

תאורה ידידותית לסביבה בחברת מקורות



יועצי הפרויקט:

ד"ר אלדד אלרון - ריכוז הפרויקט ואקולוגיה

ד"ר אינה ניסנבאום – יועצת תאורה

ליה ברקן - רכזת עסקים ומגוון ביולוגי, החברה להגנת הטבע

ועדת היגוי:

יוסי שמעיה, סמנכ"ל הנדסה, מקורות

אברהם בן יוסף, סמנכ"ל הנדסת המערכת, מקורות

ד"ר שי עזרא, מנהל המחלקה לביטחון איכות המים, מקורות

מירב מגל, מנהלת מחלקת הגנת הסביבה, מקורות

איגור פלצב, מנהל מחלקת הנדסת חשמל, מקורות

יוסי פישר, מנהל יחידת הביטחון, מקורות

מורן פנחס, מהנדסת איכות סביבה מרחב מרכז, מקורות

אלון רוטשילד, מנהל תחום המגוון הביולוגי, החברה להגנת הטבע

ד"ר נועם לידר, מנהל אגף אקולוגיה, חטיבת המדע, רשות הטבע והגנים

ד"ר אנה טרכטנברוט, ראש תחום מגוון ביולוגי, המשרד להגנת הסביבה



1. חברת מקורות הינה חברת התשתית הלאומית בתחום המים, המספקת כ-70% מצריכת המים במדינת ישראל ומתפעלת למעלה מ-3,000 מתקנים בפריסה ארצית. בתחומי אספקת מים, איכות מים, התפלת מים, טיפול בשפכים, השבת קולחים, תפיסת שיטפונות ועוד. פעילותה של החברה כרוכה במגוון רחב של פעולות הנדסיות, תפעוליות וכדומה.

2. כחברת התשתית הלאומית בתחום המים, מקורות מחויבת לציבור ופועלת מתוך ראייה רחבה בתחום הקיימות והאחריות הסביבתית. החברה מפרסמת דוח אחריות תאגידיית בהתאם להנחיות הבין לאומיות של ארגון ה-Global Reporting Initiative (GRI) ופועלת לשילוב היעדים לפיתוח בר קיימא של האו"ם (SDGs) בפעילות החברה.

3. זיהום אור הינו תאורה הזולגת לשמים ולשטחים הפתוחים, לאזורים בהם אינה נדרשת מבחינת תפעולית, בטיחותית וביטחונית. זיהום אור גורם לבזבוז חשמל וכסף, הוא מגדיל את טביעת הרגל הפחמנית, מביא לזיהום סביבתי ופוגע בטבע הישראלי.

תקציר מנהלים

4. במהלך השנים האחרונות חברת מקורות החלה בתהליך החשכת מתקנים מתוך ראייה סביבתית והתייעלות אנרגטית. כחלק מראיה זו מקורות רואה חשיבות בקידום תכנון תאורה מפורט הכולל הימנעות מתאורת מתקנים היכן שאין בה צורך, לצד מעבר לתאורה ידידותית יותר לסביבה. תכנון מפורט זה יאפשר את המשך החיסכון האנרגטי והכלכלי ויסייע לטבע ולציבור הישראלי כולו.

5. במהלך הפרויקט נבנה נוהל לתכנון תאורה מושכל אשר יישומו בחברה יאפשר את צמצום זיהום האור במתקני מקורות תוך מתן קדימות לשיקולי ביטחון. נוהל זה כולל הגדרה של האזורים בהם התאורה נדרשת ושמירה על החושך באזורים בהם היא אינה נדרשת כמו גם פתרונות טכניים לצמצום זליגת האור לשטח הפתוח ולשמי הלילה. בין הפתרונות נעשה שימוש בגופי תאורה המונעים את פליטת האור לשמיים ומכוונים את האור לאזורים הנדרשים בהתאם לדרישות התאורה עבור כל סוג שימוש, כמו גם שימוש בנורות LED בעלות גוון אור חם שהשפעתו על הטבע ועל בריאות האדם פחותה.

