



קוד אקולוגי – תאורה ידידותית לסביבה

מדרידז' למתכנן  
**שמירה על חשכת  
הלילה בשטחים  
הפתוחים**

מיפוי ומצעור זיהום אור בתחום תשתיות

יוני 2022

## גופים שותפים למדרך: המשרד להגנת הסביבה, החברה להגנת הטבע, רשות הטבע והגנים.

כתיבה ועריכה: אדר' דניאללה וטין - תחום תכנון סביבה, חברת אביב AMCG | חן חפץ - תחום תכנון סביבה, חברת אביב AMCG | ד"ר אינה ניסנបאום - יועצת תאורה לפROYKT | נספח 1 - פרק הערכת ריגושות אקוולוגיות מרוחבית לזיהום אוור-לייהי ברקן, החברה להגנת הטבע | נספח 4 - השפעת גוון האור על עולם החי והצומח - ד"ר רז תמייה.

**ਐוריום:** אילנה בן-דוד - אביב AMCG  
**צללים תמורה השער:** גילי גוזני  
**עיצוב:** מיטל מנהם, WE AMOR

**חברי הוצאות המקצועית:** המשרד להגנת הסביבה : ד"ר אנה טרכטנברוט - ראש תחום מגוון ביולוגי, פרופ' סטיליאן גלברג - ראש אגף מניעת רעש וקרינה, יהונתן אלעזר - ראש תחום רישוי בנייה ועדות מקומית. החברה להגנת הטבע : אלון רוטשילד - מנהל תחום המגוון הביולוגי, לייהי ברקן - רכזת עסקים ומגוון ביולוגי, דרוור בוייל - תחום תכנון אגף שימור סביבה וטבע. רשות הטבע והגנים: ד"ר נעם לידר - מנהל אגף אקולוגיה, שירה בנארדי - אגף תשתיות ונוף.

**נקש להודות גם לכל שאר המשתתפים שתרמו מזמן בועדת העבודה, ישיבות עבודה, במפגשי היועצות ובהתיחסות לחומרם.** תודה מועה לדותן רותם, ניר אנגרט ולהל זוסמן מרט"ג, אסף זנזרו מהחברה להגנת הטבע, גילי גוזני מקבוצת אוור מכון, איליה גולדמן, נעמה מגורי - כהן ואורן עגמי מהמשרד להגנת הסביבה, עדי סילברמן, ראש תחום יישותית במטה התכנון, נילי מלכה, לייאת רודד ועומר כהנא מחברת אביב AMCG.

יוני 2022

## עיקרי הדברים

רקע - זיהום או רשת גראף סביבתי

זיהום או רשת עקרונות התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רשת עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

נספחים

נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ למתקני תשתיות

עיקורי הדברים

רקע - זיהום אוור כאתגר סביבתי

זיהום אוור ומערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור  
- עשרה עקרונות התכנון

תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום אוור  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור  
במהלכי התכנון - תרשימי דרומה

נספחים

נספח 1  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיודותית לסביבה, בתכנון תאורות חוות  
למתקני תשתיות

”

**מדרש אילו ברות,  
מרחוק נשור כוכב,  
משאלות ליבי בחושך  
נרשומות עכשיין.  
אנא, שמור לי  
על כל אלה..”**

נעמי שמר

# עיקרי הדברים



צילום: גילי גוזני

## עיקרי הדברים

וכוכבים הם ערך נוף ותרבותי אשר אנו הולכים ומבדים במהירות במדינתנו הצפופה.

המדריך מתמקד בהארת תשתיות וمتקנים הנדסיים בסמוך לשטחים הפתוחים. תשתיות אלו כוללות מתקנים לאספקת מים, מתקנים לטיהור שפכים, תחנות משנה ברשת החשמל, מתקני אנרגיה כגון מתקני הולכה, חוות מיכלי דלק, מתקני הפחתת לחץ לגז, תחנות כוח, מתקני אנרגיה מתחדשת כגון מתקנים פוטו-וולטאים, מתקני אגירה, ותשתיות אorrectיות כגון דרכיים ומסלולים וצירים תחבורהתיים אחרים. מניעת זיהום האוויר מובאות כשיעור תכוני בעת הדין על אישור תכנית למתוך מואר בשיח רישי אקולוגי, בהתאם לכך מובאים קיריטוריונים לבחינת ריגושים המרחב לתאורהليلית וככלים למונור השפעה. על אף התמקדות המדריך בתשתיות, ניתן להסביר מעקרונות המדריך לגבי כל סוג פיתוח המתכוון להיות מואר בסמוך לשטחים הפתוחים, בכפוף לההתאמות הרלוונטיות.

תאורה מלאכותית יכולה לספק בטיחות, נוחות, פרודוקטיביות ותחושת ביטחון לאדם - בשעות בהן אין או טבאי. לעיתים הארה זו היא כורחה המציאות, אך פעמים רבות היא מיותרת או מוגזמת. בכך להן על הסבבה הלילית, פרקי המדריך מנהים כיצד לשפוט האם התקנת תאורה חיצונית מוצדקת ותקפה. נוספת על כך, הם מציגים התפתחות טכנולוגית של מערכות אבטחה וניהול הארה המאפשרות מגוון פתרונות דלות הארה, בעוד השפעה מינימלית על הסביבה.

המדריך מנסה שכאשר נדרש תאורת לחץليلית להבטחת הביטחון, הבטיחות והטיפול - ניתן לעצבה בחוכמה - כך שהאורה יגיעה רק **למקום שהוא נדרש, בגין הנדרש, בעוצמה הנדרשת ובשעות הנדרשות, וכך למזעור בזכותו אנרגטי, פגיעה סביבתית ופגיעה נופית**. המדריך מפרט כיצד תהליך תכנוני מיטבי של תשתיות יכול לסייע בהשענות הסביבתיות של הארהليلית, ואף במניעת חלחוטין. מדריך זה מבוסס על מיטב הידע הקיים והתקינה בזמן פרסוםו. עם זאת, יש להתעדכן בחזקיקה ובתקינה לנושאי התאורה הנדרשיות למונע השימוש וכן להשרות בשיקול דעת ביחסם המלצות.

תופעת "זיהום אור" היא מכילות ההשפעות השיליות של תאורת לחץ מלאכותית בשעות החשיכה. אלו כוללות הארה במקום, בזמן, בגזו ובונצמה שאינם נדרשים, ובכך פגעה אקולוגית בעקבות הפרעה לדפוס התאורה הטבעי, בקצב אנרגטי, פגעה בリアルות ופגעה ביכולת לצפות בשמי הלילה החשוכים. מדריך זה מתרך בהשענות של הארה המלאכותית על ממערכות אקולוגיות הרגשות לשינויים בדפוסי האור הטבעיים.

מאז החלו החיים על פני כדור הארץ, המחוירות הימיתית, הירחית והעונתית של התאורה הטבעית היא אחת מהאותות החשובים המניעים תופעות ביולוגיות מהרמה המולקולרית ועד רמת המערכת האקולוגית. כך למשל מחרוזות התאורה משפיעות על תפקוד הגוף של מינוכות משלביות ופיזיולוגית, התנהגות פרטימית והסטגליזיט, פיזור גאוגרפיה ומגוון המינים. בהתאם לכך קבעה ועדת המומחים של האגודה הישראלית לאקוולוגיה ולמדעי הסביבה ב-2017 כי: "יש להכיר בזיהום אור כפגיעה סביבתי

המוחיב נזקית צעדי אסדרה למזעור" <sup>(1)</sup>.

מטרתו העיקרית של מדריך זה היא لتרום לצמצום זיהום האור בשטחים הפתוחים, זאת באמצעות הנגשת כלים פרקטיים עבור מתקנים ומתקלי ההחלפות כיצד לצמצם בהארה ולתכנן תאורת לחץ אשר אינה מדика לסייעת הסביבה. המדריך יתרום לשיפור המערכת במשרדי הממשלה, במערכות התכנון ובגופי התשתיות, לאיחוד ולינדכון הנדיות והקיים ובעיקר לפישוט והנגישת התהום הנדרשי של תאורת החוץ והשפעותיו, לעולם האדריכלים, מתכנני הערים, יועצי הסביבה והאקוולוגים.

בבסיס המדריך עומד הערך של שמירה על חשכת הלילה כדי שריםה על איות המים, האויר הקרקע וכי"ב. דומה לשדרה על איות המים, האויר הקרקע וכי"ב. בני האדם מותאמים לפועל בשעות היום, אך יש לנו כלים "להפוך" את הלילה ליום - ולהאיר באור מלאכותי בכל מקום ובכל זמן. את הכוח הזה יש לנצל בתבונה, בזרירות ובתחשבות לאור השפעתו על עולם חיי והצומח. לתאורת לחץ עודפת ישנים גם השלכות כלכליות וסביבתיות בצריכת אנרגיה מיותרת. כמו כן, האור המיותר הנפלט לכיוון הרקיע פוגע באפשרות לצפייה בשמיים חשוכים, זרועי כוכבים. שמי לילה

רקע - זיהום או רצג סביבתי

זיהום או רצג תכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אור  
- عشرת עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיבי הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

נספחים

נספח 1  
כלים מנשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת לחץ  
لامתקני תשתיות

# רקע זיהום אור כאתגר סביבתי

## 2. תאורה מלאכותית בלילה ומערכות האקוולוגיות

- צבי ים מנקנים לאורך חופים חוליים. תאוֹרָה לאוֹרָה החוף עלולה למונע מנகבות צבי ים לעלות אל החוף ולהתנתק אט ביצירן. תאוֹרָה מלזקותית היא קטלנית במיוחד עבור צבי ים עירום הבוקעים מהביצים ועווזבים את הקינים, לרוב בלילה, ומונוטים עצם לכיוון המיקום הבאהר ביותר באופק (באופן טבעי - הימם). מקורות אוד מלזקותיים (בעורף החוף - ביבשה) מושכים לכיוונם את הצבים הצעירים דבר הגורם פגעים רבים לתמוהה מתשישות, התיבשות, טריפה או דריישה.<sup>(6)</sup>

בזואופלנקטון (יצורים זעירים החיים במים), נמצאו שינויים קייזניים בנדידה אנטכית המשפעת מאור. באזרורים מוארים ייימנו הזואופלנקטון מתחזנה בפני השטח בלילה, דבר שנעול להביא לעלייה בנווכחות מזדונם, אצות חד-תאיות, ולפגוע באיכות מי הים, כמו גם ישיבוש מארג המזוּן הימי כובע<sup>(6)</sup>.

**טספוח 4** כולל פירוט בנושא השפעת גוון האור על נולמים החיים והצומח.

בז' "זה יום או רצמו" – רקע מדעי, תמונה מצב דרכי פעללה אפשריות, סיכום תובנות של ועדת זומחים"<sup>(7)</sup>, בעריכת האגודה הישראלית לאקולוגיה למדעי הסביבה, כולל פירוט ורקע נרחב לנושא ייחום או והשופונו האקולוגיים

תאורה מלאכותית בליליה תורמת להרחבת האים על המגון הביולוגי, אשר נמצא במצבה עולמית כשל שלל השפעות האדם. הסיבה לכך היא שימושרכות אקולוגיות מתקבשות על איזונים עדינים למורכבים, ומוחכ במחקריהם ובים<sup>(2)</sup> כי תאורה מלאכותית משפיעה על הרגלי טריפה, שייחור מזון, רביה, הימצאות ותפוצה<sup>(3)</sup>. תופעות אלו קורות בין השאר בשל השפעה על שונאים ביולוגיים פנימיים בכבי וצומח, סנוור בעלי חיים וшибוש ההתמצאות בתנועה ודידיה לילית. בישראל נמצא כי נזומות התאורה בשטחים פתוחים בכלל ובשמורות הטבע כפרט, עלות בהדרגה עם הזמן<sup>(4)</sup>. בספרות המחקרית עדויות רבות על ההשפעה של תאורה מלאכותית על חיוני רכונות בו-זאת להלן מפרק דוגמאות

- מניינו עטלפים הניזונים מחרקים נמשכים לעמודי התאורה לאורך כבישים, קופעל יוצא ממשיכת של חרקים לתאורה מלאכותית בלילה. נמצא שהימצאים של מניינו עטלפים סמוך לכבישים המוארים בלילה, מגדילה את שכיחות התהווות שליהם במקומות מחסומים נום בליל ררכר<sup>(5)</sup>

- בקרב ציורים, תאורה עלולה להשפיע על שיקול בחרית אחר לקוינו. במחקר שבחן את השפעת תאורת כבישים על בחירת אתרי קינון בקרב הילומזה, מין של חופמאי, שהוא שף המקום באזוריים לחיים, נמצא כי ציפויות הקינותים נמוכה יותר למרחק של עד 300 מטרים מתאורת כבישים, זאת לעומת אזור הביקורת הסמוכות לכבישים (6).

עיקרי הדברים

רקע - זיהום או רכיבת סביבתי

זיהום אוור ומערכת התכונן

- עשרה עקרונות התכנון  
- תכנון מתוקני תשתיות תוך מניעת זיהום או ר

תכנון תאורות דרכיים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

## הטמעת עקרונות התכנון בכליים סטטוטוריים

## ריכוז הנחיות לתוכנית תאורה מושכל במתוקני תשתיות

נספחים

נשוח 1

2. Svechkina, A., Portnov, B.A. & Trop, T. The impact of artificial light at night on human and ecosystem health: a systematic literature review. *Landscape Ecol* 35, 1725-1742 (2020).

3. Sanders, D., Frago, E., Kehoe, R. et al. A meta-analysis of biological impacts of artificial light at night. *Nat Ecol Evol* 5, 74–81 (2021).

4. וויל, ווילדר, ניטהח מරחיב של דיזום אוור באנטזוטה חישה מרוחז, רשות הטבע והגנים, (2010)

5. Fensome, A.G. and Mathews, F. (2016), Roads and bats: a meta-analysis and review of the evidence on vehicle collisions and

barrier effects. *Mamm Rev*, 46: 311-323.

6. Longcore, T. and Rich, C. (2004), Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2: 191-198.

7. מומחים - 2017, האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה בשיתוף צוות מומחים ובנימען ר'חוב. [www.isees.org.il/committee/light-pollution](http://www.isees.org.il/committee/light-pollution).

## 2. הבחנה בין שני סוגי זיהום אור

מקורות טבעיים כגון גשם או רוח וכוכבים). הרקיע מואר על ידי האור אשר חוצה את האטמוספרה, מתחדר ומשתקף חזרה לקרקע בעקבות מונונים, ובכך משפיע במרקם ממשמעו. הארת הרקיע פוגעת ביכולת לצפות בכוכבים וביכולת לחוות השכחה על יתרונותיה הבריאותיים. זוהר רקייע מוביל במיוחד לאזורי מואכלסים, אך גם במרחב החשוך בו מוגדים בודדים של פיתוח עם תאורית חזקה כמו בתים כלא, בסיסי צבא ומתקני תשתיות. מידת זוהר הרקיע מושפע מכך כל ההארה המלאכותית, וכן הטיפול הכללי הנדרש לצמצומו הוא רחב, מערכתי ואך החוצה גבולות. עם זאת, באזורי חשוכים יחסית, טיפול מוקדים מוארים בודדים יכול להיותiesel מואוד ולהחולל שינוי ממשמעו באזור כולם.

**את ההשפעות המרחביות של תאורת חזך ניתן באופן סכמטי לפצל לשתי קטגוריות עיקריות המיצגות את השפעת זღגת האור על האדם והסביבה הטבעית:**

### אור פולשני - *Intrusive Light*

המודגש מתייחס לאור אשר גולש מתוך המטרה לו הוא מיועד, אל עבר נכס סמוך או לסביבה ובכך מייצר מטרד לאדם או לטבע. המוגדק לאור פולשני הוא בזღגת אור לצדדים - במשור האופקי (או בימי, כזה החוזר לעומק המים). לעיתים זღגת האור כוללת גם השפעות של סנוור (בוהק) או הבוהוב אשר מייצרים אי נוחות לאדם והשפעות אקלסטיות גם במרקם גדולים. במודרך זה נתמקד בזღגת אור פולשני בתחום השטחים הפתוחים (בניגוד לפילישת אור לעבר נכסים סמוכים, שהוא נושא בפני עצמו).

### זהירות רקייע - *Sky Glow*

המודגש מתייחס לאור הגולש או מוחזר מתוך המטרה לו הוא מיועד, כלפי מעלה, ותרום לעלייה בהירותם השמיים בלילה (בנוסף לאור הנוצר על ידי

עיקרי הדברים

### רקע - זיהום אור כתאגיר סביבתי

זיהום אור ומערכות התכנון

- תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אור
- عشרת עקרונות התכנון

- תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום אור
- אל עבר השטחים הפתוחים

- הטמעת עקרונות התכנון בכלים
- שטוטוריים

- ריכוז הנחיות לתכנון תאורה מושכל
- במתקני תשתיות

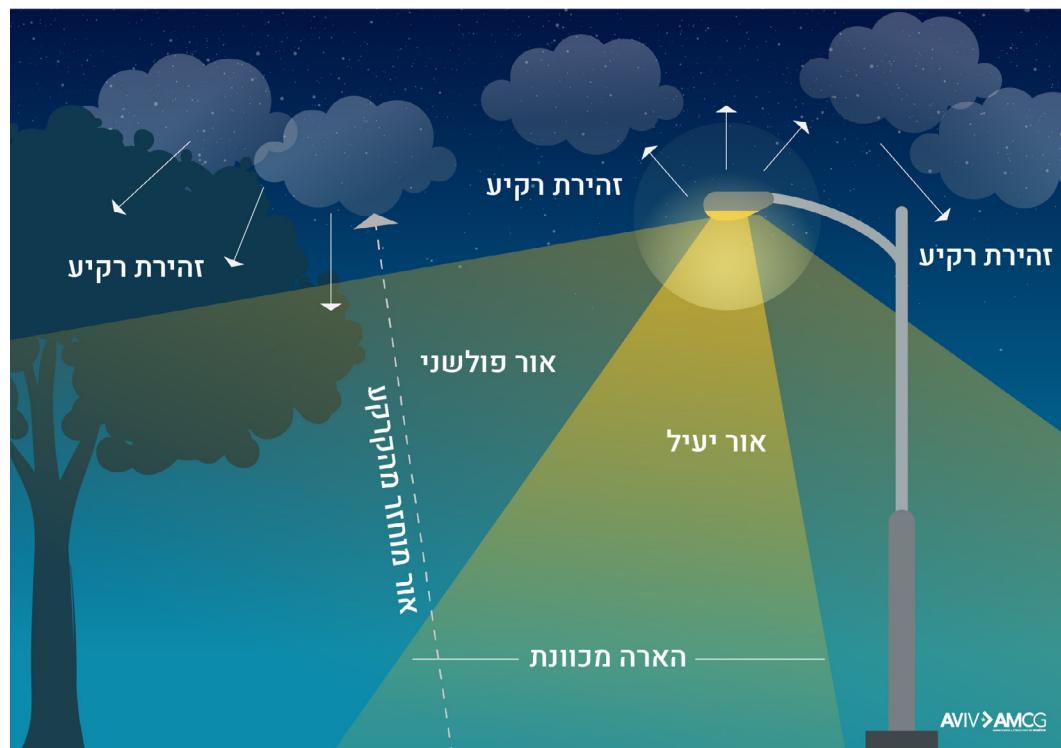
- הטמעת הנחיות למניעת זיהום אור
- במהלכי תכנון - תרשימי דרומה

נספחים

נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חזך

למתקני תשתיות



איור 1 - אור יעלן בניגוד ל"זהירות רקייע" ו"אור פולשני"

### 3. מהפכה בגופי תאורה - אתגר ותועלות

הערך נמוך יותר - כך גוון האור נחשב "חום" יותר, וכך בעל השפעה פחותה על בריאותו החזותית והצומח בלילו (לפרוטו נוסף ראה [הנחיות תאורה סעיף 4 - גוון אור](#)).

השפעה שלילית נוספת, המקשורת לאור לד"ק", היא שגלי אור או קטרים מותפזרים בклות רבה יותר מאשר אור באורך גל ארוך, וכך מגבירים את התרומה להזיהרת הרקיע, וכן במרחב הימי מגבירים את עומק הדירית האור לים.

מאידך, היתרון בנוריות לד הוא שקיימות בהן אפשרויות פשוטה לשילוב טכנולוגיות בקרה חכמה (כגון מצלמות בקרה, חיישני תנעה, שעון אסטרונומי וטימרים) המאפשרות את היכולת לשולט ולנהל את הפרמטרים הפיזיים של התאורה, מה שהופך אותן לכלי עיל בניהול ההשפעות של אור מלאכותי על הטבע.

תהליך משמעותי שחל בעשור האחרון בשוק התאורה הוא המעבר לתאורה של נורות מסווג "לד". נורות מסווג לד LED - Light-Emitting Diode הנפוץ ביותר בשימוש גלובלי. הסיבה העיקרית לכך היא שהן חסכניות מאוד באנרגיה לעומת מוקנות אוור אחרים, וכן יעילות מאוד אנרגטית וככלכלית.

לצד תועלות אלו, נורות לד ניכרות בתוכלה גבוהה של אור "קר" - כחול, המופיע באורכי גל קטרים (תוכלת אוור הנמצא בספקטרום האורי בין 420 עד 500 ננומטר). נמצא כי האדם<sup>(6)</sup>, החי והצומח<sup>(9)</sup> מושפעים ביולוגית מאור "קר" - בשעותليل, מכיוון שהוא מטעה את הגוף, ודרך שיבוש פעילות ההורמונלית גורם לו "לטעות ולחשوب" שכעת יום, ולאليل. לכך השלבות מרחיקות, לכת על השעונים הביאווגים, המערכת ההורמונלית, תהליכי רבייה, עיתוי נידודה ועוד.

גוון האור מוצג בגופי התאורה בערך CCT - Correlated Color Temperature הנמדד במלגות קלואין (A). ככל



תמונה מס' 1: מאחור - גוון נורט לד באור "קר" לעומת קדמית שהוא בגוון אור "חום" בנוריות פריקה קלאסיות של נתון בלחץ גבוה (ל"ג)<sup>(10)</sup> | צילום: דניאללה ווין

#### עיקרי הדברים

##### רקע - זיהום אור בתחום סביבתי

זיהום אור ומערכות התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- عشرת עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

#### נספחים

##### נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
لمתקני תשתיות

8. התאורת LED השלבות בראיות אופטיות של החיפוי לתאורת LED - סקירה מדעית,ணדרן - מרכז דע לאומוי להשפנת הקרןינה הבלתי מיננת על הבריאות;

הזהירה לאפידמיולוגיה וධינית בריאות, המכון הרפואי-השנאי-א-פראלי 2020

9. Sanders, Dirk & Frago, Enric & Kehoe, Rachel & Patterson, Christophe & Gaston, Kevin. (2021). A meta-analysis of biological impacts of artificial light at night. *Nature Ecology & Evolution*. 5. 1-8.

10. מקור התמונה - <https://www.ipetitions.com/petition/stop-portland-led-street-light-pollution>

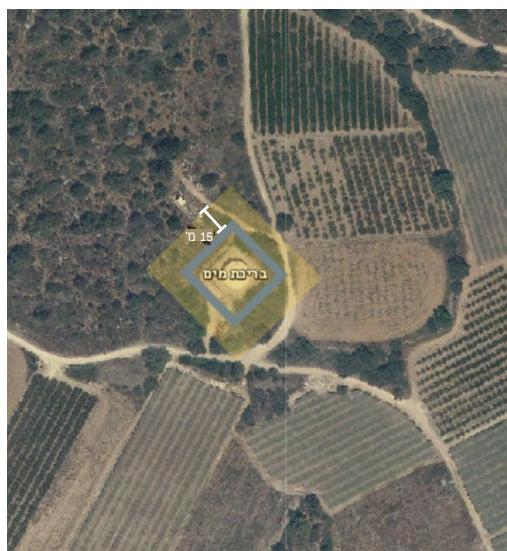
# **זיהום אודיו ומערכת התכנון**



במקרה נעלולים להיות מוחלצים, כגון מיקום המתקן והשימושים המוארים בו ביחס לרגשות האקוולוגית של השטח או הטמעת משוכות המיתירות הארץ לצורכי אבטחה, תוך שמירה על ביטחון המתקן.

ההחלטה על מיקום מתקן המחייב תזרות חזק בלבד אזרח חזוך וריגיש אקוולוגית, היא החלטה שיש לדון בה תוך שיקול הסוגיה הסביבתית כבר בשלב התכנוני המוקדם. טווח השפעת התאורה המלאכותית על השטחים הפתוחים, עשוי להיות משמעותי ביותר גם מעבר לתחומי התכנון.

נראה לדוגמה את המקרה המובא באירוע 2 - בRICT מים בשטח של 4 דונם, אשר מסיבה בייחוניות מחויבת בתזרות לילית בשגרה. באירוע מימין - להארת הבדיקה בתכנון רשלני, פוטנציאלית השפעה על הסביבה למרחק 100 מ' מהגדר, וכן תשפייע בהיקף של 45 דונם. באירוע משמאלי - בתכנון תאורה יידידותית לסביבה, התאורה מנויה ומתוכננת להשפעה למרחק שלא עולה על 15 מ' מהגדר וכן תהיה השפעה האוור בהיקף מינימלי של 6 דונם. קלומר - תכנון תאורה כnoon מצמצם את השטח המזוהם פי 7.

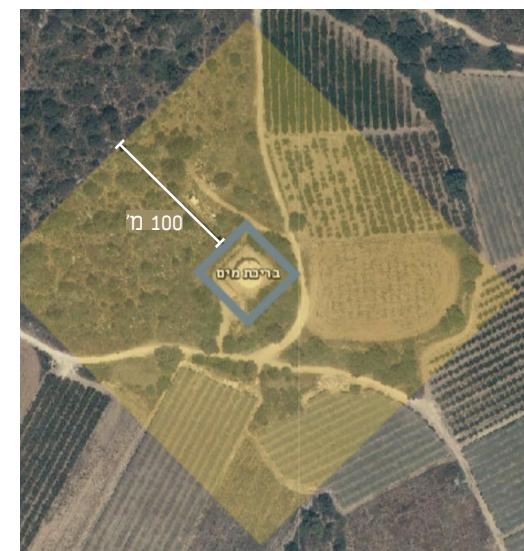


## זיהום אוור ומערכת התכנון

בשונה ממספר מדיניות בעולם, כגון צרפת, קראטיה וצ'כיה, לא קיימת בישראל חקיקה ייעודית לעניין שמיירה על חסכת הלילה ומינעת זיהום אוור (לפרוט לעניין חקיקה - [ראה נספח 3](#)). בהתאם לכך, מערכת התכנון היא גוף ממשועורי בהטמעת הנחיות למינעת וזיהום אוור סיבתי בתכנון מתקני תשתיות ומזנור זיהום אוור סיבתי בתאורה הנגשה והטמעה חדשניים ע"י הסדרה, האחדה, הנגשה והטמעה במינעת זיהום אוור סיבתי בתכנון מתקני תשתיות.

תהליך תכנוני משקלל מידע רב מזוויות הסתכלות רבות, על מנת להגיע לתוצאות התכנוניות המיטבית. מזנור זילגת אוור לשטחים הפתוחים ולשמי הלילה שולב, עד כה, באופן חלקי ובLATI סדור בתהליכי מינע זיליגת התכנון על מוסדותיה. התיחסות ראייה לסוגיות תזרות החוץ, כගורם השפעה סיבתי על המרחב הסובב את מתקני התשתיות, היא חלק בלתי נפרד מתכנון איכוטי, בעיקר בעקבות תכנון מתקנים בשטחים הפתוחים.

לעתים מוצגת התפיסה כי ניהול תזרות החוץ הוא היבט תפעולי אשר ניתן לתכננו לקראת שלבי ביצוע המבנה, בתום הליכי התכנון. גישה זו מביאה לכך שהאמצעים הפשרתיים ביותר למזנור ההשפעה



איור 2: מצד ימין - התאורה לילית במתקן ללא תכנון המיזכרת השפעה סביבתית משמעותית, מצד שמאל התאורה צומצמה.

רקע - זיהום אוור כאתגר סביבתי

### זיהום אוור ומערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור  
- עשרה עקרונות התכנון

תכנון תזרות דרכים תוך מניעת זיהום אוור  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור  
במהלכי תכנון - תרשימי דרומה

### נספחים

נספח 1  
כלים מנשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תזרות חזק  
למתקני תשתיות

עיקרי הדברים

פרק נ - זיהום אוור כאתגר סביבתי

זיהום אוור ומיצרcta התכnuן

- עשרה עקרונות התקנון

- תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

## הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטוטוריים

## רכזו הנחיתות לתכנון תאורה מושכל במתקני תשתיות

נספחים

כליים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיודותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למטרקי תשתיות

חברות ממשלתיות העוסקות בתכנון כגון חברות אוקורות<sup>(14)</sup> וחברת נתיבי ישראל<sup>(15)</sup> יאמצו באופן זולנטרי ונצמאי הנחיות לתאורת חז'ק, המונחיםleshuna להטייעלות אנרגטית וכן התחשבות בהיבטי שכבהה. כמו כן, מרחבי תכנון מסוימים, בעלי מודעותביבתית גבוהה, עשויו הנחות ייעודיות למינעת הרום או רום כהנחות ייעודיות או במסגרת "הנחות וחרבויות" מחיבות. בין אלו נמצאות עיריות ומוניצות אזוריות ובهن: תל אביב<sup>(16)</sup>, נתניה<sup>(17)</sup>, עמק יזרעאל<sup>(18)</sup>, אגדוד<sup>(19)</sup> ובקרוב גם מוא"ז גולן. הਪתרונות הללו תורמים למינעת דיזום או, אך הם מוגבלים בשל היויתם ספציפיים למרחב. כמו כן, מתחילות להיווצר אגדדות שונות מגוף לגוף וממרחב למרחב, הגורמות לבלבול בקרב המהתקנים וגופי התשתיות (לפירוט ווסף ראה **صف 3** חציגה, תגינה והנחות גיימות).

בבחינת מיפוי המצב התקנוני, שנערך ברגע למדריון, כמי שהוא מabit ביטוי בתכניות לתשתיות הנחיבתי מנתעת זיהום אוור, נמצא פערים רבים בין המלצות מסמכי תכנון מנהלים (למשל תסקיר או יסומך סביבתי) לבין הוראות התכנית המחייבות, וכן בין התכנון לבין היישום בפועל. עוד נמצא כי קיימים תואמות את הידיע המקצועית העדכני ולכך ישוון איזודיות בהנחיות או שההנחיות אינן ברורות או פועל, בשלב המרכז והביצוע לוגה בחסר, והתוצאה ייות מאורה מיתר

תקנות תסקרי השפעה על הסביבה, <sup>(11)</sup> 2003 מוסידות את הדירישה לפירוט והמלצות למצוור מfangus סביבתיים כראען לדין בתכניות בעלות פוטנציאלי השפעה משמעותית בשטחים רגיסטים סביבתיות. כך גם הנקודות המחייבות לעירכת נספח נוфи - סביבתי, לתכניות בשטחים בריגישות נופית- סביבתית גבוהה, המוגדרות בנספח ב' 6 לתמ"א. 1. הנקודות אלו כוללות דרישת להתייחסות להיבטי תארורה כהשפעה סביבתית פוטנציאלית<sup>(12)</sup>, ומודרך זהה מסיע לפחות ולងש את התהום המזועני של זיהום או לזרוך מימוש הנקודות אלה.

תקינה ישראלית מחייבת, דוגמת ת"י 12464 חלק 2 או ותאורה<sup>(13)</sup> אשר שולבה בתקנות הבניה בשנת 2019, עוסקת בהארת חז' של מקומות עבודה ובין השאר עוסקת בנושא של מניעת זיהום אoro. תקינה זו, אשר אומצה כפי שהיא מתקינה בינלאומית, ממליצה על עצמות תאורה, סיוגים ושיטות לצמצום ההשפעה, אך מותירה את קביעת חלק מהמגבלות למערכות הרגולציה המקומית - קביעות אלו לא נועשו באורו מחייב בישראל (ראו פירוט בסוף 3 סעיף 2).

תקני בנייה ירוקה, אשר שולבו לאחרונה כחקיקה המחייבת בתגנות תכנן הבנייה, מחייבות עמידה בדרישות תי' 5281 לבניה ירוקה, הכולל סעיפים לעניין מיזעור זיהום אוור. תכונן בהתאם לסעיפים אלו מעניק ניקוד מצטבר לטובת עמידה ברמת "כוכב אחד" (ואח פירוט [בנספח 3 סעיף 2](#)). בשלב זה הון איננו חלום על מתקני תשתיות הגדמית באפואו מחייב.

11. תקנות תסקרי השפעה על הסביבה, -2003 חוק התכנון והבנייה, התשכ"ה-1965

12. תמא 1 - תכנית מתאר ארכיטקטורה. נספח ב' - פרט 4: "ניתוח השפעת התכנינה, לרבות בעית ההקמה, יתייחס לתוחם התקنية והסביבה, בכלל זה הסביבה המושפעת ממנה ומהשפעה עליה, ויפרט, בין היתר השפעות סביבתיות פיזיות, אמצעים לצמצום הפגיעה ופונוליז'ה בהשפעה השימור מכל שידורש, זאת ברובוטים הבאים". סוף ט. "השפעות סביבתיות כדוגמת רעש, ריר, איכויות אווירה, קיריה, שפכים, חומרים, זיהום, קרקע וכיום הוודאות יי', האווות,

רחות והצלה, השפעות מורפולוגיות וסידימנטולוגיות על הסביבה החופית כוגע לתיהודות יכלה להוות אבן דרך לשליטה על אגן הניקוז (ב-1990).

(ס-16) **בנין בדרכו** – בראhest בירבנעם בראhest גראט גראט, 10

14. מסמך תארוה ייזוחית לスピיה, חברת מקורות (2019). 15. גדרון להגנה חשמלית מתקנת אבטחה.

16. בוגרnat לפוניאט אוניברסיטת אוניברסיטת תל אביב יפו, 2014. בוגרnat נוירוביולוגיה, כל נירוביולוגיה.

18. גנטזיטים כהבדלים מתקבלי גברון וטראנסג'נדרים. 2016, אדרב גנטזיטים טראנסג'נדרים בתרבות. תדריון גנטזיטים ותדריון גברון – טריינינג לוגו-טיפוס – מילויים (ללא ובוטר זיהויים), אודם והומואטיזם זיהויים (ללא זיהויים).

**הברדיות בלבוי – הדרישה ללבו ולבור טקסטואליים ורובי-תרבותיים** – מתרח בקיץ האחרון, 2016.

# תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או עשרה עקרונות התכנון



שדרוג תאורות הגדר במתיקן אלרואי סיפק את הצורך הביטחוני והסביבתי כאחד, חברת תש"נ | צילום: גילי גוזן.

## תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור

עקרונות התכנון מוצגים להלן בראף כרונולוגי עוקרוני הכלול שלושה שלבים - החל מקנה מידה רחוב - מאזור, תכנון מקומי - מזקרו ועד תכנון פרטני. בסעיפים הבאים מובא הסבר ופרוט העקרונות המובאים להלן.

פרק זה כולל הנחיות עבור מתקנים וכן מוסדות התכנון גופי הבקרה, לטובת מזער זיהום אוור במסגרת פיתוח פיזי חדש, בדגש על תכנון מתקני תשתיות בשטחים פתוחים. ריכוז ההנחיות מופיע בתמצית גם [בפרק ריכוך הנחיות למתקני תשתיות](#).



איור 2: תרשימים שלבי התכנון

## עשרת עקרונות התכנון

**1. קבע<sup>(20)</sup> את רמת הרגישות האקולוגית של המרחב** לזרימת זיהום אוור, ובמידת הצורך בוחן חלופות מיקום לתכנונית.

**2. בוחן האם הארת המתקן הכרחי** בשגרה - נקודת המוצא היא שמיירה על חשכת הלילה. תאורת חוץ במתקני תשתיות צריכה להיות מוצדקת למטרות ספציפיות של בטיחות, ביטחון או טיפול.



**3. נתח את הרגישות האקולוגית המקומית** של הջולה הנבחרת לזרימת זיהום אוור.

**4. הגדר את מטרות ההארה** וממשך הזמן הנדרש, בהתאם לשימושים השונים בתכנונית.

**5. תכנן את **מקום השימוש** בתכנון בהתאם לריגישות המרחב לתאורה, וקבע **תאי שטח לשימירה כחשוכים**.**



**6. היועצות** - התייעץ עם מומחה לתאורה, אקולוג ואנשי מקצוע עם ניסיון בנושא.

**7. ניהול משך ושותת ההארה** - דרוש תכנון תאורה הכלול מערכות מתקדמות לניהול המערכת - התאם את שעות ההארה לצורכי התאורה.

**8. עצמה** - השתמש בתאורה בעוצמה הנמוכה ביותר המתאימה לצורך שהוגדר.

**9. זligת אוור** - סיכון, מנע זילגת אוור נ"ז שימוש בגופים עם פיזור אלומת אוור מוגבלת ותכנון מדויק.

**10. גוון אוור** - השתמש בגופי תאורה עם גוון "חם", בהתאם לרמת ריגישות השטח לזרימת זיהום אוור.



עליקרי הדברים

רקע - זיהום אוור כאתגר סביבתי

זרימת זיהום אוור ומערכות התכנון

**תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור - עשרה עקרונות התכנון**

תכנון תאורת דרכיים תוך מניעת זיהום אוור אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריומי

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור במחלייני תכנון - תרשימי דרישה

נספחים

נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ למתקני תשתיות

## מקרהו - תכנון מרחבי



**1.** קבע את רמת **רגישות האקולוגית של המרחב** ללילה אוור, ובמידת הצורך בבחן חלופות מיקום לתכנון.

**2.** בבחן האם **המתקן הכרחי** בשגרה - נקודת המוצא היא שמירה על חשכת הלילה. תאורת חוץ במתקני תשתיות צריכה להיות מוצדקת למטרות ספציפיות של בטיחות, ביטחון או פעולה.

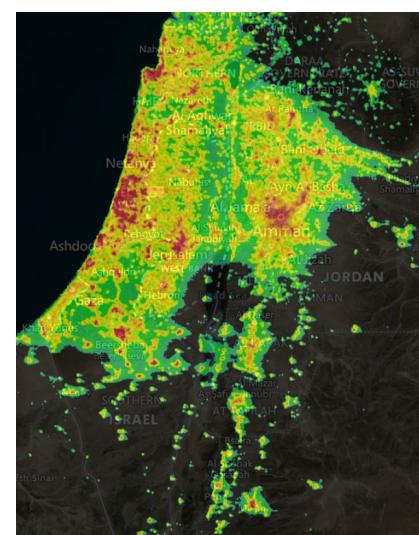
### 1. קבע את רמת רגישות המרחב ללילה אוור ובחן חלופות מיקום לתכנון

תוצר רפואי	קבעת רמת רגישות המרחב ללילה אוור. שילוב קרייטריון של מניעת זיהום אוור בפרק חלופות בנספח סביבתי או תסוקיר השפעה על הסביבה. תינודר חלופות מיקום שאינם באזורי רגישות גבוהה ללילה אוור.
---------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

נוף פתוח ועוד (לפרוט ראה [נספח 1 - פרק 2](#) הערכת רגישות אקולוגית מרחבית ללילה אוור).

