחורית

מרחק מגוף התאורה	עוצמת הארה <b>אופקית</b> מקסימלית
7 מטר	1 לוקס
8 מטר	0.3 לוקס
10 מטר	0.1 לוקס








## זליגת אור מתאורת גדר

מרחק מגוף התאורה	עוצמת ההארה האנכית המקסימלית (גובה 1.5 מ')
5 מטר	1 לוקס
6 מטר	0.3 לוקס
8 מטר	0.1 לוקס מצלמה
10 מטר	0 לוקס

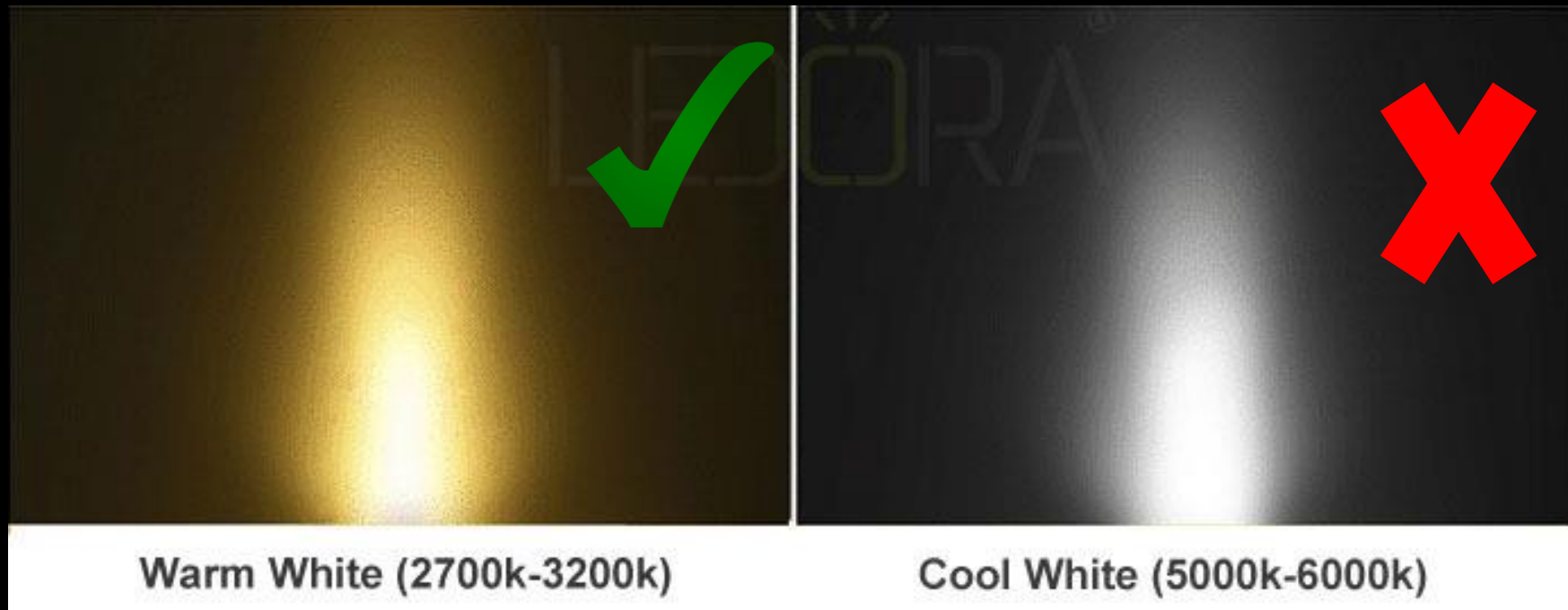




# נבנה מאגר גופי תאורה

דגם מוצע (III)	דגם מוצע (II)	דגם מוצע (I)	סוג שימוש
<p>Vizulo</p>  <p>Stork Litle Brother LO2</p>	<p>Le techika Luxtella OP</p>  <p>A</p>	<p>Intec</p>  <p>Future ver B</p>	<p>כביש / חניה / שערים / רחובות / גדר / מאגר / מטמ"ש / מודולים</p>
<p>Vizulo</p> <p>Stork Litle Brother LO2</p>	<p>Le techika Luxtella OP</p> <p>A</p>	<p>Intec Future ver B</p>	<p>שביל</p>
	<p>Thorn</p>  <p>Piazza II LED</p>	<p>AGC</p>  <p>Hipack Wall</p>	<p>מבנה</p>
	<p>IBV Xtrude 790 Lite</p>  <p>version</p>	<p>Thorn</p>  <p>FEROS Heavy duty version</p>	<p>מחסנים/סככות</p>