6. כחלק מהפרויקט נבנה מאגר גופי התאורה ובו גופי תאורה ייעודיים העומדים בדרישות התפעוליות, ביטחוניות בטיחותיות ומאפשרים חיסכון אנרגטי וכלכלי תוך שמירה על הטבע. שילוב מאגר גופים אלו לרשימה המחייבת במקורות יקל על תכנון התאורה במתקנים.

7. חברת מקורות אחראית על יותר מ- 3000 מתקנים הפרוסים ברחבי הארץ. לפיכך לצורך הטמעת המלצות הפרויקט וטיפול בתאורת המתקנים, נעשה מיפוי והגדרה של סדרי קדימויות לטיפול המבוססים על יכולות החברה ורמת הרגישות האקולוגית של השטח. סדרי הקדימויות נעשו עבור 2 סוגי מתקנים הקיימים במקורות:
- א. מתקנים שניתן להשאיר חשוכים בלילה ובמידת הצורך להדליק ע"י בקרה מרחוק או מתג מכאני.
 - ב. מתקנים שמסיבות ביטחוניות ובטיחותיות לא ניתן להחשיכם, אך ניתן לשדרג את התאורה ולצמצם את זיהום האור.

8. הטמעת הפרויקט כוללת התייחסות להיבטים הבאים:
- שילוב של אפיון הפתרון בהוראות הפנימיות של החברה (המהנדס הראשי), הכנסת מאגר גופי התאורה לרשימת הציוד המאושר והמחייב של מקורות, שילוב הוראות המהנדס הראשי לתכנון תאורה בתיקי התכנון הסטנדרטיים במקורות והפיכתו לדרישה קבועה בפרויקטים עתידיים.
 - קידום הפיילוטים המתוכננים באתר אשכול שבבקעת בית נטופה (הנמצא לקראת החלפת תאורה), ועבור תכנון מתקן חדש.
 - שילוב הטיפול בתאורת המתקנים קיימים בתוכניות העבודה הרב-שנתיות של מקורות, בהתבסס על סדרי הקדימויות המוצעים.
 - קביעת מנגנון מעקב ובקרה וממונה האחראי לנושא.

מבוא

- **מבוא**
- הצורך בצמצום זיהום האור במתקני מקורות
- עיקרי ההמלצות
- הטמעה
- מפרטים טכניים
- נספחים

צמצום זיהום אור במתקני חברת מקורות

התייעלות אנרגטית וחסכון
כלכלי

מיצוב מקורות כחברה מובילה
בתחום התאורה

צמצום השפעת תאורת מתקנים
על המגוון הביולוגי

הפחתת טביעת רגל פחמנית



קידום האחריות הסביבתית-
חברתית של החברה

שיפור ה"רישיון החברתי" של
חברת מקורות לפעול

מענה ליעדי פיתוח בר קיימא של
האו"ם (SDGs) בפעילות החברה

מתקני מקורות, תאורה והקשר ביניהם

הטמעת תאורה ידידותית לסביבה במתקני "מקורות"

תאורה הזולגת לרקיע ולשטחים הסמוכים



שער לוגיסטי במתקן אשכול, חברת מקורות
צילום: אינה ניסנבאום

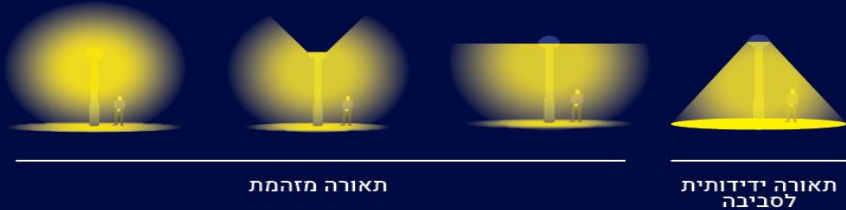
❖ חברת מקורות הינה חברת התשתית הלאומית בתחום המים. החברה נמצאת בבעלות ממשלתית מלאה, תחת האחריות של משרד האנרגיה ופעילותה כפופה לרשות המים. מקורות מספקת כ-70% מצריכת המים במדינת ישראל ומתפעלת למעלה מ-3,000 מתקנים בפריסה ארצית.