אקוולוג המלווה את התכנון יוכל לסייע בקביעת רמת רגישות החלופות ללילה אוור (نمוכה, גבואה או מרבית). רמת הרגישות תצוין בנספח סביבתי/תסוקיר לתכנון. במסגרת בחינת חלופות מיקום התכנון, במידה והמתקן מיועד להיות מואר חיצונית, זיהום האור ישוגקל כкриיטריון תכנוני לבחינה. יש לתעדף ככל הנitin, ולבחר מיקום שמאפשר מזעור השפעת זיהום האוור.

נקודות המוצא, בכל תכנון, היא שרצוי להימנע ממיקום מתקנים מאיריים בלילה בשטחים פטוניים הרגיסיים ללילה אוור. בהתאם לכך, בשלב תכנוני ראשוני, יש לתעדף פיתוח באזורי פחות רגישים ללילה אוור, בכפוף לשיקולים תכנוניים אחרים. יש לבחון חלופות למיקום (התשתית או מקטע הדרך) על רקע רגישות אקולוגית ללילה אוור. מידת הרגישות תסתמך על שכבות מידע המיציגות אזוריים חשוכים וכן מרחבים ובתי גידול רגיסיים ללילה אוור ובמה: מסדרונות אקולוגיים, צווארי בקבוק למעברי בע"ח, בתים גידול לחים, סביבה ימית וחופית, בתים גידול של זיהום האוור.



איור 4: מפת זיהום האור של ישראל 2020 מותן נתוני לווין VIIRS<sup>(21)</sup>

## 2. בחרן הארה הכרחית בשגרה

במסמכים הסביבה לתכנית יש להצדיק את תאורת החוץ, ככל שהוחלט כי היא נדרשת בשגרה. ההצדקה לתאורת חוץ צריכה להתבסס על הבטי ביטחון, בטיחות או פעולה המחייבים את היום ולא מעבר לכך.

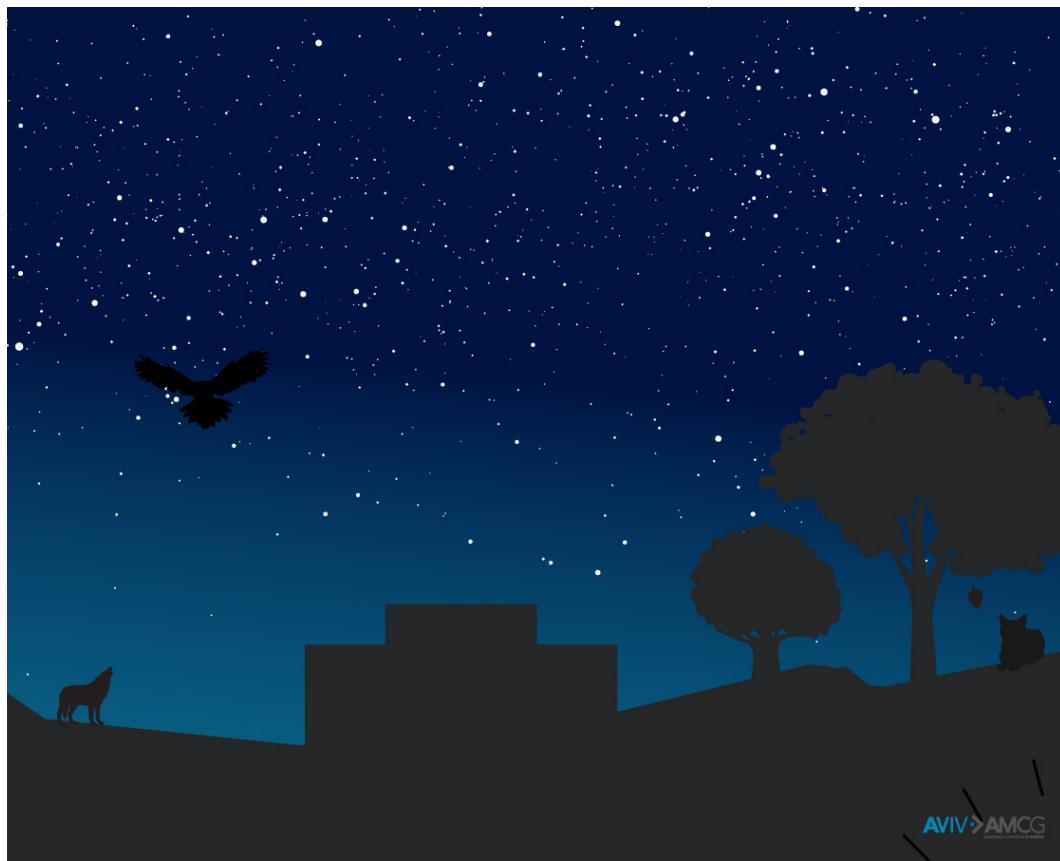
**חוצר  
ראשי**

למרות הਪתרונות הטכנולוגיים הנוכחיים, לעיתים תאורה חיצוניתليلית היא צורך מחייב בהתאם לתקינה והנחיות גופים האמורים על נושאינו פועלם בטיחות וביטחון. (לפירות ראה [נספח 2 פרק 1-2-1](#)).

במידה ואכן קיים צורך מושך ("הצדקה") יש להציג ולתעד את הדרישת והרציונל לצורך בהארה בשגרה.

מעבר לבחירת מיקום המתאים באזורי הרגשימים פחות זיהום או, הדרך הפешטה והאפקטיבית ביותר לשמר על השכת הלילה (ולחסוך בצריכה אנרגטית) היא להימנע מהארה מלאכותית במקורה.

קיימות היום טכנולוגיות רבות המאפשרות מענה ראוי למתקני תשתיות לצרכים בטיחוניים, תעשיוניים ובתיוחומיים מבעלי להאר את הסביבה בלילא באופן שגרתי. ניתן ומומלץ להתקין אמצעים להפעלת תאורה רק בעת חירום או צורך, כך שמתוקן התשתיות ישמור על החשיכה כמעט בכלليلות השנה, ורק בעת צורך בטיחותי או תעשיוני הוא יופעל בבקשה מרוחוק או באמצעות מסעג, תוך HISCON כלכלי נינר (לפירות ראה [נספח 2 פרק 3](#) - מערכות לייעול וניהול התאורה).



איור 5: עדיף להימנע מהארה, ולהבטיח את שמירת שמי הלילה ובריאות הטבע והאדם.

עיקרי הדברים

זיהום או כטגר סביבתי

זיהום או מערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום  
או - שרת עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרומה

נספחים

נספח 1  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
 למתקני תשתיות

## מיקרו - תכנון מקומי



3. נתח את **הריגישות האקוּלובי המיקומית** של החלופה הנבחרת לזיהום אוור.
4. הגדר את **מטרות ההארה** ומשך הזמן הנדרש, בהתאם לשימושים השונים בתכנית.
5. תכנן את **מקום** את השימושים בתכנית בהתאם לריגישות המרחב לתאורה, ובבונע **תאי שטח לשמירה** כחוֹסכים.

(למשל מקום שימוש מואר בחזיות הרוחקה מחוץ ים, נחל או מסדרון אקוּלובי) תצמצם את השפעת התאורה על הסביבה, תוך מניעת המפגע במקור.

שקלול הידע על סביבת התכנית, יחד עם הידע על צרכי הארת המתקן יהוו את הבסיס לדין וגיבוש פתרונות תכנוניים יעילים ויצירתיים למינעת ומניעת זיהום אוור.

תכנון מיטבי למניעת זליגת אוור ממתיקן תשתיית מהויב להתייחס לצרכים פרגורומיים של התשתיית המוצעת (מה הם הponeקציות והשימושים הנדרשים להארה לילית בתכנית?) ועל רקע ההקשר המרחבי של התכנית (אילו עריכים אקוּלוביים נמצאים בתאי השטח השונים במרחב התכנון ומה מידת רגישותם לתאורה לילית?).

התחשבות בשכבות מידע אקוּלוביות, תוך הרחיקת שימושים מוארים בלילה מאזורים רגשיים לזיהום אוור



תמונה 2: הארת מתקן תשתיית תוך יצירת זיהום אוור בשטחים פתוחים | צילום: דניאלה וטין

עליהם הדברים

זיהום אוור כאתגר סביבתי

זיהום אוור ומיצרך התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור  
- עשרה עקרונות התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום  
אוור - עשרה עקרונות התכנון

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקנים תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור  
במהלכי תכנון - תרשימי דרומה

נספחים

נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למתקני תשתיות

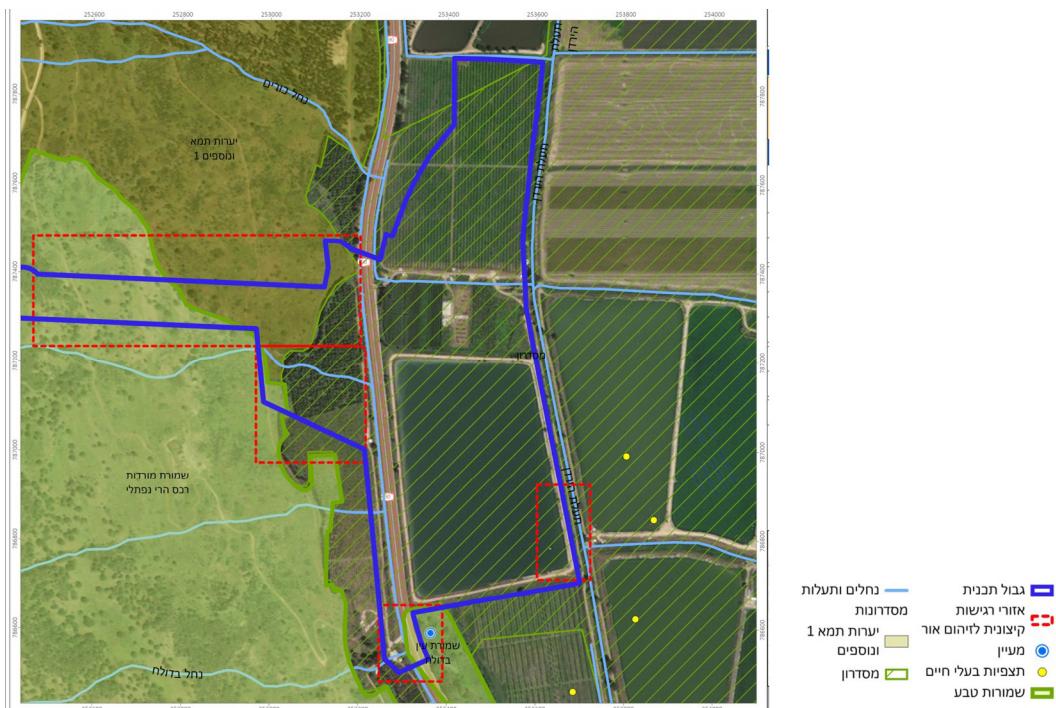
### **3. נתח את הרגישות האקולוגית המקומית**

תשريع רגישות מקומית ליום אוור - תחום התכנית יוצג על רקע מיפוי הריגשות המקומית ליום אוור (יוגש בנספח סביבה או תסקיר השפעה על הסביבה). תשערת הריגשות יכלול את תחום המתקן וסביבתו וכן לדרוג של האזוריים הריגשים יותר באופן ייחסי ליום אוור, תוך סימון תא שטח ספציפיים אשר להם חשיבות מרובה בשימורה על החושד ביחס לשאר שטח המתחום המוצע.

תוצר  
ראשי

באיור 6 מוצגת דוגמא למתќן תשתית בsworth פתוח. ערכיה הטענו מרחב התוכנית כוללים מעין בדروم התוכנית,عروץ נחלים, מסדרון אקוולוגי, סמיכות לילינר ושמורות מוכrazות. כמו כן סומנו ציפויות בע"ח מדורים מזרח לתהום התוכנית. בעקבות המיפוי סומנו כפוליגונים אדומים תא"י שטח המוערכם ע"י האקוולוג בבענלי הריםות הגבוהה ביותר לזרום או. אלו סומנו בסמוך למעיין, באזור הנושך לשומרה ויער באזור מפגש התעלויות בו צוותה תנועת בע"ח רבה.

בתכנון מתקן תשתיתי, חיווני לשגול את ההקשר המורחבי הכלול בו מוצעת הארץ הלילית. היבטים אלו כוללים את מידת החשיכה הנשمرة הימים במרחב ובתי גידול סטוכיים. חשוב שהניסיונות האקולוגיים יערוך כחלק אינטגרלי מגיבוש החשיבה התכנונית למתקן ותוך שימוש שילוב אקלוגי בתהיליך. יש למסות ולצין את האזוריים הערכתיים: בתים גידול טבעיים, שטחים פתוחים, אזוריים המהווים בית גידול למיני בע"ח ייחודיים, אזורי שייחור מזון או רבייה, מעיינות, נחלים, מסדרונות אקלוגיים מקומיים, ערכי טבע נדרירים וכן ולסמן תאי שטח ספציפיים אשר להם חשיבות מרבית בשמרה על החושך ביחס לשאר שטח המתקן המזען.



**איור 6:** גבול תכנית על רקע ניתוח וגישות אקולוגית מקומית וסימון תאי שטח וрегиומים במיוחד לזיהום אוור לארם חשיבות מרובה בשימור על החושך.

## **רקע - זיהום אוור כאתגר סביבוני**

זיהום אור ומערכת התכונן

## **תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אור - עשרה עקרונות התכנון**

תכנון תאורות דרכיים תוך מניעת זיהום או ריסוס  
אל עבר השטחים הפתוחים

## הטמעת עקרונות התכנון בклים סטוטוריים

## רכיבן הנחיה לתכנון תאורה מושכל בمتיקני תשתיות

נספחים

**נספח ב**  
כלים מנשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידידותית לסייעיה, בתכנון תאורת חוץ  
למתkn תשתית

## 4. הגדר מטרות ומشكֶּךָ ההארה

טבלת השימושים השונים המתוכננים להיות מוארים בשטחי החוץ - כולל התיקוסות להצדקת הצורך ומטרת ההארה. (טבלה תוצג בנספח הסביבה או תסקירה השפעה על הסביבה לתכניות).

**توزר  
ראשי**

מידענו זה ניתן לשאול את היתרונות הצפויים בהארה תוך בחינת היכולת לצמצמן, וכן לתת דגש על אותן שימושים שמחזיבים הארה בעוצמה גבוהה וכן הלילה, אשר יומלץ למקם רחוק משטחים הרגיסטים לזריhom או. את מערכם המידע על ניהול הארה ניתן להציג בטבלה מוגדרת דוגמת טבלה מס. 1.

יש לציין את הצדקת הארה עבור כל שימוש הכלול בתחום המתקן (אזור תפוצלי, תאורת גדר, חניה ומשרדים וכו') וככל וידועים מטרות הארה במונחים של מקום וזמן - יש לציין גם אותם. יש לפרט את "הצדקה" להארה (לפיווט בנושא הצדקה הארה לצרכי בטחון, תפועל ובטיחות וכן פתרונות רוחביים לניהול מערכת דלת תאוריה - וראה [נספח 2](#)).

**הסביר:**
**רקע - זיהום או כטגר סביבתי**
**זיהום או מערכת התכנון**
**תכנון מתקני חשתיות תוך מניעת זיהום  
או רשות עקרונות התכנון**
**תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים**
**הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים**
**רכיב הנחיות לתכנון תאוריה מושכל  
במתקני תשתיות**
**הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
במהלכי תכנון - תרשימי דרישה**
**נספחים**
**נספח 1**  
**כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאוריה  
ידיידותית לסייעה, בתכנון תאורות חוץ  
لمתקני תשתיות**

תאורות שימושים במתקן	
הצדקה הארה	שימוש
בティוחות העובדים המוגיעים ברכב לעובודה בשעות פעילות בלבד- 7-17. מחייב עפ"י תקן בשעות הפעילות	חניה
תאורות בייחונית - הדגשת הכנסתה ויזיהו הנכניםים למתקן בשעות פעילות. מחייב להיות מדרך הגישה	שער
תאורות תפועלית (תודלק רק בעת גישה למיחסן)	מחסן
תאורות תפועלית (תודלק רק בשעות פעילות העובדים)	חדר חמוץ
מקלול קרייטי לבטיוחות העובדים הפועל 24/7. נדרש להארה עפ"י הנחיות משרד האנרגיה. (רצוי להרחיק מאזור רגיש לזריhom או).	מכונות תפועלות
בייחונית - נדרשת הארה עפ"י הנחיות קב"ט מרחביה	גדר המתקן
שטח פתוח לשמירה כתא שטח חזוק - ללא הארה	תא שטח 1, 2, 3

טבלה 1: פרוגרמת תאוריה - פונקציות והצדקה להארה

## 5. מיקם את שימושים ותאי שטח חשוכים על רקע הריגישות האקלורית

**תוצר**  
**ראשי**

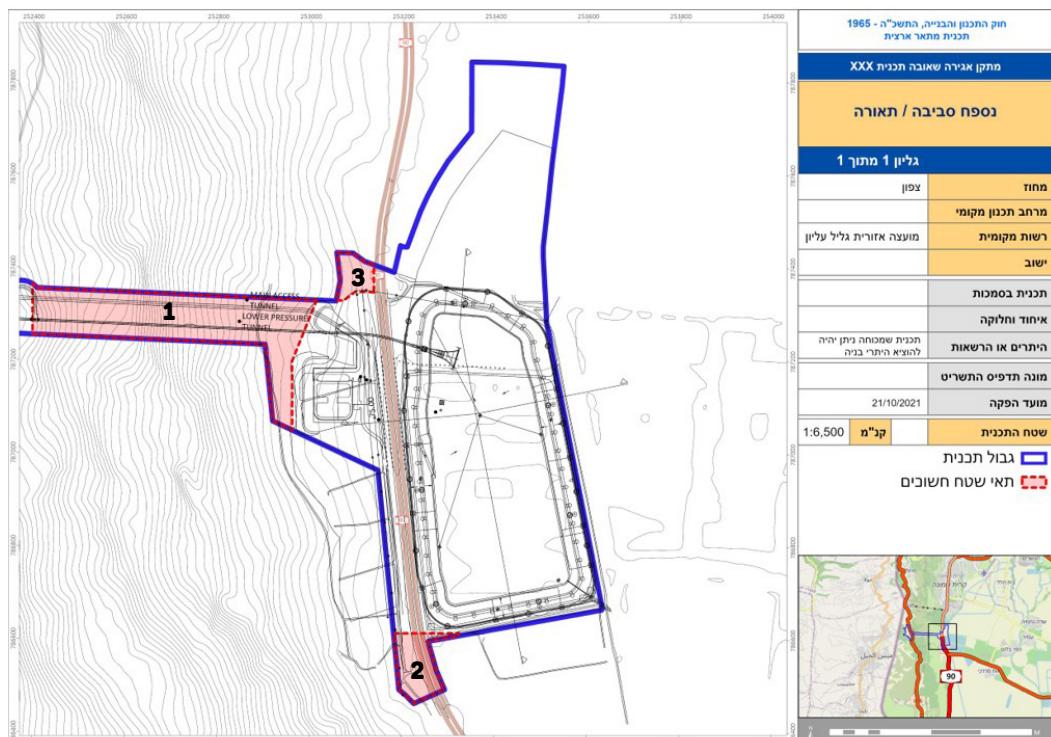
סימון "תאי שטח חשוכים" בתכנין.

תכנון מיקום שימושים המחייבים הארה בלילה בשגרה, באזוריים שאינם רגיסרים ללילה או ר.

### הסביר:

כמו כן, תהליך זה יביא לקביעת תאי שטח ייעודים שיסומנו לטופת שמירתם כ"תאי שטח חשוכים" בתחום התכנון - ראה סימן לדוגמא באIOR 7.

שקלול הידע על ריגישות סביבת התכנון ללילה או ר. יחד עם הידע על צרכי הארת המתקן מאפשר לתכנן את מיקום השימושים במרחב בהתאם לריגישות הסביבתית. שימוש שמחייב הארה בעוצמה גבוהה וכל הלילה, במידת האפשר, יומלץ למיקום רחוק מהשטח הריגש ללילה או ר.



איור 7: נספח סביבה / תאוריה לתכנין בו סימון ותאי שטח 1,2,3 כאזוריים רגיסרים שיישמרו חשוכים.

עליקרי הדברים

רקע - זיהום או רагיון סביבתי

זיהום או רגיסטרת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום  
או ר - עשרה עקרונות התכנון

תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או ר  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאוריה מושכל  
במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או ר  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

נספחים

נספח 1  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאוריה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורות חוץ  
لامתגנני תשתיות

### **הנחיות תוארה - איך להאר?**

- 6. היועצות** - התייעץ עם מומחה לתאורה, אקולוג ואנשי מקצוע עם ניסיון בנושא.

**7. ניהול משך ושבועות התאורה** - דרוש תכנן תאורה הכלול מערכות מתקדמות לניהול המערכת - התאם את שנות התאורה לצרכי התאורה.

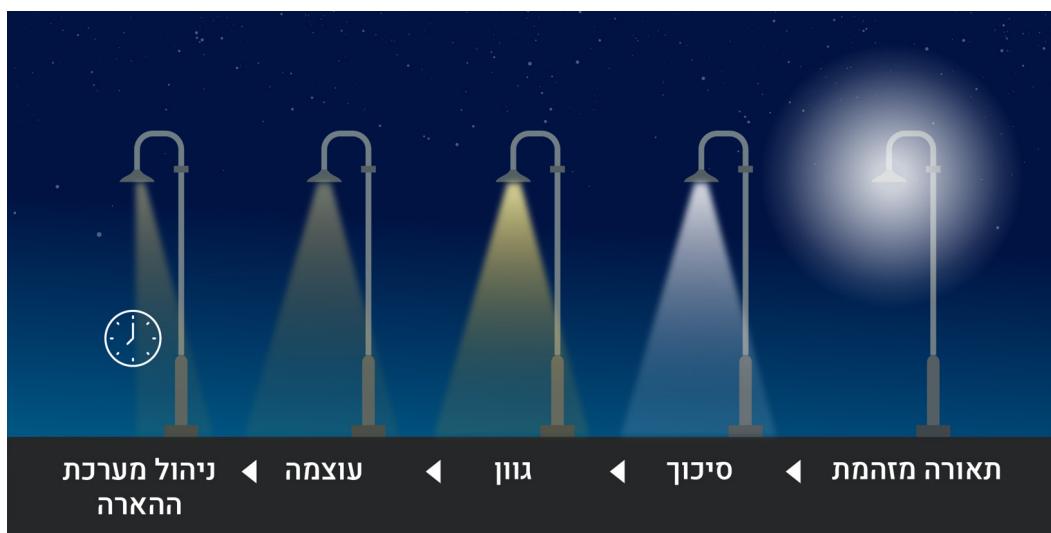
**8. עצמה** - השתמש בתאורה בעוצמה הנמוכה ביותר המתאימה לצורך שהוגדר.

**9. זילגת אוור** - סיוך, מנע זילגת אוור ע"י שימוש בגופים עם פיזור אלומת אוור מוגבלת ותכנון מדויק.

**10. גוון אוור** - השתמש בגופי תאורה עם גוון "חם", בהתאם לרמת רגשות השטח לזרימת אוור.



8 להלן עקרונות תכנוניים ויישומיים העונים על השאלה "איך להאריך?" לצורך מזעור השפעה על הסביבה. איור



איור 8: איז להאיר - תרגשים עקרוניים תכננו עבור שלב הנחיתת תאוורה פרטניות

## **6. היוזמאות עם מומחים**

שילוב יעוץ מקצועי בתחילת התכנית.

תוצר  
דאשי

## הסביר:

מעובdot הינע. על התוכן להיות מבוסס Chișinău -  
potomtarim Mporatim (לפירוט וראה [נספח 1 פרק 1](#))  
וחמברנו חמורה וחליד ורבדו)

ש להיעזר במומחים בשילוב תכנון תאורה עם הטעממת מערכות מתקדמות לניהול המערכת (לפירות [פרק 2](#) מערכות ליעילות וניהול התאורה - [נספח 2](#)).

הכללי החשוב ביותר בתכנון מיטבי הוא איזות ומומחיות המתוכנן. רצוי לשלב מתוכנן תאורהavel החרכות עם התהום של מניעת זיהום או על רקע ורגישות סביבתית. מתוכנן תאורה, בהתאם למוקובל בהנחיות שונות, הוא מהנדס חשמל או בעל רישיון Chshmelai מתקנים, בעל ניסיון של 5 שנים בתכנון מתקני תאורה מורכבים ובעירכית חישובים פוטומטריים.

רצוי לשלב ייעוץ מוקדם ככל הנitin בתהליכי התכנון ולהגדיר את נושא מניעת זיהום האור כחלק

עיקרי הדברים

רקע - זיהום אוור קטגור סביבתי

זיהום אור ומערכת התכונן

## תכןון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אור - עשרה עקרונות התכנון

תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או ריגול  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
סטוטוריים

## רכיבון הנחיה לתכנון תאורה מושכל בمتיקני תשתיות

נספרים

## נספח 1

## עיקרי הדברים

רקע - זיהום או רUGHTר סביבתי

זיהום או רUGHTר מתקנים התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום  
אור - שורת עקרונות התכנוןתכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום אור  
אל עבר השטחים הפתוחיםהטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטורייםרכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיותהטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

## נספחים

## נספח 1

כלים מנשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
لمתקני תשתיות

## 7. מניעת זליגת אור

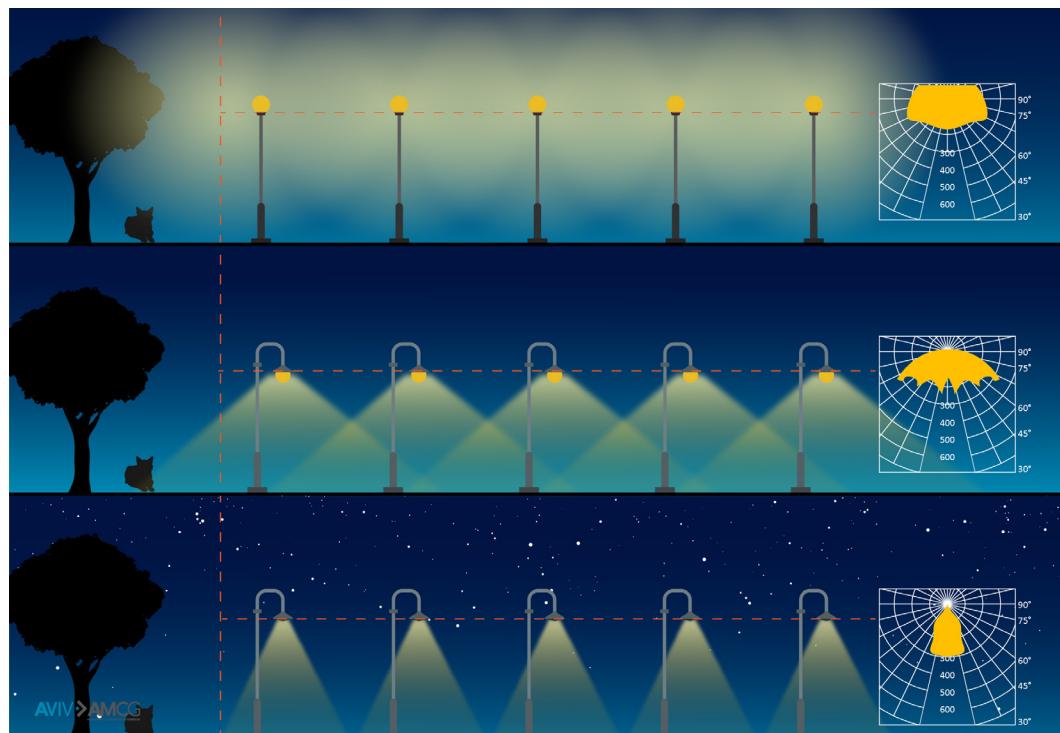
חוץ  
ראשי

במסמכים התכנון תוגבל זליגת אור לרקען ולאופק נ"י שימוש בגוף תאורה הממקדים את אלומת האור באופן מלא ( גופים בסיווג 6-G).

## הסביר:

מסוג - "Full Cut Off". סיכון ומיקוד זה ממזער את זליגת האור לכיוון האופק והרקען, ממקד את האור באופן מדויק למשטח המבוקש, תורם להטיילות ארגנטית וצמצום זיהום אוֹר סביבתי.

גוף תאורה עלולים להאיר שטח רחב בהרבה מהמשתמש בפועל הנדרש להארה. בכך למקד את אלומת האור לאזורי הנדרש יש לשמש גוף תאורה מסווג המגביל את אלומת האור בעזרת "סיכון מלא" - גוף תאורה אלו מוכרים בין המתקנים בשם גוף תאורה



איור 9: גוף תאורה ומידת סיכון למזעור השפעה על זיהום אוֹר.

דרגות הגבלת האור (סיכון) נמדדות בדירוג - "G" המכוונה באנגלית "Luminous Intensity Classes". הדרגות מתיחסות לעוצמת ההאורה המותרת בכל זווית ההאורה.

דרגת 6 - G היא הדרגה המקסימלית, גוף תאורה בסיווג זה מונעים זליגת אור אופקית וכליי מעלה, מעבר ל- 90 מעלות.

אייר מס. 9 מודגים את זליגת האור בהתאם לגוף תאורה שונים, ומצד ימין מוצגת סכמה הנדסית המייצגת את פיזור האור. סכמאות מסווג זה נלוות למסמכים הטכניים של גופי תאורה. בתשريح העליון - גוף תאורה ללא הגבלת פיזור המזהם אתשמי הלילה ואת השטח הפתוח הסמוך. בתשريح האמצעי - גוף תאורה עם הגבלת פיזור חלקית - לא מזהם את שמי הלילה אך כן מזהם את השטח הפתוח הסמוך. בתשريح התחתון - גוף תאורה בעל סיכון מלא המגביל את כיוון האור לאזור הרצוי ומונע זיהום אוֹר לרקען ולאופק.

מסביבתם, משומש שתנוחת עופות בלילה מתבצעת גם באזוריים מבנים ומושפעת ממנה.

אוף התקנת (יישום) גוף התאורה משמשותי ביוווח, ויש לוודא התקנה לפוי הזווית המינועדת - הגוף יכולן כך שלא תהיה זליגת או בהטיה אופקיות (בלומר בזווית של 90 מעלות / מקביל לקרקע. הטיה זו מכונה 0 Tilt). סטייה מקובלת בתחום זה היא עד 5 מעלות, גופי תאורה מתכוונים י Zusido באמצעות קיבוען, על מנת להבטיח שיכוון האור ופיזרו לא ישתנו בעת פעולות תחזקה והחלפת נורות.

במסמכי התכנון יוגבלו עומדות הארה בתחוםי ובשולוי המתקן.

**חצ'ר  
ראשי**

בתכניות חדשות המקודמות. בהתאם לכך יוגדר **שאי** לתכנון תאורת יתר מעבר ל 20% מהערך המומוצע המינימלי האפשרי בת"י-2.12464.

**הסבר לעניין התקן:** בתכנון הוגדרו עומדות האור בлокס AXN כ"ערך ממוצע מומלץ". התקן מאפשר "לעיגות" או "לרדת" מערך ממוצע זה בкопולות של 1.5, בכפוף להצדקות המפורחות בתכנון. בהתאם לכך נקבע תאורה בסביבה וגישה לזרום אוו, יש לבחור בעוצמה הנמוכה מהמומוצע המומלץ בטבלאות סעיף 5. לדוגמא כאשר בטבלה בתכנון 2-12464 רשום "ערך ממוצע מומלץ" של 100 לוקס - הערך המומוצע שיתוכנן "ירד" ברמה אחת וייה 75 לוקס. מעבר לכך תתאפשר תוספת סטייה של 20 % לכל היוטר - ד"א עד 90 לוקס ערך ממוצע מתוכנן. עקרון זה מובא מחד הנחיות משרד האנרגיה להארת מתקני תשתיות.

היפורט לסיווג דרגות 6 מופיע בת"י (ולונגטרוי) - 13201 חלק 2 - תאורת דרכים: דרישות ביוזמים (2010). בסמוך לשטחים פתוחים וככל, יש להשתמש בנורות מסוג G-6.

כמו כן, למניעת זליגת או רופך ולרקיון אין להשתמש כלל בתאורות "הצפה" מסוג פרו'קטו או דרכו או בתאורות "נדור". רצוי להימנע מהתאורה אדריכלית דקורטיבית שמופנית לרקיע באזורי רגישות גבוהה ליוהם אוו. ככל, בכל האזוריים רצוי להימנע מהארה דקורטיבית שמופנית כלפי הרקיע או האופק, דוגמת הארת מנופים או מבנים הגבוהים

## 8. עוצמת הארה

**הסבר:**

### א. עוצמת הארה בתחוםי המתקן

עוצמת הארה הנדרשת לתפעול, בטחון ובטיחות מוחשבת ע"י מתכנן תאורה וחשמל בהתאם לדרישות, תקנים ופרקיות נוהגות. בתכנון תאורה המתחשב בסביבה, יש להגביל את עומדות האור בתחוםי המתקן למינימום הנדרש, בטלין של מיטוב (אופטימיזציה). דיקון הארה בהתאם לצרכים ולא מעבר להם.

עומדות הארה המומלצות לפי שימושים שונים מוגדרות בת"י מחייב 2-12464 סף עוצמת הארה מוגבאת בתכנון בטבלאות נבער כל קבוצת שימושים. חשב להתאים את רמת הארה לשימוש המדויק בכדי למנוע מצבים הארות יתר. לפירות בנושא תכנון הארה לפי שימושים ספציפיים ראה [נספח 1 פרק 3](#) קביעת מאפייני הארה לפי שימושים.

הגבלת עומדות הארה מקסימלית אינה מעוגנת היום בחקיקה או תקינה וכן ראוי להתייחס אליה

על ידי הדברים

רקע - זיהום אוו קטגוריה סביבתית

היום אוו מערכת התכנון

**תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום  
אוו - שרת עקרונות התכנון**

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום אוו אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

ריכוז הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוו  
במהלכי תכנון - תרשימי דרישה

נספחים

נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למתקני תשתיות

## עיקרי הדברים

רקע - זיהום או רשת גיבוב סביבתי

זיהום או רשת עקרונות התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום  
או רשת עקרונות התכנוןתכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחיםהטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטורייםרכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במהלכי תכנון - תרשימי דרישה

## נספחים

## נספח 1

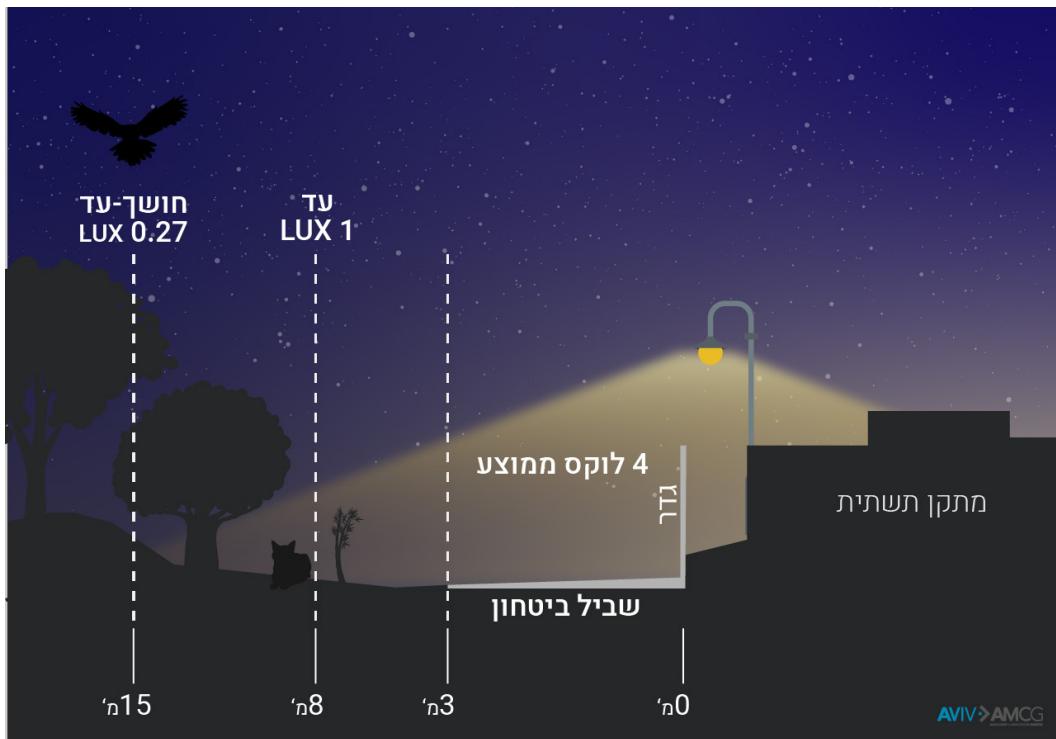
כלים מעשימים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
لامתקני תשתיות

הוכחת שמירה על חשכת השטח הסמוך למתקן  
תואג במודול ממוחשב - פוטומטר (במיוחד אנכי  
בגובה 1.5 מ'). המודול הממוחשב יציג עוצמות הארה  
ואחדות אורכית. המושג "אחדות אורכית" מייצג את  
רמת אחדות האור לאורך המשטח המואר. הגבלה זו  
משמשת למינית הארת שטח גדול באמצעות פיזור  
אור רחב, בדרך"כ בעוצמות הארה גבוהות.

איור 10 מציג את האופן בו שביל/דרך בטיחון יוגבלו  
בעוצמת ההאלה: הארה אופקית ממוצעת של עד 4  
לוקס ועוצמת הארה אנכית של עד 1 לוקס בשגרה.  
העוצמה במרחך 15 מ' מהגדר לא תעלה על 0.27  
לוקס (עוצמת אור ירח מלא - שם 0 בחישוב  
פוטומטרי ממוחשב). בשביל/דרך בטיחון תידרש  
אחדות אורכית Eh av/min 0.25 -

כאשר מטרת הארת מתקן תשתיות היא למטרות  
ביטחוני, לעתים מחייבים להאיר או גדר המתקן  
ו/או את דרך הביטחון. במקרה זה יש להגביל את  
עוצמת וכיוון האור הלילי בהיקף המתקן - סביב הגדר  
ושביל/דרך הביטחון הסמוכים לו. הגבלת עוצמות  
האור תורמות לכך שלא יולג אור משמנועתי מעבר  
לתחומי המתקן וכמוון מסיעת להטיילות אנרגטיית.

עקרון זה נشن על תי 12464-2 אשר מגביל עוצמת  
הארת החוץ מתקן לריצוף סמוך, לטובות מניעת  
זילגת אור. בהתאם לעקרונות התכנון ולהנחיות משור  
האנרגייה למתקני תשתיות, זילגת האור תוגבל עד  
למרחך מקסימלי של 15 מ' מהיקף גדר המתקן, מעבר  
לתחום זה האזרור ישמר חזק. העוצמה באזור החשוך  
לא תעלה על 0.27 לוקס (שהם עוצמת אור ירח מלא  
או 0 בחישוב פוטומטרי ממוחשב).