## שימוש בגוון חם - צהבהב (2700 קלווין)



[https://www.alibaba.com/product-detail/360-degree-2200K-2700K-3000k-6000k\\_60300757278.html](https://www.alibaba.com/product-detail/360-degree-2200K-2700K-3000k-6000k_60300757278.html)

# היבטים נוספים

דרישות  
אדריכליות

עלות התקנה  
ותחזוקה

גובה עמודים

צמצום  
פליטות CO2

חסכון אנרגטי

נוחות עבודה



## חזון חדש – הארה רק היכן ומתי שנדרש

תאורה נדרשת לאורך כל שעות הלילה רק:

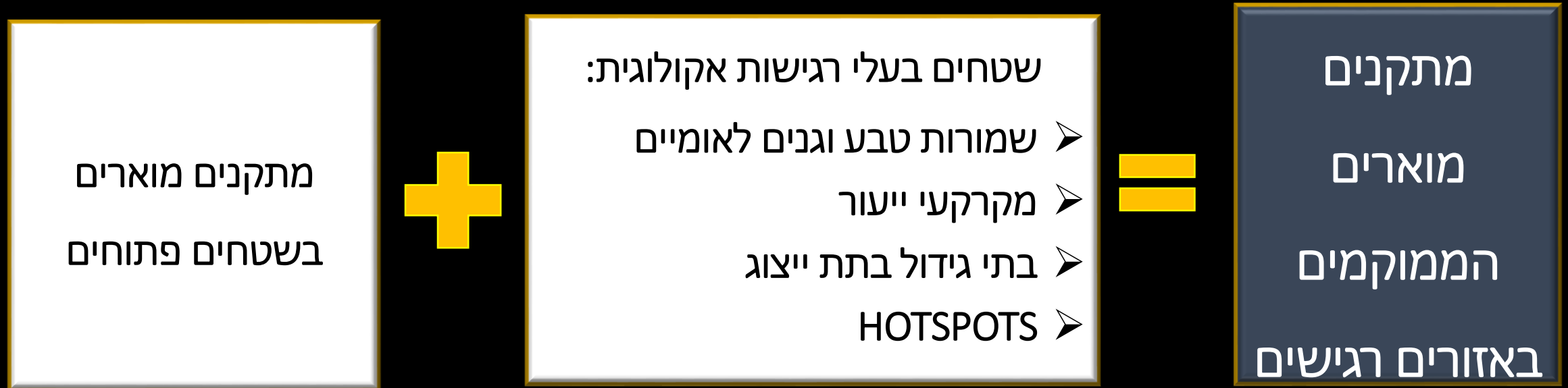
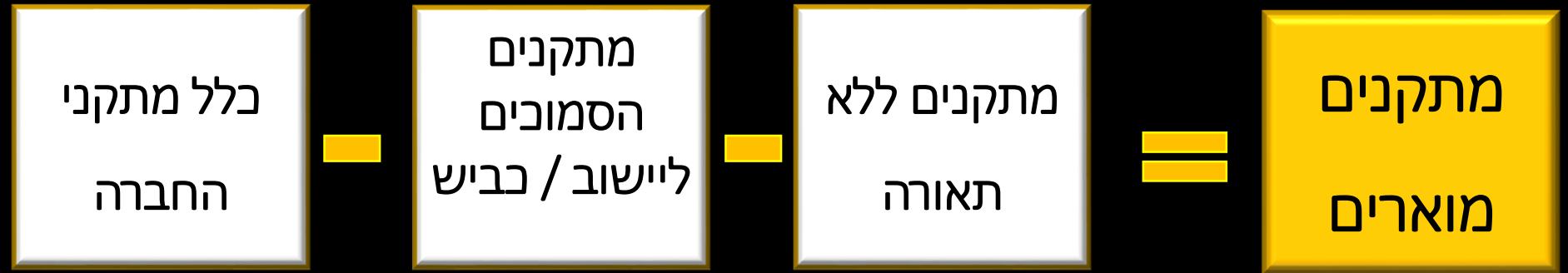
- במתקנים אסטרטגיים - התפלה
- במתקנים בהם קיימות מצלמות אבטחה