❖ החברה רואה עצמה כמחויבת לא רק לאספקת מים באיכות גבוהה ופיתוח משק המים, אלא גם לקידום השמירה על הסביבה ומשאבי הטבע ומיצוב החברה כמובילה בתחום התאורה. כחלק מחזון זה התגבשה בשנים האחרונות המודעות בחברה לפיתוח מתקנים חדשים ותפעול מתקנים קיימים באופן המיטיב להשתלב עם סביבתם.

❖ מקורות היא אחת מצרכניות החשמל הגדולות במשק הישראלי, ולכן שמה לה למטרה להוביל התייעלות אנרגטית ע"י צמצום צריכת החשמל ומעבר לשימוש באנרגיות מתחדשות. יעד זה משתלב היטב עם מטרות העבודה לצמצום זיהום אור במתקני החברה באמצעות שיפור תהליך התכנון של מתקנים חדשים ושדרוג מתקנים קיימים.

מתקני מקורות, תאורה והקשר ביניהם

- ❖ זליגת אור לכיוון הרקיע והשטחים הפתוחים הסמוכים למקור האור מכונה "זיהום אור" הנגרם כתוצאה מהארה במקום, בזמן, בספקטרום ובעוצמה שאינה נדרשת.
- ❖ זיהום אור משנה את משטרי התאורה הטבעיים אשר התקיימו לאורך מיליוני שנים וכתוצאה גורם לשיבוש בתפקוד המערכות האקולוגיות, לפגיעה בבעלי חיים, לפגיעה בחוויית שמי הלילה, ולפגיעה בריאותית באדם (להרחבה בנושא השפעות זיהום האור, ראו נספח א').
- ❖ בשל הפריסה הרחבה של מתקני מקורות בארץ והשפעתה הרחבה על שטחים פתוחים ואזורים רגישים, פועלת החברה לצמצום פגיעה זו בסביבה ובטבע תוך מתן קדימות לשיקולי ביטחון מים ובטיחות העובדים והציבור.



תאורה הזולגת לסביבה

תאורה הממוקדת לאזור הנדרש בלבד

עבודה זו מאגדת פתרונות לצמצום השפעות שליליות של תאורת מתקנים על הטבע ועל שמי הלילה

הצורך בצמצום זיהום האור במתקני מקורות

- מבוא
- הצורך בצמצום זיהום האור במתקני מקורות
- עיקרי ההמלצות
- הטמעה
- מפרטים טכניים
- נספחים

הצורך בצמצום זיהום האור במתקני מקורות

מדוע כדאי לחברת מקורות לצמצם את זיהום האור הנובע מתאורת מתקנים?

התייעלות אנרגטית וחסכון כלכלי

ההתקדמות הטכנולוגית בתחום תאורת הLED מאפשרת כיום תאורה ממוקדת וחסכונית מבחינה אנרגטית וכלכלית. כמו כן ניתן לצמצם את הגוון הכחול הקיים בספקטרום של אור לבן הנפלט מגוף התאורה, אשר לו השפעה שלילית מבחינה אקולוגית ובריאותית (להרחבה בנושא השפעות גוון האור, נספח א'). בהתאם לכך מקורות החלה במעבר לשימוש בטכנולוגיית LED במתקנים המתוכננים של החברה ובוחנת יישום החלפת גופי תאורה קיימים לגופי תאורת LED במתקנים קיימים. יישום החלפה זו, המטמיעה את ההנחיות לתאורה ידידותית לסביבה, תאפשר בטווח המיידי חיסכון בצריכת החשמל ותתרום להתייעלות אנרגטית ולחסכון כלכלי עבור מקורות.