איור 10: חalk גדר ושביל בטיחון של מתקן והגביל התאורה בשגרה לפי מרחקים

## עליה הדברים

רקע - זיהום אוTAGר סביבתי

זיהום אוור ומערכת התוכנן

תוכנן מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום  
אוור - שרת עקרונות התוכנןתוכנן תאורת דרכים תוך מניעת זיהום אוור  
אל עבר השטחים הפתוחיםהטמעת עקרונות התוכנן בכלים  
سطוטורייםרכיב הנחיות לתוכנן תאורה מושכל  
במתקנים תשתיותהטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרומה

נספחים

נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתוכנן תאורת חוץ  
למתקנים תשתיות

## 9. גוון האור

תוצר  
ראשי**במסמכי התוכנן תקבע הנחיה להגביל גוון האור בהתאם לריגישות האקלוגיות של השטח:**

בשטחים בריגישות זליהום אוור יש להשתמש בגוון אOR "חם", קטן מ- 3000 קלולוין. בשטחים בריגישות גבואה יש להשתמש בגוון אOR "חם מאוד", קטן מ- 2700 קלולוין. בשטחים בריגישות מירביה יש להשתמש בגוון אOR "חם מירבי", קטן מ- 2200 קלולוין.

**יש להגביל גם את ערכי הקירינה בתחום הכחול:**

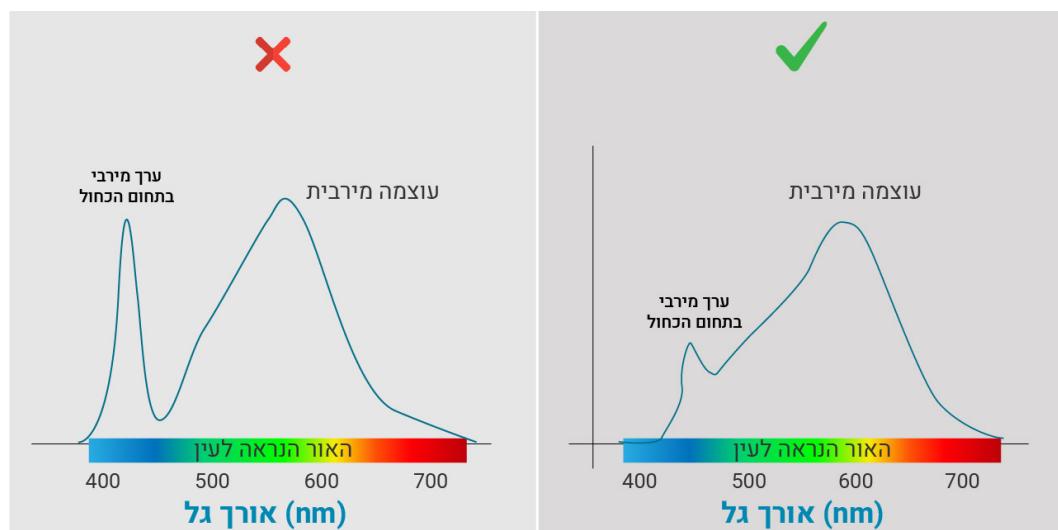
הערך המירבי של הקירינה בתחום הכחול של הספקטרום והוא עד 50% מהעוצמה המרבית הנפלטה.

בהתאם להנחיות המשרד להגנת הסביבה<sup>(24)</sup>, יש להגביל את השימוש בגוף תאורה עט תCOLות אוור כחול, כאשר ההגדרה הנדסית היא: "יש להשתמש בגופי תאורה בהם הערך המירבי של הקירינה בתחום הכחול של הספקטרום והוא עד 50% מהעוצמה המרבית הנפלטה בשאר הספקטרום"<sup>(25)</sup>.

באיור 11 מוצג בצד שמאל גוף המיצג גוף תאורה בעט תCOLות אוור כחול גבואה, לעומת גוף תאורה המציג בגרף מימין, בו תCOLת האור הכחול נמוכה. גוף תאורה המציג בגרף הימני מיצג התאמה להנחיות המשרד להגנת הסביבה ועונה על הדרישה שהערך המירבי של הקירינה בתחום הכחול של הספקטרום יהו עד 50% מהעוצמה המרבית הנפלטה בשאר הספקטרום. טמפרטורת הצבע של גופי התאורה מוצגת באIOR 12.

**הסביר:**  
יש לתכנן שימוש בגופי תאורה בעלי אורכי גל ארוכים - גוון "חם". גוון האור מתואר ע"י טמפרטורת קלולוין A, אשר מייצג את גוון הצבע. גוף תאורה בעל אוור באורכי גל קצרים (אור קר/כחול) עלול לשבש בעולם החי תהליכי ההורמוניים, תהליכי רבייה ונידידה, אגירת מזון, ושאר תהליכי הנגזרים מאורך היום הבלתי נזון (לפריטות ראה [נספח 4](#)) - השפעת גוון האור על עולם החי והצומח). ככל שנעוך הקלולוין נמוך יותר, כך גוון האור "חם" יותר, ככלומר - כזו שפחות מפעיל את המערכת הביולוגית "לחשוב" בטעות כי מדובר ביום. למורות שבפונק זה לוילה.

מדד הקלולוין מהוועה ייצוג חלקו למידת תCOLות אורכי הגל הקצרים - האור "הקר" / כחול, רצוי לא להסתמך על ערך הקלולוין בלבד כמייצג את תCOLת האור הכחול. היקף האור הכחול הנפלט מגוף התאורה ניתן לבקרה מלאה בעזורת בחינת גוף הספקטרום המציג את תCOLת האור<sup>(26)</sup>.



איור 11: גרף הספקטרום האורי המציג את עוצמת האור בתחום הכחול ביחס לנעוצמות אורכי הגל בספקטרום הנראה



איור 12: סקלת גוני אוור בקלוין - גון אוור קר (מיימן) הוא בעל השפעה אקלולוגית שלילית בשעות הלילה. יש להשתמש בגון אוור מ- 3000 K ומעלה בהתאם לרמת הריגושים במורחבות.

יעורי הדברים

רקע - זיהום אוור כאתגר סביבתי

זיהום אוור ומיצרך התכנון

**תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום  
אוור - עשרה עקרונות התכנון**

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום אוור  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

ריכוז הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

נספחים

**נספח 1**  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למתקני תשתיות

23. ניר נעודה בנושא קריינה קצרת גל - החלק הכהול של ספקטרום האור הנראה, משרד הבריאות, מרץ 2019 <http://www.light.org.il/Media/Default/> publications/429511819.pdf

24. הנחיות המשרד לאגנת הסביבה תאורה במודרניים ומידע [באתר המשרד להגנת הסביבה](#).  
25. יש לציין כי משרד הבינוי מתנגד לשימוש בערך המרבי של הקירינה בתחום הכהול בתווך קרייטריון עבור ההשפעה הביוולוגית של האור.



**תכנון  
תאורת דרכים  
תוך מניעת  
זיהום אוור אל  
מעבר השטחים  
הפתוחים**

## 1. רקע

חשוכה וכן מניעת זיהום או רעב בהיבט של זהירות ורקע (ראה פירוט [בנספח 1 - פרג תקינה](#)). התקן כולל גם התייחסות לאפשרות של עמעום התאורות בשנות השונות (אלמנט התורם לצמצום זיהום או).

חברת נתיבי ישראל, חברה ממשלתית מובילה לתשתיות תחבורה בישראל, ערכה בשיתוף עם החברה להגנת הטבע, המשרד להגנת הסביבה ורשות הטבע והגנים בשנת 2020 מסמך המלצות בשם "תאורות ידידותית לסביבה בחברת נתיבי ישראל"<sup>(20)</sup>. המסמך כולל המלצות למצוער השפעת תאורות דרכים אלழוח לתחום הדרך (מעבר למסעה) ע"ז תכנון מושכל המתחשב במעבר דרכים בשטחים רגיסרים אקולוגיים בכפוף להנחיות משרד התחבורה.

ניתן לציין גם את התקן הוולונטרי האמריקאי לתשתיות דרכים הנקרא "Greenroads" המומען לפROYיקטים של תשתיות דרכים בהתאם לעמידה בשורת קרייטריונים בתחומי הסביבה, הכלכלה והחברה. אמות המידה הסביבתיות כוללות סעיפים העוסקים במניעת זיהום או רעב ע"ז הגדרת הגבלת זילגת האור בגין התאורות. התקן אומץ לראשונה בישראל בפיילוט ראשון של חברת סולל בונה מקבוצת שיכון ובינוי, עבר פיתוח קטען כביש 77 בצפון הארץ ב-2017.

בפרק זה מובאים דגשים ייחודיים לתאורות דרכים בהמשך לתיאור העקרונות המובאים בפרק 4. **יש להבהיר שמשרד התחבורה אמון על הנחיות לתאורות הדרכים בהתאם לתקנים, ואלו מחיצבים.** הנחיות פרג זה מתרכזות בזילגת או רעב מתחום מסעת הדרך אל השטחים הפתוחים, ותואמים להנחיות מסמך "תאורות ידידותית לסביבה בחברת נתיבי ישראל, 2020".

מדיניות הארת דרכים בישראל מבוססת מסמך של משרד התחבורה שכותרתו: "הנחיות לתכנון מאור בדרכים" משנת 1996. הנחיות תכנון אלו נסמכו על תי' 1862 לתאורות דרכים בלבד מגבירה את תחוות השפעלת תאורות דרכים בלילה מגבירה את תחוות בטיחות הנסעה וmphיתה סיכון לתאונות דרכים בשעות החשיכה.

בהתניות משרד התחבורה מוגדרים אזרויים סיכון מוגבר לתאונות כגון צמתים, מחלפים, מפגשי מסילת ברזל, תחנות אוטובוס וועוד, בהם נקבעה חובה להארת הדרך בשעות החשיכה. בין סעיפי ההנחיות המחייבות כל שיעף אשר מגדיר שחובת התקנת מאור בדרכים חלה "בכל מקום בו נדרש תאורה בגלijk שיקולים בטיחותיים - בייחוניים", שיעף זה מאפשר פותח וחב לשיקול דעת. בנוסף על כן, הנחיות משרד התחבורה קובעות באלו מקרים חיביים תאורת דרכים בשאר המציגים, אין מתייחסות לנושא תאורת דרכים בשאר המציגים, בהם לא הוגדר צורך בהארה. נכון להיום בישראל, לא הותקנה תאורת דרכים לכל בקטני כביש רכבים, לא הותקנה תאורת דרכים לאורכה של הדרך (אלא כמחזיב בתcheinות - דוגמת צמתים וכו'), אך nicer שהמגמה היא להאריר יותר כבישים ולעניתם בעוצמות או גובהות מאשר בעבר. **לעת כתיבת מדריך זה, משרד התחבורה מתקנן לעניין הארת דרכים.**

בשנת 2010 אימץ מכון התקנים את תי' 13201 לתאורות דרכים (אשר מחייב את תי' 1862). אימוץ התקן הבינלאומי ישן קו עם דרישות בטיחות הדרכים המקובלות באירופה. **התקן החדש מרחב** ומשכלל את הדיון בתחום תאורת הדרכים וכול, בין היתר, מענה לתאורת כבישים מהירים, מחלפים, התאמה לנוף תנועה, מהירות נסעה, עומס, הרכב למניעת תאורה פולשנית לנכסים פרטיים בסביבה

### עיקר הדברים

**רקע - זיהום או רעב סביבתי**

**זיהום או רעב ומערכות התקן**

**תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רעב עקרונות התקן**

**תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או רעב השטחים הפתוחים**

**הטמעת עקרונות התקן בכלים סטטוטוריים**

**רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגנני תשתיות**

**הטמעת הנחיות למניעת זיהום או רעב בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה**

**נספחים**

**נספח 1**  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה ידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למתגנני תשתיות

- האם מתוכננים פתרונות להגברת הבטיחות במקטע הדרך הנדן, מלבד הארה? לדוגמא האם קיימת הפרדה בין הנתיבים בכביש באמצעות גדר הפרדה, הדגשת פסי השולטים של הכביש בצבע צהוב זהה, חירצית שלווי כביש, התקנת "עיני תחול" בנתיבי הכביש, שיילוב שלטי זהורה וסימונים מיוחדים על הכביש וכן אמצעים נוספים אחרים.

**2.** יש לבחון את הכשל הבטיחותי המוצג כמחיבת הארת הדרך - אל מול הנתונים לעיל, ולבחון מהימנות.

**3.** יש לבחון את גורמי הסיכון לתאונות דרכים אל מול התוצאות הצפויות לבטיחות בדרכים בהארת מקטע הדרך.

**4.** יש לבחון את הריגשות האקוּלובי של המרחב הציבורי לשולי הדרך:
 

- מה רמת החשיבות של שמירה על חשכה בשעות הלילה באזורי?
- מהם הנזקים הצפויים כתוצאה מהארת הכביש לעולם החיים והצומח?

**5.** בתהיליך של ניהול סיכון יש לתכלל את הנתונים, כך שאליו יהווה רקע מושכל לקבלת החלטות מבוססות ידיע, אשר מתחשבות בין שאר השיקולים, גם בהיבטי שמירה על הסביבה.

בתאות דרכים, כמו בכל תאורת חולץ לילית, הדרך הסביבתית ביותר היא להארר רק את מה שצרכי להארר ולא מעבר לכך, בדגש על צמצום ההארה בתשתיית הסמוכה לשטחים פתוחים הרגשיים לזרימת או.

לעתים מתקבלת החלטה להארר מקטע דרך, מעבר לדרישות המחייבות, בשל הפטנציאל לשיפור בטיחות הדרך וצמצום תאונות הדרכים. במקרים מסוימים להארה הדרך מחייב סיבתי (כמו גם כלכלי ואנרגטי). בהתאם לכך, מוצע לתכלל את התועלות עניין בטיחות בדרכים מול העליות השונות, כולל ההשפעה הסביבתית.

### להלן הצעה למתקודולוגיה עקרונית ש疵רתה לבחון האם רצוי להארר מקטע דרך:

1. יש לאסוף מידע ליצירת בסיס נתונים מהימן, העוסק בשיקולי בטיחות דרכים של משתמשי הדרך:
  - מה נפח התנועה הצפוי במקטע הכביש, בהתפלגות על פי שעות היום ובודגש על שעות הלילה?
  - מהי התפלגות תאונות הדרכים בכביש היום, על פני שעות היום?
  - מהי התפלגות סוגי תאונות הדרכים, בהשוואה לכבישים דומים?
  - בחינת תאונות קטלניות - האם בזענה חקירות עמוק של תאונות אלו? האם קיים קשר בין חוסר התאורה לגורם לתאונות אלו?

### עיקר הדברים

רקע - זיהום או קטגור סביבתי

זיהום או מערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רעל עקרונות התכנון

### תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או רעל עבור השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

רכיבי הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או רעל בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

### נספחים

נספח 1 כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חולץ דינמית למתגנני תשתיות

## 3. היכן ומתי להאוויר?

### מתי להאוויר?

**ניהול התאורה:** עםם התנוונה משתנה בין שנות הלילה השונות, ובהתאם הצורך בהאירה. יש לקבוע משטר הדלקה וכיבוי בהתאם למינימום ההכרחוני, ובמידה ונitin לעמם<sup>(29)</sup> - יוקבע משטר בהתאם. מוצע 23:00 לבחן אפשרות עמנים תאורה החל משעה 00:00 וכיבוי בשעה המוקדמת האפשרית בעוזרת מערכות בקרה. במידה ונדרש תאורה רציפה לאורך כל שעوت החשכה, רצוי שהתאורה תדלק ותכבה בעודרת שעון המתבורה הרלוונטיות<sup>(28)</sup>.

**אסטרונומי** (ראה [נספח 2 סעיף 3](#) - מערכות ליעול ניהול התאורה).

### היכן להאוויר?

**رجישות אקולוגית:** אקולוג המלווה תסקיר השפעה על הסביבה בדרך ידג את השטחים בצד הדורך, לאור הרוגיות האקולוגית לזיהום או רעל (לקיים רגישות לזיהום או [פרק 4](#) [נספח 1](#)) והנושא ידוע בחלאיפות התכנון. בתסקיר ובוואות תכנית יש לציין תארי שטח שרצו מבחן אקולוגי שישמרו חשוכים (זיהום צין הסתיגות - "בכפוף להנחיות משרד התהוויה הרלוונטיות"<sup>(28)</sup>).

זיהום או רעל כאתגר סביבתי

זיהום או רעל ומערכות התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רעל עקרונות התכנון

**תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או רעל השטחים הפתוחים**

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

ריכוך הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או רעל בתהליכי תכנון - תרשימי דרומה

נספחים

[נספח 1](#)

כלים מניעים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורות חוץ למתקני תשתיות

## 4. איך להאוויר?

### 4.2 נזומה

השתמש בתאורה בעוצמה הנמוכה ביותר המתאימה לצורך השוגה. באזרורים רגישים אקולוגית או בססמו

- לשטוחים פתוחים עצמת התאורה תתוכן על פי:
  - הנחיות משרד התחבורה - תוק התאמת רמת איקות התאורה (רא"ת) להיררכית הדורך (דרך מהירה וואשית = רא"ת 1, איזורית = רא"ת 2 ומקומית = רא"ת 3). אין לתכנן מעבר לכך - תכנון תאורה לפי דרגת "רא"ת" גבואה מהנדש גורר פגיעה בטבען כתוצאה מעלה בזיהום האוויר לסביבה, כמו גם בזבוז אנרגטי וכלכלי.
  - ת"י 13201 - תוק שימת לב לנושא היחס בוין ההאירה של הקביש עצמו לבין ההאירה הקיימת בסביבתו (R/S).

להלן דגשים לתכנון הארת דרכים, אלו נאמנים להנחיות מסמך "תאורה יידידותית לסביבה, חברות נתיבי ישראל"<sup>(30)</sup>.

### 4.1 היועצות

נדרש ממתכנן התאורה להציג תכנית פוטומטרית, על בסיס חישובים, היכולת את השטח של כל גבול התכנית (כולל מדידה של מפלסי השטח שמנבר לתוחום המיסעה). החישובים בתכנין התאורה יוכיחו הארה לאזר המיסעה, וכך צמצום מקסימלי של זיגת האוויר לשטחים פתוחים שמסביר ל佗אי הדורך (בהתאם לפירוט [נספח 1 פרק 1](#) - מתכנן התאורה ותהליך עבודתו).

התאורה תתוכן תוק **הגבלת סף עוצמה עליון** - כך שלא יעלה על תוספת של 20% מערך המינימום הנדרש בהנחיות משרד התחבורה ובת"י 13201.

28. הנחיות משרד התחבורה המתעדכנות מנת לעת.

29. עיל פי הנחיות מאור בדרכים של משרד התחבורה בכיבושים אין אפשרות לעמנים התאורה בהתאם לעומס התנוונה משתנה.

30. **תאורה יידידותית לסביבה**, דוח מסכם, מרץ 2020 באתר טבנ' ביז' של החברה להגנת הטבע.

BUG - Backlight, Uplight, Glare. 31

### 4.3 זליגת אוור

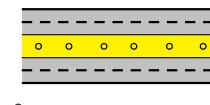
#### גופי תאורות:

- מנען זליגת אוור על ידי סיכוך ושימוש בגופי תאורות עם פיזור אלומת אוור מוגבלת.
- באזורים בריגושים גבוהה וקיוניות הגוף יהיו לא זליגת אוור כלפי מעלה - לפי דירוג סען- פי תקן TM15.
  - גופי התאורות יעדמו בדירוג BUG<sup>(31)</sup> מרבי - 2-B-U, ושטף האור בתוך תאודורים FVH-1 BVH לא יעלה מעל 100 לומן.

#### גובה עמודים:

- באזורים בעלי ריגושים אקולוגיות גבוהה וסMOVED לשטחים הפתוחים, הימנע משילוב עמודי תאורות גבוהים במיוחד (מעל 30 מ') הנקראים עמודי היי-מאסט (High Mast). זאת משום שגובה העמודים מיציר פוטנציאלי לזיהום אוור משמשות לסייעתו. במדידה שנערכה במחציף עין תות בכביש<sup>(32)</sup>, בו הותקן עמוד תאורות בגובה 45 מ', רושמה עצמת אוור משמשות (מעל 10 לוקס) גם במרחך 80 מטר, בתחום השטחים הפתוחים - הרבה מעבר בתחום הדרך שנדרש להאייר.
- בשטחים בריגושים אקולוגיות קיזונית לא יעשה שימוש בעמודים אלו כלל.

טבלה מס. 2: צמצום זליגת האור הקדמי מעבר לתchrom המיסעה בהתאם לטיפוסי הכביש השונים

הערות	מראך האראה מקסימלי לחorigga בעט הצרוך*	מראך האראה רצוי	מיקום נמדו התאורות	הגדרת טיפול הכביש	טיפול הכביש
ישם כיוון עבר עמודי תאורות בגובה 12 מ'	40 מ'	40 מ'	הפרדה מרכזית	דרך דו מסוליות, דו נתיבית	
ישם כיוון עבר עמודי תאורות בגובה 15 מ'	53 מ'	42 מ'	הפרדה מרכזית	דרך דו מסוליות, ארבנה נתיבית	

\* יש לתכנן בהתאם למרחך ההארה הרצוי. תכנון בהתאם למראך ההארה המקסימלי יבוצע כתוצאה מהוסר יכולת לעמוד בדרישות הבטיחות והבטיחו עם מרחך ההארה הרצוי.

#### יעורי הדברים

רקע - זיהום אוור כאתגר סביבתי

זיהום אוור ומערכות התכנון

- תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור  
- עשרה עקרונות התכנון

#### תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום אוור אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורות מושכל  
במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

#### נספחים

- נספח 1  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורות  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורות חוץ  
למתקני תשתיות

.32. קבוצת "אור מכוון", דוח מדידת עצמות אוור במחציף עין תות, 2017.

.33. "מרחך האראה רצוי" ו- "מרחך האראה מקסימלי לחorigga בעט הצורך" הוא הטווח הנמדד מעמוד התאורות ועד לשטח הנשمر כחישוק (ז"א עד 0.3 לוקס).

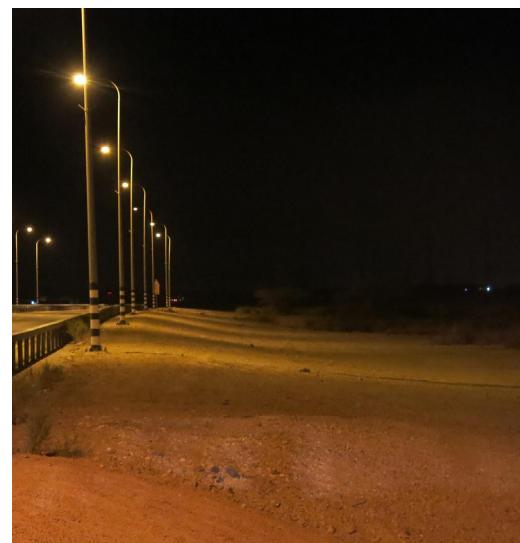
באזורים ברגישות אקולוגיות קיוניות יש לתכנן כך שלא תהיה זליגת אוור מעבר למרחק המפורט בטבלה מטה בטור "מרחק ההארה הרצוי". באזוריים ברגישות אקולוגיות גבוהות רצוי ככל הנימן לתכנן בהתאם להנחיות זה, ובמקרה של צורך בטיחותי / בטחוני אין למרחק זה, ובמקרה של צורך בטיחותי / בטחוני אין להרוג מובל המודרך המפורט בטור "מרחק ההארה המקסימלי".

**זליגת אוור אחורי:**  
תכנן את תכנית התאורה בדרך כך שיוגבל השטח המואר "מאחוריו" עמודי התאורה אל עבר השטחים הפתוחים. לצורך צמצום זליגת האוור יעשה שימוש בגופי תאורה בעלי מסתיר אוור אחורי תקין המאפשר נעמידה במרקורי ההארה המפורטים בטבלאות מטה. פיזור אוור זה יגבה בבדיקות פוטומטריות מעבדתיות.

טבלה מס. 3: צמצום זליגת האוור האחורי מעבר לתהום המיסעה בהתאם לטייפוסי הכביש השונים

הערות	מרחק הארה מקסימלי להריגת בעות ה cazzo*	מרחק הארה רצוי	מיוקם עמודי התאורה	הגדרת טיפוס הכביש	טיפוס הכביש
ישים כוים עברו עמודו תאורה בגובה 12 מ'	24 מ'	8 מ'	צד הדורך	דורך דו מסלולי דו נתיבית	
ישים כוים עברו עמודו תאורה בגובה 15 מ'	24 מ'	15 מ'	2 צדי הדורך	דורך דו מסלולי, דו נתיבית	
ישים כוים עברו עמודו תאורה בגובה 15 מ'	38 מ'	32 מ'	2 צדי הדורך	דורך דו מסלולי, ארבעה נתיבות	

\* יש לתכנן בהתאם למרחק ההארה הרצוי. תכנון בהתאם למרחוק ההארה המקסימלי יבוצע כתוצאה מחושר יכולת לעמוד בדרישות הבטיחות והבטיחו עם מרחק ההארה הרצוי.



תמונה 3: צילומי "לפni - אחורי" מתקן פילוט לצמצום זיהום אוור בסמוך לקיבוץ סמר בערבה. מימין: זליגת אוור אחורי טרם שדרוג התאורה המיגעת למרחוק 30 מ' מגבוי המיסעה. משמאל: זליגת אוור אחורי אשר צומצם למרחוק 12 מ' בלבד מגבול המיסעה, לאחר תכנון תאורה עם אמצעים למניעת זליגת אוור אחורי | צילומים: אלכס גולדין.

## עיקרי הדברים

רקע - זיהום אוור כאתגר סביבתי

זיהום אוור ומערכות התכנון

- תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור
- עשרה עקרונות התכנון

תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום אוור  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור  
במהלכי תכנון - תרשימי דרישה

## נספחים

- נספח 1  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורות חוץ  
لامתגנני תשתיות

לדרך תוך בנויות מודול תלת-ממדי ממוחשב של האזורי בעדרת תוכנה לחישובי תאורה (Algorithm 32). החישובים יתייחסו לגיאומטריה של המקומות, למפלסים השונים, לגובה הגשרים ומרוחקים בין גשרים סמוכים - במידה וקיים.

**טופוגרפיה השטח:**  
התהշב במפלסי השטח, אשר מעבר לתהום הדורך, בכדי לצמצם זיהום אוור לשטחים הפתוחים.

חישובים פוטומטריים המוכיחים את צמצום זילגת האוור ייחזו בחישובן את טופוגרפיה השטח הסמוך



תמונה 4: הארצת דרך בכביש כביש 86 מובל שטח ורישי אקולוגיות (נחל עמוד), הפרשי הגובה מעבר לשטח המיסעה לא חושבו בתכנון התאורה ולכן נוצרת האוור מיותרת של הנחל - אזור ברישות אקולוגיות גבוהה | צילום: מיכל ניב נאמן.

חברת נתיבי ישראל פונعلا להגבלת גוון האוור משנת 2020 בהתאם לטרמינולוגיה אשר נקבעה במסמך ["תאורה יידידותית לסביבה בחברת נתיבי ישראל"](#)<sup>(34)</sup>. מומלץ כי נתיבי ישראל תמשיך להשתמש בהגדרות אלו המתיחסות לגווני אוור המפורטים לעיל, בהתאם להנחיות שנקבעו במסמך הנ"ל.

- #### 4.4 גוון אוור
- במסמכי התכנון תקבע הנחיה להגבלת גוון האוור בהתאם לרישות האקולוגיות של השטח:
- בשטחים **ברגישות זיהום אוור יש להשתמש בגוון אוור "חם", קטן מ- 3000 קילוון.**
  - בשטחים **ברישות גבוהה יש להשתמש בגוון אוור "חם מאד", קטן מ- 2700 קילוון.**
  - בשטחים **ברישות מירבית יש להשתמש בגוון אוור "חם מירבי", קטן מ- 2200 קילוון.**

## עיקרי הדברים

רקע - זיהום אוור כאתגר סביבתי

זיהום אוור ומערכות התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור  
- עשרה עקרונות התכנון

תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום אוור  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיה לתכנון תאורה מושכל  
במתגני תשתיות

הטמעת הנחיה למינית זיהום אוור  
במהלכי התכנון - תרשימי דרישה

## נספחים

## נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידידותית לסביבה, בתכנון תאורות חוץ  
لامתגני תשתיות



הטמעת  
עקרונות  
התקן  
בכליים  
**סטוטודריים**

## 1. כלים להטמעת מניעת זיהום או בתכניות סטטוטוריות

"מניעת זיהום או" בתכניות חדשות. ככל והקמת תכנית מוצעת מהויה סיכון גודל יותר לזיהום או, כך קיימת דחיפות ומשמעות גדולות יותר להתייחסות מעמיקה ומהיבת לנושא (ראה אייר 13).

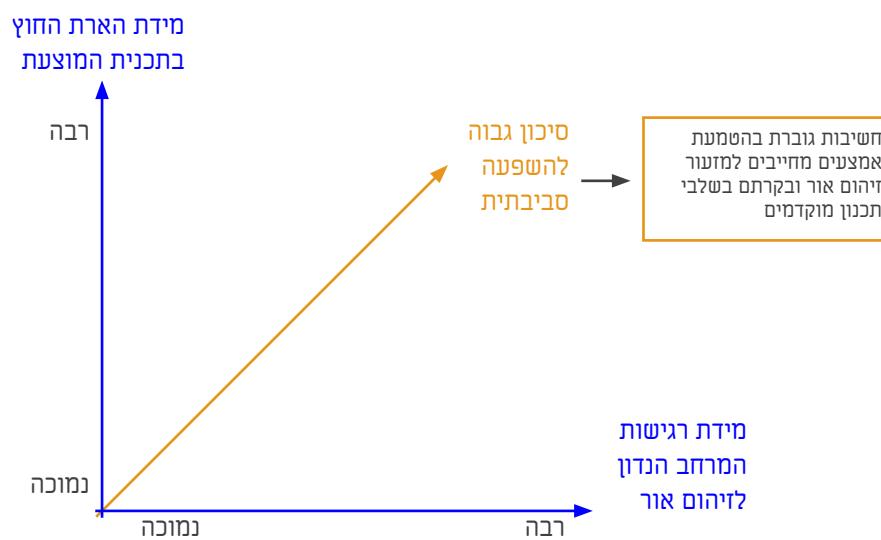
קריטריונים על פיהם צפואה השפעה משמעותית של זיהום או רם מתכנית:

- כאשר תכנית מתוכננת להיות מוארת ברצף לאורן פרקי זמן גדולים בלבד, כאשר מתוכנות עוצמות או רם משמעותיות, כאשר השטח המואר רחב.
- כאשר התכנית באוזור חשוך במקור, כאשר התכנית סמכה לאזורים שמהווים שטחי מחיה לערכי טבע מוגנים, כאשר התכנית סמכה לשטחים פתוחים טבעיים ואזורים שייעודם שמירה על ערכי טבע.

בפרק זה מוצגים "כלים סטטוטוריים" להטמודות עם תכניות לתשתיות או תכניות הcoilולות תשתיות אשר הקמתן עלולה לגרום לתוספת זיהום או לסביבה.

בדצמבר 2021 התקבלה טיעות דוח' בגין נושא "תכנון חדש רישוי" בעריכת חטיבת הרגולציה של מינהל התכנון<sup>(35)</sup>. מטרת הדוח' להוביל לשינוי בכתיבה הוראות לתכנית - " כתיבת תכניות ברות מימוש, בהירות, ברירות וGamishot המאפשרות מעבר לתהליכי הרישוי באופן פשוט, יעיל ומאפשר מימוש ללא צורך בהקלות, תוך שמירה על אינטגרת התכנון וודאות ושקיפות".

בהתאם להנחיות אלו ומתחוון הבנה שמניעת זיהום או הוא נושא תכני - סביבתי, להלן סל כלים להטמעת



אייר 13: הוראת מידת השפעת הקמת תכנית על זיהום או

על-keyori הדברים

זיהום או רם מתכנית התכנון

תיכון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- עשרה עקרונות התכנון

תיכון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
סטטוטוריים

רכיבי הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
במהלכי תכנון - תרשימי דרומה

נספחים

נספח 1

כלים מושכים להטמעת עקרונות תאורה  
יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למתגנני תשתיות

בاهלכי התכנון השוניים, להלן הצעות להוראות לתכניות ולהתייחסים לשילוב במסמכי התכנון, בהתאם לשלב הסטוטוטורי המתאים<sup>(36)</sup>.

**טבלה מס. 4: כלים סטוטוטוריים לモעזר זיהום או רעל מנת להקל על ההטמעה של נושא מניעת זיהום או רעל וכן ליציר איחדות באופן השימוש של תחום זה**

הערות והנחיות פרטניות	דוגמאות להוראה לתכנית	יעוד התכנית	היררכית התכנית	כלי	מספר
	הוראה: תכנון תאורת החוץ תעשה תוך הגבלת מרבית של זליות או לשוחים לשימושם סוככים.	רלוונטי לכל שימוש הגובל בשיטה פתוחה (כולל שצ'פ' אינטנסיבי).	תכנית אב, תכנית אסטרטגי, תכנית מתאר ארצית, תכנית מוגדרת, תכנית כוללתנית, תכנית (תכניות אשר מכוחן לא ניתן להוציאו או תירטו בניה) או תכנית מפורטת (כאשר לא צפוייה השפעה משמעותית של דוחם או גגן לצרכי חירום בלבד).	שילוב הוראה כללית לМОעזר זיהום או רעל.	1
-מחייב סימון תא שטח ייעודי לנושא בתשريع לתכנית. <sup>(38)</sup>	הוראה: תא שטח .. (ווגדר בהוראות תכנית) ישמר ולא הארה מל'אקטואית בשגרה.	רלוונטי לכל שימוש בו בתחום התכנית ישנו שטח בערך שיש לשמר בו את משטר התאורה הטבעי, וחשכה בלילה.	<b>כל היררכיות</b> של התכניות.	קביעת תא שטח בתכנית אשר ישמר בחשווים <sup>(37)</sup> .	2
בשיטות מוגנים סטוטוטוריות, מידעת הנעה המקומית ובנעה את הבקשה ונפה להזעקות עם הנוף המוסמך (קק'ל / רט'ג).  מושע להפנות למקומות מול גוף בעלי יכולת לבצע בקרה על תכנית תאורה פוטומטרית (קיים מבחן ע"י ברט'ג).  גופים נוספים אשר ניתן להפנות אליהם את הבקשה: קק'ל, מנהלת אזור תעשייה, יחידה סביבתית, גוף בקרה סביבתית בצה"ל או אחר בהתאם למקרה.	הוראה: תנאי להagation התיקר בנייה, המתוכנן עם רט'ג לעניין מניעת זיהום או רעל. או: לחילופין: תנאי להagation התיקר בנייה, בניית הינו הגשת התיקר תכנית תאורה פוטומטרית לאישור רט'ג.	רלוונטי לכל שימוש המותכון להagation בתיקר בשגרה בסמוך לשיטה פתוחה (כולל שטח פתוח אינטנסיבי). או: ליעוד בשימוש זמני מואר 24/7 כגון אדרר התאגוניות לבקלן במידה וסמן לשטחים פתוחים.	<b>תכנית מפורטת או כל תכנית שנייה</b> מכוחה להוציאו היתרים.	שילוב תנאים בהוראות התכנית הקבועים צורך בפניה לרט'ג בשלב ה蔚ור בניה.	3

**יעורי הדברים**

רקע - זיהום או קטגוריה סביבתית

**זיהום או מערכת התכנון**

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רעל עשרות עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או רעל עבור השטחים הפתוחים

**הטמעת עקרונות התכנון בклים סטוטוטוריים**

רכיבי הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או רעל במהלך תכנון - תרשימי דרישה

**נספחים**

נספח 1 כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ

**لامתקני תשתיות**

36. הכל בכפוף לחוקיקה עדכנית, תקנים מהגנים ומשרדי המשללה התקפים באותה עת, כגון הנחיות משרד התחבורה.  
37. בתכניות לדרכים - תוך ציון ההיסטוריה - בכפוף להחייבת משרד התחבורה הרלוונטיות המתעדכנות מנת לעת.  
38. רצוי להוסיף: עד 0.27 לאמ"מ. (המייצג את עצמת האור בלילה ייחד מללא תוספת האורה מל'אקטואית).