יתר המתקנים ניתנים להחשכה, ויוארו בעת הצורך בלבד



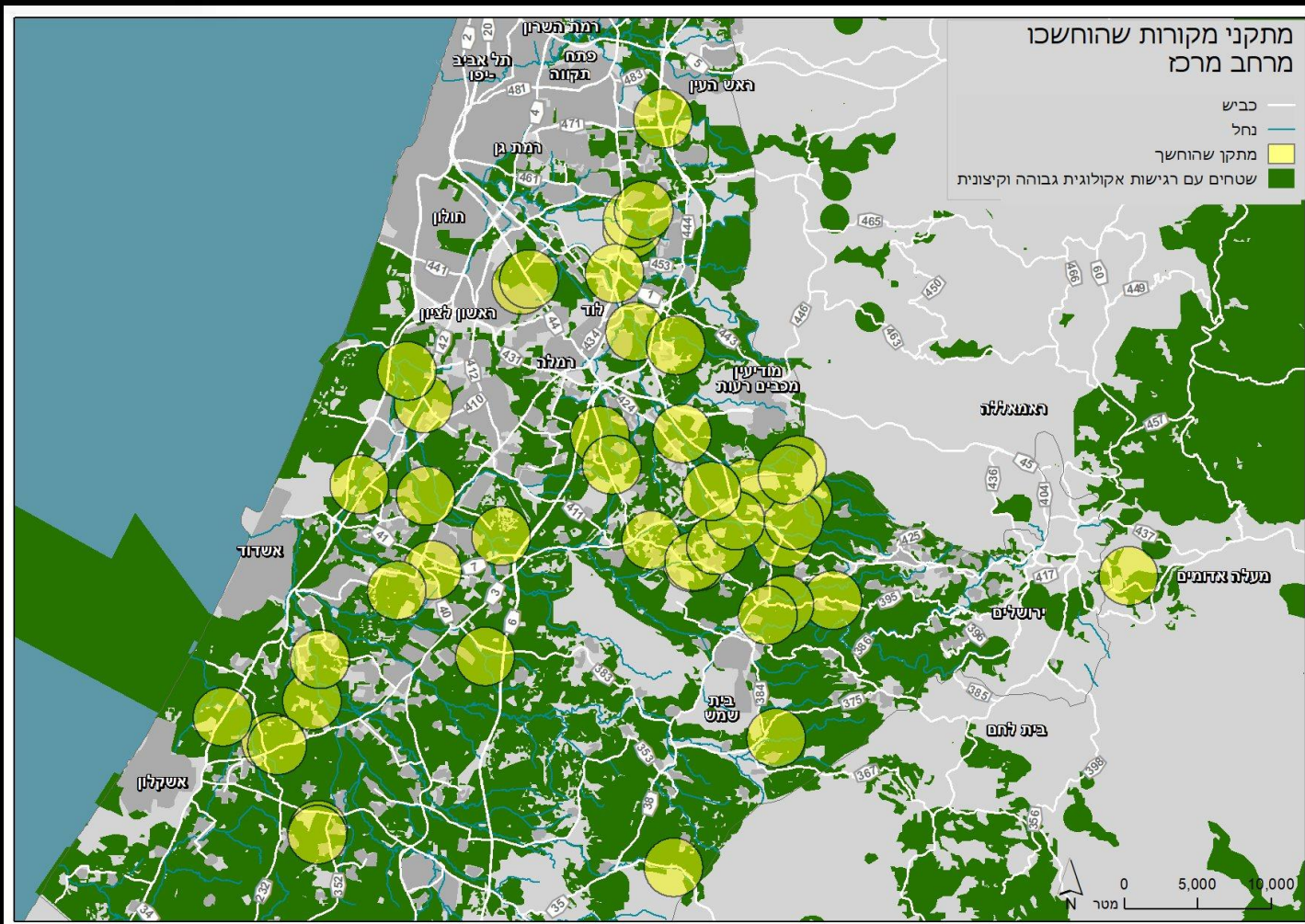
# מתקנים קיימים

## זיהוי אזורים בעלי רגישות אקולוגית בהיבטי זיהום אור





# תוצרי הפרויקט - החשבת מתקנים קיימים



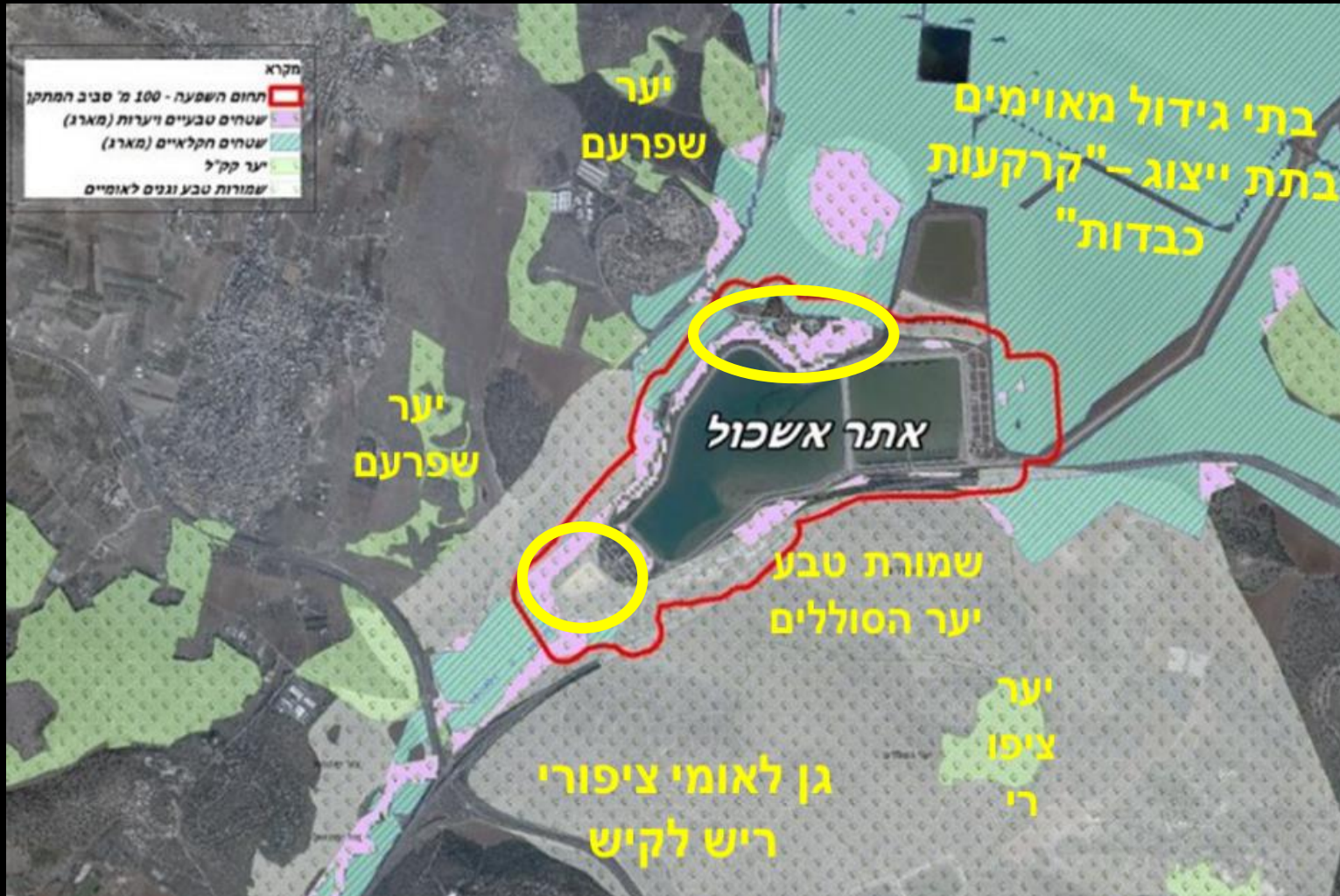
66 מתקנים מתוך 167

החזר השקעה = פחות משנה





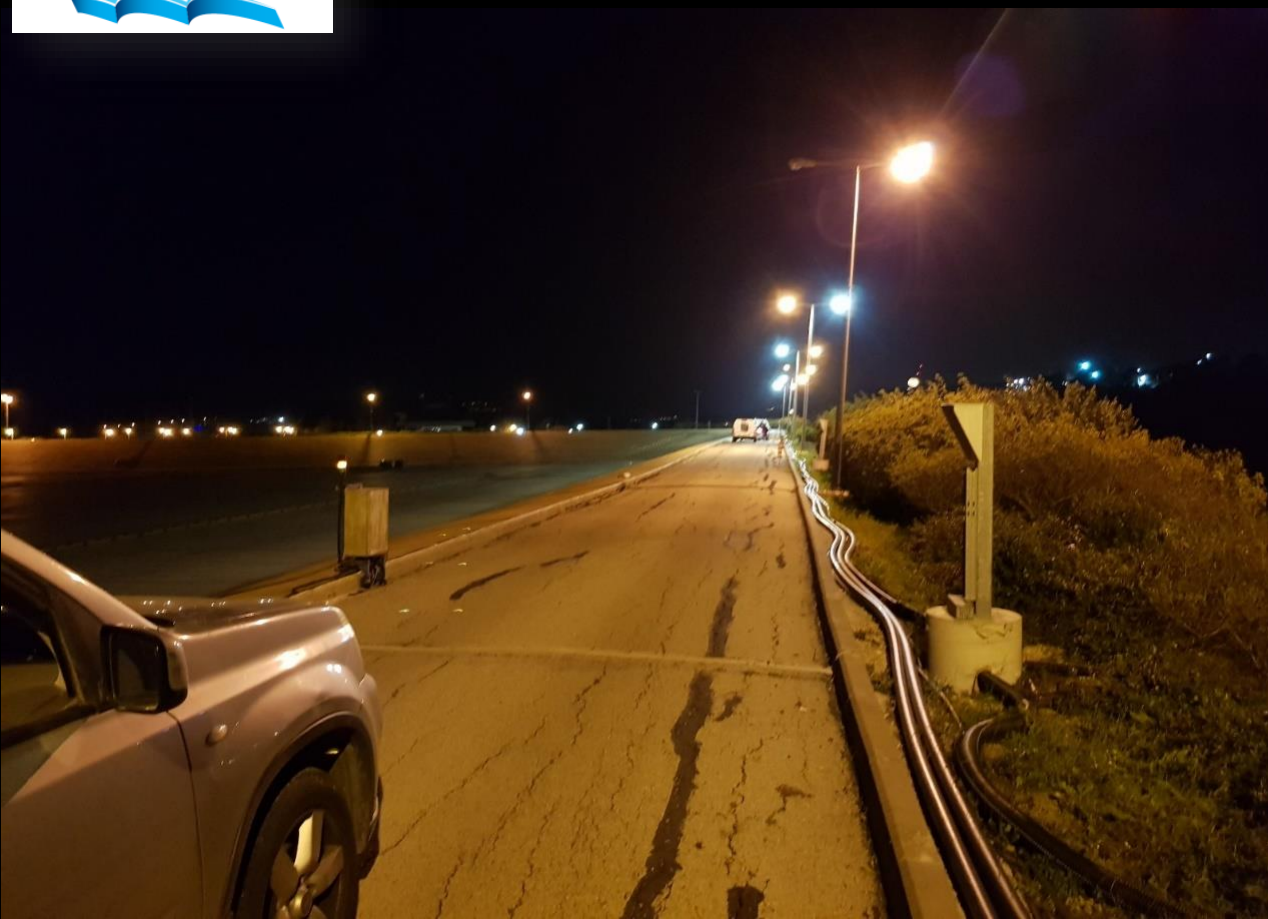
# שדרוג תאורה – פיילוט אתר אשכול



# תוצרי הפרויקט - שדרוג תאורה באתר אשכול



צמצום משמעותי במספר גופי התאורה  
(כביש סובב מאגר)