הצורך בצמצום זיהום האור במתקנים מקורות

מדוע כדאי לחברת מקורות לצמצם את זיהום האור הנובע מתאורת מתקנים?

עמידה ביעדי פיתוח בר קיימא של האו"ם (SDGs)

לחברת מקורות מאות מתקנים מוארים בלילה הפרוסים ברחבי מדינת ישראל, ולהם השפעה על צריכת החשמל, וכתוצאה מכך על פליטות גזי חממה, וגם על פוטנציאל זיהום האור והשפעתו על החי והצומח בסביבתו. בספטמבר 2015 אימצה העצרת הכללית של האו"ם את יעדי פיתוח בר-קיימא (SDGs-Sustainable Development Goals).

יישום הנחיות לתאורה ידידותית לסביבה תורם להשגת מספר יעדים:

9.4 – קידום תשתיות מקיימות המצמצמות את פליטות גזי החממה

12.6 – אימוץ פרקטיקות מקיימות ע"י חברות גדולות

13 – מיתון שינוי האקלים ע"י צמצום פליטות גזי חממה

15 – שמירה על המגוון הביולוגי ביבשה



איור: המכון לאחריות תאגידית

הצורך בצמצום זיהום האור במתקנים מקורות

מדוע כדאי לחברת מקורות לצמצם את זיהום האור הנובע מתאורת מתקנים?

אחריות סביבתית

חברת מקורות משקיעה מאמצים בצמצום הנזק האקולוגי הנגרם לאוכלוסיות טבעיות של חי וצומח בעת פיתוח מתקנים חדשים ותפעול מתקנים קיימים. אחד מהמפגעים העיקריים, ההולך ומתגבר בעשורים האחרונים, הוא זיהום אור. לאלפי גופי התאורה הממוקמים במתקנים של חברת מקורות ברחבי המדינה ישנה השפעה גדולה על הביולוגיה והאקולוגיה של בעלי חיים בשטחים הפתוחים (להרחבה בנושא השפעות זיהום האור, נספח א').

אימוץ נורמות מתקדמות לצמצום זיהום אור באזורים רגישים יוביל לצמצום הפגיעה במערכת האקולוגית, עמידה במדיניות מקורות ומיצובה כחברה חדשנית ומובילה בתחום.

השפעות זיהום אור על החי והצומח

1. שיבוש דפוסי הפעילות של חיות הבר:

תאורה מלאכותית משבשת את השעון הביולוגי הפנימי, וגורמת לשינוי בזמני הפעילות של בע"ח כגון שינה, שיחור מזון, הזדווגות ונדידה, כמו גם להשפעה על צמחים (תזמון הפריחה למשל). לדוגמה, תאורה מלאכותית פוגעת בתנועה הלילית של דו חיים ובתהליכי רבייתם.

2. הרג חיות בר:

יהארת שמי הלילה עלולה לגרום לטעות בניווט של ציפורים נודדות, המובילה להתנגשות קטלנית או מוות מתשישות. תאורה מושכת חרקים למקור האור דבר המגביר את סיכוייהם להיטרף.

4. פגיעה מערכתית בטבע:

מאביקים ליליים נמשכים לתאורה (על חשבון משיכה לפרחים) ובכך קטנים הסיכויים של צמחים בשטחים מוארים לייצר פירות.



שינוי ביחסים בין חרקים מאביקים לצמחים יכולים להשפיע על מערכות אקולוגיות.

3. שינוי בהרכב האוכלוסייה:

תאורה עלולה לדחוק מינים מתמחים של בעלי חיים, למשל עטלפים הנמנעים מציד במקומות מוארים, ואת מקומם תופסים מינים אופורטוניסטים.

5. הגדלת ניתוק בין אוכלוסיות:

חיות פעילות לילה נמנעות מחצייה של אזורים מוארים.