מספר והנחיות פרטניות	דוגמא להוראה להטמעה בתכנית	יעוד התכנית	היררכית התכנית	כלי מס'
<p><b>שילוב תנאים בהיתר בניה או בהוראות תכנית</b> - להלן קבוצת כלים משלימים אחד לשני אשר ניתן לשלב בהתאם למקרה ולצורך, ובהתאם לשלב הסטוטוטורי הרלוונטי.</p> <p>יש להקיף כי נספח ההוראה מותאם לשלב הסטוטוטורי המתאים. הקפדה על הוראה שאינה מגבלת עדכון התקן הוולונטרי (ז"א לא צוין שנת התקן - רק ההוראה תמידית לרוייזה העדכנית לתתקן).</p>	<p><b>הוראה בתכנית מפורשת:</b> תנאי גוף התאורה כי גוף התאורה ייפתח כיווניות ומיקוד אלומת האור לפ' דירוג 6- G המובא בת"י 13201.</p> <p><b>תנאי בהיתר בנייה:</b> גוף התאורה ייפתח כיווניות ומיקוד אלומת האור לפ' דירוג 6- G המובא בת"י 13201.</p> <p><b>תנאי למתן תעודה</b></p> <p><b>גמר:</b> אישור של יונץ תאורה כי גוף התאורה מבטיח כיווניות ומיקוד אלומת האור לפ' דירוג 6- G המובא בת"י 13201.</p>	<p>לelonshi לכל ייעוד ובכל מרחב המואר בשעות הלילה.</p>	<p><b>הקבועה הוראות להיתר/ היתר בניה / הרשותה</b></p> <p><b>תנinit מפורשת או:</b> <b>תנinit דרך כאשר:</b> הנושא מובא בהמלצות נספח סביבה או תספיר השפעה נג' הסביבה) ומומלץ בו שימוש הוראות. למושר זרים או. קיימים סיכון להשפעה סביבתית בהתאם לשיקול דעת גוף תכנון או סביבה.</p>	4
<p>במתקנים תשתיית וברככים (39) יש לשלב את הגון לפ' ברגשות אקלובי מרבית = עד 2200 K, ברגשות גובהה עד 2700 K, ברגשות נמוכה עד 3000K. המרכיבת הנפלטת (24).</p> <p>במתקנים תשתיית הערך המרבי של הקירנה בתום הכהול של הספקטרום יהווה עד 50% מהעוצמה המרכיבת הנפלטת.</p>	<p><b>הוראה בתכנית מפורשת:</b> תנאי מינימץ תאורה כי גון האור של כל גופי התאורה שהותקנו לא עליה על...(יקבע בהתראם בצד) קלוין.</p> <p><b>תנאי בהיתר בנייה:</b> גון האור של כל גופי התאורה שהותקנו לא עליה על...(יקבע בהתראם בצד) קלוין.</p> <p><b>תנאי למתן תעודה</b></p> <p><b>גמר:</b> אישור מינימץ תאורה כי גון האור של כל גופי התאורה שהותקנו לא עליה על...(יקבע בהתראם בצד) קלוין.</p>	<p>לelonshi לכל ייעוד הגבול בשטח פתוחה (שאיינו שצ"פ איטנטנסיבי) כולל דרכי, מתקני תשתיית, מתקני ספורט, מחנות דלאק ועוד.</p>	<p><b>התאמות גון האור</b></p> <p>לרמת רגישות אקלובי של המרחב</p>	4.1
				4.2

עליקרי הדברים

רקע - זיהום או קטגוריה סביבתית

יום או מערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רשות עקרונות התכנון

תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בклים סטוטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או במהלכי תכנון - תרשימי דרישה

נספחים

נספח 1 כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ למתקני תשתיות

הערות והנחיות פרטניות	דוגמא להוראה להטמעה בתכנין	יעוד התכנין	היררכית התכנין	כלי	מ' מס'
<p><b>15 מ' מהוועה כל אצבען, יש להגדיר מרחק לפי הנחיות ל鞠ם הספציפי. לפירות ראה <a href="#">פרק עוצמת הארה בשול המתקן.</a></b></p>	<p><b>הוראה בתכנין מפורשת:</b> תנאי בהיותו יהיה כי מעבר למרחק של 15 מ' מגדר המתקן לא תהי הארה בשגרה שמקורה בתכנין, והמרחוב ישמר חזוק<sup>(40)</sup>.</p> <p><b>תנאי להיתר בנייה:</b> מעבר למרחק 15 מ' מגדר המתקן לא תהי הארה בשגרה שמקורה והמרחוב ישמר חזוק<sup>(38)</sup>.</p> <p><b>גmr: אין שור מיעונץ גמרא:</b> אישור מיעונץ תאורה כי מעבר למרחק 15 מ' מגדר המתקן לא תהי הארה בשגרה שמקורה והמרחוב ישמר חזוק<sup>(38)</sup>.</p>	ROLONTECH לכל ייעוד או מתקן תשתיות עם גבולות ברורים ותאורה שתפעל בשעות החשיכה בdegש על סמיימות לשטחים פתוחים.	<b>תכנית מפורטת הקובעת הוראות להיתר/ היתר בניה / הרשות</b> <b>תכנית מפורטת או:</b> <b>תכנית דרך אשר:</b> 1. הנושא מובא סביבה (או תספיר השפעה) ומוסמץ בו שילוב הוראות למועדו זיהום או. 2. קיימ סיכון להשפעה סיבתית בהתאם לשיקול דעת גוף תכנון או סביבה.	קביעת מרחק מירבי המותר בדילוג הארה מוחוץ לתהום הבינוי/ גבולות המתקן.	4.3
<p>הקפדה על הוראה שאינה מגבילה שכךו התקן הוולונטרי (ז"א לא צין שנת התקן - כך ההוראה תמיד תתייחס לריוויזיה העדכנית).</p>	<p><b>הוראה בתכנין מפורשת:</b> תנאי בהיותו יהיה כי עצמות האור יוגבלו בהתאם להגדרת הערך הממוצע המינימלי בת"י 13201 מעילו<sup>(41)</sup> ועד 20%.</p> <p><b>תנאי בהיתר בנייה:</b> אישור יוונע תאורה כי עצמות האור יוגבלו והוא בהתאם להגדרת הערך הממוצע המינימלי 13201 בת"י המוגדר בת"י 13201 מעילו<sup>(41)</sup> ועד 20%.</p> <p><b>תנאי למבחן תעודה</b>  <b>גmr: אין שור מיעונץ גמרא:</b> אישור יוונע תאורה כי עצמות האור יוגבלו והוא בהתאם להגדרת הערך הממוצע המינימלי בת"י 13201 מעילו<sup>(41)</sup> ועד 20%.</p>	ROLONTECH למקטעי דרכי בסימון לשטחים פתוחים בכפוף להנחיות משרד התכנובה.		<b>הגבלת עצמות תאורה בדרכים ע"י הפניה ל鞠ן וולונטרי + קביעת רף מגבלה עליון</b>	4.4

עיקרי הדברים

רקע - זיהום או קטגור סביבתי

זיהום או מערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- عشرת עקרונות התכנון

תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

### הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
במהלכי תכנון - תרשימי דרישה

נספחים

נספח 1  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ למתקני תשתיות

הערות והנחיות פרטניות	דוגמא להוראה להטמעה בתכנין	יעוד התכנין	היררכית התכנין		כלי מס'
	<b>הוראה בתכנין מפורשת:</b> תנאי ברירתם יהיה כי עצמות האור יוגבלו בהתאם להגדרת הערך המומוצע המינימלי המוגדר לפי השימוש בת"י 12464 ועד 20% מעליון.  <b>תנאי בהיתר בנייה:</b> עצמות האור יוגבלו בהתאם להגדרת הערך המומוצע המינימלי המוגדר לפי השימוש בת"י 12464 ועד 20% מעליון.  <b>תנאי למתן תשודת גמר:</b> אישור יונץ תאורה כי עצמות האור הוגבלו בהתאם להגדרת הערך המומוצע המינימלי המוגדר לפי השימוש בת"י 12464 ועד 20% מעליון.	רלוונטי למתקני משתיית או מקומות נבדוד כמוגדר בת"י 12464 (תשתיות, תעשייה, תחנת דלק וכו') בסימון לשטחים פתוחים.	<b>תכנית מפורשת הקובעת הוראות להיתר/ הבניה / הרשאה</b>  <b>תכנית מפורשת או תכנית דרך</b> כאשר: 1. הנושא מובא בהמלצות נספח סביבה (או תסקיר השפעה על הסביבה) ומומלץ בו שילוב הוראות לזמןaur זיהום או. 2. קיימים סיכון להשפעה סביבתית בהתאם לשיקול דעת גוף תכנון או סביבה.	הגבלת עצמות <b>תאוריה</b> במתגים ע"י הפניה לתגן מחייב + קביעת רף מגבלה עליון	
בהתאם למיסמך "תכנון חושב רישוי" אם עורך התוכנית או מוסד התכנון סבורים שמרכיבים בספקם צריים להיות מחיבים לשנות את מעמד הספקה למחיב החלקת ולהגדיר מה המרכיבים מה החיבים בו.	<b>הוראה בתכנין מפורשת:</b> יש לתקן את תאורת המתקן בהתאם לפיק... בתסקיר הסביבתי / נספח סביבתי לנושא מונעת זיהום או.	רלוונטי לכל היישודים מסוים שהמסמך נותן מענה ייודי לתכנית.	<b>תכנית מפורשת או כל תוכנית המלווה בתסקיר או נספח סביבתי בו קיימות הנחיות מפורטות בנושא זיהום או.         </b>	הפנייה להנחיות הכלולות <b>נקע</b> כגון נספח סביבתי, תסקיר השפעה על הסביבה או נספח בגין ופיתה.	5
לא קשור לתכנין ספציפית <sup>(43)</sup>	דוגמאות <sup>(42)</sup> הייעודים.	רלוונטי לכל סוגי הדוחים.	<b>הנחיות מרחביות של ועדה מקומית / מרחבית</b>	קידום "הנחיות מרחביות" למרחב	6

## עליה הדברים

רקע - זיהום או קטגור סביבתי

זיהום או מערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- عشرת עקרונות התכנוןתכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

## הטמעת עקרונות התכנון בклים סטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקנים תשתיותהטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
במהלכי תכנון - תרשימי דרישה

## נספחים

נספח 1  
כלים מנועים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למתגנים תשתיות42. קישור לדוגמאות אשר קודמו לנושא זה מובאות **נספח 1 - פרק 3 - הנחיות**.

43. החוק החקנו ובניה נקבעו נשאים אשר יכולים לヨיכל בהנחיות מרחביות בהם: "הנחיות מרחביות יכול שייתיחסו להזותו ולמראתו החיווני של בניין, למפלטי הרכינה לבניין, להשתלבות הבניין בסביבתו, לחיבור תשתיות ולעיגנים נוספים כפי שקבע שר הפנים". בהתאם לכך הם יכולים לתת מענה למניעת זיהום או.

## 2. הנחיות לעירicit תסוקיר השפעה על הסביבה

### פרק ב' - בוחינת חלופות

חלופות מיקום: ככל ותשתיות (מתקן/ דרך) מוחיבים בהארה בשגרה בשל שיקולים ביטחוניים/ביטחוחותיים/תפעוליים, יש לבחון חלופות מיקום של התכנית גם בהתאם לкрיטריון של מניעת זיהום או ר' נבר בתים גדולים ואזרורים רגילים אקולוגיות וסבירתיות, כולל בוחינת מיקום מחוץ למרחב השטח הרגיש אקולוגיות להארה מלאכותית.

### פרק ג' - תיאור התכנית

יש לתאר את אופן הארת המתקן / התשתיות המתוכננת בשעות הלילה, כולל הסבר לגבי הצורך בהארה ביטחונית, בטיחותית או תפעולית להארה בשגרה, אם קיים. ככל ויש צורך בהארה ביטחונית, בטיחותית או/ו תפעולית להארה המתקן, יש לתאר את המתקנים והশימושים המתוכננים להארה לילית (גדר, חניה, מושדים, מתקן תפעולי וכו'), שעות הארה ואמצעים מתוכננים לניהול ההארה הלילית. יש להציג את אדריכל ההארה המתוכננים נ"ג תשריט.

### פרק ד' - הערצת השפעות הסביבתיות של התכנית ואמצעים לומשוון

**פרק עררכי טבע אקולוגי ושטחים פתוחים:** יש להציג תשריט בו יוצגו אזרורים המתוכננים להארה בשעות הלילה, נ"ג ניתוח הממערכות האקולוגיות, בתים הגדול הייחודיים, המסדרונות האקולוגיים וצוארי הבקבוק וערכי הטבע הייחודיים בסביבת התכנית. בהתאם למידת הרגישות יש לסמן וטי שטח מוצעים כחשוכים ללא הארה בשעות החשיכה. יש להמליץ על אמצעים למניעת ולזענות זיהום או ר' כargon הארה רק בחירותם, שילוב מערכות לניהול ויינול הארץ, הגבלת גוון אוור, הגבלת כיווניות אלומת האוור, הגבלת טווח השפעה מעבר לגדר, והגבלת עצמות הארץ.

בتسוקיר השפעה על הסביבה (או בנספח נופי סביבתי) לתכנית המוגשת למוסדות התכנון, קיימת האפשרות לבחון לעומק את ההשפעה של יישום התכנית על סביבתה, בין השאר בהיבטי זיהום או ר' לאחר בוחנת ההשפעה ניתן להגדיר את האמצעים המיטיבים למצורו ההשפעה ולשלב הנחיות מוחיבות בהתאם.

בוחינות לעירicit תסוקיר השפעה על הסביבה וצוי כל הנitin להציג את הדרישת בוחינת הביטוי תארוה זיהום או ר' פרקים הרלוונטיים - בהם השפעות על עררכי טבע, אקולוגיה והשתחווים פתווחים וכן להיבט החוזמי - נופי, מורשת פנאי ותרבותות - בהקשר לשמירה על חשכת הלילה.

במקרים בהם קיימת ריגשות משמשות מואוד לזרום או ר' צפואה השפעה חריגה, רצוי לבחון לשלב פרק ייעודי לנושא התאורה ולבוחן שילוב מתכנן תאורה לילויי פרק זה בתסוקיר.

ניתן להפנות למדריך זה לטרובת הבורות לגבי ניתוח סביבתי בהיבטי זיהום או ר'.

להלן דוגמא לניסוח הנחיות לתסוקיר השפעה על הסביבה (או נספח נופי סביבתי):

### פרק א - תיאור הסביבה אליה מתייחסת התכנית

#### עררכי טבע, אקולוגיה ושטחים פתוחים:

יש לתאר את מידת הרגישות האקולוגית של מוחיב בתהווחות זיהום או ר' בין השאר בתהווחות ולתפקידו של בעלי חיים והצמחים במורחב.

#### עררכים נופיים וחוזותיים:

יש לתאר את מידת הרגישות הנופית - חוזותית של המרחב הלילי (על פני הקרקע וביחס לשמי הלילה) לזרום או ר' בתהווחות בין השאר לרמת החושך/תאורת חוץ מלאכותית המזיהה בו כוים.

### עיקרי הדברים

רקע - זיהום או ר' כאתגר סביבתי

זיהום או ר' ומערכות התכנון

- תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או ר' - عشرת עקרונות התכנון

- תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או ר' אל עבר השטחים הפתוחים

### הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או ר' בתהווחי תכנון - תרשימי דרומה

### נספחים

#### נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה דידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ ומתקני תשתיות

התארגנות בשעות החשיכה בשגרה יש לפרט את מכלול האמצעים המוצעים למזרע זליגת וחיה או לשטחים פתוחים, בין השאר תאורה מינימלית המכוננת לפנים האתר.

#### **פרק ה' - המלצות להוראות התכנונית**

במידה ומתוכננת הארת חוץ מלאכותית בשעות החשיכה לאורך שגרת תפעול המתקן/דרך יש לכלול המלצה להוראות למניעת זיהום אוו. ניתן להפנות ולסייע במדדיך זה - "מדדיך לתכנון, שמיין לבצען ללא היתר בנייה (כגון תכנית דרך): יש להציג תכנית תאורית פוטומטרית בעיריכת יונץ תאורה המציגה את גוף התאורה המתוכננים, ועוצמות ההארה הצפויות בתחוויי ובסבירות התכנונית, בהתאם לתקנים ודרישות המשרד להגנת הסביבה למניעת זיהום אוו.

הוראות תכנונית לפי ההקשר.

#### מערכות נופים וחוזתיים:

יש לתאר את ההשפעה הנופית של הארת המתקן בלבד על המרחב ועל שמי הלילה. ככל ונדרש יש להמליץ על אמצעים למזרע ההשפעה (ניתן לשלב עם השעיף הקודם).

\* במרקם חריגים, בתכניות באזוריים ראשיים במיזח או בעלות השפעה משמעותית, בדגש על תכניות שכינתן לבצען ללא היתר בנייה (כגון תכנית דרך): יש להציג תכנית תאורית פוטומטרית בעיריכת יונץ תאורה המציגה את גוף התאורה המתוכננים, ועוצמות ההארה הצפויות בתחוויי ובסבירות התכנונית, בהתאם לתקנים ודרישות המשרד להגנת הסביבה למניעת זיהום אוו.

#### פרק הגמה (אثر התארגנות):

כעקרון תאורת לילה באתר התארגנות תהיה בחורום בלבד, במידה ומתוכננת הארת מהנה הקובלן/ שטחי

#### עיקרי הדברים

רקע - זיהום או רצף אטגר סביבתי

זיהום או רצף תכנון התכנון

- תכניון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רצף עקרונות התכנון

- תכניון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או רצף אל עבר השטחים פתוחים

#### **הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטוטוריים**

רכיבי הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתכניון תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או רצף בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

#### נספחים

#### נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ ימדתני תשתיות

**רכוז הנחיות  
לתוכנו תאורה  
מושכל במתקני  
תשתיות**



להלן ריכוז הנחיות לנושא מותקני תשתיות<sup>(44)</sup>.

## תכנון מרוחבי - מקרו - האם להאר?

### רגישות המרחב לזיהום או וחלופת מקום

#### מטרה: מזעור השפעה על אזורים וגישהים מבחינה אקולוגית

##### שיטה: תכנון העמדת התשתיות באזוריים שאינם רגישים לזיהום או

תכנון מיטבי	Best Practice	אסמכתאות
עקרון תכנון בהתאם לרמת האראה של סביבת התכנית מובא בת"י 12464.	1. יש לԶיהות את רמת רגישות המרחב לזיהום או וחלופת המידיע הרלוונטיות לרגישות מרחבית לזיהום או. 2. יש לבחון חלופות תכנון בהיבטי מניעת זיהום או.	עקרון תכנון בהתאם לרמת רגישות המרחב לזיהום או וחלופת המידיע הרלוונטיות לרגישות מרחבית לזיהום או.

### חומר ראשי:

- קביעת רמת רגישות המרחב לזיהום או.
- שיילוב קriterיוון של מניעת זיהום או בפרק חלופות בנספח סביבתי או מסקירה השפעה על הסביבה. תענודף חלופות מיקום שאינם באזורי וגישה גבואה לזיהום או.

### האם ההארה הכרחית בשגרה?

#### מטרה: צמצום היקף ומושך ההארה

##### שיטה: נקודת המוצא היא שמירה על חשכת הלילה - תאורות חז' במתיקני תשתיות צריכה להיות מוצדקת למטרות ספציפיות של בטיחות, בייחון או תפעול. בוחן אם הארה המתיקן הכרחית בשגרה.

### תכנון מיטבי

תכנון מיטבי	Best Practice	אסמכתאות
עקרון צמצום משך ההארה מובא בתנגולית, בייחונית או בטיחותית.	יש לאפשר הארת תשתיות בשטחי חז' רק כאשר קיימת הצדקה במסמך הנחיות 150 EIC.	עקרון צמצום משך ההארה מובא בתנגולית, בייחונית או בטיחותית.

### חומר ראשי:

במסמכי הסביבה לתכנית יש לבדוק את תאורות החז' ככל שהוחלט כי היא נדרשת בשגרה. ההצדקה לתאורות חז' צריכה להתבסס על היבטי בייחון, בטיחות או תפעול המחייבים את היזום ולא מעבר לכך.

### עיקרי הדברים

רקע - זיהום או קטגוריה סביבתי

זיהום או ומערכת התכנון

תכנון מתיקני תשתיות תוך מניעת זיהום או ו- עשרה עקרונות התכנון

תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטוטוריים

### רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתיקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או ובהלוי תכנון - תרשימי דרישה

### נספחים

נספח 1 כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורות חז' למתקני תשתיות

<b>תכנון מקומי - מיקרו - היכן מתי ולאיזה צורך?</b>	
<b>מטרות ומישך הארה</b>	
<b>מטרה: צמצום היקף ומישך הארה</b>	
<b>שיטה:</b> הגדרת פרקי הארה הנדרשיםüber השימושים השונים - תכנון הארה אך ורק במקרים מסוימים תפעוליות, בייחווניות או בטיחותיות. תכנון משטר הפעלת תאורה לפרקי זמן מוגדרים בcpflop ל프로그램ת התכנון.	יש להאריך רק כאשר נדרש - אין להאריך מעבר לשעות הפעילות המוגדרות להארה.
<b>תכנון מיטבי</b>	<b>Best Practice</b>
<b>אסמכחות</b>	<p>1. יש לאפשר הארת תשתיות בשטחי חזוז רק כאשר קיימת הצדקה תפעולית, בייחווניות או בטיחותית.</p> <p>2. רצוי להציג את שנות הפעילות וכן את שנות כיבוי הארה עבור כל מטראה ואוצר בתמתקן על מנת לאפשר משטר הארה מדויק התואם את הצרכים התפעוליים, בטיחותיים ובייחווניים מחד, ולא מהוות תאורות יתר מאיידץ. יתכן מושטרי הפעלה שונים עבור פוקנציות שונות, ויש לתכנן ממערכות המאפשרות ניהול הארה חכם.</p>
<b>توزר ראשי:</b>	טבלת השימושים השונים המתוכננים להיות מוארים בשטחי החזוז - כולל התיחסות להצדקת הצורך ומטרת הארה אשר תוצג בנספח הסביבה או תסיקר השפעה על הסביבה לתכננית.
<b>שימושים ותאי שטח חשוכים על רקע הריגשות האקולוגיות</b>	
<b>מטרה: מזעור השפעה על אזורים רגישים מכחינה אקולוגית בתחום ובסביבת המתקן</b>	
<b>שיטה:</b> מפת אזורים חשוכים והערות לתכנון וביצוע - תכנון העמדת שימושים הנדרשים בהארה בהתאם לריגשות האקולוגיות של שטח. יש לתכנן, להציג ולסמן "תאי שטח חשוכים".	
<b>תכנון מיטבי</b>	<b>Best Practice</b>
<b>אסמכחות</b>	<p>1. יש לתכנן את מיקום הארה תוך התחשבות בשיקולים סכיבת התכנית מובא בתאי 12464.</p> <p>2. יש למפות אזורים רגישות אקולוגיות במורחב הסובב ברמה המקומית (רמת מירוח).</p> <p>3. יש לבצע מיפוי ותכנון מרחבי של מיקום השימושים השונים וצורך הארה באוריינטציה לשטחים פתוחים ורגשיים.</p> <p>4. יש לקבוע תאי שטח שאין נדרשים בהארה, כחשוכים במסמכי התכננית.</p>
<b>توزר ראשי:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>תשristol ריגשות מקומית לזרום או - תחום התכננית יוצג על רקע מיפוי הריגשות המקומית לזרום או בנספח סביבה או תסיקר השפעה על הסביבה.</li> <li>תשristol הריגשות יכול אל תחום המתקן וסבירתו ויכול דירוג האזורים הריגשים יותר באופן יחסית לזרום או, תוך סימון תאי שטח ספציפיים אשר להם חשיבות מרבית בשמיירה על החושך ביחס לשאר שטח המתקן המוצע.</li> <li>סימון "תאי שטח חשוכים" בתכננית.</li> <li>תכנון מיקום שימושים המחייבים הארה בלילה בשגרה, באזוריים שאינם רגשיים לזרום או.</li> </ul>

יעורי הדברים

רקע - זיהום או כטגר סביבתי

זיהום או ומערכת התכנון

תכנון מתיקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- עשרה עקרונות התכנוןתכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפטוחיםהטמעת עקרונות התכנון בכלים  
סטטוטוריים**ריכוז הנחיות לתכנון תאורה מושכל**  
**במתיקני תשתיות**הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
במהלכי התכנון - תרשימי דרישה

נספחים

נספח 1  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורות חוץ  
במתיקני תשתיות

<b>הנחיות תאורה פרטניות - איך להאר?</b>				
<b>היוונצאות עם מומחים</b>				
<b>מטרה: תכנון תאורה מקצועי</b>				
<b>שיטת: תכנון תאורה חזק יעשה בעזרת יונץ מומחה</b>				
<b>אסמכתאות<sup>(45)</sup></b>	<b>Best Practice</b>			
<p>חוובת תכנון תאורה על בסיס חישוב פוטומטרי מובא בתקנים: ת"י 13201 ת"י 12464</p> <p>שיילוב יונץ תאורה מובא במסמך הנחיות 150 CIE:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>יש לשלב מתכנן תאורה בעל הכוורת עם התהום של מניעת זיהום או על רקע רישיות סביבתית. מומלץ כי מתכנן תאורה, בהתאם למוקובל בהנחיות שונות, יהיה מהנדס השامل או בעל רישיון חשמלאי מותאים, בערך ניסיון של 5 שנים בתכנון מתקני תאורה מורכבים ובערכת חישובים פוטומטריים.</li> <li>תכנון תאורה יבוצע על פי תקנים ורלוונטיים, על בסיס חישובים פוטומטריים. מידול התאורה יישנה בתוכנות ממוחשבות נ"ג מפת מדידה טופוגרפית המאפשרת שקלול מרכיבים בסביבת התכנון כגון פני קרקע לא שטוחים, סביבת נחלים, וכו'.</li> <li>רצוי לשלב יונץ מוקדם ככל הניתן בתחוםי התכנון ולהגדיר את נושא מניעת זיהום האור כחלק מעבודת היונץ.</li> <li>יש להיעזר במומחים בשילוב תכנון תאורה עם הטמעת מערכות מתקדמות לניהול המערכת תוך מזעור זיהום או.</li> </ol>			

<b>ועצתם ההארה מעבר לגדר</b>				
<b>מטרה: מזער זיגזג או לשטחים פתוחים הסמכים למתיקן תשתיות</b>				
<b>שיטת: הגבלת מרחק וועצתם ההארה מעבר לגדר המתיקן</b>				
<b>אסמכתאות</b>	<b>הערות לתכנון, ביצוע ובקרה</b>	<b>תכנון מיטבי</b>	<b>יעד תפקודי</b>	
<p>בהתאם להנחיות לצמצום זיהום או מתחאות בטחון של משרד האנרגיה, טויטה 2021.</p> <p>ההתיחסות לתאורת חירות מובאת בת"י 1838-1838: ישומי תאורה - תאורה אירוניים (2009) דירום</p>	<p>1. ניתן לבחון לשלב בהירות תכנון את המודח המקסימלי הנitin להארה מעבר לגדר המתיקן. 2. יש לפתח כך שתאורת חירות תופעל רק בעת אירוע חירום.</p>	<p>1. יש להעדיף מערך אבטחת המתיקן בעזרת מצלמות המבוססות על אינפרא אדום (IR) המאפשרות צילום בחושך. 2. ניתן להשתמש בגובה עמודים משתנה, להתחנן לתוואי השטח, ולתכנן גובה עמודים בגובה נמוך ככל הניתן (לא יותר מ- 8 מ') ככל ו邏יכת תרומה למניעת זיהום האור.</p>	<p><u>שטח המואר מעבר לגדר:</u> בחוirs: 1. בשטח שמעבר למרחק 15 מ' שൂצתם ההארה הורטיקלית (אנכית) לא תגלה על 1 לוקס ביחס פוטומטרי. 2. עד מרחק 3 מ' מהגדיר: שൂצתם ההארה אופקית מוגדרת עד 4 לוקס. 3. עד 8 מ' מהגדיר שൂצתם ההארה האנכית תהיה עד 1 לוקס. 4. איזידות אורכית בכיבש Eh,min / 0.25 Eh,av.</p> <p><u>שטח המואר מעבר לגדר:</u> בחוirs: 1. בשטח שמעבר למרחק 15 מ' שൂצתם ההארה הורטיקלית (אנכית) לא תגלה על 1 לוקס ביחס פוטומטרי. 2. עד מרחק 3 מ' מהגדיר (כביש ישנה): שൂצתם ההארה אופקית מוגדרת עד 8 לוקס. 3. עד מרחק 7 מ' מהגדיר: שൂצתם ההארה אופקית מוגדרת עד 4 לוקס. 4. איזידות אורכית Eh,min / Eh,av - כביש גישה והרצעה הסכוכה בחוirs - 0.40.</p>	

<b>ועצתם ההארה בתחום המתקן</b>				
<b>מטרה: מזער זיגת או לשטחים פתוחים הסמוכים למתקן</b>				
<b>שיטה: קביעת עוצמת התאורה בהתאם לtagנים הקיימים ולא מעבר</b>				
אסמכותאות	הערות לתוכנו, ביצוע ובקשה	תכןון מיטבי	יעד תפוקדי	
עוצמות התאורה נדרשות לצרכי תפועל מוגדרים בת"י 12464 חלק 2	<p>1. ניתן לבחון לשלב בהוראות תכנית את הגבלת העוצמות לפי הת"ן.</p> <p>2. יש לבקר את גופי התאורה בעת התקינה בהתאם לתקינות גלאירטוריון.</p>	<p>1. יש לתקן בעוצמת התאורה הנמוכה ביותר האפשרית המתאימה לביצוע המשימה המוגדרת.</p> <p>2. יש להימנע מתקנון משתחמים מוחזר או (רפג'קטיביים) כגון זכוכית- מראה, שיש מבירק.</p>	<p>אין לתקן תאורת יתר מעבר ל 20% מהערך הממוצע המינימלי האפשרי בת"י 12464-2.</p>	

עליקרי הדברים

רקע - זיהום או קטגוריה סביבתי

זיהום או מערכת התוכנן

- תכנון מתיקני תשתיות תוך מניעת זיהום או
- עשרה עקרונות התוכנן

- תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או
- אל עבר השטחים הפתוחים

- הטמעת עקרונות התוכנן בכלים סטטוטוריוניים

### **רכיבי הנחיות לתוכנו תאורה מושכל** **במתיקני תשתיות**

- הטמעת הנחיות למניעת זיהום או
- בתהליכי תוכנן - תרשימי דרישה

נספחים

נספח 1 כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למתיקני תשתיות

<b>הגבלת אלומת האור / סיכון</b>				
<b>מטרה: מזער זיגת או לכיוון הרקיע ולאופק</b>				
<b>שיטה: בחירת סוג גוף תאורה המגביל את זווית התאורה</b>				
אסמכותאות	הערות לתוכנו, ביצוע ובקשה	תכןון מיטבי	יעד תפוקדי	
סוגי גופי התאורה: מוגדרים בתקנים: ת"י 13201 ת"י 5281	<p>1. ניתן לבחון לשלב בהוראות תכנית שימוש בגוף תאורה בסיכון מלא.</p> <p>2. יש לוודא התקינה לפי זווית מיועדת.</p> <p>3. הגוף יכול כך שלא תהייה זיגת אוור בטהיה אופקי.</p> <p>4. גופי תאורה מתקונים יוציאו באמצעותם קיבוען על מנת להבטיח שכיוון האור ופיזור לא ישתנו בעת פעולות תחזקה והחלפת נורות.</p> <p>5. יש לכוון את גוף התאורה להארת המתקן או האזור הנדרש להארה בלבד.</p>	<p>1. יש לתקן גוף תאורה עם סיכון מלא - Full cut off אשר חוסם אלומת אוור כלפי מעלה וצדדים.</p> <p>2. אין להשתמש בתאורה הצפה (פרוז'קטור/high mast או זרקו) או אין להשתמש בתאורה אדריכלית דקורטיבית באזורי רגישות גבוהה ורבבית לזרימת אוור, אלא במקרים חריגים.</p> <p>4. בכל האזורי יש להימנע מהארה דקורטיבית שמופנית כלפי הרקיע או האופק, דוגמת הארת מנופים או מבנים הגבוהים מסביבתם.</p>	<p>תכנון התאורה תמצער הארא להכוון האופק או הרקיע.</p> <p>זיגת אוור לרקיע ולאופק תוגבל ע"י שימוש במופיע תאורה הממקדים את אלומת האור באופן מלא (גופים בסיווג G-6).</p>	

## עיקרי הדברים

רקע - זיהום או רמת גירוי סביבתי

זיהום או רמת גירוי התכנון

תכנון מתיקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רמת גירוי הסביבה  
על מנת עקירות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או רמת גירוי הסביבה על מנת עקירות התכנון

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

### רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתיקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או רמת גירוי הסביבה בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

## נספחים

## נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ למתקני תשתיות

גון האור			
מטרה: מיזעור השפעת גון האור על עולם החי והצומח			
שיטת: הגבלה גון אור לגון "חם" תוך מיזעור קרינה קצרת גל			
אסמכתאות	הערות לתכנון, ביצוע ובקשה	תכנון מיטבי Best Practice	יעד תפוקדי
1. הנחיות מ. הגנ"ס <sup>(47)</sup> 2. הנחיות משרד האנרגיה. 3. המפרט הכללי לעבודות בניה, הספר הכהול <sup>(48)</sup> 4. ת"י 5281 לזרמות וגישהות האוזור לזרום אור מופיע <sup>(49)</sup> 5. עקרון החילוקה בת"י 12464 <sup>(50)</sup> .	ניתן לבחון לשלב בהוראות תכנון את גון האור המקסימלי הרצוי. מעל הערך המוגדר בקלווןין ניתן להתרט סטיה של עד 10%.	לטובת מיזעור סיוכן פוטו-ביולוגי מגופי תאורה לאדם יש לתכנן גופי תאורה המוגדרים בקבוצת סיוכן 0 RG = 62471 <sup>(46)</sup> לפי ת"י 62471 <sup>(46)</sup> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>בשטחים ברושים זיהום או עד 3000 קללוון.</li> <li>בשטחים ברושים גבוהים עד 2700 קללוון.</li> <li><b>רובית</b> - עד 2200 קללוון.</li> </ul> <p>יש להגביל גם את נרכי הקירינה בתחום הכהול: הנרך המירבי של הקירינה בתחום הכהול של הספקטרום יהווה עד 50% מהעוצמה המרבית הנפלטה.</p>

46. צמצום חשיפה לאנרגיה קצרת גל (הכוללת את אורכי הגל הכהולים) משמעותית לעולם החי בכלל ולאדם בפרט, כפי שנפרק בהרחבה בסוף 4.

47. המלצה לחבלת גון האור - L K 3000 - מתקני תקנות קירינה קצרת גל מופיעה בהנחיות הגnis באחור - [https://www.gov.il/he/departments/guides/types\\_of\\_lights?chapterIndex=2](https://www.gov.il/he/departments/guides/types_of_lights?chapterIndex=2)

48. המפרט הכללי לעבודות בניה, משרד הבטיחון, פרק 8 - מתקני חשמל (תיקון 2016) מגדר גון עד 3000 קללוון והגבלה צמצום תכולוה של קירינה קצרת גל.

49. ת"י 5281 - בנייה בת קיימה (בנייה ירוקה): דרישות לבניינים חדשים בנייני מגורים (2016) - התקן מנהה לשימוש במוקורות אור בעלי גון עד 3000 קללוון.

50. ת"י 12464 מחייב את הנזקון של סיווג רישיות מוחבטי לרמות מ E0 (מרחוב חזק קיזונית) ועד ל E4 (מרחוב אוביינן).

**הטמעת הנחיות  
למניעת זיהום  
אור בטלילכי  
תכנון  
תשימי זרימה**



## הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוṛ בתקלילי תכנון - תרשיימי זרימה

**תרשיימי זרימה ב'** מציג את המשך התהיליך עבורי תכנית בה נדרש התייחסות מיוחדת והעמקה בנושא מזעור זיהום אוṛ. התהיליך מוצג עבורי שלב תכנון ארכיז'י/ מתארו או תכנית מפוארת או כל תכנית אשר מכוחה "ניתן להוציא היית בניה" או הרשאה (לדוגמא במרקירים בהם תכנית מתארא ארכיזית מאפשרת הקמה). התרשיים פורסם את אוטם עקרונות הרלוונטיים לתכנון ואת ביטויים בסיסמי התכנית.

**תרשיימי זרימה ג'** מරחיב בהיבטים הספציפיים הרלוונטיים לשלב היית בניה או הרשאות.

**תרשיימי זרימה ד'** מרחיב בדגשים בשלב תכנון לביצוע הכלול תכנית הנדסית לחשמל / תאורת חוץ.

פרק זה מוצגים בתמצית עקרונות למניעת זיהום אוṛ בקידום תכנית בסמן לשתחווים, כפי שהוצעו בפרקם לעיל, בהתאם לשלב תכנון אלו. מהלך התכנון מוצג בסדרת תרשימי זרימה הכוללים את התקלילים העיקריים הרצויים, ובצדם מסמכי התכנון הרלוונטיים.

### מושגים ארבע תרשימי זרימה:

**תרשיימי זרימה א'** מציג את סוג התקניות הנדרשות להתייחסות מיוחדת והעמקות בנושא זיהום אוṛ כבר בשלבים מוקדמים. החשיבות גדלה ככל ומדובר בתכנית אשר נמצא במרחב וגישה להשפעות הסביבתיות של זיהום האוṛ וככל והתאורה מתוכננת לדלוק בלילה באופן רציף כשלילה פעולית (בניגוד לתאורת חירום). בשתחווים רגילים, התרשיים מעודדים לבדוק את מיקום התכנית לאזור בריגושים פחותה או לצמצם את שעות ההארה.

עליקרי הדברים

רקע - זיהום אוṛ כאתגר סביבתי

זיהום אוṛ ומערכות התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוṛ  
- عشرת עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום אוṛ  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

ריכוז הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוṛ  
בתקלילי תכנון - תרשימי זרימה

נספחים

נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
במתגנני תשתיות

עיקרי הדברים

זיהום אוור כאתגר סביבתי

זיהום אוור ומערכות התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור  
- עשרה עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום אוור  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור  
בתהליכי תכנון - תרשימי זרימה

נספחים

נספח 1  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
لمתקני תשתיות

## תרשים א:

### מסננת: אילו תכניות מפורטות נדרשות להתייחסות פרטנית לנושא זיהום האור?

#### בהליכי התכנון

רמת רגישות האזור לזיהום  
אוור בהתאם למינון שיוצג  
בנספח רקע לתכנית (תסוקיר,  
נספח וכו')

#### במסגרת דין בחלופות מיקום התשתיות

#### מסמכים רקע

אם ההארה היא בשגירה  
בלילה יש להציג "הצדקה"  
להארה בנספח סביבה  
לחילופין  
אם מותוכנת הארה מוגבלת  
לחוirs או אחר - יש לציין  
זאת במסמכי התכנית

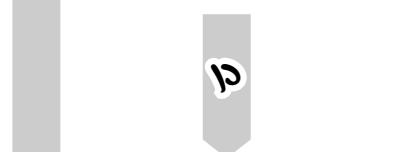
האם התכנית באזר  
רגישות מרבית או  
גבואה לזיהום אוור?

יש לכלול התיחסות  
להארה באזר  
רגישות נמוכה ו/או  
אטרוי התארגנות ו/  
או הארה בחירות

האם ניתן למקם  
באזר פחות רגיש?

האם יש צורך  
בתחוני, תפנולי  
או בטיחותי להארה  
בלילה בשגירה?

התכנית נדרשת להתייחסות פרטנית  
למניעת זיהום אוור - ראה תרשימים זרימה ב'



## תרשים ב:

### דגשים לתוכנן מפורט במתגני תשתיות

#### במסמכי רקע (נספח סביבה)

לצין צרכי האורה לשימושים השוניים.

תחום המתקן יוצג על רקע רגשות אקולוגית - איתור תאינט שטח לשימירה על חסיכה.

**בהתוצאות התכנית:**  
הנחיות למזעור זיהום אוור (ראה פרק [כלים](#) [סטטוטוריים](#))

#### **מייפוי צרכים:**

יש לפרט את השימושים במתקן הנדרשים לתאורת חוץ מבחינה תפעולית, בטיבות או בשחונית.

#### **מייפוי צרכי האורה:**

האם הפעלת התאורה בשגרה או חירום? יש לציין את משטר האורה עבור כל שימוש בפרק זמן מוגדר.