# תוצרי הפרויקט - שדרוג תאורה באתר אשכול



צמצום משמעותי במספר גופי התאורה  
(כביש סובב מאגר)

צמצום של כ 85% בצריכת החשמל

עמידה בדרישות תפעוליות וביטחוניות תוך  
שיפור אחידות ההארה

כ- 33 דונם של שטח פתוח הפך להיות שטח  
ללא זיהום אור

החזר השקעה תוך כשנתיים





# תאורה ידידותית לסביבה בכבישי נתיבי ישראל



# תוצרי הפרויקט – תאורה ידידותית לסביבה בכבישי נתיבי ישראל

מפרטים טכניים

לתכנון תאורה ידידותית לסביבה

הוטמעו בנהלי החברה



# תוצרי הפרויקט – הגדרת דרישות ברורות ושימות עבור כלל מחזיקי העניין

הערות	מרחק האחה מקסימלי לחריגה בסת הצורך*	מרחק הארה רצוי	מיקום עמודי התאורה	הגדרת טיפוס הכביש	טיפוס הכביש
ישים כיום עבור עמודי תאורה בגובה 12 מ'	24 מ'	8 מ'	צד הדרך	דרך דו מסלולי חד נתיבית	
ישים כיום עבור עמודי תאורה בגובה 12 מ'	24 מ'	15 מ'	2 צדי הדרך	דרך דו מסלולית, דו נתיבית	
ישים כיום עבור עמודי תאורה בגובה 15 מ'	38 מ'	32 מ'	2 צדי הדרך	דרך דו מסלולית, ארבעה נתיבית	

\* יש לתכנן בהתאם למרחק הארה הרצוי. תכנון בהתאם למרחק הארה המקסימלי יבוצע כתוצאה מחוסר יכולת לעמוד בדרישות הבטיחות והביטחון עם מרחק הארה הרצוי.