עיקרי ההמלצות

- מבוא
- הצורך בצמצום זיהום האור במתקני מקורות
- עיקרי ההמלצות
- הטמעה
- מפרטים טכניים
- נספחים

עיקרי ההמלצות

1

חזון צמצום זיהום האור במתקני מקורות

2

מתן פתרונות תאורה לטיפולסי המתקנים הקיימים במקורות:
❖ מתקנים חדשים המוקמים במסגרת תכנון הנדסי
❖ מתקנים קיימים המתוחזקים או עוברים שדרוג והרחבה
ע"י צוות מקורות

3

עדכון מאגר גופי תאורה

4

הנחיות טכניות לצמצום זיהום האור במתקני מקורות

5

בנייה של מאגר סוגי מתקנים בהתאם לקריטריונים תפעוליים,
ביטחוניים ובטיחותיים

6

הגדרת סדר עדיפויות לטיפול במתקנים מוארים הממוקמים
בשטחים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה

תאורה הזולגת לרקיע ולשטחים הסמוכים
מתחם ה Y, אתר אשכול

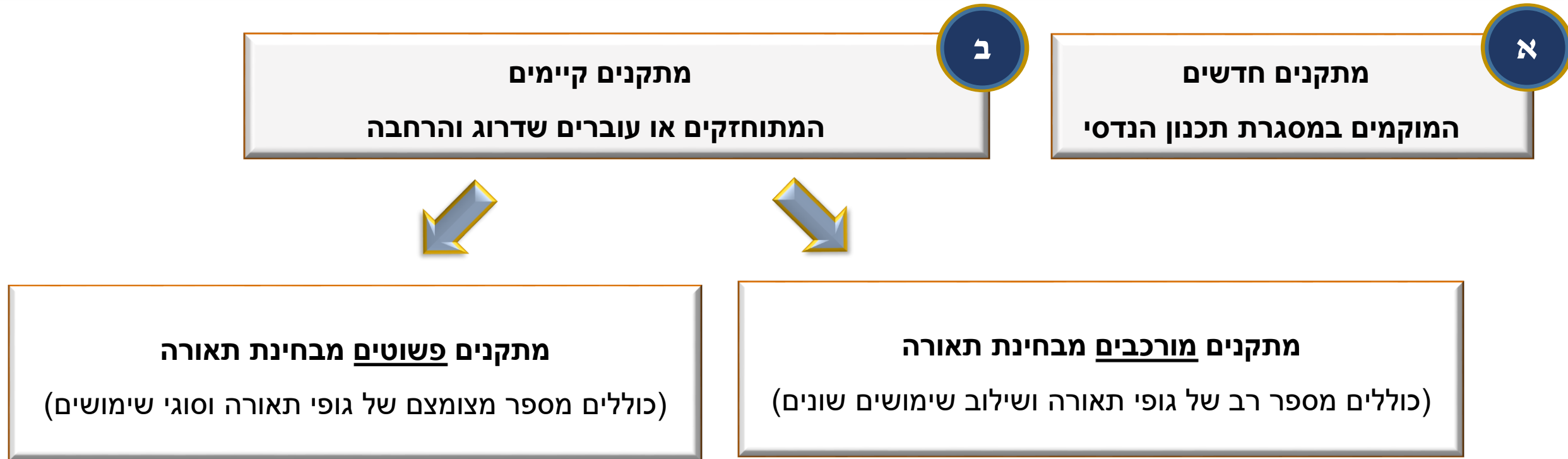


צילום: אינה ניסנבאום

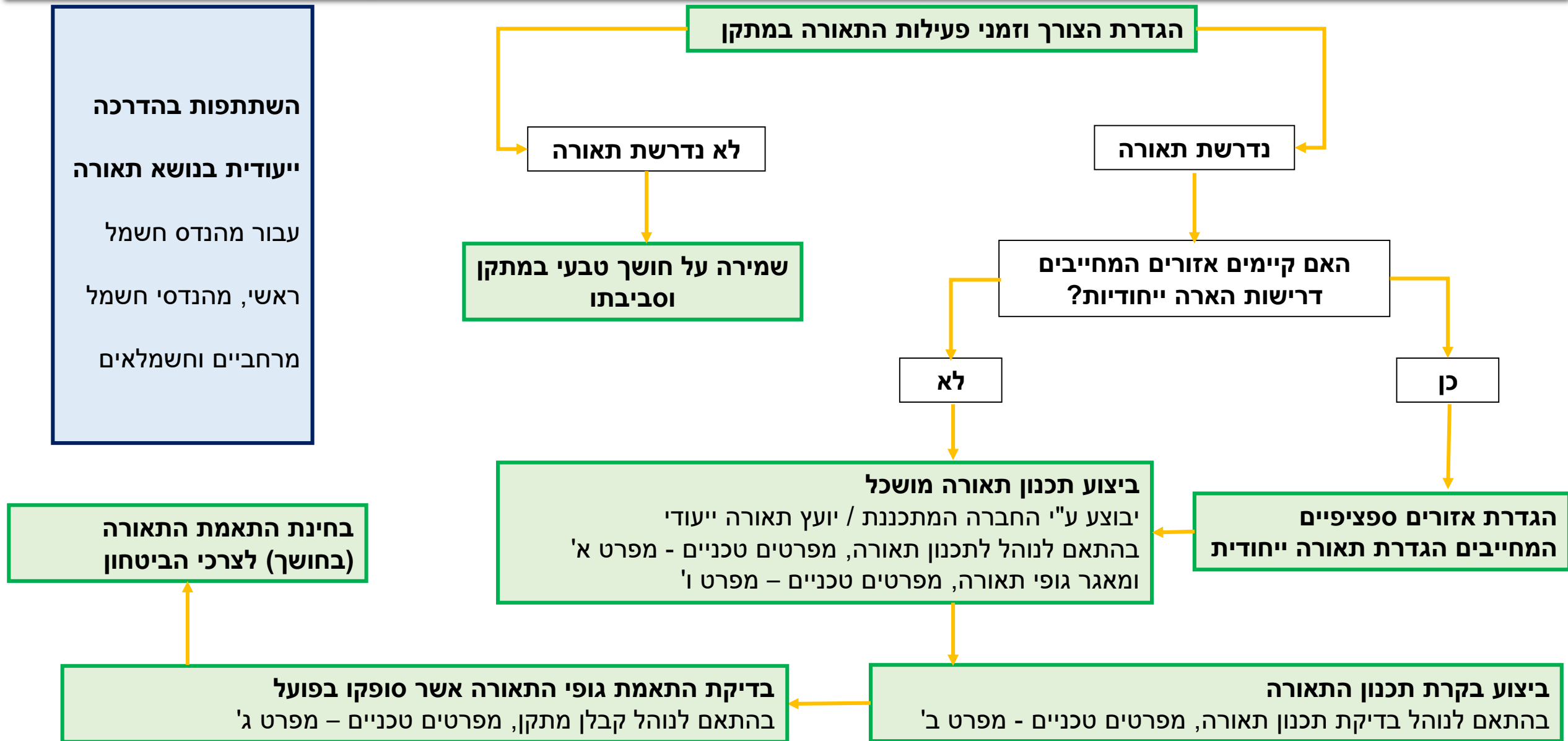
צמצום זיהום האור ושמירה על חושך טבעי במתקני מקורות וסביבתם
אשר יבוצע ע"י תכנון תאורה מושכל וסביבתי של מתקנים חדשים ובעת
שדרוג / תחזוקה של מתקנים קיימים. תכנון התאורה יוודא כי ההארה
תבוצע רק עבור אזורים בה היא נדרשת ובעוצמה המינימלית המספקת
את צורכי המתקן תוך שמירה על החושך בשאר האזורים.