#### **מייפוי רקע של הריגשות האקולוגית לזיהום אוור**

**יש לבחון חלופות העמדת המתקן בסביבתו**  
יש לתכנן את מיקום השימושים השוניים בהתאם לצרכים ולרגשות האקולוגיות של המרחב

**יש לקבוע הוראות  
למזעור השפעה  
על הסביבה**

**יש לענן אזהרים  
וחומינם שישמרו  
חשוכים**

תוכנן מתגני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור  
- עשרה עקרונות התוכנן

תוכנן תאורות דרכים תוך מניעת זיהום אוור  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התוכנן בכלים  
סטטוטוריים

רכיב הנחיות לתוכנן תאורה מושכל  
במתגני תשתיות

**הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור  
בתהליכי תכנון - תרשימי זרימה**

נספחים

נספח 1  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתוכנן תאורת חוץ  
لامתגני תשתיות

עיקרי הדברים

זיהום אוור כאתגר סביבתי

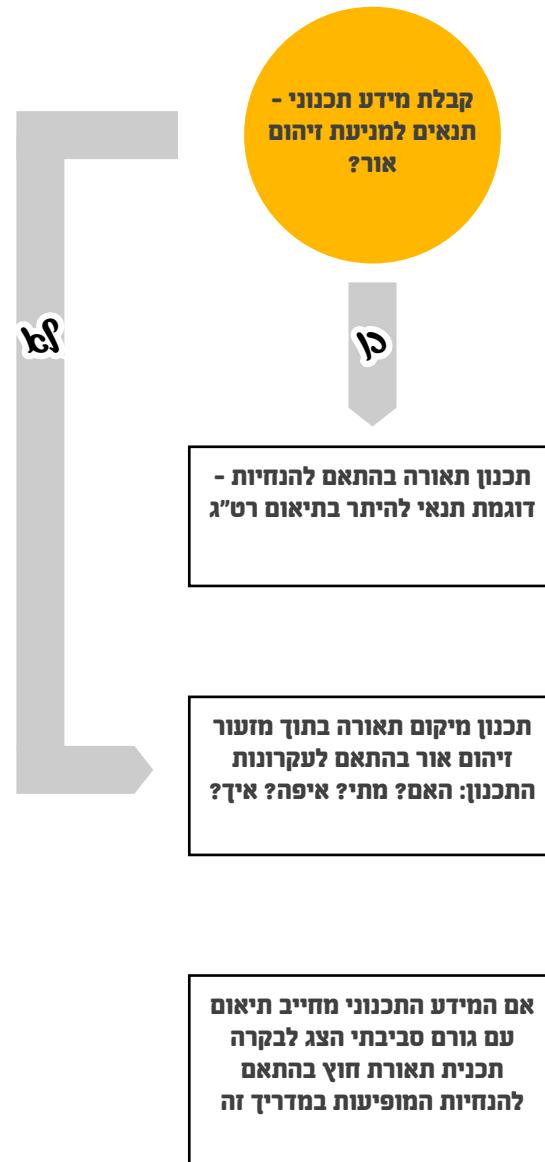
זיהום אוור ומערכות התוכנן

## תרשים ג:

### דגשים לשלב הגשת היתר בניה / הרשאה

**משמעותי התכנון**

כאשר נדרש תיאום עם גוף סביבה יש להציג נספח תאורה ערך ע"י יונץ תאורה על בסיס חישוב פוטומטרי בהתאם להנחיות מדריך זה



עליהו הדברים

זיהום אוור כאתגר סביבתי

זיהום אוור ומערכות התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור  
עשרת עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום אוור  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיות

**הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור  
בתהליכי תכנון - תרשימי זרימה**

נספחים

נספח 1  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למטרני תשתיות

## תשريط ד:

### דגשים לעירicitת תכנית הנדסית לתחרות חוץ וכותבי כמוויות

#### מסמכים בתכנון

#### בחירה יוועץ תאורה בעל ניסיון בתחום

#### הגדרת תכולת העבודה בכפוף לעקרונות התכנון:

- תכנון תאורה למטרו השפעה על הסביבה
- שילוב טכנולוגיות אבטחה ומערכות ליעול וניהול התאורה
- תכנון לפי תכניות מחיבות, תקנים והנחיות למצוור זיהום אוור
- תכנון מערכות תומכות לניהול משך הפעלה

כאשר נדרש תיאום עם גוף סביבה יש להציג נספח תאורה ערך ע"י יוועץ תאורה על בסיס חישוב פוטומטרי

יש לעורך תכנית  
תאורה מבוססת  
חישוב פוטומטרי

תאום מול גוף  
סביבה רלוונטי

יש לכלול מפרט  
טכנី וכתב  
כמוויות

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור  
עשרות עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום אוור  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור  
בתקלילי תכנון - תרשימי זרימה

נספחים

נספח 1  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למטרני תשתיות

עיקרי הדברים

זיהום אוור כאתגר סביבתי

זיהום אוור ומערכות התכנון

# נספחים

## נספח 1

כליפ מעשימים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ למתקני תשתיות

## נספח 2

הארה לצרכי בטחון, תפשלול ובטיחות ומערכות ליעול וניהול התאורה

## נספח 3

חקיקה, תקינה והנחיות קיימות

## נספח 4

סקר ספרות השפעת גוון האור על עולם החיו והצומח

## נספח 5

בחינה כלכלית של השפעת גוון האור על עלויות גופי התאורה

## נספח 6

מילון מונחים

## נספח 7

פגישות ותיאומים

**נספח 1**

**כליים מעשיים  
להטמעת עקרונות  
תאורה יידידותית  
לסביבה, בתכנון  
תאורת חוץ  
לматכני תשתיות**

## 1. מתכנן התאורה ותהליך העבודה

פני גරען מושפעים, שבהם השפעת התאורה יכולה להיות בפרישה נרחבת בהרבה, למשל באזורי הררים, סביבת נהלים וכו'.

עובדות מתכנן תאורת החוץ תtabצע באופן עקורי ני לפי השלבים הבאים:

- בחינת חזקיהה, תקנים, ההנחות הרלוונטיות, הוראות תכניות, תסוקיר/נספח השפעה הסביבה המתאיםים לפורויקט בהיבטי מניעת זיהום אוור, וכן מדריך זה.
- תכנון תאורה בעזרת חישובי תאורה.
- הפקת שרטוטים, מפרט טכני וכותב כמויות וחתימה עליהם.
- תיאום תכניות התאורה אל מול תכניות המזמין והקב"ט (אם יש).
- ביצוע ניסוי תאורה, במידה ונדרש.
- אישור גופי התאורה.
- פיקוח עלין על הביצוע, לרבות בדיקת הגופים באפסקה.

כהרחה לסעיף "היועצות" במדריך, להלן מידע בנושא מומחיות מתכנן התאורה.

### תקפido ותחום אחריותו של מתכנן תאורה

הכלի החשוב ביותר בתכנון מיטבי הוא איקות ומומחיות המתכנן. רצוי לשלב מתכנן תאורה בעל הכרות עם התחום של מניעת זיהום אוור על רקע רגשות סביבתיות. מקצוען של מתכנן תאורה אינו מוגדר באופן חזקי מחייב, אך בהתאם למוקובל בהנחות שונות הוא מהנדס חשמל או בעל רישיון חשמלאי מתאים, בעל ניסיון של 5 שנים בתכנון מתקני תאורה מורכבים ובעריכת חישובים פוטומטריים.

### תהליכי התכנון

תכנון תאורה מקצועי יבוצע על פי תקנים רלוונטיים, על בסיס חישובים פוטומטריים. מידול התאורה יעשה בתוכנות ממוחשבות נ"ג מפת מדידה טופוגרפית המאפשרת שקלול מרכיבים בסביבת התכנון כגון

עיקרי הדברים

רקע - זיהום או רשת גבול סביבתי

זיהום או רשת גבול התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רשת עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

ריכוז הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתKENI תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או רשת עליyi תכנון - תרשימי דרומה

נספחים

נספח 1  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למתקני תשתיות

## 2. הערכת רגישות אקולוגית מרוחבית ללילה אור

בעת תכנון מתקני תשתיות ותשתיות אורכיות, השכבות ניתנות לצפייה בסימולטור במשמך מ"ג באתר טבעביז ולהורדה בתהנית עםוזד "לילה אור" באתר טבעביז<sup>(5)</sup>.

פרק זה נערך נ"ו להיות ברקן מהחברה להגנת הטבע, הוא כולל מידע לצורך הערכת הרגישות האקולוגית של מרוחב התהנית ללילה אור.

להלן פירוט שכבות אקולוגיות רלוונטיות לבחינות רגישות המרחב ללילה אור, בהן מומלץ להתחשב

הרצינול	שם שכבת המידע הגיאוגרפיה ומקרה
תאורה בסביבה הימית (ים תיכון וים סוף) משפיעה על הנדידה הוויסטיקלית של הזוואפלנקטון ודגים שונים ומובהקת לצילתם לעומק של 100 מ' ומעלה (בעוד שבוחש טבוני בע"ח אלו נולדים קרוב לפני הים). שניוי זה מוביל להשפעה ישירה ומשמעותית על כלל המערכת האקולוגית הימית.	<b>סביבה ימית (ים תיכון, מפרץ אילת)</b> מפניי ומנהל התכנון
בנוסף, מרבית העופות נודדים במהלך הלילה לרבות מעלה הים התיכון (בעיקר בחלקו המזרחי והמערבי בהם חצייתם קצרה ביווטר <sup>(6)</sup> ) ואקווריום אילת. תאורה בסביבה הימית החשוכה גורמת לבלבול מנגןן הניותם של העופות, ובנוסף יכול להביא להתנגשותם שלם באקלמנטים קשיים.	
בשנים האחרונות מתגברת הפעולות האנושית בשטח הימי של מדינת ישראל, וכן יש חשיבות לשמר את הערכיים החשובים הטבעניים של הסביבה הימית והחופית.	
שכבה זו מותארת אזורים בהם קיימת עצמה נמוכה של תאורה מלאכותית ("אזור חשוך"). התווצר הגלומי עליו התרבסה הניתונה היא שכבה המתארת את פיזור התאורה בארץ נכון לשנת 2020 (איור 1). תוספת תאורה באזורי ALSO תהיה בעלת השכלות משמעותיות על המערכות האקולוגיות ועל שמי הלילה, מכיוון שהשינוי שתאורה מייצרת בשטח חשוך הוא דרמטי במיוחד, הן על חיויותימי הלילה, והן על תפקוד הטבען (למשל מוקד בודד יכול למשוך חרקים לטוחן ניכר, ולכן לייצר השפעה על דפוסי הטריפה, ההאבקה, והשיזור במרחב, וכך להשפיע על שטח משמעותית אשר תפקד באופן טבעי לפני הארה).	<b>אזורים חשובים - החבורה להגנת הטבע</b> VIIRS DNB (ראה הסבר מפורט בהמשך)
בתים גדולים בעלי נוף צומח פחוח, שכבת יחידות אקולוגיות של רט"ג, דותן ורתם שנת 2021	<b>בתים גדולים עם נוף צומח פתוח</b>
בנוסף, בתים גדולים של צומח נמוך כוללים בין היתר שטחי ביתה, חולות, כורכר ושטחים מדבריים. הרשימה המלאה של בתים גדולים (לפי רותם, 2021) מפורטת בטבלה א'. השפעת התאורה בשטחים בשליטה של צומח נמוך מגיעה למרחק רב, לעומת זאת בתים גדולים בנוף של עצים צפופים בו הצמחייה חוסמת חלק מההתאורה.	
בנוסף, בתים גדולים של צומח נמוך לרוב מאוכלסים ע"י מינים מותאמים חלקיים מצויים אף בסביבה היבשה. מרבית בתים גדולים אלו (למעט חלק משטחי המדבר) נמצאים בתת ייזוג בשטחים מוגנים. בתים גדולים מדבריים מושפעים בצורה משמעותית במיוחד מהתאורה שכן עיקרי פעילות החיים בהם מתרחשת בלילה (החשוך) בשל הטמפרטורה החמה בשעות היום.	

עיקרי הדברים

רקע - לילה אור כאתגר סביבתי

לילה אור ומערכות התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת לילה אור  
- عشرת עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת לילה אור  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת לילה אור  
במהלכי התכנון - תרשימי דרישה

נספחים

**נספח 1**  
**כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ**  
**למתקני תשתיות**

הרצינול	שם שכבת המידע הגיאוגרפי ומקרה
<p>הסביבה הטבעית הרדודה בקרבת החוף מושפעת מתאורה המזינה על היבשה באזורי החוף. סביבה זו היא בית לא-ארגוניימיים (דגים, צביים, אלמוגמים, פלנקטון, קייפודים וכו') שחייהם או רוחם משפיעים על תהליכי רבייה, פיזיולוגיה, נדידה והיווסח מזון, ויכול להשוביל לשינויים במגוון הביולוגיים<sup>(7)</sup>.</p>	<p><b>קו החוף</b> <b>(ים תיכון, מפרץ אילת)</b> תחום של 300 מ' שיימدد מקו החוף של הים לכיוון היבשה, בהתאם לחוק שמרת הסביבה החופית (תווך סינון השטחים הבנויים בסביבה זו)</p>
<p>קו החוף הוא גם חזית היבשה כלפי שופות המגינים לכיוונו מהים, בנזידות לילה, לרוב בגובה נמוך. תאורה מבשת את מגנון הניווט של העופות ועולה אף לאגורם להתגששות במבנים<sup>(8)</sup>.</p> <p>מחקר שנערך לאחרונה בישראל<sup>(9)</sup>, מצא כי זיהום אוור הינו גורם משמעותי בבחירת תחנות העצירה לאורך קו החוף הים התיכון אשר עשוי להשוביל לעצירה באתרים בהם פוטנציאלי שייחור המזון מצויים, וכותצא עלול לפגוע בתזמון ומשך הנדידה, כמו גם בשירות האוכולוסיה.</p>	
<p>בתים גידול לתומיים במגוון ביולוגי רחב של חי וצומח אקוטני, נידר בחלקו, ומושכים בעלי חיים יבשתיים רבים העשויים בהם שימוש לתנועה למרחב, תזונה, שטיה (למשל נטיפים) ורבייה.</p> <p>ל芝יותם או רוחבם של שטחים על תהליכי רבייה, תנואה, טיפול ועוד למשלבני דו-חיים<sup>(10)</sup>. הכרת היא אגם המים המתוקים היחיד בישראל, ומהוות שטח רציף וגודל ללא תאורה.</p>	<p><b>בתים גידול לחים</b> <b>(כינרת, מעייןות, נחלים איתניים, מלחות, בריכות חורף וכו')</b> שכבות בתים גידול לחים של דט"ג</p>
<p>צוארי בקבוק הינו אזור בו המסדרון האקולוגי נחפץ צר עקב מצומצמו ע"ז בניו ו/או תשתיות (כביישי אורך ורוחב ראשיים, מסילות ברזל או מגלות אנטרופוגניות אחרות)<sup>(11)</sup>.</p> <p>מנבר בעלי חיים הוא מתקן על מנתית אורתיקת המאפשר לבני עלי חיים לחצות אותה באופן עלי או תחת. זיהום אוור באזוריים רגיסרים אלין, בגליל ורוחבם המצומצם, עלול להשוביל לקיטוע אקולוגי ולמניעת תפקיקו במסדרון מנבר לבני חיים, בעירק לאלה הנעים ביליה<sup>(12)</sup>.</p>	<p><b>צוארי בקבוק</b> שכבות צוארי בקבוק במסדרון אקולוגי, מנהל התכנון 2021</p> <p><b>מעבר בע"ח במסדרונות אקולוגיים</b> שכבות אזוריים לאיתור מעבר הכהרבי בכבישים, דוחן רותם 2021</p>
<p>מסדרונות אקולוגיים הם רצויות רציפות של שטחים פתוחים (בניים טחמי חקלאות, יערות ועוד), המאפשרים קישוריות בין שטחים טבעניים. קישוריות זו מאפשרת שמרה על האוכלוסיות מבחן דמוגרפיה וgentricity<sup>(13)</sup>. השפעת התאורה בשטחים אלו עלולה להשוביל לצמצום השימוש של בע"ח מרחב זה וכותצא לפגיעה בקשריות האקולוגיות.</p> <p>במהלך השנים האחרונות קיים מיפוי מפורט של המסדרונות האקולוגיים עבור מרחבים שונים. מיפוי זה ישולב תחת התכנית האסטרטגית לשטחים פתוחים ובאזור סטטוטורית באמצעות תכניות מחוזיות חלקיות, ועל כן קיימת חשיבות לשימוש בשכבות הנדכניות הצפויות להיות בשימוש.</p>	<p><b>מסדרונות אקולוגיים</b> מסדרונות אקולוגיים ארכיים יולי 2021, רט"ג</p>

7. Davies et al (2015), Rodrigues et al. (2012), Ludvigsen et al., (2018).

8. חוות דעת אורניתולוגית למתקנים הימיים מול חופי ישראל, אסף מירון

9. Schekler I., Jaclyn A. Smolinsky j.a., Troupin D., Buler J.J., Sapir N. (2021). Bird migration at the edge - geographic and anthropogenic factors but not habitat properties drive season-specific spatial stopover distributions near wide ecological barriers. רום פומסם.

10. T. Longcore, C. Rich (2004)

## עיקר הדברים

רקע - זיהום אוור כאתגר סביבתי

זיהום אוור ומערכות התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור  
- عشرת עקרונות התכנוןתכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום אוור  
אל עבר השטחים הפתוחיםהטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطטוטורייםרכיבי הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיותהטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור  
במהלכי התכנון - תרשימי דרישה

נספחים

**נספח 1**  
**כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למתקני תשתיות**

כמו כן, בוצעו אימונות ידני באמצעות צלום אוור מעודכן לשנת 2015 לסינון שטחים מופרים שגדולים מ-2 קמ"ר (אייר 2).

ראוי לציין מספר הסטייגיות לתוצאות המיפוי (יופיעו להלן), עם זאת, להערכתו, בהינתן עדף הסף שנבחר לסיווגאזורים המאופיינים בעוצמה נמוכה של תאורה מלałוקוטית בשילוב הסקללה המרחבית שבוצע המיפוי, הסטייגיות אלה אינן בעלות השפעה משמעותית על איכות המיפוי עבור מטרת שכבה זו. להלן ההסתיגיות:

1. החישן (IIRS) רגש לקירנה באורך גל של 890-505 ננומטר ויש לו ערך בודד שמצוין את כל התחום שנקלט נ"ז הלווין. המשמעות היא שפליטה של אור כחול לא תיקלט בחישן אך תיראה היבט נ"ז אדם ובנלי חיים ולבים, ולהיפך פליטה של אור תת-אדום תיקלט בחישן אך לא תיראה נ"ז אדם. ראוי להזכיר כי דוגמא האור הכהול הוא הפעיל ביולוגית בהיבט השפעה על שעונים ביולוגיים (Longcore et al. 2018).
2. לבניה גוף התאורה ולמחסומים פיזיים (למשל, גג, כיסוי חופה של עצים, מצוק) יש משמעות לאופן שכבו הלווין קולט את עוצמת התאורה (Katz and Levin 2016). למשל, גוף תאורה שמופנה כלפי מעלה ייקלט בעוצמה גבוהה יותר מזה שמופנה כלפימטה.
3. הרזולוציה המרחבית של הלווין (גודל פיקסל של כ- 740 מ') יכולת למסך השפעה של אזורים מוארים בעלי גודל שטח מצומצם.

### הסבר לשכבת "אזורים חשובים - החבורה להגנה הטבע" כרקע לסיווג אורי רגישות לזרום אוור בישראל

שכבה זו מתארת אזורים בהם קיימת עוצמה נמוכה של תאורה מלאלוקוטית ("אזור חשוך"). ראוי לציין כי לצד הערך הבוגר בשימושו אזורים חשובים גדולים ורצופים, קיימת חשיבות גם ברמה המקומית לשימור חזוך ומינעת זיהום אוור נקיודתי - גם באזורי יחסית "ሞאים" (למשל בRICTות חווף במוחב ערונן). לפיכך, תוצר זה אינו מהו שיקול יחיד בבניית מפת הרגישות ובהתניות לצמצום זיהום אוור.

הניתוח מבוסס על צלום לוויין של החישן IIRS NBM<sup>(14)</sup>. התוצר הגלומי עליו התבבס הניתוח מציג את הממוצע החדשני של עוצמת התאורה המלאוקוטית בישראל בשנת 2020 (אייר 1). טווח הערכים של התוצר הגלומי נעים בתחום שבין 0.2 ל- 560 רדיומטריות (R/W/cm<sup>2</sup>sr), כאשר הערך 0.2 מייצג את התא החשוך ביותר. ערך הסף לא-אזור חשוך נקבע על 2 R/W/cm<sup>2</sup>sr, בדומה לערך שסוג נ"ז המארג (עדיו לבנה ונוף בן-משה), במסגרת דוח מצב הטען (טרם פורסם, 2022), כאזור בעל זיהום אוור נמוך. ערך זה נבחר מכיוון שנמצא שמעל ערך זה קיימת השפעה מובהקת על תהליכי ביולוגיה - למשל על תזמון הטילות של צבאות ים (Kamrowski et al. 2012), וכן על איכות שמי הלילה בהיבטי אסטרונומיה (Duriscoe et al. 2018).

בכדי להישאר עם אזורים חשובים גדולים, רצופים שאינם מופרים, הוסרו שטחי חקלאות (משרד החקלאות, 2021) ושטחים קטנים קטן מ-2 קמ"ר.

על ידי הדברים

רקע - זיהום או רגש סביבתי

יום או מערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור - عشرת עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום אוור אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתכני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור בתהליכי תכנון - תרשימי דינה

נספחים

**נספח 1**  
**כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ**  
**матתקני תשתיות**

**טבלה א: מערכות אקוולוגיות מתחום שכבת בתי הגידול של רט"ג (דוחן רותם, 2021), ששווגו כתוצרת נוף צומח**

**פתוח**

שם יחידה
אפיק פזרות ענק
בתה כרוכנית בחרמון
בתה באזורי ים תיכוני
בנה נשובנית באזורי יובשני
בתנות ושיחיות מדבריות בהר הנגב ובמדבר יהודה
בתנות ספר לאורך גב ההר ובדרום הרי יהודה
חולות מישור החוף
חולות פנימיים בנגב, בערבה ובמדבר יהודה
חווף ים סלעי ים התיכון
ים המלח וחופיו
קורכר בשרון ובמישור החוף
לים בנגב ובערבה
מדבר צחיח קיצוני בנגב, בערבה ובמדבר יהודה
מלחות חוף הים התיכון
מלחות מדבר בבקעת הירדן, בנגב, בערבה ובמדבר יהודה
מניפות صحף
נהלים הרריים איתניים
נהלים הרריים של מקורות הירדן והירדן החר
עמקים אלובייאליים באזורי יובשני

עיקרי הדברים

רקע - זיהום או רשת גראף סביבתי

זיהום או רשת גראף התכנון

- תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
-عشרת עקרונות התכנון

- תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

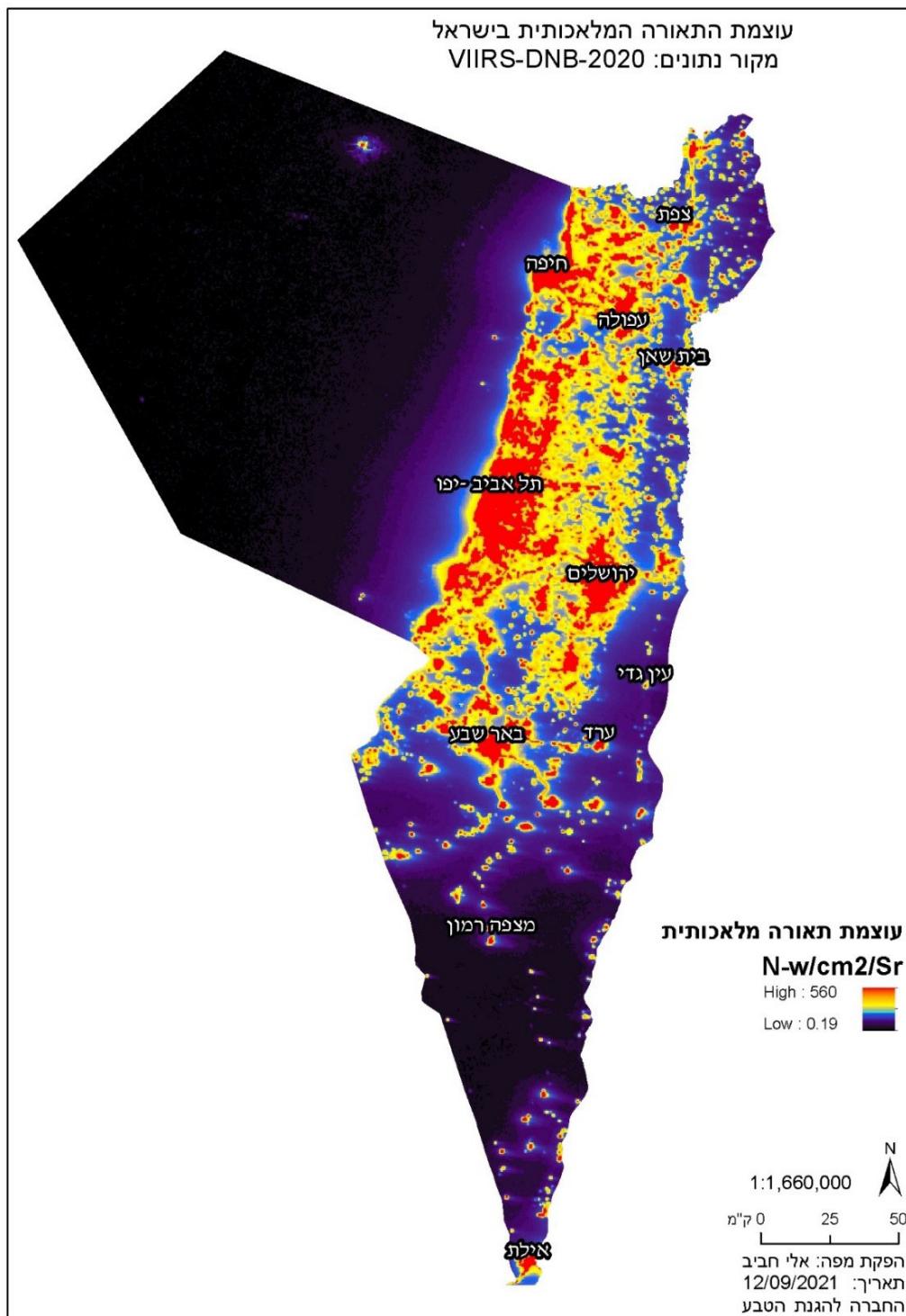
הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
במהלכי תכנון - תרשימי דרישה

נספחים

**נספח 1**  
**כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
لمתקני תשתיות**



איור 1. עוצמת התאורה המלאכותית בישראל ב-2020 ( ממוצע חודשי ). מקור נתונים חישמה מרוחוק VIIRS DNB

עיקורי הדברים

רקע - זיהום או רמת גירוי סביבתי

זיהום או רמת גירוי הסביבה בתכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רמת גירוי תעשייתית בתכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או רמת גירוי תעשייתית בתכנון

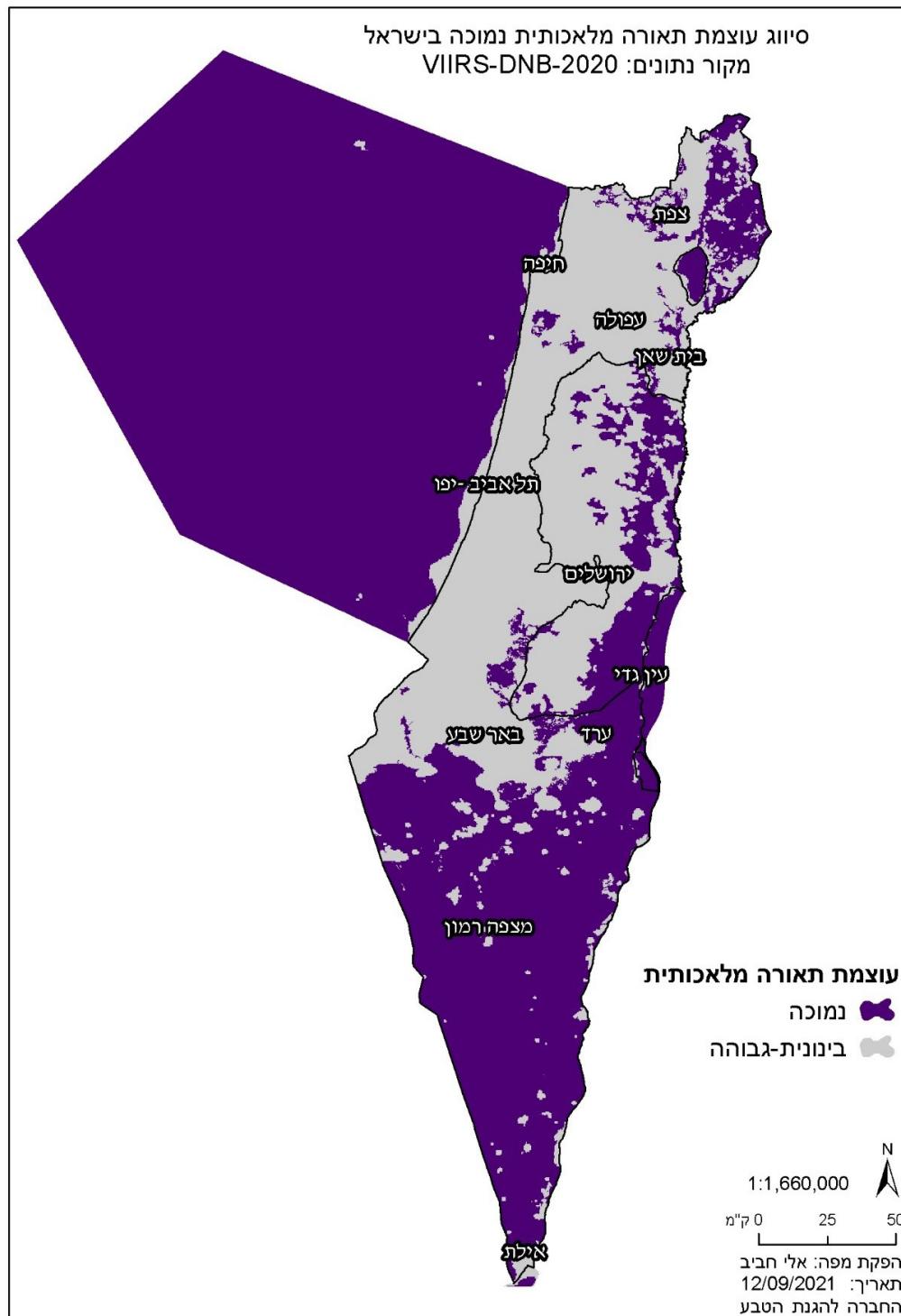
הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למינימיזציה זיהום או רמת גירוי בתכנון - תרשימי דרישה

נספחים

**נספח 1**  
**כלים מעשימים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ למתקני תשתיות**



איור 2. אזורים שאין בהם זיהום מואופייני בעוצמת תאורה מלאכותית הנמוכה מ  $\text{sr}^2/\text{W/m}$ . מקור נתונים: VIIIRS DNB

#### יעורי הדברים

רקע - זיהום או רמת גירוי סביבתי

זיהום או רמת גירוי תכנון

- תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רמת גירוי
- עשרה עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או רמת גירוי

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתיקי תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או רמת גירוי בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

#### נספחים

**נספח 1**  
**כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חזק למתיקי תשתיות**

### 3. קביעת מאפייני הארה לפי שימושים

תואם לצרכים ולא מעבר לכך, כך ימנע זיהום או רמיותר.

שלב מרכזי בעבודת מתכנן התאורה הוא בחינת התקנים והדרישות לאERA.

סוגי הפעולות מפורטים בטבלאות להלן (הגוזרות מתחם התגן) בהתיחס לדרגות מינימליות נדרשות של המאפיינים עצמה, איזיות, בהיקות וaicotot צבע. ביאור מאפיינים אלה מפורט בטבלה הבאה:

ת"י 12464 להארת חוץ במקומות העבודה (תקן מהיבר בישראל) קובע את עוצמות האERA המלאכותית הנדרשת בחו"ז בשעות החשכה עבור פונקציות ופעוליות שונות. הבחנה זו בין פונקציות ופעוליות מדיקת את כמות ההארה הנדרשת, ככל וההארה

המשמעות	הגדרה <sup>(15)</sup>	סימון	מאפיין
מה עוצמת ההארה (בממוץ)?	עוצמת ההארה המתוודהקת המומוצעת בלוגס	$E_m$	עוצמה
עד כמה ההארה אחדינה לאורך שטח?	אחדות האERA מינימלית	$U_o$	אחדות
עד כמה התאורה מסנוררת?	בהתיקות מכסימלית	$R_{GL}$	בתיקות
עד כמה הצבע באור מלאכותי דומה לצבע אוור השמש?	מקדם מסירת צבע מינימלי - CRI	$R_a$	aicotot צבע

להלן מספר דוגמאות רלוונטיות למתקני תשתיות, מתוך רשימת פונקציות ושימושים המובאים בטבלאות רבות בתגן ת"י 12464:

#### תאורת אתר בנייה והתארגנות:

Table 5.3 — Building sites

Ref. no.	Type of area, task or activity	$\bar{E}_m$ lx	$U_o$ —	$R_{GL}$ —	$R_a$ —	Specific requirements
5.3.1	Clearance, excavation and loading	20	0,25	55	20	
5.3.2	Construction areas, drain pipes mounting, transport, auxiliary and storage tasks	50	0,40	50	20	
5.3.3	Framework element mounting, light reinforcement work, wooden mould and framework mounting, electric piping and cabling	100	0,40	45	40	
5.3.4	Element jointing, demanding electrical, machine and pipe mountings	200	0,50	45	40	

עליקרי הדברים

רקע - זיהום או ראיון סביבתי

זיהום או ראיון מושכלת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או ראיון עקרוניות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או ראיון על עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכלת במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או ראיון בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

נספחים

**נספח 1**  
כליים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ מתקני תשתיות

**תאורות חניה:****Table 5.9 — Parking areas**

Ref. no.	Type of area, task or activity	$\bar{E}_m$ lx	$U_o$ —	$R_{GL}$ —	$R_a$ —	Specific requirements
5.9.1	Light traffic, e.g. parking areas of shops, terraced and apartment houses; cycle parks	5	0,25	55	20	
5.9.2	Medium traffic, e.g. parking areas of department stores, office buildings, plants, sports and multipurpose building complexes	10	0,25	50	20	
5.9.3	Heavy traffic, e.g. parking areas of major shopping centres, major sports and multipurpose building complexes	20	0,25	50	20	

**תאורות אזרחי תעשייה, תשתיות, מוחסנים וסוככות:****Table 5.7 — Industrial sites and storage areas**

Ref. no.	Type of area, task or activity	$\bar{E}_m$ lx	$U_o$ —	$R_{GL}$ —	$R_a$ —	Specific requirements
5.7.1	Short-term handling of large units and raw materials, loading and unloading of solid bulk goods	20	0,25	55	20	
5.7.2	Continuous handling of large units and raw materials, loading and unloading of freight, lifting and descending location for cranes, open loading platforms	50	0,40	50	20	
5.7.3	Reading of addresses, covered loading platforms, use of tools, ordinary reinforcement and casting tasks in concrete plants	100	0,50	45	20	
5.7.4	Demanding electrical, machine and piping installations, inspection	200	0,50	45	60	Use local lighting

**תחנות דלק:****Table 5.6 — Fuel filling stations**

Ref. no.	Type of area, task or activity	$\bar{E}_m$ lx	$U_o$ —	$R_{GL}$ —	$R_a$ —	Specific requirements
5.6.1	Vehicle parking and storage areas	5	0,25	50	20	
5.6.2	Entry and exit driveways: dark environment	20	0,40	45	20	
5.6.3	Entry and exit driveways: light environment	50	0,40	45	20	
5.6.4	Air pressure and water checking points and other service areas	150	0,40	45	20	
5.6.5	Meter reading area	150	0,40	45	20	

עיקורי הדברים

רקע - זיהום או קטגוריה סביבתית

זיהום או מערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
-عشרת עקרונות התכנוןתכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחיםהטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטורייםרכיבי הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיותהטמעת הנחיות למינימום זיהום או  
בתהליכי תכנון - תרשימי זרימה

נספחים

**נספח 1**  
**כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למתקני תשתיות**

## 4. עריכה ובקורת תכנית תאורה פוטומטרית

**תכנית התאורה** תבחן את פיזור האור המוצע (מיופיע העוצמות) עבור כל אזור ושימוש על רקע מדידה וגבול התכנונית. מוצנע כי מתכנן התאורה יישן לגוף הבקרה הרלוונטי לעניין תכנית תאורה מבוססת חישוב פוטומטרי, כולל טבלת ריכוז תוצאות בהתאם לשימוש התיאוג להלן.

תאורות חזק של מתקן מבוקרת בשלבי תכנון שונים, החל מתכנית תאורה, דרך בקורת גוף התאורה טרם התקנתם באור ובסיום בקורת תפקודם בפועל לאחר ההתקנה.

### רשימת תיוג: טבלת ריכוז תוצאות תכנית תאורה מבוססת חישוב פוטומטרית

נושא	דרישה - למלוי ע"י מתכנן התאורה	תוצאה - במידה ו佗ונטי לפרויקט
התאורה	דגם גוף התאורה	
	מק"ט יצורן	
	הספק	
	גון אור	
	גובה התקנת גוף התאורה	
	זווית התקנת הגוף	
	מרחק בין העמודים	
	תפוקת האור של גוף התאורה	
	עוצמת הארה ממוצעת מינימלית	
נתונים פוטומטריים בתחומי המתקן / דרך	אחדות פיזור $E_{max}/E_{min}$	
	אחדות פיזור $E_{av}/E_{min}$	
	בהתיקות ממוצעת מינימלית	
	אחדות מינימלית	
	אחדות אורכית מינימלית	
	סף סינור מקסימלי	
	Lighting of surrounding	
	מרחק בו נבדקת השפnea על הסביבה	
	ערכי מקסימום של תאורה אנכית ואופקית במרחב בו נבדקה השפnea על הסביבה	

עליקרי הדברים

רקע - זיהום או כטגר סביבתי

זיהום או מערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- عشرת עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

נספחים

**נספח 1**  
**כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חזק  
لمתקני תשתיות**

## 5. בקרה ותחזוקת גופי תאורה

רשימת תיוג זו נועדה לאמת כי הגוף נעל רכיביהם המסתופקים בשיטה תואמים לדגם ולרכיבים אשר אושרו נ"י המזמין. רשימה זו מופיעה גם במאפרט הכללי - פרק 8 בעבודות חשמל בעריכת משרד הביטחון.

קייםות חשיבות בהתקנת גופי תאורה תואמים לתכנון, בהתאם לכך חשוב לבחון את הגוף בעט אספектם, באמצעות ציוהם או והשפעה שלילית על הסביבה בשל אי התאמה.

**רשימת תיוג: בקרת גופי תאורה באספектם לאתר**

מספר	מאפייני גופי התאורה	דגם שואשר לביצוע	התתקבל באתר כן/לא
1	שם ספק גוף התאורה		
2	שם יצרן גוף התאורה		
3	דגם גוף התאורה		
4	מספר גופי תאורה נדרש		
5	שם יצרן הלד		
6	שם יצרן הדרייבר		
7	פרטי איש קשר של הספק		
8	מפורט טכני של גוף התאורה (מייצן)		
9	שטף האור הנפלט מגוף התאורה (לוכן)		
10	ת"י		
11	קבוצת סיכון על פי ת.ב. ת"י/IEC 62471, RG		
12	IP		
13	ספקטום האור		
14	CRI		
15	טמפרטורת צבע		
16	דרגת הגנה מפני הלים חממי - בידוד כפול או הארקה		
17	התקן הגנה מנחשי מתח בסיווג של 10KV/10KA (פירות בטעות התאמה لت"י 20)		
18	הוראות התקינה ותחזוקה		
19	כבל, שקע תקע מוגן מים ו-IP66 לפחות - בדיקה אופציונאל		

עיקר הדברים

רקע - זיהום או כטגר סביבתי

זיהום או מערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- عشرת עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיבי הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

נספחים

**נספח 1**  
**כלי מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
لمתקני תשתיות**

## 6. בקרת גופי תאורה בשלבי פעולה האתר

מדידות תאורה יבוצעו בשעות החשכה בעדרת ציוד מדידה מתאים בעל כיול בר תזקף. מבצע המדידה יהיה בעל ניסיון והסכמה מתאימים אשר אושר לנושא ע"י גורם הבקרה הרלוונטי. רצוי כי בקר תאורה יהיה בעל ניסיון מוכח בתכנון ומדידות במתיקני תאורה דומים (5 שנים לפחות) ובעל רישיון השاملאי מהנדס.