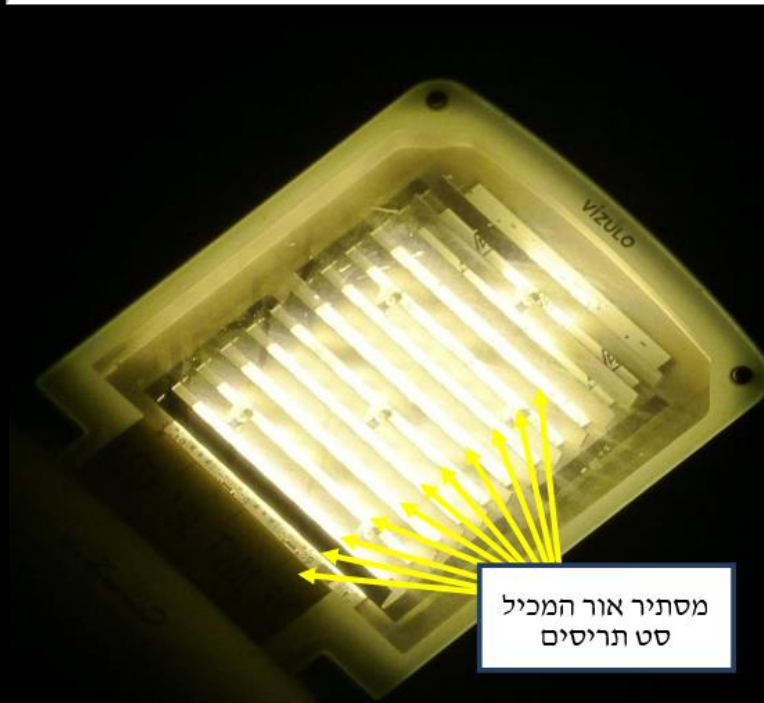
# תוצרי הפרויקט – הגדרת דרישות ברורות ושימות עבור כלל מחזיקי העניין

## הגבלת אור אחורי

שימוש במסתיר אור אחורי מכאני



שימוש במסתיר אור אחורי מקורי של היצרן





# תוצרי הפרויקט – הגדרת דרישות ברורות ושימות עבור כלל מחזיקי העניין



צילום: נעם לידר

הגדרת מיקום

העמודים כך שזליגת

האור תהיה מינימלית

לשטח הרגיש

שילוב טופוגרפיה

בעת חישוב התאורה



החברה להגנת הטבע  
שומרים. מחנכים. אוהבים



רשות  
הטבע  
והגנים



המשרד להגנת הסביבה

**טבע BIZ**

עסקים שומרים על המגוון הביולוגי

# תוצרי הפרויקט – הגדרת דרישות ברורות ושימות עבור כלל מחזיקי העניין



הגדרת מיקום

העמודים כך שזליגת

האור תהיה מינימלית

לשטח הרגיש

שילוב טופוגרפיה

בעת חישוב התאורה

צילום: נעם לידר



החברה להגנת הטבע  
שומרים. מחנכים. אוהבים



רשות  
הטבע  
והגנים



המשרד להגנת הסביבה

**BIZ טבע**

עסקים שומרים על המגוון הביולוגי

# תוצרי הפרויקט – הגדרת דרישות ברורות ושימות עבור כלל מחזיקי העניין

## 4. דרישות לרמות איכות תאורת דרכים

**4.1** דרישות לרמת איכות תאורה תיהנה בין גבולות **המינימום הנדרש** מבחינת תקנים / הנחיות משרד התחבורה **לבין המקסימום** מבחינת איכות הסביבה אשר **לא יעלה על תוספת של 20% מערך המינימום הנדרש**. הנחיה זו מתייחסת לכבישים באזורי סיכון ובאזורים רגילים. הטבלה להלן מתארת דוגמה של דרישות לבהיקות המיסעה  $1.5 \text{ cd/m}^2$  ועוצמת הארה 30 לוקס.

ערך נדרש		הערכים בתכנון תאורה באזורים בעלי רגישות אקולוגית	מס'
מקסימום המומלץ מבחינת איכות הסביבה	מינימום הנדרש על-פי משרד התחבורה		
עד 1.8 לא יותר	1.5 לפחות	בהיקות המיסעה ממוצעת ( $\text{cd/m}^2$ )	4.1
עד 36 לא יותר	30 לפחות	עוצמת הארה ממוצעת באזורי סיכון (lux)	4.2