עיקרי ההמלצות

2. פתרונות תאורה עבור טיפוסים המתקנים הקיימים במקורות



שלבי התהליך עבור הקמת מתקנים חדשים במסגרת תכנון הנדסי



2. א. מתקנים חדשים המוקמים במסגרת תכנון הנדסי

1. הגדרת הצורך בתאורה

- ❖ כל מתקן בו קיימות מערכות מסתובבות¹ ותיתכן הגעה של עובדים בשעות החשיכה ידרוש תכנון תאורה מתאימה. **יתר המתקנים יישארו חשוכים.**
- ❖ על האחראי להגדיר את זמני הפעילות הנדרשים להארה (תאורה קבועה לאורך כל הלילה / תאורה הנדלקת בעת הצורך).

2. תכנון תאורה מושכל

- ❖ במתקנים בהם נדרשת תאורה היא תתוכנן בהתאם לנוהל תכנון תאורה, (מפרטים טכניים, מפרט א).
- ❖ התכנון יבוצע ע"י החברה המתכננת (כדוגמת שחם) בתיאום עם מהנדס חשמל ראשי של מקורות ו/או מהנדס חשמל מרחבי, במידת הצורך מקורות יפנו ליועץ תאורה חיצוני ייעודי, המתמחה בתכנון תאורה².
- ❖ במידת הצורך יוגדרו אזורים ספציפיים ע"י הקב"ט המרחבי (שבילי גישה, אזורים "מתים" או אזורים בעלי סיכון מורחב) בהם תותאם התאורה בעוצמה, בגובה ובפיזור הנדרש על פי הנחיות.

1. מערכות מסתובבות – מתקן עם מנועים המפעילים משאבות לאספקת מים ו/או ניטור מים.

2. יועץ תאורה המתמחה בתכנון תאורה - יועץ תאורה ו/או מהנדס בעל רישיון חשמלאי מתאים ובעל ידע וניסיון של 5 שנים במתקני תאורה מורכבים ובעריכת חישובים פוטומטריים.

3. בקרה ופיקוח

- ❖ בקרת תכנון התאורה תבוצע ע"י גורם מקצועי פנימי או חיצוני³ ובהתאם לנוהל בדיקה מוסדר במסגרת בקרת תכנון חשמל כללית. לנוהל בדיקת תכנון תאורה, מפרטים טכניים, מפרט ב'.
- ❖ תבוצע בדיקה של התאמת גופי התאורה אשר סופקו בפועל בהתאם לנוהל קבלת מתקן. הבדיקה תיעשה ע"י מתחזק התאורה של המתקן בהתאם לנוהל קבלת מתקן, מפרטים טכניים, מפרט ג'.
- ❖ לפני "קבלת המתקן" תבוצע בחינת אמת (בחושך) כי ניתן המענה המתאים לצרכי הביטחון.

4. הדרכה ייעודית

- ❖ מהנדס חשמל ראשי, מהנדסי חשמל מרחביים וחשמלאים המתחזקים את המתקנים יעברו הדרכה ייעודית בנושא תאורה המסבירה את חשיבות הנושא וכלים פרקטיים ליישום מוצלח של הפתרונות המוצעים, (לפירוט בנושא, פרק הטמעה - מערכי הדרכה והכשרה).

3. גורם מקצועי לבקרת תכנון תאורה - מתכנן תאורה/ חשמל בעל ניסיון של 5 שנים לפחות בבדיקה ובקרה של תוכניות תאורה.

תהליך עבור תחזוקה או שדרוג מתקנים קיימים בהם נדרשת תאורה

השתתפות בהדרכה
ייעודית בנושא תאורה
עבור מהנדס חשמל
ראשי, מהנדסי חשמל
מרחביים וחשמלאים

מיפוי מצב התאורה הקיים במתקן

הגדרת מורכבות המתקן

מתקן פשוט:

הכולל גופי תאורה וסוגי שימושים מועטים

מתקן מורכב:

הכולל גופי תאורה וסוגי שימושים רבים

הגדרת היקף שדרוג התאורה המתוכנן

שיפורים מקומיים / תחזוקה שוטפת

שדרוג כלל התאורה במתקן

בחינת התאמת
התאורה
(בחושך) לצרכי
הביטחון

החלפת התאורה לתאורה ממאגר גופי
התאורה בהתאם לסוג השימוש. לפירוט
המאגר, מפרטים טכניים – מפרט ו'