במסגרת בקרת הארה של מתקן תשתיות, לעתים נדרש מדידת האור הנפלט מגופי התאורה בשלבי פעולה המתקן או הדרך, זאת על מנת לוודא שהשפעת התאורה על הסביבה תואמת את ההתחייבויות או ההנחיות המקובלות לעניין זיהום או.

תקינות מכנית, תקינות מיקומיים וכיוונים של הגופים, התאמת עצומות הארה, ספקטרום האור ורמת הבהיוקות למתוכנן. מומלץ כי בדיקות לצורכי תחזוקה יתבצעו בתדירות של אחת לשנה.

ניהול תחזוקת התאורה והמערכות השונות תורמיים לעילות ואיכות התאורה במתקן ובכך לצמצום זיהום או. מומלץ כי התחזוקה תנווה כתחזוקה מוגנת (בניגוד לתחזוקת שבר). בפעולות התחזוקה יש לוודא ולבדוק

## 8. לעתיד - קידום מניעת זיהום או בישראל

כדיסציפלינה סביבתית, בעלת השפעה בריאות וחוותית.  
 • קידום הנחיות להטייגלות אנרגטית (מש' האנרגיה המותאמות להנחיות למניעת זיהום או סביבתי).  
 • שילוב היבטי סביבה ואקולוגיה בסוגרת עדכון הנחיות הארת דרכים של משרד התעשייה.  
 • קידום יועצים ייעודיים לנושא מניעת זיהום או בסוגרת גופים העוסקים בברכת תכניות תאורה.  
 • קידום הנחיות וולונטריות מול יועצי סביבה בגופים שונים בעלי תשתיות המוארות בשעות הלילה.  
 • קידום הנחיות למניעת זיהום או בסוגרת עדכון הנחיות משרד השיכון והבניו לתאורה עירונית.  
 • קידום הנחיות למניעת זיהום או מול פיקוד העורף לעניין מוגבלת השפעת תאורת גדר ביישובים.  
 • קידום הנחיות למניעת זיהום או בסוגרת עדכון הנחיות הנדרשות משרד הבטיחון, אף איכות סביבה.

להלן המלצות לבחינה לקידום מניעת זיהום או בישראל:  
 • בחינת קידום חקיקה בנושא מניעת זיהום או ברמה הארץית כפי שקרה במקומות שונים בעולם.  
 • בחינת קידום חקיקה דרך עדכון חוק הקירינה הבלטי מיננט.  
 • בחינת עדכון ודיקוק פרק מניעת זיהום או בתיקון בנייה יrokka ( בהתאם להנחיות מדריך זה), והרחבתו לתהומות נוספים כגון תעשייה ומתקני תשתיות.  
 • קידום עריכה וIMPLEMENT "הנחיות מרוחביות" לנושא זיהום או בסוגרת ועדות מקומיות (או מרוחביות), בדגש על מוחבים בישראל הרגשים ליום או.  
 • הגדרת הנחיות למניעת זיהום או בסוגרת תהלייני בקרת רישוי במכוני בקרה.  
 • קידום תנאים בסוגרת רישי עסקים בהיבטי מניעת זיהום או.  
 • קידום הידע וההכרות הציבורית עם זיהום או

עיקר הדברים

רקע - זיהום או כאתגר סביבתי

זיהום או ומערכות התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- עשרה עקרונות התכנוןתכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחיםהטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטורייםרכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיותהטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

נספחים

**נספח 1**  
**כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
 למתקני תשתיות**

**נספח 2**

**הארה לצרכי  
בטעון, תפעול  
ובטיחות ומערכות  
לייעול וניהול  
התאורה**

## 1. מהי "הצדקה ביטחונית"?

**ובחרום.** תאורת בטחון בחירות תהיה סביבה חdar החסל ושער הכניסה למתקן בלבד.

משרד האנרגיה מגביל את טווח השפעת ההארה מסווג לגדר (15 מ'), וממליצ'ן לשוטות שימוש במצלמות אינפרא אדום המיתרת הארה רציפה. למידע מפורט יש לעיין בהנחיות הכלולות.

### משטרת ישראל

מודור אבטחת תשתיות בחטיבת אבטחה, הינו גוף מנהה עבור גופים ממשלתיים בנושאי ביטחון ואבטחת מתקנים. תפקידו לאשר את רמת המיגון הנדרשת לתשתיות לאומיות (בין השאר שמירה, ייעדי אבטחה וגמ תאורת גדר ביטחונית). הדרישות פרטניות ותלוויות ברמות החשיבות (לפי רמות א/ב/ג כפי שהוגדרו ע"י משרד האנרגיה) וריגשות המתקן במיקום הספציפי וסבירתו (למשל האם האזרור דורי פריצות) - מותך אל נגזרת רמת הסיכון לביטחון המתקן ונקבעת רמת המיגון הנדרש. בשלב תכנון לביצוע על היוזם להגיש למשטרת ישראל את תוכנית מיגון המתקן לאישורם, כאשר בתוכנית המיגון נכלל תרשיט התאורה המוצעת. התוכנית נבחנת פרטנית לוגו של מקרה.

- משטרת ישראל פועלת (בין השאר) על פי העקרונות המנחים הבאים עבור אישור תוכניות מיגון<sup>(3)</sup>:
- קומ הדרישות המינימליות הנדרשות על מנת לאבטח את המתקן - אין צורך להאריך מעבר לנדרש.
- אין התנגדות לשימוש במצלמותليل עם מוקדו שקופה במתחרש - טכנולוגיות אבטחה המיתרת הארה עודפת.
- תמייקה בשילובן של טכנולוגיות מתקדמות כגון מערכות ממוחשבות ותאורת אינפרא אדום.
- במתקנים שאינם שאים מאיישים 24 / 7 אין בדרך התנגדות לתאורה שתופעל רק בעת הצורך.
- רמת הארץ מעבר לגדר המתקן (טווח השטח המואר) כפופה להנחיות משרד האנרגיה.

"מניעת זיהום במקור" מתייחס לדרישת להארה במסגרת "צדקה ביטחונית", להלן הרהבה בנושא זה. תאורת ביטחון היא תאורה המשמשת מתקנים לצרכי ביטחון וחירום ולשמירה על רציפות פעילותם, ומהווה חלק ממערך האבטחה של המתקן. להלן רקע על הגופים המנחים להארה מתקני תשתיות בהיבט הביטחוני:

### משרד האנרגיה

אגף חירום, ביטחון, מידע וסיבר, אחראי במדינת ישראל על הבטחת האספקה והרכזיות ה\_fkודית של מתקני התשתיות המוגדרים חווינים, והוא קובלן הנחיות להארה מתקני תשתיות אשר בתחום אחריו. משרד האנרגיה מסוג את מתקניו לרמות א/ב/ג בהתאם לנחיצות ברציפות תפוקודם - מתקן ברמה א' יחויב בדרישות המחייבות יותר. לעומת זאת מתקני תשתיות המוגדרים מתקן הנחיות חדש **"הנחיות לצמצום זהום או ריסוס מתקן תשתיות המזוהם בשטחים פתוחים"**.

**המנחים על ידי משרד האנרגיה.** (טיוטת 2021)

במסמך זה, מתקן אנרגיה קונבנציונלית (תחנת כוח) המפיק מעל 100 מגה ואט, מסווג ברמה א', במה ב- מוגדר 30 עד 100 מ"ו ורמה ג' מוגדר 5 עד 30 מ"ו. מstrup הארץ של מתקן תשתיות מסווג בהבנה בין מתקן המיצר אנרגיה קונבנציונלית למתקן אנרגיה מתחדשת.

מתקן תשתיות של אנרגיה מתחדשת (דוגמת פוטו-וולטאי).

ביהקף ייצור חשמל ברמה א' או ב' - הנחייה היא شبגורת המתקן חזון, למעט מבנה אבטחה, רכיבים קרייטיים ושער כניסה. רכיבים קרייטיים מסווגים לפי המסמך נחשיים: שנאים, ממיררים, גנטוררים, חדרי חשמל, טורבינות, סקייד גז, תנחים, משאבות, מתקנים להפחחת לחץ - PRMS.

ביהקף ייצור חשמל ברמה ג' - המתקן חזון בשגרה

עיקר הדברים

רקע - זיהום או כטגר סביבתי

זיהום או ומערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או - عشرת עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתקנים תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או במחלייכי תכנון - תרשימי דרישה

### נספחים

נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ למתקני תשתיות

**צח"ל**

לצ"ל הנחיות לתאורת ביטחון אשר באחריות אף מञככים. בסיסים ומתקנים רבים ממוקמים בשטחים פתוחים הרגיסרים לזריהם אוור, בהתאם לכך קיימות הנחיות סכיבתיות המתיחסות לנושא מיזנור השפעת התאורה מטעם אגף הנדסה ובינוי (מודר תכנון וסבירה). הנחיות אלו כוללות תאורת לד המairaיה באופן א-סימטררי (לדג' גוף תאורה שמאיר מכיוון הדרך אך לא לשטח מאחוריו), בגון של 3000 K ושמונענת זילגת אוור לשמיים<sup>(4)</sup>.

**פיקוד העורף**

פקע"ר הוא הגוף המנחה לגבי תאורת ביטחון סביב ישובים בלבד, וכן הנחיותיו אין חלות על תשתיות הנדיות. הנחיותיו מפורטות במסמך "מפורט טכני לתאורת ביטחון LED לישובים, 2018". עפ"י מסמך זה מטרת תאורת ביטחון בישובים היא הארת גדר הביטחון של היישוב בשלמותה בכל שעות החשיכה, לכל אורכה ורוחבה ומהווים לה למרחק של 15 מ' לפחות, לצורך גילוי זיהוי דמיות אדם בשטח המואר. המפרט כולל דרישות מינימליות להארה ללא הגבלת סף עליון. גוון האור 4000 K והגבלה ל 3000 K באזוריים רגיסרים אקלוגיים.

## 2. מהי "הצדקה בטיחותית/ תפעולית"

וחבניה "תקנות תכנון הבניה, בטיחות המשתרמש, תש"פ 2019". התקן מגדיר את כמות ההארה המומוצעת הנדרשת לביצוע פעולות בשטхи חז'ץ למטרת נוחות תעופלית ובטיחות תעסוקתית, אך אינו קובע את המקדים המוטר.

**תאורת חירום**

בהתיבט תפעולי היא תאורת גיבוי המיועדת למקרים בהם התאורה המזונת מרשת החשמל אינה פועלת בד"כ כתוצאה מהפסקות חשמל או כשל במערכת. תאורת החירום מיועדת לעזור לאנשים להתמצא במקום בו הם נמצאים, או לעזור להם לצאת בביטחון במקרה חירום.

ישנה תאורת חירום המופעלת לנעת מקרה של "חירום בטחוני" - כגון פריצה למתקן - המערכת תהזה החשוד ותפעיל תאורת חירום. חשוב מאוד לוודא שתאורת החירום מסוג זה לא הופכת להיות התאורה המופעלת בשגרה. קיימות הנחיות להגבלת נצמת תאורת חירום במסמך משרד האנרגיה (ראה סעיף 1 לעיל).

**המוסד לבטיחות וגיהות**

המוסד לבטיחות וגיהות אמון בישראל על בטיחות העובד במקומות העבודה (מתקני תשתיות הם גם מקום העבודה). עוצמת ההארה הנדרשת מבוססת על מאפייני הדרישות הוויזואליות עבור אובייקט הראייה - בהתאם לתפקיד או לעובדה הנדרשת. במידה ונדרשת תשומת לב לפרטים או שנדרש לבצע פעולות ברמת סיכון גבוהה, יש להתאים את עוצמת ההארה כך שתותאמם לסוג הפעולות הנדרש מהעובד.

התיחסות לנושא תאורה בטיחותית ותפעולית נמצאת בתקן 12464 חלק 2 תאורה למקומות העבודה - תאורת חז'ץ. התקן מופיע כמחיב גם בחוק התכנון

**עיקרי הדברים**

רקע - זיהום או אטור סביבתי

זיהום או מערכת התכנון

- תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או - عشرת עקרונות התכנון

- תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

**נספחים**

נספח 1 כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חז'ץ מתקני תשתיות

### 3. מערכות לישול וניהול התאורה

מערכות אבטחה וצלום מבוססות תאורת "IR Infra-red" – או איןפרא אדום, מאפשרות בקרה באמצעות אדים האודם איננו נצפה לאדם, אך אפשר בקרה במערכת ממוחשבת וDOIHO נעל תנועה בחושך.

**דוגמא: משך והיקף הארת מגרש חניה**  
 באזרע חניה – במתגן בו קיימת פעילות כניסה ויציאה עובדים לאורך כל הלילה. נקבע פרוגרמתית כי נדרשת הארת מגרש החניה לטובת העובדים. כאשר נעמיק בדרכיה נגלה שתנועת העובדים ב-00:00-3:00 לפנות בוקר פחותה מתחנותם ב-20:00-20:00:00. יתכן לניטן לקביעון שבען השעות 20:00-5:00:00-20:00 בוקר נתן להארט באופן שאין רציף – בעודת מערכת סנסורי תנועה המזהה רכב מתקרב או לחופין שמספק להארט רק שורות חניה אחת ולא מגרש שלם כמננה לצורך.

בכדי להבין מתי נדרש להארט חלקיים במתגן, ומיכוון שהארט מתגן תשתית בדר"כ כרוכה בפעולות אדם, ניתן לשאול את השאלה הפשוטה כיצד המתגן יתפרק – מי גועשה מה, איפה ומתי? ואילו מערכות טכנולוגיות ניתן לשלב כדי לצמצם הארתليلית ולהפעילה רק בזמן ובמקומות שהוא אכן דרשו. את מערכת התאורה ניתן לנהל בعزيزת מערכות בקרה הנitinoot לשיליטה מרוחק כאשר מערכות אלו יכולים להפעיל את עצמה האור הנכונה בזמןים המתאים.

קיימות מערכות דוגמת "שעון אסטרונומי" (ראה איור 1) המאפשרות הדלקה אוטומטית בהתאם לשעות זריחה ושקיעה לפי המיקום והיום הספציפי.

ישנן מערכות אשר יופעלו בהתאם עם חישוני תנועה, אשר יזוו תנועה חריגה בעקבותיה יולדק האור.

## עיקרי הדברים

רקע – זיהום אוTAGר סביבתי

זיהום אוUR ומערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוUR – עשרה עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום אוUR אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

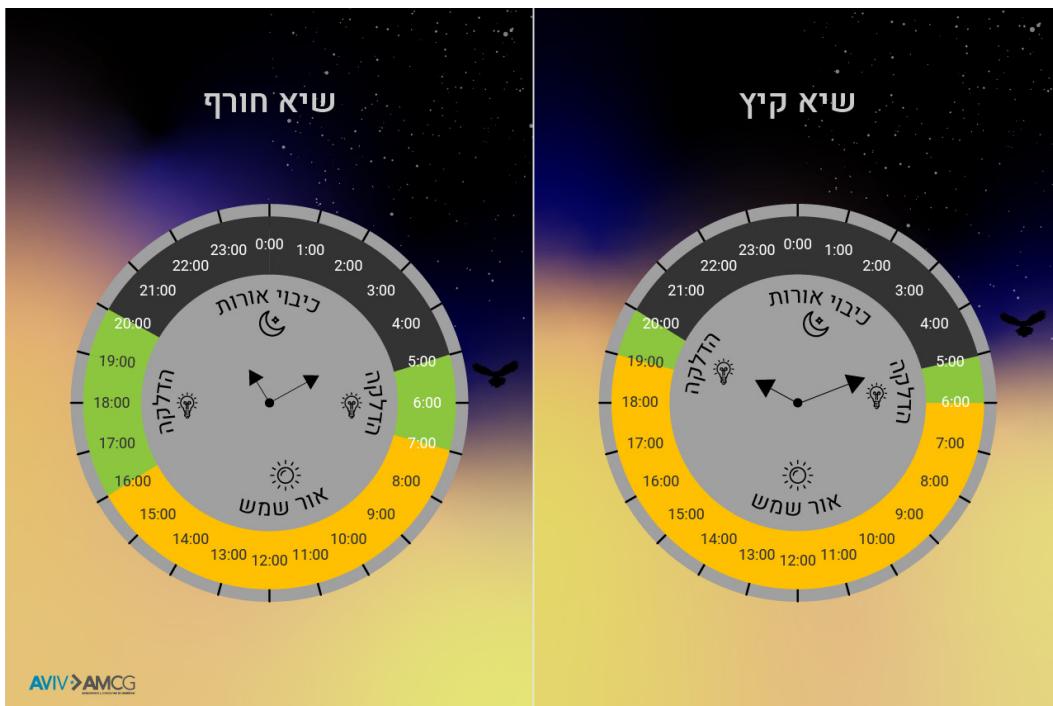
רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגן תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוUR בתהליכי תכנון – תרשימי דרומה

## נספחים

נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ למתקני תשתיות



אייר 1: שעון אסטרונומי – שעות ההארט הנדרשות תלויות בתקופה בשנה ובפעולות העובדים. בצהוב- שעות אור יום, בירוק – שעות הדורשות הארת מלאכותית, בשחור – שעות חושך.

**נספח 3**

**חקיקה, תקינה  
והנחיות קיימות**

לმתכנים בשיח אפקטיבי מול יזמים ומהנדסי החשמל והatarהה בהיבטי מניעת זיהום או.

פרק זה מפרט את החוקה, התקינה והנחיות הקיימות הרלוונטיות לישראל בשלב עירcit מדריך זה. הציג הבסיסי החוקי לנושא מיועדת לתרום

לענין מיזעור זיהום או (ראה פירוט בסעיף תקינה). התקן שאומץ חול על מבני מגורים, מסחר, מרפאה/בית חולים, אכסון תיירותי, בנין התקהלות ציבורית ומוסדות חינוך (בכפוף להיקף הבניה ועם התנויות מסוימות).

#### **חוק מקורות אנרגיה, התשנ"ז - 1989**

- תקנות מקורות האנרגיה, שימוש בגופי תאורה יעילים ארגנטיטי, 2012 - קובנות הנחיות המעודדות מעבר לתאות לד, אולם אינם כוללים התייחסות לנושא זיהום או סביבתי.
- תקנות מקורות האנרגיה, ביצוע סקר לאיתור הפטונציאלי לשימור אנרגיה, התשע"ט 2018 - קובנות חובה סקר התייעולות אנרגטיות במתקנים גדולים לא כוללים התייחסות לתארהה זיהום או סביבתי.

#### **חוק גנים לאומיים, שמורות טבע, אתרים לאומיים ואתרי הנצחה, התשנ"ח 1998.**

כולל פרויקטURI טבע מוגנים חובה למניעת פגיעה בערך שבע מוגן, כולל הפרעה למהלך התפתחות הטבעי, לרבייה או לשמירה עלייו.

#### **חוק שימירת הסביבה החופית, התשס"ד 2004.**

כולל בסעיף 4 א' הנחיה שלא בוצע אדם פגעה מההוואה או העלה להוות פגעה בסביבה החופית.

#### **החוק למניעת מפגעים סביבתיים (תביעות אזרחות)**

התקן"ב. 1992. עוסק במטרדי סביבה כגון ריח ורעש, הוא אינו חול באופן ישר על זיהום או אך ניתן לבדוק הgesha של תובנה על פגעה בערכי טבע מוגנים או מפגע סביבתי<sup>(1)</sup>.

## **1. חקיקה**

טרם קיימת בישראל חקיקה ייעודית לענין שמירה על השחת הלילה ומונעת זיהום או, עם זאת קיימת חקיקה בנושא ממשיקים:

#### **חוק הקירנה הבלתי מיננת, התשס"ו - 2006.**

מטרתו "להגן על הציבור ועל הסביבה מפני השפעה של חסיפה לקירנה בלתי מיננת, ולהסדיר את העיסוק במקורות קירנה, הקמתם והפעלתם ובמבחן שירות למדיית קירנה, בין היתר על ידי קיבעת איסורים וחובות בהתאם לעקרון הזיהות המונעת". החוק מסדיר את הפיקוח על מקורות קירנה בעזרת דרישת יותר הרים או הירר הפעלה או מון שירוח, מאת הממונה לענין זה. החוק כולל גופי תאורה, עם זאת גופי תאורה בתחום אורכי גל הנראה לעין (400-780 ננומטר) מוחרים מהדרישה להיתר.

#### **חוק התקן והבנייה, התשכ"ה-1965.**

תקנות תסגיד השפעה על הסביבה, 2003 - תקנות המסדרות את הליך הבדיקה הסביבתית של תכנית, כולל את סוג התוכניות שבಗין קיימת חובת הכתת תסגיד (למשל, תחנות כוח, שדות תעופה וכו'), וכן מאפשרות למוסד התקן לדרוש הכתת תסגיד לכל תוכנית פיתוח בעלת השלכות סביבתיות בהתאם לשיקול דעת.

תקנות תכנן הבנייה, בطيוחות המשמש, תש"פ 2019 - קובנות שתיאות חזק בתחום מגרש מוגרים תהיה רציפה וממקור אוור שאננו מסנוור, ותמנע הארה ישירה מגופי תאורה לעיני בני אדם בתוך הבניין ועוד. התקנות מחייבות עמידה בדרישות תי' (תקן ישראלי) 12464 חלק 2 - תאורה למוקומות עבודה: תאורת חזק.

תקנות תכנן הבנייה, בנייה בת-קיימה התש"פ 2020. מחייבות עמידה בדרישות תי' 5281 לבניה יירוקה ברמת כוכב אחד (55 נק'). התקן כולל סעיפים

על ידי הדברים

רקע - זיהום או כטגר סביבתי

זיהום או מערכת התקן

תקנן מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- עשרה עקרונות התקן

תקנן תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התקן בכלים  
سطוטוריים

ריכוז הנחיות לתכנן תאורה מושכל  
במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
במהלכי התקן - תרשימי דרומה

## **נספחים**

### **נספח 1**

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנן תאורת חוץ  
למתגנני תשתיות

1. מפגע סביבתי - זיהום אויר, רעש, ריח, זיהום מים, זיהום על ידי פסולות, זיהום על ידי חומרים מסוכנים, זיהום על ידי קירנה, פגעה בסביבה החופית, מפגע אסBEST, פגעה באור מוגן, פגעה בערך מוגן, פגעה בערך מוגן, והכל כשם ביגוד לחיקוק, כלומר, לתכנית, לרשות עסק או לכל היתר או רשות אחר, או שיש בהם פגעה בבריאותו של אדם או גרים סבל ממשי לאדם;

להתפרש כמטרד. פגודת הנזקון כוללת גם את **עוולות הרשלנות** "שבמshallח יד פלוני לא השתרמש במינימנות, או לא נקט מידת זהירות, שאדם סביר ונבון וכשייר לפועל באוטו מshallח יד היה מושתמש או נוקט באוטן נסיבות - הרי זו התרשנות". בהקשר זה יתכן ונירע להתייחס למתקן תאורה אשר נהג ברשלנות בתכנון תאורה.

כוללים את המוגבלות הבאות (תוך הבדיקה בין "שנות הפעילות המתקן" ו"מעבר לשעות הפנילות"): פליישת אוור לנכסים סטטניים (בערבי לוקס), רמתנו עצמת אוור עם פוטנציאל לפליישת אוור (בערבי קנדלה), הארה כלפי הרקיע (אחווד האור הנפלט מעבר לאופק) ועוצמת הארת חזית ושילוט המבנה (בערבי לומן).  
**עוצמות הארת חזץ** נדרש בנוסף מגדר התגן **עוצמות הארת חזץ** בהתאם לרשיונות שימושים וצריכים פונקציונליים (ראה פירוט [נספח 1 - פרק 3](#) - קביעת מאפייני הארה לפי שימושים).

**פקודת הנזקון, (נוסח חדש) תשכ"ח-1968.** סעיפים 42-1, 44-1, 44-2, עוסקים במטרד לציבור "כשהמנשה או המהיד מסכן את החווים, הבטיחות, הבריאות, הרכווש או הנוחות של הציבור, או שהוא מכשול הציבור להשתרוש בזכותו מזכויות הכלל". **מטרד ליחיד** כולל "הפרנה של ממש לשימוש סביר במרקענין של אדם אחר או להנאה סבירה מהם בהתחשב עם מקומות וטיבם". בהקשר זה פליישת אוור יכולה

## 2. תקינה

קיים תקנים ישראליים רבים מאוד העוסקים בחשמל ותאורה. להלן מספר תקנים הנוגעים לשירותי זילוגת אוור ובטיחות האוור לאדם ולхи, בתחום התשתיות.

### ח"י 12464 חלק 2 - אוור ותאורה - תאורה למקומות העבודה: מקומות עבודה מחוץ לבניינים (2017)

**תקן מהיב בישראל.** בתגן מוגדר עקרון מניעת זילוגת אוור בהתאם לערכיהם הכספיים לרמת החשיכה הקיימת במרחב. התגן מסווג רמות החל מ- E1 (מרחוב חשוך) ועד לרמה E4 (מרחוב אורבני מואר) - בהתאם למוגדרים הפרמטרים העוסקים בדילוגת אוור. הפרמטרים

על ידי הדברים

זקע - זיהום אוור כאתגר סביבתי

זיהום אוור ומערכות התקן

תקנן מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור  
- עשרה עקרונות התקןתקנן תאורות דרכים תוך מניעת זיהום אוור  
אל עבר השטחים הפתוחיםהטמעת עקרונות התקן בכלים  
سطטוטורייםרכיב הנחיות לתכנן תאורה מושכל  
במתקני תשתיותהטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור  
בenthalpic תכנון - תרשימי זרימה**נספחים**

נספח 1

כלים מנועים להטמעת עקרונות תאורה  
זיהומית לסביבה, בתכנון תאורת חזץ  
لامתקני תשתיות

Environmental zone	Light on properties		Luminaire intensity		$R_{UL}$ %	Luminance		
	$E_v$ lx		$I$ cd			$L_b$ $cd \cdot m^{-2}$	$L_s$ $cd \cdot m^{-2}$	
	Pre-curfew <sup>a</sup>	Post-curfew	Pre-curfew	Post-curfew		Building facade	Signs	
E1	2	0	2 500	0	0	0	50	
E2	5	1	7 500	500	5	5	400	
E3	10	2	10 000	1 000	15	10	800	
E4	25	5	25 000	2 500	25	25	1 000	

where

E1 represents intrinsically dark areas, such as national parks or protected sites;

E2 represents low district brightness areas, such as industrial or residential rural areas;

E3 represents medium district brightness areas, such as industrial or residential suburbs;

E4 represents high district brightness areas, such as town centres and commercial areas;

 $E_v$  is the maximum value of vertical illuminance on properties in lx; $I$  is the light intensity of each source in the potentially obtrusive direction in cd; $R_{UL}$  is the proportion of the flux of the luminaire(s) that is emitted above the horizontal, when the luminaire(s) is (are) mounted in its (their) installed position and attitude, and given in %; $L_b$  is the maximum average luminance of the facade of a building in  $cd \cdot m^{-2}$ ; $L_s$  is the maximum average luminance of signs in  $cd \cdot m^{-2}$ .

<sup>a</sup> In case no curfew regulations are available, the higher values shall not be exceeded and the lower values should be taken as preferable limits.

אלומה full cut off מדירוג G-6) ועוצמת האלה לפחות עמידה בדרישות ת"י 12464 (תווך הסטייגות אם יש דרישות תעופול או בטיחות) ותווך הגדרת שעות פעילות כשרה לפני ואחריו יום העסקים. בכדי להוכחה עמידה בדרישות אלו יש להגיש "מפורט תארורה".

בסעיף 1.2 מערכות הבניין - ביצועים אנרגטיים של תאורה מלאכותית, מתקבל ניקוד (0.5 נק') עבור שילוב מנגנון שליטה מרכזית בתאורת החוץ, בכדי להוכחה עמידה בדרישות יש להגיש תכנית תאורה תכנית המראה חלוקה לאזרורי שליטה על מערכת התאורה).

### ח"י 5281 חלק 1 - בניית בית קיימת (בנייה יrokה): דרישות לבניינים שאין בהם בניין מגורים (2016)

התגונן לבניה יrokה השוק ב- 2005 וב- 2020 אומץ בתגנות הבניה ברמות כוכב אחד (ראה סעיף חקיקה). בימים אלו התגונן נמצא בשליבי ריוויזיה. התגונן עוסק בתחוםים: אנרגיה, קרקע, מים, חומרים, בריאות, פסולת, תחבורה, ניהול אתר בנייה וחדשות. יש לציין שהtagon אין חל כוון על תנשיות או תשתיות.

סעיף 2.4 בתקון עוסק בזיהום או רילי ובו ניקוד המתקבל עבור עמידה בדרישת הגבלת גוון או קר (שילוב גוף תאורה בטוח של 2600- 3000 קלו�ן), הכוונת אור (שימוש בגוף תאורה בעלי הגבלת

עלקי הדברים

רקע - זיהום או רילג'ר סביבתי

זיהום או רילג'ר מתקנים

תקנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- עשרה עקרונות התקנון

תקנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התקנון בכלים  
טיטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במהלכי תכנון

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
במהלכי תכנון - תרשימי זרימה

## נכסים

נספח 1  
כלים מניעים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת החוץ  
למתקני תשתיות

המאפיין	האם יש תאי ס"ר?	2.4 זיהום או רילג'
סירה	כן	

למצמצם את החשיבות השילוקיות הנדרשות מזיהום או רילג'ר של תאורת החוץ.

היעוג	טבלת ניקוד
היקוד המרביב במתקון	
2 2 2 2 2 2 2 1.5 2	זווית הראה 0.5
0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5	זווית הראה 0.5
0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5	זווית הראה 0.5
0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5 0.5	זווית הראה 0.5

נקודות	קדמיות להערכה
ט"ג (תנייא ס"ר)	זווית האלה זווית החאה ומבדנה חפס לא אפשרו זילגת או כלפי חשבים (זווית גודלה כ- 90°).
גון אוור	גון מסור האור יהיה בהתאם של 2600 קלוון – 3000 קלוון.
הכוונת אור	בשוחח חוץ משופפים שבגבולות המורש יציג חישומש בגוף תאורת חוץ עלי הגבלת אלמנט או מילוט "Full cut-off" (ראו התרשים).

ס"ג  
עוצמת האורה ושותפויות פעולה  
עוצמת החאה עבורי תאורה מחוץ לבניין, לרבות שילוט, תẤאים לדרישות התקן האירופי EN 12464-2, כאשר שעות הפעילות מוגדרות כשותפה טקסטים למנויים ומשתפים ואחרי יום העסקים (Pre-Curfew).  
דרישה זו אינה חלה על שטחים הדורשים רמת תאורה גבוהה יותר בשל צורכי תפעול או בתייחות.

טבלה מס. 3: מוחזק ת"י 5281 חלק 1 - בניית בית קיימת (בנייה יrokה): דרישות לבניינים שאין בהם בניין מגורים (2016). סעיף 2.4 - זיהום או רילג'ר.<sup>(2)</sup>

- מהירות הנסיעה
  - עומס התנועהיחסית לקיבולת הכביש
  - הרכב התנועה וצפיפות משתמשים בדרך
  - קיום מעקה הפרדה
  - צפיפות צמתים ומחלפים
  - רכבים חונים בסמוך לנטייב נסיעה
  - הארה סביבתית. לדוגמה: הארה קיימת ליד מרכז קניות, שלטי פרסום ומרצדים ספורט ואחסון
  - קשיי ניוט, אזרוי סיICON, כבישים רטובים עם סכנת החלקה ומקרים "מעודדים פורענות", בעלי רמת פשיעה גבוהה יחסית.
  - מקדם החזרה וטיב האספלט של הדרכים
  - רוכבי אופניים, קורקינטים וכו' בסמוך למשעה ולחיבורה ממונעת
  - רכבים חונים
  - צורץ בזיהוי פנים
- מניעת תאורה פולשנית לבתים פרטיים בסביבה חשוכה במקורה.**
- מניעת יהום או בהיבט של זהירות רקייע, ופגיעה ביכולת לצפייה בכוכבים.**

**ח"ו 1838 יישומי תאורה - תאורת חירום (2009)  
פריטום (2021)**

זהו **תקן וلونטורי** המגדיר רמות הארה מינימלית של תאורת חירום נדרשת לצרכי בטיחות - למילוט ולמנרכות תאורה כוונות בדgesch על מיקומים שלציבור או לעובדים יש גישה אליהם.

**ח"ו 20 - בטיחות شمالית של גופי תאורה.**  
**תקן מחייב** המהווה בסיס להנחיות מחייבות בדבר בטיחות شمالית.

**ח"ו 62471 חלק 2 - בטיחות פוטוביולוגית של נורות ושל מערכת תאורה: הנחיות לדרישות יצוף הנגעוות לבטיחות קרינה אופטית שאינה קרינה לראיון (2013)**

**התקן מחייב** ומפרט את גבולות החשיפה המוסכמים לבריאות, את השיטות למידות ייחום ואט שיטת המון לצורך הערכה ובקרה של גורמי הסיכון הפוטו-ביולוגיים מכל מקור חממי כולל נורות לא. בחירת גופי תאורה בקבוצת סיICON נמוכה לבטיחות פוטוביולוגית מבטיחות שמייה מפני גבולות החשיפה המוסכמים לבריאות האדם.

ישנם מסמכים המלצות דוגמת "המפרט הבן משרדי של משרד הבטיחון" אשר מפנה לסייע בתיקן וקובע שיש להימנע משימוש בקבוצת סיICON 1 (אשר משמשותה לפי התקן היא נזק פוטנציאלי לעיניים מעל 100 שניות). למרות שתיקן זה עוסק בחשיפה מעל 100 שניות. בנסיבות סבירות בנזקים פוטנציאליים לעור וعينי האדם, קיימת סבלנות בהתאם לעקרון זההירות המונעת) שחלק מהשלכות המובאות בתיקן רלוונטיות גם לעולם החי, שרגישותם בחילק ניכר ממהקרים אף גבוה יותר מאשר בני אדם.

**ח"ו 13201 - תאורת דרכים: דרישות ביצועים (2010)**

התקן אומץ ע"י מיכון התקנים והינו תגן וلونטורי. התקן המחייב לתאורת דרכים בהיבט הנדי, בטיחותי ויעילות אנרגטיית. התקן כולל אפיקן רחב לתאורת דרכים, בין השאר התיחסות לעמומות תאורת דרכים וכן סיוג סוג גופי תאורה בעלי הגבלת אלומת אוරור cut off full. תכנון התאורה בהתייחס למאפייני הדרך כולל את הנושאים הבאים:

- השתנות התנאים, מהירות והדרישות לאורך הדרכים
- רמות סנוור של גופי תאורה

**עיקרי הדברים**

רקע - זיהום או ארגון סביבתי

זיהום או מערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- عشرת עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרומה

**נספחים**

נספח 1  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
لمתקני תשתיות

## 3. הנחיות

### ידידותית לסביבה בחברת נתיבי ישראל

את הממלצות ואת המפרטים הטכניים לתאורה בשטחים פתוחים ואזוריים בעלי ריגושים אקלולוגיות.

- **הנחיות לתאורה אדריכלית בתל אביב. יוני 2011.**

- **באתר עיריית תל אביב**

- **הנחיות מרחביות - עירית נתניה (כולל היבטי זיהום או).** [אתר הוועדה המקומית לתכנון ובניה](#).

- **הנחיות מרחביות מרחב תכנון ירושלים, 2016.**

- **אתר הוועדה לתכנון ובניה ירושלים.**

- **הנחיות לדופן "ידידותית" לטבע עירוני תשתיות ובניין מגידן, מרץ 2016.** [באתר מרחב תכנון מגידן](#)

- **מרחב ביסופרין.**

- **הנחיות להצבת שילוט בתהומי היישוב גני תקווה, באתר של הוועדה המקומית לתכנון ובניה גני תקווה, 2021.** [בגני תקווה \(בקעת אוננו\) - נערכו הנחיות שילוט הקולמים מניעת תאורה פולשנית לפי ת"ו 12646 ופרמטרים נוספים.](#)

- **מסמך מניעת מטרדי זיהום או ברמת גן, 2021.** בעריכת אגף שפ"ע, המחלקה לアイcotת סביבה, עוסק בהגבלת שלטי חוץ מזוורים. טרם פורסם באתר העירייה.

- **עמותת "אור מכוון" - מסמך המלצות לתקנות תאורת חוץ כולל המלצות שאין מהויבות.** [אתר אור מכוון](#)

### מסמכי הנחיות בינלאומיים

CIE (2017) - Guide on the limitation of the: 150 effects of obtrusive light from outdoor lighting installations - installationszmanot זיגאג או והארת רקייע לפוי איזורי ריגושים, מנודה לנושאים כולל צמצום צורך בהארה, הגדרת יונען, הגדרת תחליק ועוד. EO היא נציבות בינלאומית להארה.

IES TM-15-20 - BUG RATING - Luminaire Classification System for Outdoor Luminaires מסמך הנחיות אמריקאי המסוווג ומגדיר טווח השפעת גופי תאורה.

### הנחיות בישראל

להלן פירוט הנחיות שונות העוסקות בין השאר במניעת זיהום או ואשר נערכו למרחבי תכנון או גופים ספציפיים, הנחיות אלו מחייבות בחלקן ולפי המקרה. הן יכולות לשמש להתרשומות ועין לגופים המשוניינים לאחסן הנחיות, אם כי יש לציין כי לא בכולם מובאים היבטים השונים הנדרשים למיניהם זיהום אוור באותו אופן שם מובאים במודרך זה.

- **מידע של המשרד להגנת הסביבה, באתר המשרד להגנת הסביבה** כולל המלצות לנושא הגבלת גזון אוור כחול.

- **הנחיות לצמצום זיהום אוורי מתואמת בתקוני תשתיות המקומיים בשטחים פתוחים, המונחים על ידי משרד האנרגיה.** טירות 2021 - טרם פורסמו לציבור - עפ"י טווחת אוק' 21 העקרונות תואימים למיסוך זה.

- **מפורט טכני לתאורת בתקון לד ליישובים - הנחיות פיקוד הערך, 2018** (מחלוקת מיגון ענף מרכיבי ביחסון להתיישבות, מדור טכנולוגיות ומיגון הנינוי). הנחיות אלו אינן מפורסמות ביציבור. התאורות עוסקות בתאורת גדר בייחונית כולל דרישת רמתה האראה מינימלית במרקח 15 מ' מהגדר (4' לוקס) וכן גזון אוור 4000K או 3000K לאזרוי עם ריגושים אקלולוגיות.

- **הנחיות לתכנון מערכות תאורה למתקני מגורות, 2020,** הוראת מהנדס ראשי, 612.011, [באתר חברה מקורות](#).

- **המפורט הכללי לעבודות בנייה, משרד הבתuhan ("הספר הכהול") פרק 8 - מתקני شمال, תיקון 2015** - איןנו מחייב אך משמש כמסמך בסיסי גנרי לעירicit מכרזים עבור כל גופי הממשלה ואחרים. המפורט כולל הגדרות ודרישות טכניות לבתיותות ואיכות גופי התאורה בין לנין גזון אוור (2000 3000K כולל הגבלת הספקטרום) ואיכות הצבע.