# סיווג שטחים לאזורי רגישות אקולוגית – גבוהה וקיצונית

## הגדרת שטחים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה

רשימת מקורות	הסיבה לבחירת השטחים הרגישים	סוגי השטחים בעלי רגישות אקולוגית
<ul style="list-style-type: none"> <li>לידר (2008) LoNNe Statement for NPAs (2016)</li> </ul>	אזורים המהווים שטחים פתוחים המייצגים היטב מערכות אקולוגיות ערכיות, מוגנות ומנוהלות ברמת שימור גבוהה. כמו כן, תפקידן החשוב של שמורות טבע בשימור המגוון הביולוגי תלוי בשימור משטרי התאורה הטבעיים ולכן הן מקבלות תעדוף עקרוני.	<p><b>1. שמורות טבע וגנים לאומיים (תמ"א 8)</b> [שכבת שמורות וגנים של רט"ג מעודכנת לפברואר 2018 עפ"י תמ"א 8 - שמורות וגנים מוכרזים, מאושרים, מופקדים ומוצעים]. עם עדכון שכבת המידע השנתי לתוסף שכבת שמורות מאושרות בתוכניות מחוזיות ומקומיות.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>רותם ועמיתיו (2016)</li> <li>רון ועמיתיה (2019)</li> </ul>	בתי גידול מאוימים הינם יחידות אקולוגיות בעלות חשיבות גבוהה לשמירה על המגוון הביולוגי המייצגים אזורים נדירים ומאוימים.	<p><b>2. בתי גידול מאוימים.</b> יחידות אקולוגיות בתת-ייצוג (למעט הכינרת, המוגדרת כבית גידול לח בעל רגישות קיצונית) [ישויות נבחרות משכבת מערכות אקולוגיות של רט"ג לפי עבודה של רותם ועמיתיו (2016) + ישויות נבחרות משכבת יחידות אקולוגיות בנגב לפי עבודה של רון ועמיתיה (2019)]</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>אוסס ועמיתיו (2014)</li> </ul>	שטחי יער טבעי ונטע אדם המנוהלים ע"י קק"ל וכוללים בחלקם ערכי טבע ייחודיים. הרגישות האקולוגית של שטחי היער חולקה לשתי רמות, אך ההתייחסות אליהן בטיפול בתאורה יהיה זהה: א. יער טבעי לשימור (חורש טבעי, שיחים וכני שיח), יער פארק קיים ומוצע יער בגדות נחלים. ב. יער נטע אדם, שטחים מעובדים ומטעים.	<p><b>3. יערות / מקרקעי יישוב</b> [שכבת גבולות יערות של קק"ל מעודכנת לנובמבר 2017 עפ"י תמ"א 22]. עם עדכון שכבת המידע השנתי לתוסף שכבת היערות בתמ"א 1.</p>

## הגדרת שטחים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית

רשימת מקורות	הסיבה לבחירת השטחים הרגישים	סוגי השטחים בעלי רגישות אקולוגית
<ul style="list-style-type: none"> <li>Davies et al (2015)</li> <li>Rodrigues et al. (2012)</li> </ul>	סביבה המכילה אורגניזמים ימיים (דגים, צבי ים, אלמוגים, פלנקטון, קיפודי ים וכו') שזיהום אור משפיע אצלם על תהליכי רבייה, פיזיולוגיה, נדידה וחיפוש מזון, ויכול להוביל לשינויים במגוון הביולוגי.	<p><b>סביבה חופית (ים תיכון, מפרץ אילת)</b> [תחום של 300 מי שיימדד מקו החוף של הים]</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>לידר (2008)</li> <li>רותם ועמיתיו (2016)</li> <li>טבלה 1 ומפת צווארי בקבוק. אחירון-פרומקין (2012)</li> </ul>	בתי גידול התומכים במגוון ביולוגי רחב של חי וצומח אקוטי, נדיר בחלקו, ומושכים בעלי חיים יבשתיים רבים העושים בהם שימוש לתנועה במרחב, תזונה, שתיה ורבייה. לזיהום אור השפעות שליליות על תהליכי רבייה, תנועה, טריפה ועוד (למשל, במיני דו-חיים).	<p><b>בתי גידול לחים (כינרת, מעיינות, נחלים, בריכות חורף וכו')</b> [שכבה של המארג ורט"ג משנת 2014 לפי דוח מצב הטבע של המארג, קפלן ופרדמן, 2014]</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Longcore, &amp; Rich (2004)</li> <li>Wise (2007)</li> <li>Voigt et al. (2018)</li> </ul>	צוואר בקבוק הוא אזור בו המסדרון האקולוגי נהפך צר עקב צמצומו ע"י בינוי ו/או תשתיות (כבישי אורך ורוחב ראשיים, מסילות ברזל או מבצלות אנתרופוגניות אחרות). לאזורים אלו חשיבות עליונה בשמירת רציפות השטח, ולכן דורשים תשומת לב מיוחדת ע"י יצירת מעבר הכרחי לבע"ח שמאפשר חציה.	<p><b>צווארי בקבוק ומעברים הכרחיים במסדרונות אקולוגיים</b> [שכבת מעברים הכרחיים של רט"ג מעודכנת לשנת 2018]</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>IDA- International Dark-Sky Association</li> </ul>	משכנות עטלפים הינם אזורי המנוחה והלינה של העטלפים ואתרי שיחור מזון הינם אזורים בהם הם מתרכזים לציד ותזונה, שימוש בתאורה ישפיע בצורה שלילית על פעילותם ביציאה ובחזרה לאזורים אלו ועלול להגביר את סיכונם לטריפה.	<p><b>משכנות עטלפים ואתרי שיחור מזון</b> [שכבה של החברה להגנת הטבע, מרכז היונקים בישראל]</p>
	שמורות אור כוכבים IDA (International Dark Sky Association) בהם שמי הלילה נמצאים במצבם הטבעי מבחינת עוצמות הארה.	<p><b>שמורות אור כוכבים</b></p>