- **באתר המפורט הכללי לעבודות בנייה.**

- **הנחיות לתכנון תאורת דרכיים בחברת נתיבי ישראל, ינואר 2021.** [באתר נתיבי ישראל](#) כולל בפרק 5.15 התיאסות לאזורי רישום אקלולוגיות ובו הפניה למסמך באתר טבע-ביז, בשם [תאורה](#)

עליקרי הדברים

רקע - זיהום אוור כאתגר סביבתי

זיהום אוור ומערכות התקנון

- תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום אוור
- عشرת עקרונות התקנון

- תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום אוור
- אל עבר השטחים הפתוחים

- הטמעת עקרונות התקנון בכלים
- סטטוטוריות

- ריכוז הנחיות לתכנון תאורה מושכל
- במתקני תשתיות

- הטמעת הנחיות למניעת זיהום אוור
- בתהליכי תכנון - תרשימי דרומה

### נספחים

#### נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה ידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ למתקני תשתיות

**נספח 4**

**סקור ספרות  
השפעת גוון האור  
על עולם  
החי והצומח**

סקר ספרות זה נכתב ע"י ד"ר רז תמייר, בעל דוקטורט לאקולוגיה ימית והשתתפה בהשפעת התאורה הטבעית והמלכותית על עולם החיים.

## קוד אקולוגי - תאוריה יידידותית לסביבה

### מדדיך למתכון

#### יעורי הדברים

רקע - זיהום או רמת גזים סביבתיים

זיהום או רמת גזים סביבתיים

תכןן מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רמת גזים סביבתיים

תכןן תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או רמת גזים סביבתיים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכלת במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או רמת גזים סביבתיים

### נספחים

#### נספח 1

כלים מעשימים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ ומתקני תשתיות

טוווח קליית האור של מינים ספציפיים יכול להשנות בתוך כל קבוצה טקסונומית, וכן יש לנקט משנה זהירות כאשר מישימים את הידע לגבי קבוצה טקסונומית באופן כללי, שכן קיים פוטנציאל השפעה שונה על כל מין ספציפי בתוך אזור קבוצה<sup>(5)</sup>. לדוגמה, מספר סוג הפטוטוצפטורים בעניין חרקיים משתנה בין מינים שונים, מה שגורם לשינוי בשיעור הקליטה של טווח האור על ידי כל מין<sup>(6)</sup>. על כן, סקירה זו תסייע לתפקידו את ההשפעה הפוטנציאלית של (1) הרכבים ספקטרליים שונים (טמפרטורת/גוון האור) ו- (2) עצמת האור ו/או גובה ה'פיק' על אורגניםומים שונים. זאת, על בסיסו יידוע כיצד בספרות המדעית.

גוון האור מתואר ע"י יחידת המידה "טמפרטורת קלולין A" אשר מייצגת את טמפרטורת הצבע המשולה לטמפרטורה של גוף שחור הפלוט אור עם חימומו. חימום הגוף לטמפרטורות נמוכות יוביל לפלייטת אור אדום ובטמפרטורות גבוהות לפלייטת אור לבן. תאורה בעלת גוון או "חム" בה ערך הקלולין נמוך מ- 3000 מ- 3000 הינה תאורה בה אורכי הגל הדומיננטיים בחתימה הספקטראלית הם אורכי הגל הארכוכים יו"ר (בתוךם הצהוב-אדום של הספקטרום) ופחות אנרגטיים. לעומת זאת תאורה בעלת גוון או "קר/כחול" בה ערך הקלולין גבוה מ- 3000 הינה תאורה בה אורכי הגל הקצרים והאנרגטיים בתחום הכהול של הספקטרום מצויים בעוצמות גבוהות ([פיק' גבוהה אויר 5](#) ובאופן כללי דומיננטיים בחתימה הספקטראלית).

**היות ורבייה אורוכי הגל הקצרים יותר של הספקטרום**  
**ניכרת מאורכי הגל הקצרים יותר של הספקטרום**<sup>(6,7)</sup>, מומלץ, בכלל, לעשות שימוש בקלוון נמור ("חム") על מנת לצמצם את הפגיעה הסביבתית הפוטנציאלית. אולם, השאלה היא מיהו הגון המיטיב עבור תנאים סביבתיים ואורגניזמים שונים.

בשנים האחרונות, עם המגמה הגוברת לשימוש בתאורת LED התהרב גם בתחום הספקטרום של התאורה המלאכותית בשעות הלילה<sup>(8)</sup>. יתרה מכך, עצמת האור בתחום הכהול של הספקטרום עלתה גם היא<sup>(9)</sup>. תאורה מלאכותית על ידי בעלי חיים העשויה להוביל לזיוהו או מרלאכותית על ידי בעלי חיים בסביבתם בשעות הלילה. זיהוי זה נעשה להשען על Shinnyi בהתחנויות הריגלות של בעלי החיים, ולשנות את זמני הפעילות הרגילים שלהם, להרחב או לפצל את בתיה הגידול הטבעיים במרחב (כלומר, בע"ח הנמשכים אל האור או נמנעים ממנו), סנכרון וזמןון הליכי רבייה ונידידה (במרקם בהם האור משמש כסמן לתזמון של תהליכי אלון)<sup>(3-5)</sup>. יחד עם זאת, לתאורת LED פוטנציאל להתקאה מדוייקת של האור המאייר את נוף הלילה. על אף שיש הסכמה מועטה לגבי הספקטרום הספציפי המיטבי שיופחת את ההשלכות על כל האורגניזמים<sup>(3)</sup>, Shinnyi קלים בהרכב הספקטרום כמו גם בעוצמות השיא (ה'פיק') באורכי גל שונים עשויים להפחית במידה ניכרת את ההשפעה על מינים שונים באטרים שונים<sup>(6)</sup>. עם העיליה במספר המחקרים הבוחנים את השפעתם של גווני אוור שונים על אורגניםומים שונים והעמוקת הידע בתחום, ניתן יהיה להתאים את שיטת התאורה לאוצר אותו נרצה להאייר ונעל פי רמת גישות השטח.

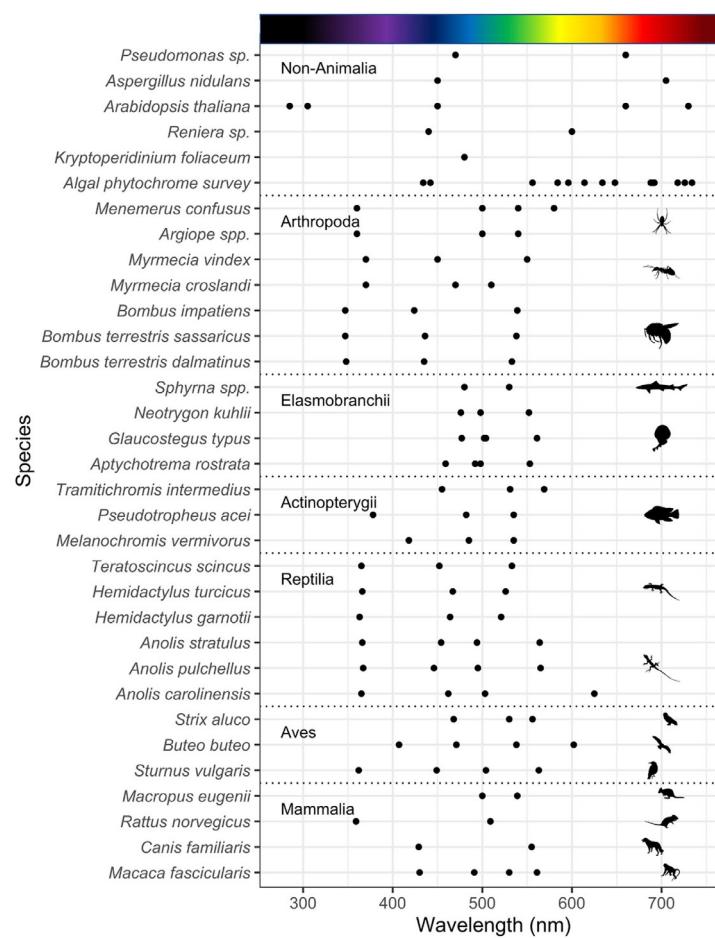
## רקע

**בבית הגידול - כגון:** ציפורים, לטאות, חרקים ודגים (איור 1), המליצה היא לעשות שימוש בונורות עם גוון 2200 K- 2700 K בהם אורך הגל בתחום הכהול פחות דומיננטיים (איור 2). בנוספ, האזורי האקואטלי מהוה דוגמה לבית גידול בו הפחטה של הקלוון לגוון של K2700 נושא להיטיב עם פוטנציאל ההשפעה, כאשר גוון של K2200 עשוי, במידה והוא מתאפשר, להיות אידיאלי (איור 2).

על אף שהשימוש בתאורה מלאכותית בלילה מספק יתרונות ברורים למין האנושי, הוא גם משנה את מחזוריו האור כפי שהוא יומיומיים, העונתיים והירחיים הטעניים כפי שהווים מגוון של אורגניםומים. לפיכך, הוא משפיע על תזמון של פעילויות ביולוגיות רבות. מחקרים הנערכים בתחום בשנים האחרונות תורמים להבנת ההשפעה של אור מלאכותי בלילה על אורגניםומים שונים, ובכך מאפשרים הבנה מכניתית טוביה יותר שטר שעשויה לסייע לתכנון אסטרטגי וטכנולוגי אשר יפהית את ההשפעה השלילית של האור המלאכותי בלילה.

בסקירה זו נראה כיצד ככל שהרכיב האור עני יותר בכחול (כלומר הגוון חם יותר), ההשפעות האקולוגיות צפויות להיות נמוכות יותר, על פני קבוצות טקסונומיות נרחבות (עתפלפים, מכרסמים, עופות, דו חיים, פרוקי רגליים, חסרי חוליות ימיים וצמחים). בנוספ, בסקירה נראה כי על פי מחקרים והידוע בספרות - גוון התאורהינו משפיע ביולוגית באופן 'בינארי' (קטן מ- K3000 או גדול מ- K3000), אלא מורכב יותר, וקיימות משמעות לגוון/טמפרטורה (קלוון).

לאור הידע הנ선거 בסקירה זו בהיבט גוון האור רמות קלוון שונות ועוצמתן, אנו ממליצים על תכנון תאורה בו קיימת **באופן כלילי הפחטה של גוון האור לגוון אור של K3000 ומטה**, ובכך לצמצם את עוצמות אורכי הגל הקצרים מ- 500nm אליו רגשים מושבים האורגניזמים (איור 5). יתרה מכך, **באתרים בהם לאורך הגל הכהול קיימים פוטנציאלי פגיעה גבוהה יותר - בעקבות תפוצת אורגניםומים המושפעים במידה ניכרת מאורכי גל כחולים (nm 400-500)**



איור 1: השוואת גוון האור על רגישות ספקטראלית של פוטורצפטורים (קולטני אור) במינים שונים (7) Alaasam et al. 2021(7)

## יעורי הדברים

רקע - זיהום או קטגוריה סביבתית

זיהום או מערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- عشرת עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

ריכוז הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
בمتגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרומה

## נספחים

## נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
لمתקני תשתיות

אורגנים/ מחלקה	סרטן	תזונה	<u>שינה/ דיפרסיה</u>	אורינטציה/ נטiya	רבייה	קלוין (K) מומלץ
	●	◐	●	●	●	2200K- 2700K
	🚫	◐	●	●	◐	2200K- 2700K
	🚫	◐	●	◐	●	≤3000K
	🚫	◐	🚫	●	●	2200K
	🚫	🚫	🚫	●	●	≤3000K

איור 2: השפעות אקולוגיות ופיזיולוגיות של תאוריה מלאכותית (באופן כללי) על בסיס מחקרים שהתפרסמו (מקור: Svechkina et al., 2021, וклוין מומלץ על בסיס סקר הספורות הנוכחי (עמודה ימנית).

## עיקרי הדברים

רקע - זיהום או כטגר סביבתי

זיהום או רשתתת התכנון

- תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רשתתת עקרונות התכנון

תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או רשתתת עקרונות התכנון - תרשימי דרישה

## נספחים

## נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ למתקני תשתיות

## 2. השפעת גווני אור שונים על עולם החי והצומח

ותזמון הפרשת הורמן המלטוניינן<sup>(12)</sup>. היות והמלטונו הוא הורמן בעל חשיבות רבה בתחום החינוך וההתאמת תרחיליים ביולוגיים לשעות היממה השונות, ישנה חשיבות רבה לתזמון הפרשת הורמן זה עבור עולם החי. **תוצאות מחקרים מצבעות על חשיבותו של הבiology וากולוגיה של הספקטרום (האזור ה'כחול' - אורך גל 446-477 ננומטר של הספקטרום K2200 ל- K3000 יהיה שימושותי).** למשל, באורך זה מאוקטבת הפעולה של האופסין (חלבון ממברני משפחחת הקולטנים) המספקים קלט צירcoli יומיומי לויסות הפרשת מלטוניין<sup>(12)</sup>. בדומה, לקיוטוכרים (חלבון שהוא הקולטן/פייגמנט העיקרי של אורך כחול, העתיק ושמור מבחינה אבולוציונית), למשל, בבעלי חיים, **קיימות רגישותquia בחלק הגוף (בחלק הגוף גם באורך המזוכר מעלה לגבי האופסין) ואולטרה סגול של הספקטרום (13).** פייגמנט זה מעורב בזיהוי אורך הימים ובგבלת השעון הצירקדי במגוון רחב של אורגנים<sup>(14)</sup>. בבני אדם, פוטופיגמנט בודד עשוי להיות אחראי בעיקר לדיכוי המלטוניין, ונראה שריגשותו לאור נבדלת מזו של פוטופיגמנטים של תאי הראייה (מדוכים וקניים). תוצאות מחקר זה **ננומטר - באורך הכחול של הספקטרום (9).**

באופן כללי, ניתן לומר כי מרבית האורגנים כמו גם התחליכים הביוולוגיים המשמשותים המושפעים בהבדלי התאורה בין היום והלילה מושפעים מארוכי הגל הקצרים יותר של הספקטרום. **כל שטמפרטורת האור תהיה בגוון קיר יתור, ובבעל עצמות גבוחות יותר של אורכי גל קצרים וגוון אוור של 3000 קלולין ומעליהם, תהיה לה השפעה גדולה יותר על עולם החי והצומח. על כן, יש ערך רב להגבלה ממשוערת של גוון האור לגוון הנמוך מ 3000 קלולין. על כך יורחוב בירת שעת בסקר זה.**

פוטורצפטורים ספציפיים מותאמים להפעלה ותזמון של פעולות ביולוגיות ספציפיות. למשל, ספקטרום הספירה וההפעלה הסטנדרטי של וודופסין - פייגמנט הקיים ברשתית העין אצל כל בעלי החיים, נמצא כרגע בצורה מksamלאלית להארה **באורך גל של 492 ננומטר**<sup>(6)</sup> קליטה אור באורך גל זה מפעילה תחליכים כימיים וביוולוגיים המسمנים' לנופות את זמן הרבייה ועל כן, לאורך זה על הספקטרום יש חשיבות אקולוגית רבה. **עבור אורך גל זה, שינוי מ- 2200 ל- K3000 יהיה שימושותי, זאת מושם שאורך גל זה נמצאת באורך בו יש עצומות נזוכות יחסית של אנרגיה ('בין הפיקים', אייר 5).**

לפייגמנטים ופוטו רצפטורים אחרים, החשובים במידה רבה לתחליכים ביולוגיים ואקוולוגיים קריטיים, קיימת בליניה באזוריים הכהולים יותר של הספקטרום. למשל, סיאו של ספקטרום הפעולה של RGCs המלנופסין (פייגמנטים קולטי אור ושל פוטופיגמנט המלנופסין) נמאנטיים גם הם ברשתית העין ומסכנים נזוכות תחליכים ביוולוגיים ובunikram השעון הביוולוגי) נע סיבוב **אזור ה- 480 ננומטר - באורך הכחול של הספקטרום**<sup>(9)</sup>.

ככל, **ספקטרום האור בו קיימת השפעה ביולוגית ניכרת (בעיקר על השעון הביולוגי) נע בין 460 ל-530 ננומטר.** לעומת זאת, לקרפדוות ולცפרדעים יש שני סוגים של פוטורצפטורים, הרגיסטים ביותר - 432- 502 ננומטר, ננומטר, בהתחמלה<sup>(10)</sup>. **שינוי מ- K3000 ל- K2200 יהיה שימושותי** בעיקר בעקבות הودה בעוצמות אורך הגל 432 ננומטר הבא לידי ביטוי בגוון אור של 2200 A. **לכן עבור בתיה גידול לחים - טווח הספקטרום המשפיע ביולוגית רחב יותר מאשר 460- 530 ננומטר ונכפה כי שינוי מ- K3000 ל- K2200 יהיה שימושותי.** עיקר השעון הביולוגי (צירקדי) מותוך על ידי קולטני אור שאינו משמשים לראייה, **כאשרdia רגישותם נמצא בחלק הכחול של הספקטרום, קרוב ל- 460 ננומטר** (ראיה אייר 5)<sup>(11)</sup>. תחום זה של הספקטרום מהווה את אורך הבליעה העיקרי של חלבונים המונעים את תהליכי

עיקר הדברים

רקע - זיהום או קטגור סביבתי

זיהום או מערכת התיכון

תיכון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או - عشرת עקרונות התיכון

תיכון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או אל עבר השטחים הפתוחים

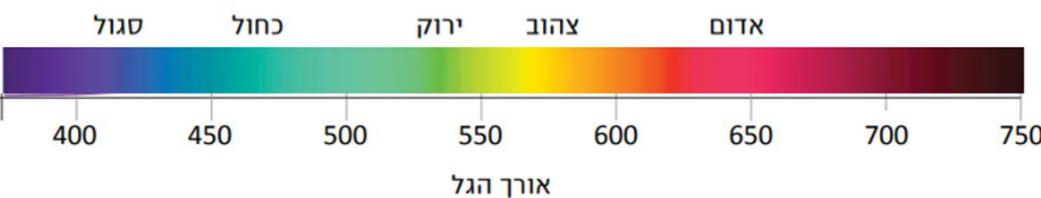
הטמעת עקרונות התיכון בכלים סטטוטוריוניים

רכיבי הנחיות לתיכון תאורה מושכל במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או בתהליכי התיכון - תרשימי דרומה

**נספחים****נספח 1**

כלים מעשימים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתיכון תאורת חוץ למתקני תשתיות



## 3. ההשפעה הביוולוגית של הרכב האור על עולם החי והצומח

טבעי<sup>(21)</sup>. בדומה, מן אחר של ציפור (Zebra finch) שנחחשף לתאורה ב- 50000 הטריטיקוסטראן (הרמוני הקשור לתהילכים מטבוליים וڌיכוי של מערכות החיסון) בהשוואה ל- 30000 A3 ותנאי האור הטבעני<sup>(22)</sup>. על כן, נῆפה כי **כל שגון האור יהיה נמוך מ K3000 ויהיה באוצר ה- K2200 תהיה השפעה פחותה יותר על ציפורים בעת חשיפה לתאורה מלאכותית בשעות הלילה.**

### חרקים מעופפים:

תוצאות מחקרים מצביעות על כך שהאלה באור לבן ("גון קר") מגבירה משמעותית את ההשפעות האקולוגיות של התאורה על חרקים מעופפים. השפשות אלו גורמות להתרדררות של אוכלוסיות חרקים עקב השפעה על תנונתם, חיפוש מזון, רבייה וטריפה<sup>(23)</sup>. מחקר שבחן נושא זה מצא כי נורות LED מושכות יותר חסרי חוליות מעופפים מאשר נורות לחץ גבואה (HPS). אולם שינוי בצבע ה- LED לא הראה הבדל מובהק ביחס המשיכה להחרוי חוליות מעופפים<sup>(24)</sup>. מחקר אחר מצא כי נורות LED משכו פחות חרקים באופן מובהק ממוקרות אוור אחרים, כמו כן, לא נמצא הבדל משמעותי במשיכה בין נורות ה-'קרוט K5000 וה'חמות' K27000<sup>(24)</sup>. לעומת זאת, מחקר אחר מצא כי **כל שאר הנורות נשאל על ידי אורכי גל קיצרים יותר כך נמשכו אליהם יותר מינים ושפען של עש גבויים יותר**<sup>(25)</sup>. בניסוי מעבדה נמצא שאר באורך גל 400-475 ננומטר משך יותר פרטטים של עש מאשר אורכי גל אחרים (475-600 ננומטר, 575-700, 590-800 ו- 620 ננומטר), כאשר הנפוצה באור כחול במנורות באור אדום (< / > K3000<sup>(20)</sup>).

### צביים:

בסביבה החופית (חווף ודיינונות) בתנאים طبيعيים, נῆפה כי היבשה כמעט תמיד חזק יותר מהנוף לכיוון המים. זוהי פונקציה של צמחייה וטופוגרפיה כלפי היבשה החוסמת או המגיעה מכיוון הרקיען, בנוסף לאור הירוח ואור הכוכבים המוזדרים ממי הים. ארגניזמים כמו צבאים וסרטנים משתמשים בדפוס זה לצורכי התמצאות<sup>(18)</sup>. תאורה מלאכותית על קו החוף ו/או מערות יכולה להפוך את התנאים הטבעיים; האופק ליבשה נעשה בהיר יותר, בעוד המים כהים יותר. מחקר שחקר את השפעת האור בלילה על צביים הנקנים באזרחי החוף בישראל באמצעות קינון הצבוע נעל מתאם לשילוי בין אור לילה לפעולות קינון הצבות<sup>(19)</sup>. מחקרים אחרים קישרו את אופן הפרעות לקינון כמו גם חוסר התמצאות של צבים בוגרים לספקטרום האור המלאכותי בחוף - זאת בהסתמך על מידע כי **צביים רגושים יותר לאור כחול (< / > K3000)** (המצביע בתרשים שאת **כל שגון גבוה מ- K3000**)<sup>(20)</sup> נורוות עם ספקטרום רחב יותר. בחלק מהמקרים גילויים אלו הובילו להחלפת תאורת החוף הנפוצה באור כחול במנורות באור אדום (< / > K3000<sup>(20)</sup>).

### ציפוריים:

פרק 1 הזכיר כי ספקטרום הספיגה וההפעלה הסטנדרטי של רודופסין - פיגמנט הקיים בראשית העין אצל כל בעלי החיים, נמצא ככassis ביצור מקסימלית להארה באורך גל של 492 ננומטר<sup>(8)</sup>. המצביע את נקודת המקסיטום לתזמון ובית עופות<sup>(8)</sup>. בדומה ליוונקים, גם במקהה של ציפורים, לאור מלאכותי קיימת השפעה על מגנון דיכוי המלטוניין. מחקר אשר בבחן את השפעת החשיפה של דורי בית לשיטות תאורה שונות מצא כי חשיפה לעוצמה נמוכה (5 ~ XUX) רחبت טווח (AK3000) דיכאה באופן משמעתי את רמות המלטוניין לאורך כל הלילה. יתרה מכך, חשיפה לאורות בעלי ספקטרום רחב ועשיר בכחול' (AK5000 + AK3000) אף העלה את תמותת הדוראים הנגרמת על ידי נגיף מערב הנילוס. לעומת זאת, ציפורים שנחשפו לתאורה בגון ענבר (AK1800) היו שיורי תמותה נמוכים יותר בדומה לתנאי אוור

עיקר הדברים

רקע - גזון אוור כאתגר סביבתי

יום אוור ומערכות התכנון

- תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת גזון אוור
- عشرת עקרונות התכנון

- תכנון תאורת דרכים תוך מניעת גזון אוור
- אל עבר השטחים הפתוחים

- הטמעת עקרונות התכנון בכלים
- סטטוטוריים

- ריכוז הנחיות לתכנון תאורה מושכל
- במתקני תשתיות

- הטמעת הנחיות למניעת גזון אוור
- בתהליכי תכנון - תרשימי דרומה

### נספחים

נספח 1 כלים מנשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למתקני תשתיות

**עיקרי הדברים**

**רקע - זיהום או רמת אטגר סביבתי**

**זיהום או רמת אטגר התכנון**

**תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רשת עקרונות התכנון**

**תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או אל עבר השטחים הפתוחים**

**הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים**

**רכיבי הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגנני תשתיות**

**הטמעת הנחיות למניעת זיהום או בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה**

**נספחים****נספח 1**

**כלים מעשימים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורות חוץ למתקני תשתיות**

**מכרסמים:**

מכרסמים הם מיני מפתח במערכות אקוולוגיות רבות. במחקריהם שנערכו על מנת לבחון את השפעת זיהום אור על אוכלוסיות אלו נמצא כי לנוכחות של תאורת LED לבנה יש השפעה ניכרת.ירבעים (מיין מכרסם פופולרי בארץ) שנחשפו ל-LED לבן (< 400nm) ביחס פחota זמן בקבוצה, חיפשו מזון באופן פחota אינטנסיבי והפכו ערניים יותר, בעוד שיעילות החיפוש שלהם הייתה גבוהה יותר מאשר מאשר בטיפול השוקן. החוקרם הסיקו כי למרות שזויה השפעות חיוביות ושליליות של נוריות LED על חיפוש מזון, השפעה נטו של נוריות LED על הירבעים היא שלילית, היota והחיפה לתאורות ה-LED התבטה בשינויים בדינאמיקה ובמבנה של האוכלוסייה ובאינטראקציה בין-פרטים<sup>(31)</sup>. נברנים שנחשפו לנוריות K3000 הציגו את אותו דפוס התנהלות ופיגועה<sup>(32)</sup>. בחשיפת אוגרים למחזר אור/חוושך טבעי או מחזר או/או נזום, נמצא כי אוגרים שנחשפו לאור נזום בשעות הלילה' הראו יותר תגובה דמוות דיכאון בהשוואה לאוגרי משטר האור הטבעי<sup>(33)</sup>.

**צמחים:**

פיזיולוגיה של צמחים יכולה להיות מושפעת גם היא מאור מלאכותי. בדומה לבני חיים, קיימים ספקטורי פועלה עבור מספר פיגמנטים קולטי אור (פוטו-צפטופטורים) כגון, קריפטוכרום המגיב לאור בין 390-530 ננומטר (סגול-כחול/ירוק); פוטוטרופינים (phototropins) המגיבים בעיקר לאור סגול-כחול (350-500 ננומטר); פוטtocרומים המגיב בעיקר לאור אדום (500-700 ננומטר)<sup>(34)</sup>. על כן, השפעת אור מלאכותי בשעות הלילה באורכי גל הרלוונטיים לאוותם פיגמנטים מהבאתה בהפרעה לשעון הביו-לוגי, שינויים בitmיה, בעיות הפריחה והנשירה ולמשטר האנרגיה הטבעי (פוטוסינטזה ונשימה) של הצמחים לאחר מכן (34). לאחר מכן, יכולות להיות לכך השפעות אקוולוגיות על חידקים מאבקים ואוכלי נשב התלויים בצמחים או להיפך. למשל, במחקר נמצאו כי אור מלאכותי בלילית משבש את רשותה ההאבקה הלילית ויש לו השכלות שליליות על הצלחת הרבייה של הצמח. זאת, בשל העובדה כי הביקורים הליליים של קהילות מאבקים בצמחים שהוארו באופן מלאכותי (בנוריות K4000 LED), הופחתו במידה ניכרת בהשוואה לאזוריים חסוכים<sup>(35)</sup>.

**פרויקטי רגליים שכוני קרקע:**

נמצא כי לנוריות LED יש השפעה ניכרת גם על פרויקטי רגליים שכוני קרקע. תאורות לד 'קרלה' (פיק') בגובה באזורי ה- 400-500nm מגדילה את השפעה הכלולית על מיני עכבישים וחיפושים תוך שנייה הרכב האוכלוסייה. **עמנום נוריות LED ב-50%** או **מיניפולציה של הספקטרום באמצעות הפחתה של אורך גל קצרים** (הdomיננטיים בגוון של K3000 ומעלה) מפחיתה את מספר המינים היפותזים הנפגעים<sup>(27)</sup>. למשל, נמצאו כי נוריות LED בדרכם כלל אטרקטיביות יותר ומושכת יותר קבוצות פרויקטי רגליים מאשר נוריות ה-27-27 LED K2700 בכך מהוות השפעה אקוולוגית שלילית גדולה יותר. בחשיפה למוצר מדף של נורות גינה עם נורית 'לבנה' (K7250) שנערכה על מנת לחזור השפעות על משיכה ופעילות לילית של חיפושים (Carabidae), נמצא כי ההשפעות הן שונות וספציפיות למין כאשר כמה מינים ליליים נמשכו מאוד למונורות (עליה של פי 20 במלכודות בהשוואה לבקרות). מינים אלה מתקבצים באזורי מוארים אשר עלולים להפוך למלאכותיות אקוולוגיות, כאשר ככל שגוון האור 'קר' יותר (K3000 ומעלה) כך ההשפעה גדולה יותר. זאת לעומת מינים ליליים אחרים שהפחיתו את הנידות והפעילות תחת תאורה מבלי להימשך לאור, מה שעלול לגרום להפחיתת תפוצתם באזורי מוארים<sup>(28)</sup>. באופן כללי, לא כל שיטות התאורה עם אותה טמפרטורת צבע מושכות באותו מידת פרויקטי רגליים. על כן התאמת הרכב הספקטRAL של אור לבן על מנת למזער את משיכת פרויקטי רגליים ליליים הינה ריאלית<sup>(29)</sup>. **המחלצה היא לעשות שימוש בנורות בעלות גוון הנמוך מ- K3000 ומעלה** **לשימוש בנורות בעלות גוון של K2200 על מנת למזער את השפעה השילית של התאורה המלאכותית.**

**עתלים:**

עתלים הם קרייטיים לתפקיד המערכת האקוולוגית. בהיותם ליליים, העתלים הם בין בני חיים שסביר להניח שיושפנו במידה ניכרת מזיהום או. רידיה באוכלוסית העתלים עלולה לפגוע לא רק בעתלים אלא גם בשירותי מערכת אקוולוגית חשובים כמו ייסות מזקיי חזלאות ובקרת התפשטות מחלות, הפטז זרעים ועוד, וכן הבנת צרכי השימור שליליות היא חיונית<sup>(30)</sup>. נמצא כי ניתן למזער השפעות שליליות פוטנציאליות על עתלים וחרקים על ידי הימנענות מאזורות "כחולים" באורך גל קצר (350-500 ננומטר)<sup>(30)</sup>. על כן, **שימוש בנורות עם גוון של K2700 ומטxa צפוי להפחית בהשפעה השילית על עתלים.**

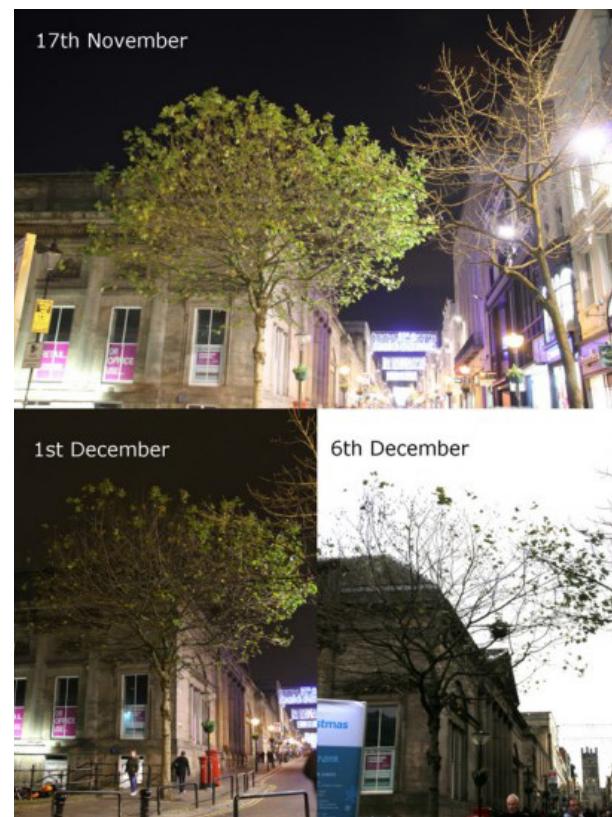
אור הירוח על ידי קרייפטוכרומים אשר סופגים בעיקר אור כחול באזור ה-400-500nm (אייר 4<sup>(39)</sup>). נוסף על כך, נמצא כי **חשיפת אלמוגים לתאורת LED כחול** מ-**420-480K** ולבן (**400-700K**, **10,000K**, **580-620K**) יותרת **6,000-6,500K** גורמת להשפעה שלילית יותר על הפיזיולוגיה ותהליכי הפוטוסינזה של האלמוגים בהשוואה לנוריות LED צהובות עם אורכי גל ארוכים יותר (**400-500K**, **2,000K**, **1,000K**)<sup>(40)</sup>.

באופן כללי, בעקבות התוכנות האופטיות של האור והמים, תאוריה בעלת גוון 'קר' יותר המכילה ספקטרום באורכי גל קצרים יותר וקלויים בגובה יותר, שורדרת עמו רק ימים רבים רגשים אליהם באופן טבעי, יותרת שורדרת עמו רק לTON גוף המים<sup>(41)</sup>. על כן, ככל שטמפרטורת התאורה תהיה בערך קלויין גבוהה יותר, המגיעה לשיא חזק יותר בקצבה הכחול של הספקטרום, צפופה לה השפעה על שטח רחב יותר במרחב האקוואטי והימני. لكن, עם ההבנה הזאת, בשנים האחרונות מחרכים ממלייצים כי במקומות הגישה הקיצונית בה יש לבבות באופן מוחלט את התאורה על גו חוף, **סינון או כונון ספקטרלי של תאורת LED (כלומר, קלויין מוקן) העשי להפחית מה להשפעות שלה על ארגניזם ימיים**<sup>(42)</sup>.

### בעלי חיים אקוואטיים וימיים:

בדומה לאורגניזמים יבשתתיים נמצא כי גם במקורה של ארגניזמים אקוואטיים עיקוב מלטוני על ידי אור תלוי בהרכבת הספקטראל של האור (אורך הגל). למשל, במקורה של דגים בעוד ש'אור אדום' (600nm) לא מפוזרת את המלטוני באופן משמעותי, 'אור כחול' (368nm) משפיע על ריכוזו. עם כן, הושק במספר עבודות שבחנו את השפעת האור המלאכותי על דגים כי אפילו או בעוצמות נמוכות בלילה עשויה להשפיע על מקצביו המלטוניים. במקביל, נמצא שאור אדום (<600nm) אינו מעכב יצור מלטוניiley, וכן ניתן להשתמש בו בבטיחה<sup>(36)</sup>. בנוספ, נמצא כי לדגים החווים בסמוך לשוניות אלמוגים בבתי גידול מסוימים יחסית לכאלו החווים בסביבה חשוכה יותר בתוך אלמוגים, יש ביטוי גובה יותר באופסינים הרגישים לאורכי גל קצרים (440-460nm)<sup>(37)</sup>.

גם במקורה של אלמוגים, נמצא כי אחד הגורמים העיקריים למנגנון תזמון הרבייה הוא מחזור הירח ואורו. אור זה בעל סף קרייטי, שנקבע כתלוי באורכי גל המאפיינים אותו אשר בעירום אורכי גל בתחום הכהול של הספקטרום עם شيئا באזור ה-450nm<sup>(38)</sup>. זאת, משום שמנגנים אל מולונקרים בהתאם לזיהוי



אייר 3: שימוש נלים לחורף על עצים בקרבת רחוב. התמונה מציגות נץ דובי אדרי לונדון (Platanus x acerifolia) במורכע העיר ליברפול בשלושה תאריכים בשנת 2014. העץ כול מואר באור מלאכותי, אך ניתן לראות כי הצד הימני מקבל תאורה יותרת הרחוב. צביעת הסתיו (autumn coloration) והנשירה לא התרחשו והחלק המואר ביורו של צמרת העץ שמר על עלייו עד דצמבר. צילום: Steven Rawlings. מתוך: Bennie et al. 2016.

עליקרי הדברים

רקע - זיהום או קטגוריה סביבתית

זיהום או מערכת התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- عشرת עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

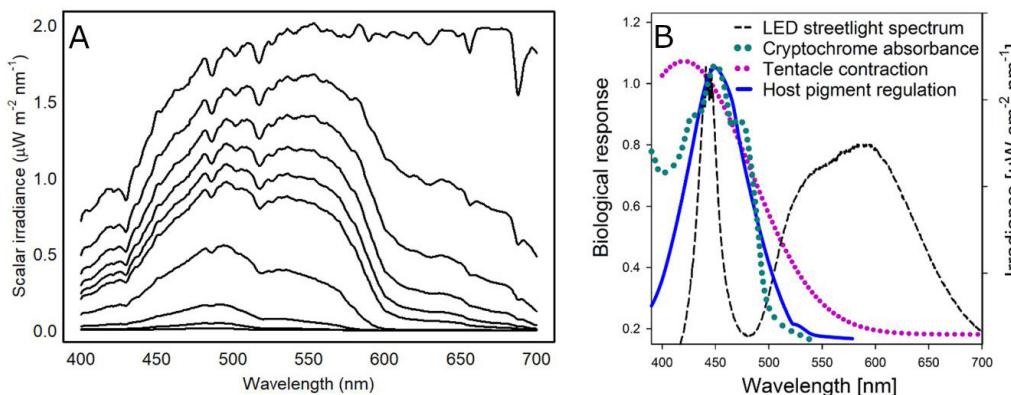
רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתGANNI תשתית

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
במהלכי התכנון - תרשימי דרומה

### נספחים

נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למתGANNI תשתית



איור 4: החשיבות של אור הירח עבור תהליכי ביולוגיים תלויים ספקטראלית וההפרעה הפוטנציאלית של זיהום אור. (קו ירוק) ספקטרום ספיגום של קרייפטוכרום, (קו סגול) שיא רגישות ספקטראלית של נסיגת הפליפים של אלמוגים, (קו כחול) בליעת פיגמנטים הקשורים לביטוי גנים של אלמוגים) קו שחור) ספקטרום של תאורה LED לבנה <sup>(43)</sup>Tidau et al. 2021

יקורי הדברים

זיהום - זיהום או רמת גירוי סביבתי

זיהום או רמת גירוי התכנון

- תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- עשרה עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיבי הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למינית זיהום או  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

#### נספחים

#### נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
لمתקני תשתיות

#### **4. ההשפעה הביוולוגית של שיי הסקטרום**

כאשר גובה הפיק הוא 55% (או יותר) מס ההגישות האור יאקטב את הפטוטרכטורים של השעון הביולוגי וכן האות שמענבר למוח יתבטא בדיכוי הפרשת מלוטוניין. רגשות לדיכוי מלוטוניין למשל, נעה בין 0.01-0.03 anxious אצל דגים ומכרסמים למשל, ו- 0.6 anxious בקרב בני אדם<sup>(45)</sup>.  
**אזור אומרתן, נצמת ההארה באוזו ה 0.005 anxious**  
**(עצמת אור מזערית המהווה 1 חלק 50 מאור ריח מלאן) עשויה להתבטא בדיכוי של מלוטוניין ובשופוגן ולבושונו גריאולגי ועל רובי חיון**

והשפעה על השعرو הביולוגי של בעלי חיים.

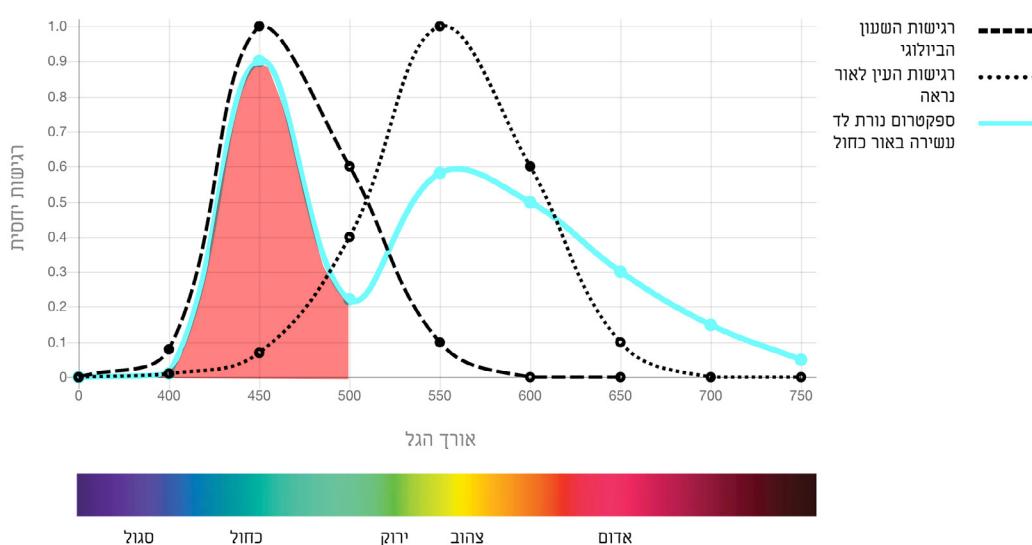
(2) האסכולה השנינית - חישוב על פי שטח מתחת לגרף ההארה (איןטגרל) - מסבירה שכדי לחשב את מנת האנרגיה יש לבצע הפעלה של גראף הרגישות היצרקדיות השונה בכל יצור חי בגרף ההארה מההעיף הקודם. לאחר מכן לבצע אינטגרל (חישוב שטח מתחת לפונקציה המתקבלת). למשל, חישוב השטח בתחום של 400 עד 490 ננומטרים - זאת אומרת, השטח שמתוחת לקו השחור העבה באיזור 5. באזור אורכי גל אלו הנמצאים גם בתחום הרגישות היצרקדיות - בקו המקווקו - השטח האדום באיזור 5%. על פי שיטה זו, סך כל השטח המתקבל צריך להיות קטן מ- 25% ביחס לרגישות הייחסית של הקולטנים, וכך האות פיזיוגרפיה לומוטוס ייבנה בהתאם למספריו מלפניו<sup>(46)</sup>

בנוסף לספקטום האור (כלומר משערת אורכי הגל שהאור מקרין), לגובה ה'פיק' (אזרע ספציפי בגרף הנמצא בשיא גובהו/עוצמתו)<sup>(4)</sup> כמו גם לרווחה של העקומה (יותר אורכי גל בתוך אינטגרל העקומה) קיימת חשיבות רבה מבחינה ביולוגית לאורכי גם אקזולוגיות<sup>(5)</sup>. גם במידה והפיק 'חיד' (מצומצם וצרים) וגם מונוכרומטי - ושתה האינטגרל לאורכי גל בודדים - פוטורצפטורים הרגשיים ביותר לחשיפה לאורכי הגל בהם נמצא הפיק - צפואה להיות בכך השפעה פיזיולוגית ניכרת<sup>(40)</sup>. על אף שאור הלילה יכול להשפען באופן שונה על ארגניזמים ספציפיים בהתאם לאופן שבו ההרכבת הספקטרלי ועוצמת האור תואימים לריגשותם, היota ולמרבית בעלי החיים יש מערכת פוטורצפטורים דומה<sup>(39,44)</sup>, תהיה לאורכי הגל הספציפיים כמו גם לגובה הפיק השפעה ניכרת על תהליכיים שמוראים בטבע כמו למשל, הלא פרשת המלטוני.

**השפעת גובה ה'פיק' על השעון הביולוגי הפרשת המלטוני:**

היות וכפי שצווין, לאורכי הגל הקצרים (ה'כholes') הדשומות יש השפעה ניכרת על השעון הביוולוגי והפרשת המלטוניון, לגובה הפיק שהוא בעצם עוצמת אורכי הגל באזורי מסוימים יש חשיבות רבה. קיימות שתי אסכולות עיקריות לאופן חישוב האנרגיה הנקלטה

(1) ראיון רגליי בחיוון וול פי גורם לפיק הרכז



Lighting, B. (2010). נקודות ראייה וצירקדיות אונשייות המוגנות מול ספקטרום מקרור LED טיפוסי בשיר באור כחול (Editor). R. W. O. International Dark-Sky Association Visibility, Environmental, and Astronomical Issues (Associated with).

עיקרי הדברים

פרק ע - זיהום אוור כתיגר סביבתי

זיהום אור ומערכת התכונן

תכנון מתוקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- עשרה עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכיים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

## הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטוטוריים

## רכיבון הנחיה לתכנון תאורה מושכל במתיקני תשתיות

ב' נס

1 1901

כליים מנשיים להטמעת גערונות תוארה  
ידידותית לסייעיה, בתכנון תוארות חז'ק  
למתגנין תשתיית

## ביבליוגרפיה

1. Porter, M. L. (2016). Beyond the eye: molecular evolution of extraocular photoreception. *Integrative and Comparative Biology*, Volume 56, Issue 5, November 2016, Pages 842-852
2. Pérez, J. H., Tolla, E., Dunn, I. C., Meddle, S. L., & Stevenson, T. J. (2019). A comparative perspective on extra-retinal photoreception. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 30(1), 39-53
3. Gaston, K. J., Bennie, J., Davies, T. W., & Hopkins, J. (2013). The ecological impacts of nighttime light pollution: a mechanistic appraisal. *Biological reviews*, 88(4), 912-927.
4. Donners, M., van Grunsven, R. H., Groenendijk, D., van Langevelde, F., Bikker, J. W., Longcore, T., & Veenendaal, E. (2018). Colors of attraction: Modeling insect flight to light behavior. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology*, 329(8-9), 434-440.
5. Davies, T. W., Bennie, J., Inger, R., De Ibarra, N. H., & Gaston, K. J. (2013). Artificial light pollution: are shifting spectral signatures changing the balance of species interactions? *Global change biology*, 19(5), 1417-1423
6. Longcore, T., Rodríguez, A., Witherington, B., Penniman, J. F., Herf, L., & Herf, M. (2018). Rapid assessment of lamp spectrum to quantify ecological effects of light at night. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology*, 329(8-9), 511-521.
7. Alaasam, V. J., Kernbach, M. E., Miller, C. R., & Ferguson, S. M. (2021). The diversity of photosensitivity and its implications for light pollution. *Integrative and comparative biology*, 61(3), 1170-1181.
8. Foster, R. G., & Follett, B. K. (1985). The involvement of a rhodopsin-like photopigment in the photoperiodic response of the Japanese quail. *Journal of comparative physiology A*, 157(4), 519-528
9. Hatori, M., Gronfier, C., Van Gelder, R. N., Bernstein, P. S., Carreras, J., Panda, S., ... & Tsutoba, K. (2017). Global rise of potential health hazards caused by blue light-induced circadian disruption in modern aging societies. *npj Aging and Mechanisms of Disease*, 3(1), 1-3
10. Kelber, A., & Roth, L. S. (2006). Nocturnal colour vision-not as rare as we might think. *Journal of Experimental Biology*, 209(5), 781-788
11. International Dark-Sky Association Visibility, Environmental, and Astronomical Issues Associated with blue-rich white outdoor lightning, 2010.
12. Brainard, G. C., Hanifin, J. P., Greeson, J. M., Byrne, B., Glickman, G., Gerner, E., & Rollag, M. D. (2001). Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor. *Journal of Neuroscience*, 21(16), 6405-6412
13. Cashmore, A. R., Jarillo, J. A., Wu, Y. J., & Liu, D. (1999). Cryptochromes: blue light receptors for plants and animals. *Science*, 284(5415), 760-765
14. Gaston, K. J., Davies, T. W., Bennie, J., & Hopkins, J. (2012). Reducing the ecological consequences of night-time light pollution: options and developments. *Journal of Applied Ecology*, 49(6), 1256-1266
15. Wright, H. R., Lack, L. C., & Kennaway, D. J. (2004). Differential effects of light wavelength in phase advancing the melatonin rhythm. *Journal of pineal research*, 36(2), 140-144
16. Dimovski, A. M., & Robert, K. A. (2018). Artificial light pollution: Shifting spectral wavelengths to mitigate physiological and health consequences in a nocturnal marsupial mammal. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology*, 329(8-9), 497-505
17. Walsh, C. M., Prendergast, R. L., Sheridan, J. T., & Murphy, B. A. (2013). Blue light from light-emitting diodes directed at a single eye elicits a dose-dependent suppression of melatonin in horses. *The Veterinary Journal*, 196(2), 231-235
18. Salmon, M. (2006). Protecting sea turtles from artificial night lighting at Florida's oceanic beaches. *Ecological consequences of artificial night lighting*, 141-168.
19. Mazor, T., Levin, N., Possingham, H. P., Levy, Y., Rocchini, D., Richardson, A. J., & Kark, S. (2013). Can satellite-based night lights be used for conservation? The case of nesting sea turtles in the Mediterranean. *Biological Conservation*, 159, 63-72
20. Brei, M., Pérez-Barahona, A., & Strobl, E. (2016). Environmental pollution and biodiversity: Light pollution and sea turtles in the Caribbean. *Journal of Environmental Economics and Management*, 77, 95-11
21. Kernbach, M. E., Cassone, V. M., Unnasch, T. R., & Martin, L. B. (2020). Broad-spectrum light pollution suppresses melatonin and increases West Nile virus-induced mortality in House Sparrows (*Passer domesticus*). *The Condor*, 122(3), duaa018
22. Alaasam, Valentina J., et al. "Light at night disrupts nocturnal rest and elevates glucocorticoids at cool color temperatures." *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology* 329.8-9 (2018): 465-472
23. Pawson, S. M., & Bader, M. F. (2014). LED lighting increases the ecological impact of light pollution irrespective of color temperature. *Ecological Applications*, 24(7), 1561-1568
24. Wakefield, A., Broyles, M., Stone, E. L., Jones, G., & Harris, S. (2016). Experimentally comparing the attractiveness of domestic lights to insects: do LED s attract fewer insects than conventional light types? *Ecology and evolution*, 6(22), 8028-8036
25. Van Langevelde, F., Ettema, J. A., Donners, M., WallisDeVries, M. F., & Groenendijk, D. (2011). Effect of spectral composition of artificial light on the attraction of moths. *Biological conservation*, 144(9), 2274-2281
26. Owens, A. C., Cochard, P., Durrant, J., Farnworth, B., Perkin, E. K., & Seymour, B. (2020). Light pollution is a driver of insect declines. *Biological Conservation*, 241, 108259
27. Davies, T. W., Bennie, J., Cruse, D., Blumgart, D., Inger, R., & Gaston, K. J. (2017). Multiple night-time light-emitting diode lighting strategies impact grassland invertebrate assemblages. *Global Change Biology*, 23(7), 2641-2648

יעורי הדברים

רקע - זיהום או רמת זיהום סביבתי

זיהום או רמת זיהום והשפעתו על-

השפעת מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רמת זיהום והשפעתו על-

השפעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

השפעת הנחיות לתכנון תאוריה מושכל

במתקני תשתיות בתהליכי חישוב זיהום או רמת זיהום והשפעתו על-

## נספחים

נספח 1

כלים מנשימים להטמעת עקרונות תאוריה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורות חוץ מתקני תשתיות

28. Eccard, J. A., Scheffler, I., Franke, S., & Hoffmann, J. (2018). Off-grid: Solar powered LED illumination impacts epigaeal arthropods. *Insect Conservation and Diversity*, 11(6), 600-607.
29. Longcore, T., Aldern, H. L., Eggers, J. F., Flores, S., Franco, L., Hirshfield-Yamanishi, E., ... & Barroso, A. M. (2015). Tuning the white light spectrum of light emitting diode lamps to reduce attraction of nocturnal arthropods. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1667), 20140125.
30. Stone, E. L., Harris, S., & Jones, G. (2015). Impacts of artificial lighting on bats: a review of challenges and solutions. *Mammalian Biology*, 80(3), 213-219.
31. Zhang, F. S., Wang, Y., Wu, K., Xu, W. Y., Wu, J., Liu, J. Y., Xiao-Yin W. & Shuai, L. Y. (2020). Effects of artificial light at night on foraging behavior and vigilance in a nocturnal rodent. *Science of The Total Environment*, 724, 138271.
32. Hoffmann, J., Schirmer, A., & Eccard, J. A. (2019). Light pollution affects space use and interaction of two small mammal species irrespective of personality. *BMC ecology*, 19(1), 1-11.
33. Bedrosian, T. A., Fonken, L. K., Walton, J. C., Haim, A., & Nelson, R. J. (2011). Dim light at night provokes depression-like behaviors and reduces CA1 dendritic spine density in female hamsters. *Psychoneuroendocrinology*, 36(7), 1062-1069.
34. Bennie, J., Davies, T. W., Cruse, D., & Gaston, K. J. (2016). Ecological effects of artificial light at night on wild plants. *Journal of Ecology*, 104(3), 611-620.
35. Knop, E., Zoller, L., Ryser, R., Gerpe, C., Hörlér, M., & Fontaine, C. (2017). Artificial light at night as a new threat to pollination. *Nature*, 548(7666), 206-209.
36. Oliveira, C., Ortega, A., López-Olmeda, J. F., Vera, L. M., & Sánchez-Vázquez, F. J. (2007). Influence of constant light and darkness, light intensity, and light spectrum on plasma melatonin rhythms in Senegal sole. *Chronobiology international*, 24(4), 615-627.
37. Luehrmann, M., Cortesi, F., Cheney, K. L., de Busserolles, F., & Marshall, N. J. (2020). Microhabitat partitioning correlates with opsin gene expression in coral reef cardinalfishes (Apogonidae). *Functional Ecology*, 34(5), 1041-1052.
38. Boch, C. A., Ananthasubramanian, B., Sweeney, A. M., Doyle llii, F. J., & Morse, D. E. (2011). Effects of light dynamics on coral spawning synchrony. *The Biological Bulletin*, 220(3), 161-173.
39. Levy, O., Appelbaum, L., Leggat, W., Gothilf, Y., Hayward, D. C., Miller, D. J., & Hoegh-Guldberg, O. (2007). Light-responsive cryptochromes from a simple multicellular animal, the coral Acropora millepora. *Science*, 318(5849), 467-470.
40. Ayalon, I., de Barros Marangoni, L. F., Benichou, J. I., Avisar, D., & Levy, O. (2019). Red Sea corals under Artificial Light Pollution at Night (ALAN) undergo oxidative stress and photosynthetic impairment. *Global change biology*, 25(12), 4194-4207.
41. Tamir, R., Lerner, A., Haspel, C., Dubinsky, Z., & Iluz, D. (2017). The spectral and spatial distribution of light pollution in the waters of the northern Gulf of Aqaba (Eilat). *Scientific reports*, 7(1), 1-10.
42. Smyth, T. J., Wright, A. E., McKee, D., Tidau, S., Tamir, R., Dubinsky, Z., ... & Davies, T. W. (2021). A global atlas of artificial light at night under the sea. *Elem Sci Anth*, 9(1), 00049.
43. Tidau, S., Smyth, T., McKee, D., Wiedenmann, J., D'Angelo, C., Wilcockson, D., ... & Davies, T. W. (2021). Marine artificial light at night: An empirical and technical guide. *Methods in Ecology and Evolution*.
44. Panda, S., Hogenesch, J. B., & Kay, S. A. (2002). Circadian rhythms from flies to human. *Nature*, 417(6886), 329-335.
45. Grubisic, M., Haim, A., Bhusal, P., Dominoni, D. M., Gabriel, K. M. A., Jechow, A., ... & Höller, F. (2019). Light pollution, circadian photoreception, and melatonin in vertebrates. *Sustainability* 11: 6400.
46. חסמים רגולטוריים לטיפול בלילה אור בישראל והשווואה לתקנות באירופה וארה"ב, אורן עגמי ואmir דורה
47. Svechkina, A., Portnov, B. A., & Trop, T. (2020). The impact of artificial light at night on human and ecosystem health: a systematic literature review. *Landscape Ecology*, 35(8), 1725-1742.

יעורי הדברים

רקע - זיהום אוTAGר סביבתי

יום או ומרכז התוכן

תוכן מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- עשרה עקרונות התוכןתוכן תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחיםהטמעת עקרונות התוכן בכלים  
سطוטורייםרכיב הנחיות לתוכן תאורה מושכל  
במתקני תשתיותהטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
בתהליכי הנקן - תרשימי דרומה

נספחים

נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתוכן תאורות וחוץ  
 למתקני תשתיות

**נספח 5**

**בוחינה כלכלית של  
השפעת גוון האור  
על עלויות גופי  
התאורה**

## בדיקות כלכלית של השפעת גוון האור על עלויות גופי תאורה

במסגרת איסוף מידע למדריך זה נבחנו עלויות הרכש והטיפול (נצילות) של גופי תאורה מ-3 סוגים משפחתיים הנבדלים בגוון האור: K3,000<sup>(1)</sup>, K2,700<sup>(1)</sup> ו-K2,200<sup>(1)</sup>. תוצאות בדינה זו, המפורטות מטה, מראות כי:

שימוש בגוון אור "חם" (הנמוך מ-3,000 K) אינו מוביל לעלייה משמעותית, אם בכלל, בעלות הפרויקט.

תוספת עלות עבור איכות גוון האור (CRI) שעומדת על פחות מ- 1.5% מעלות הקמה של פרויקט תאורה הכלל عمודי תאורה, מרכזיה, עמודים, יסודות, תשתיות וחיבורים.

השוואה בין לדימ מודגמים המאושרם ע"י הרשות בישראל הראה הפרש של כ- 15% בנצילות בין גוף תאורה בגוון 2200 לגוף תאורה בגוון 3000. הפרש זה מסתכם בתוספת עלות של 30 ש' לעומת לשנה בלבד<sup>(2)</sup>

גבוה יותר כך יכולת הפרדת הצבעים גבוהה יותר בהתאם יכולת של האדם להזהות גוונים שונים עולה. תוספת עלות זו נעה בין 5% - 10% ובאה לידי ביטוי מ CRI הגבוה מ 70. חשוב לציין כי ה-CRI של גופי תאורת הנל"ג, הקיימים בארץ ועומדים בדרישות הבטיחות של משרד החבורה, נעומדים על CR125 בלבד. לפיכך שימוש בגופי תאורה בעלי CR125 יספקו יכולת ראיית צבעים ובכך איכות תאורה גבוהה ממשמעותית מהנל"ג ללא תוספת עלות כלל.

**בחינת עלויות הרכש של גופי תאורה**  
נערך פניה למספר יבואני תאורה מאושרים המספקים גופי תאורה לצרכנים משמעותיים ביניהם נתיבי ישראל, משרד השיכון ורשות רבות בישראל. הצעות המחיר אשר התקבלו מראות כי אצל רובם גופי האור הנמוך K3,000 ו-K2,700<sup>(1)</sup> אינם משפיעים על מחיר גוף התאורה. הפער הקיים בין גופי התאורה נובע מIFORM המוגדר CRI (מקדם מסירת צבען של מקור האור הנמדד בסקאלה של 0-100%). ככל שה CRI

**לסיכום, הגורם המשמעותי  
לצורך עמידה בדרישות ביטחון,  
בטיחות וטיפול נוגע בעיקר  
ל-CRI, לא לגוון האור הנמדד  
בקולוין. שימוש בגוון אור "חם"  
(הנמוך מ 3,000 K) אינו מוביל  
 לעלייה בעלות הפרויקט.**

עליקרי הדברים

רקע - זיהום או רשת גבולות

זיהום או רשת גבולות התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או רשת גבולות עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או אל עבר השטחים הפטוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או רשת גבולות תכנון - תרשימי דרישה

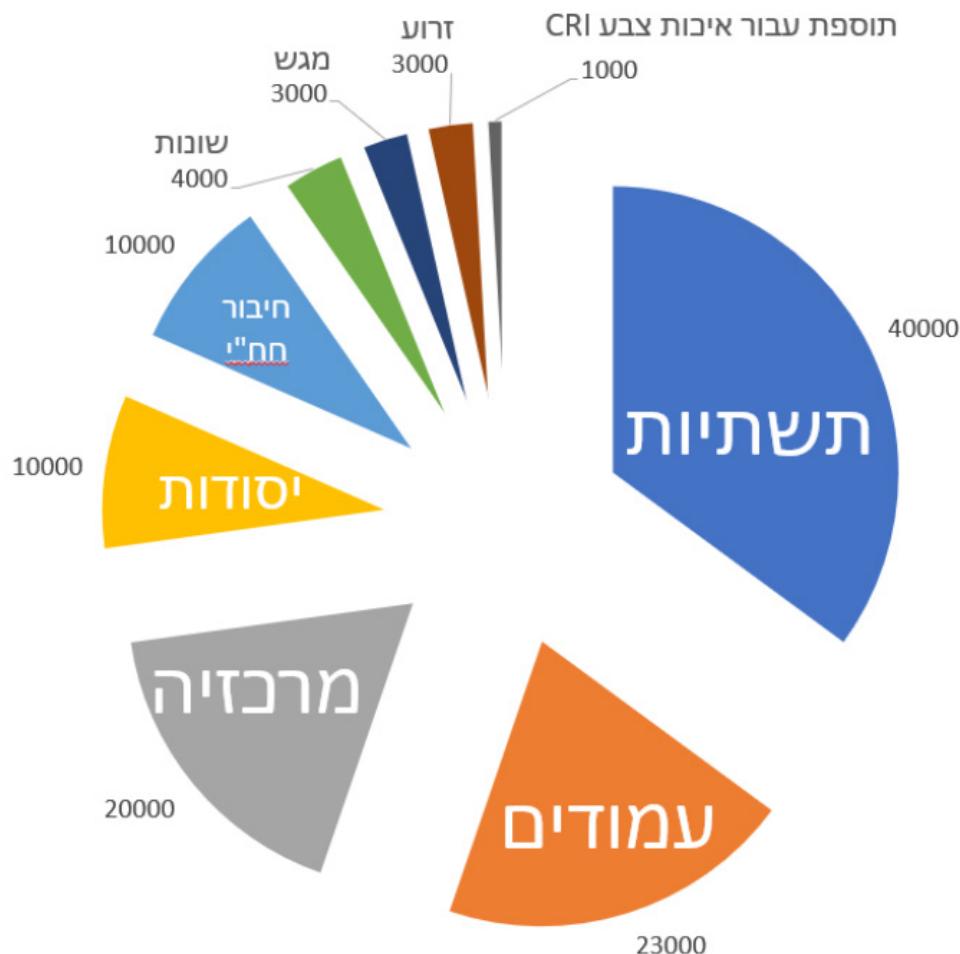
### נספחים

נספח 1

כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה יידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ למתקני תשתיות

**כאשר קיימת תוספת עלות היא נובעת מאיות גוון האוור (CRI) ועומדת על פחות מ- 1.5% מעולות הפרויקט כולם ה כולל עמודי תאורה, מרכזיה, עמודים, יסודות, תשתיות וחיבורים.**

בחינה כלכלית של עלויות גופי התאורה מחייבת הסתכילות רחבה הכוללת את כלל עלויות פרויקט ההקמה של תשתיות תאורה. לפיכך חושבו העליות עבור מקרה בו חן הכלול הקמה של נשרה עמודי תאורה כאשר מחיר הגזע נע בין 1000- 2000 ש"ח. בהתאם לעליות המוצגות באירור 1 ניתן לראות כי



איור 1: חלקנו היחסי של תוספת עלות עבור איקות גוון האוור (CRI) ביחס לפרויקט תאורה ה כולל נשרה עמודי תאורה ותשתיות נדרשות. המספרים מייצגים עלות בש"ח.

1. חזיתת הגלווין מייצגת את גוון האוור של הנורה, ככל שהגון נמוך יותר וכך הנורה תהיה "חמה" יותר ובעל גוון צהוב יותר. לעומת זאת, קיימת קורלציה עם תכולת הקרינה הכתולית, אך היא לא ליניארית.  
2. הנתונים נכונים למספרטמבר 2021.

#### עיקרי הדברים

רקע - זיהום או רמת גורם סביבתי

זיהום או רמת גורם הסביבה

- תכנון מתמטי תשתיות תוך מניעת זיהום או רשת עקרונות התכנון

- תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתגנני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או רישמי תרשים זרימה במחלי תכנון - תרשימי זרימה

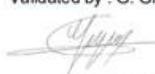
נספחים

נספח 1  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה ידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ למתקני תשתיות

למודריך זה, אשר נערכה במעבדה מוסמכת בלתי תלויה בבלגיה עבור לדים מוגדרים המאורירים ע"ז הרשויות בישראל הנבדלים בגוון האור (K). תוצאות הבדיקה זו מראות כי קיימ השיפוט של כ- 15% בעוצמת גוף תאורה בגוון K2200 לעומת תאורה בגוון K3000. **סק היחס בין לדים בגוון K 2200 ו K 2700 נועד לעודד הנזק הפוטומטרי בין לדים בגוון K 2700 ו K 3000.**

**על 30 ש' לנழוד לשנה בלבד.**

**בוחינת נזילות גופי התאורה והלדים**  
התיעולות אנרגטית לוגחת בחישוב את הנזילות האורית של גופי התאורה - כמה או נינן להפוך מזוואט לשעה. לעיתים קיים חשש כי שימוש בגוון אוור "חם" (הנמוך מ-K3,000 מ- K) עלול להוביל להפרשות משמעותית בעוצמת האורית של גופי התאורה אשר ישפיע בתורו על צירכט האנרגיה והמחיריות הכלכלית של הפרויקט. לפיכך בוצעה בוחינת מעבדה יייעודית של הפרויקט. בוחינת מעבדה יייעודית

<b>PHOTOMETRICAL LABORATORY TEST REPORT</b>															
  <p>FORM L-45 Edition 01 Revision 03 Date : 26/04/2019 NBN EN ISO/IEC 17025 :2017 R-Tech Rue de Mons 3-B-4000 Liège- Belgium Tel. +32 4 224 7140 Fax +32 4 224 2590 Member of Schréder Group</p>															
<b>Object:</b> lm/W comparison between Cree XP-G3 722 - 730 <b>From:</b> Cree <b>Test Purpose:</b> Flux and power measurement <b>Remark:</b> <b>TEST CONDITION:</b> Operator: FCE <b>Sample description:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peba Flexiwhite – equipped with :           <ul style="list-style-type: none"> <li>o 10 Cree XP-G3, colour code 722, flux bin: R4 (measurement 2021-598)</li> <li>o 10 Cree XP-G3, colour code 730, flux bin: S4 (measurement 2021-598)</li> </ul> </li> </ul> <b>Equipment used for test:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Power supply Delta Elektronica SM400 AR-4 - N°E063.</li> <li>- Power meter Yokogawa WT310 - N°E141.</li> <li>- Spectrometer JETI SpecBos 1201 - N°P035.</li> <li>- LMT Ulbricht's sphere – N°P013, and its Photometer unit U1000 – N°P018.</li> <li>- Liquid thermometer Amarell Precision – N°A032/5</li> </ul> <p>Measurement at 25°C according PT-P-01. The measurement uncertainties are available upon request to the laboratory.</p>															
<b>CONCLUSIONS:</b> <b>Measured values:</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Flux (lm)</th> <th>Power (W)</th> <th>Efficacy (lm/W)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>722 K2200</td> <td>1454</td> <td>9.742</td> <td>149.25</td> </tr> <tr> <td>730 K3000</td> <td>1711</td> <td>9.752</td> <td>175.43</td> </tr> </tbody> </table> <p>Duplicate to: P. Bijnens Date : 30/09/2021 2021-017 Validated by : G. Ghysens</p> <p> End of test report</p> <p>The publication of this report in another form than the original one is not allowed without agreement of the laboratory. This report concerns type tests on one or a series of specimens.</p>					Flux (lm)	Power (W)	Efficacy (lm/W)	722 K2200	1454	9.742	149.25	730 K3000	1711	9.752	175.43
	Flux (lm)	Power (W)	Efficacy (lm/W)												
722 K2200	1454	9.742	149.25												
730 K3000	1711	9.752	175.43												
Page 1 of 1															

בוחינת נזילות בתאורה דוד"ה ממעבדה מוסמכת ILAC ISO 17025

עיקרי הדברים

רקע - זיהום או Katagor סביבתי

יום או מערכת התכנון

תכנון מתכני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- עשרה עקרונות התכנון

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיבי הנזק לתאורה מושכל  
במתכני תשתיות

הטמעת הנזק לתאורה מונעת זיהום או  
במהלכי תכנון - תרשימי דרישה

**נספחים**

נספח 1  
כלים מנועים להטמעת עקרונות תאורה  
ידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
لامתגני תשתיות

3. בוצע על בסיס מקהה בוחן הכלול: גוף תאורה המספיק 100 ואופ, אשר דורך 4,200 שעות בשנה, בעלות של חצי שקל לkilowatt שעה. לפי חישוב זה עלות החשמל לנזהוד לשנה עומדת על 210 ש"ח מתוכם 15% מהווים כ-30 ש"ח.

**נספח 6**  
**מילון מונחים**

הסבר	אנגלית	מושג
קרינה אלקטרומגנטית שהען האנושית הממוחעת מוגבה עלייה. התחום מצוי בין אורך הגל 380 עד 780 ננומטר. יש המגדירים את התחום הנראה כאורך גל של 400 עד 700 ננומטר.	Light	אור
היחס בין עוצמת הAREA המינימלית $E_{min}$ הנמדדת על מישור ייחוס כלשהו, לבין עוצמת הAREA הממוחעת ( $E_{av}$ ) על אותו מישור, נפ"י הנוסחה: $U = \frac{E_{min}}{E_{av}}$ אחדות הAREA היא ממד חשוב למשל לצורך בתיוחות נסעה בכביש מואר.	Uniformity	אחדות הAREA
מקדם בעל 2 ספירות המגדיר את שיעור האטימה של מנורה כנגד חדרה של אבק, לפחות, מים ולחות, מוגדר נעל פי תי' 60529. לכך יש חשיבות מכיוון שగו תאורה שאינו אסומם יתכלך, יעלתו האנרגטיית תפוג, והוא עלול ליצור זיהום או רליון האופק בעוד שדווקא התאורה לכוון הדרוש תפחת.	IP protection	אטימה (נפ"י IP)
היחס בין שטף האור המוחזר מהמשטח לבין שטף האור המוקרן עליון. לכך יש חשיבות לנושא זיהום או רליון כלפי תאורה המופנה כלפי מטה, יגרום להחזר או רליון השמיים כתלות ברמת החזר של המשטח.	Reflectance	החזר
אמת מידת צבען של מקור אור הקשור להרשואה לטמפרטורה של גוף שחזור אידיאלי. נמדד ביחידות בקלוון. ככל שהמספר ביחסות קלוון גדול יותר הצבע "קר" יותר (לבן/כחול יותר). לדוגמא: 2,500-3,000 קלוון נחשב לאור חם (ובטוח יותר מבחינה ביולוגית), 4,000-4,500 קלוון ומעלה- או קר (ופועל ומזוק יותר מבחינה ביולוגית).	CCT	טמפרטורת צבע
לד - Diode פולט אור (Light-Emitting Diode) הינו דiode, מוליך למתחה, שבעת מעבר זרם חשמלי דרך פולט אור אוור בספקטרום מוגדר, בהתאם לסוג החומר היא עשויה.	LED	לד
היחס בין עוצמת האור (בקנדולות) של מקור אור או של משטח מחזר בכיוון מסוים, לבין שטח המשטח האלמנטרי שמננו מוחזר או מוקרן האור. הלווייננס איננו תלוי בהסתגלות העין לרמת התאורה הכללית בשדה הראייה.	Luminance - cd/ $m^2$ - L	لومיננס - קנדלה/ $m^2$
החלק המותקן בתוך גוף התאורה/ המנורה המיועד להחזרת האור ולהכוונו לכיוונים הרצויים.	Reflector	מחזר אור
מערכת אופטיית המכוננת את האור הנפלט מהמנורה. המערכת יכולה בדרך כלל: מקור אור, מחזר או, מפזר או רפפה ומענפת המעצבת את צורת המנורה.	Luminaire	מנורה (גוף תאורה)
החלק המותקן בתוך גוף התאורה/ המנורה המיועד לפיזור האור. החומר יכול להיות בשקיפות מלאה, חלבית או חלקית (עשוי מפריזמות).	Diffuser	מפזר אור
מקדם מסירת צבע הינו ממד (באחוזים) המשווה נראות העצמים באור של מקור אור ספציפי ונראות אותו עצם באור שמש טבעי. מקדם מסירת צבע של השמש ושל נורות לבן והלון נקבע כ 100%.	CRI	מקדם מסירת צבע של מקור אור
היחס בין רמות התאורה לאחר שימוש ממושך בתמתקן, ביחס לרמת התאורה של אותו המתקן במצב חדש.	Maintenance factor	מקדם תחזוקה
ממוצע סטטיסטי של משך פעולה הצפוי של הנוריות וגופי התאורה. מבטא את הזמן הצפוי לירידה בשטף האור ושרידות מקורות אור. נמדד בתנאי מעבדה.	Life Survival	משך החיים (אור)

## יעורי הדברים

רקע - זיהום או קטגור סביבתי

יום או מערכת התכנון

תכנון מתכני תשתיות תוך מניעת זיהום או רשות עקרונות התכנון

תכנון תאורת דרכים תוך מניעת זיהום או אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים סטוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל במתכני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

## נספחים

## נספח 1

כלים מעשימים להטמעת עקרונות תאורה ידידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ למתקני תשתיות

הסביר	אנגלית	מושג
שיטף האור הכלול בלומניום (F), המופק מוגוף תאורה מהולך בהספק בוואטאים (K) המשקע ביצירור האור. הנצילות תלויה במבנה הנורה, במתח הפעלה וביעיר בהספק הנורה.  ככל שהספק גדול יותר, גדלה גם הנצילות האורית: $\eta = \frac{F(\text{lumen})}{P(\text{Watt})}$	luminous efficacy	נצילות אורית
מצב שבו קיימת תחושה של אי-נוחות בראשיה או הפחתה בכושר לראות נצמים, או שני הממצבים גם יחד. סינורו נגרם עקב חלוקה לא נאותה של לומיננסים או קוונטרסיטים בשדה הראייה. קיימים סוגים שונים של סינור. לדוגמה, סינור מטריך (Discomfort glare) הוא מצב אשר בו העין מושדרת מעצמת ההארה ונגרמת התעויות מצטברת.	Glare	סינור
שיטף האור המוקדם ממקור אוור בזווית מרוחבית אלמנטרית, בכיוון נתן: $1\text{candela} = \frac{1\text{lumen}}{1\text{steradian}}$	Light intensity cd, candela- l	עוצמת האור - קנדלה
צפיפות שיטף האור (F) המאייר יחידת שח (S) , נמדדת בעדרת מד-אורה, תלויה בפרמטרים נוספים: מרחק הארה, זווית הארה ועוד.  כמות האור על משטח עבודה משפיעה על היכולת לראות. כעקרון, ככל שהעבודה עדינה יותר, נדרש עוצמת הארה גבוהה יותר. לא מספיק להאיר את משטחי העבודה בלבד, יש צורך בהארת הסביבה כולה.	illuminance-lux - E	עוצמת הארה - לוקס
ערך ממוצע של רמת ההארה (בלוקסים) במשך קיום המיתגון $E = \frac{F}{S}, lux = \frac{1\text{lumen}}{1\text{m}^2}$	$E_m$ - Maintained illuminance - lux	עוצמת הארה מתוחזקת - לוקס
מדוע מדידת אור נראה, הגדרות ומדידות של מערכות הקשורים באור/ תאורה משוקלים בהתאם לעיקום רגישות העין האנושית.	Photometry	פוטומטריה

עיקרי הדברים

רקע - זיהום או קטגור סביבתי

זיהום או ומרכז התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- عشرת עקרונות התכנוןתכנון תאורת דרכי תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחיםהטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטורייםרכיבי הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
בمتקני תשתיותהטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

## נספחים

נספח 1  
כלים מנשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורת חוץ  
למתקני תשתיות

# **נספח 7**

# **פתרונות**

# **ותניאומיים**

להלן רשימת ישיבות ותיאומים שנערכו במסגרת איסוף מידע והסכמות למדריך זה.

תאריך	פורום
6.4.21	ועדת עבודה 1
31.5.21	ועדת עבודה 2
28.6.21	ועדת עבודה 3
23.8.21	ועדת עבודה 4
4.10.21	ועדת עבודה 5
13.12.21	ועדת עבודה 6
26.7.21	ועדת היgio 1
18.11.21	ועדת היgio 2
18.11.21	סדנא לחברי וועדת היgio ומתקני הגנים
3.5.21	מנהל תשתיות רט"ג - חלקה"ט
26.5.21	משטרת ישראל - חלקה"ט
27.5.21	משרד התעשייה - נתיבי ישראל, חוות ישראל - רט"ג - חלקה"ט
14.6.21	פורום רט"ג - חלקה"ט
14.6.21	מינימל התכנון - מטה ארצי-ות"ל - חלקה"ט
1.7.21	משרד הבשchan, תכנון וסבירה - חלקה"ט
18.7.21	מינימל התכנון - חלקה"ט - רט"ג
22.7.21	הגנים"ס רחוב - חלקה"ט
3.11.21	מינימל התכנון - נזירות מחוזית - חלקה"ט
21.11.21	משרד האנרגיה - חלקה"ט
22.12.21	פורום הגנים"ס רחוב - רט"ג - חלקה"ט
24.1.22	נתיבי איילון - חלקה"ט

**הוʊמָנוּ לוענדת היgio:** נציגות משרד הבשchan, משטרת, משרד השיכון והבנייה, נציגות כל מוחוזות הגנים"ס ומטה, רט"ג, קק"ל, יזידות סביבתיות, איגודי ערים, מרכז המוניציפות האזריות, נציגי סביבה מעיריות ומוניציפות אזוריות, מינימל התכנון - מטה ומתקני מוחוזות, ות"ל, ותמל", חברות החשמל, נגה - ניהול המערכת, משרד התעשייה, חוות ישראל, יפה נוף, נתיבי ישראל, נתיבי איילון, הרשות לבטיחות בדרכים, משרד האנרגיה, מקורות, קצצ"א, תש"ן, נתג"ז, שברון, רשות המים, קבוצת או"ר מכון, מכון דש"א.

#### עיקרי הדברים

רקע - זיהום או כטגר סביבתי

זיהום או ומרכז התכנון

תכנון מתקני תשתיות תוך מניעת זיהום או  
- עשרה עקרונות התכנון

תכנון תאורות דרכים תוך מניעת זיהום או  
אל עבר השטחים הפתוחים

הטמעת עקרונות התכנון בכלים  
سطוטוריים

רכיב הנחיות לתכנון תאורה מושכל  
במתקני תשתיות

הטמעת הנחיות למניעת זיהום או  
בתהליכי תכנון - תרשימי דרישה

#### נספחים

נספח 1  
כלים מעשיים להטמעת עקרונות תאורה  
ידיידותית לסביבה, בתכנון תאורות חוץ  
لمתקני תשתיות



צילום: גילי גוזני