# סיווג שטחים לאזורי רגישות אקולוגית – גבוהה וקיצונית

testUser סביבת

Adi Somech

חיפוש חופשי

יישומים

התרי חציה

ציור חופשי

מדידה

הודעות

מקד

השכבות שלי

השכבות שלי

הסרת כל השכבות

צמצום שכבות

כבוי שכבות

רגישות אקולוגית - כבישים

ערכיות גבוהה

ערכיות קיצונית

מקטע סמוך ליישוב

רגישות אקולוגית - אזורים

הוספת שכבות

1:250,000 X: 234388 Y: 712520

מחלקת GIS

# תוצרי הפרויקט – תאורה ידידותית לסביבה בכבישי נתיבי ישראל

שילוב מפרטים טכניים במכרז  
ארצי להחלפת גופי תאורה קיימים



נספח ח' - מפרט טכני לצמצום זיהום אור באזורים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית

1. מקור האור

1.1 ייעשה שימוש במקורות אור מבוססי טכנולוגיית LED בעלי גוון אור חם, כאשר טמפרטורת צבע האור תהיה  $K2700 \pm 10\%$ .

1.2 באזורים מיוחדים כדוגמת אזורים המוגדרים כשמורת אור כוכבים ע"י ה IDA או

מפרט טכני מיוחד – מסמך ב'

מכרז מס' 1/20

מכרז להסבת גופי תאורה מנל"ג לגופי תאורה LED, מתן שירותי אחזקה למערכות מתקני חשמל ותאורה וביצוע עבודות יזומות

# תוצרי הפרויקט - פיילוט שדרוג תאורה בצומת סמר



צילום: אלכס גולדין

צומת סמר לפני שדרוג התאורה

## אזור בעל רגישות אקולוגית גבוהה

- מסדרון אקולוגי
- שמורת טבע יוטבתה
- בתי גידול בתת ייצוג בשמורות טבע (מלחות מדבר בנגב ובערבה, וחולות פנימיים בנגב ובערבה).



# תוצרי הפרויקט - פיילוט שדרוג תאורה בצומת סמר

36 דונם חזרו לחושך  
טבעי

נוטרלה תרומת  
אזורים אלו לזהירות  
רקיע וזיהום אור  
אסטרונומי

טרם שדרוג תאורה





# תוצרי הפרויקט - פיילוט שדרוג תאורה בצומת סמר

36 דונם חזרו לחושך  
טבעי

נוטרלה תרומת  
אזורים אלו לזהירת  
רקיע וזיהום אור  
אסטרונומי

לאחר שדרוג תאורה



המידע קיים

WIN

עכשיו יש לאמצו ע"י גופים נוספים

WIN

כך שכולם יצאו נשכרים

הטבע

גופי התשתית



# תודה רבה

➤ נציגי חברות התשתיות: תש"ן,

מקורות ונתיבי ישראל

➤ יועצי הפרויקטים: גילי גוזני, אינה

ניסנבאום, אלכס גולדין ואלדד

אלרון

➤ נציגי רט"ג, הג"ס וחלה"ט



צילום: גילי גוזני

ליהי ברקן [lihib@spni.org.il](mailto:lihib@spni.org.il)



החברה להגנת הטבע  
שומרים. מחנכים. אוהבים



רשות  
הטבע  
והגנים



המשרד להגנת הסביבה

**טבע BIZ**

עסקים שומרים על המגוון הביולוגי