ביצוע תכנון תאורה מושכל
יבוצע ע"י החברה המתכננת / יועץ תאורה ייעודי.
בהתאם לנוהל לתכנון תאורה, מפרטים טכניים – מפרט א
ומאגר גופי תאורה, מפרטים טכניים – מפרט ו'

בדיקת התאמת גופי התאורה אשר סופקו בפועל
בהתאם לנוהל קבלן מתקן, מפרטים טכניים – מפרט ג'

ביצוע בקרת תכנון התאורה
בהתאם לנוהל בדיקת תכנון תאורה, מפרטים טכניים – מפרט ב'

2. ב. תחזוקה או שדרוג מתקנים קיימים בהם נדרשת תאורה

1. מיפוי מצב קיים

❖ יבוצע מיפוי מצב התאורה הקיים במתקן הכולל זיהוי מס' גופי התאורה

ומס' השימושים הדורשים החלפה.

❖ תוגדר מורכבות המתקן:

➤ מתקן מורכב – הינו מתקן הכולל גופי תאורה וסוגי שימושים רבים

➤ מתקן פשוט – הינו מתקן הכולל גופי תאורה וסוגי שימושים מועטים

❖ יוגדר היקף שדרוג התאורה במתקן

2. ב. תחזוקה או שדרוג מתקנים קיימים בהם נדרשת תאורה

2. תכנון תאורה מושכל

- ❖ עבור מתקנים מורכבים בהם יוחלט לבצע שדרוג של כלל התאורה במתקן: יבוצע תכנון תאורה בהתאם לנוהל תכנון תאורה תוך שימוש בגופי התאורה הקיימים במאגר גופי התאורה. לפירוט מאגר גופי התאורה מפרט ו'.
- התכנון יבוצע ע"י החברה המתכננת (כדוגמת שחם) בתיאום עם מהנדס החשמל הראשי של מקורות ו/או מהנדס חשמל מרחבי. במידת הצורך מקורות יפנו ליועץ תאורה חיצוני ייעודי, המתמחה בתכנון תאורה. לנוהל תכנון תאורה, נספח א'.
- ❖ עבור מתקנים בהם יוחלט לבצע שיפורים בהיקף קטן (שיפורים מקומיים) או תחזוקה שוטפת ע"י חשמלאי המקום: התאורה תוחלף לגופי התאורה ממאגר גופי התאורה בהתאם לסוג השימוש בהם הם נמצאים. לפירוט מאגר גופי התאורה, מפרטים טכניים – מפרט ו'.
- לצורך שיפור איכות ההארה ומניעת חוסר אחידות ו"כתמי אור", מומלץ לא להחליף "גוף תאורה בודד" אלא קבוצות גופי תאורה, ולהתייחס לאזורים במתקן כמכלול שלם.

2. ב. תחזוקה או שדרוג מתקנים קיימים בהם נדרשת תאורה

3. בקרה ופיקוח

- ❖ בעת שדרוג כלל תאורת המתקן במתקנים מורכבים, תבוצע בקרת תכנון התאורה ע"י גורם מקצועי פנימי או חיצוני³ ובהתאם לנוהל בדיקה מוסדר במסגרת בקרת תכנון חשמל כללית. לנוהל בדיקת תכנון תאורה, מפרטים טכניים, מפרט ב'.
- ❖ תבוצע בדיקה של התאמת גופי התאורה אשר סופקו בפועל בהתאם לנוהל קבלת מתקן. הבדיקה תיעשה ע"י מתחזק התאורה של המתקן בהתאם לנוהל קבלת מתקן, מפרטים טכניים, מפרט ג'.
- ❖ לפני "קבלת המתקן" תבוצע בחינת אמת (בחושך) כי ניתן המענה המתאים לצרכי הביטחון.

4. הדרכה ייעודית

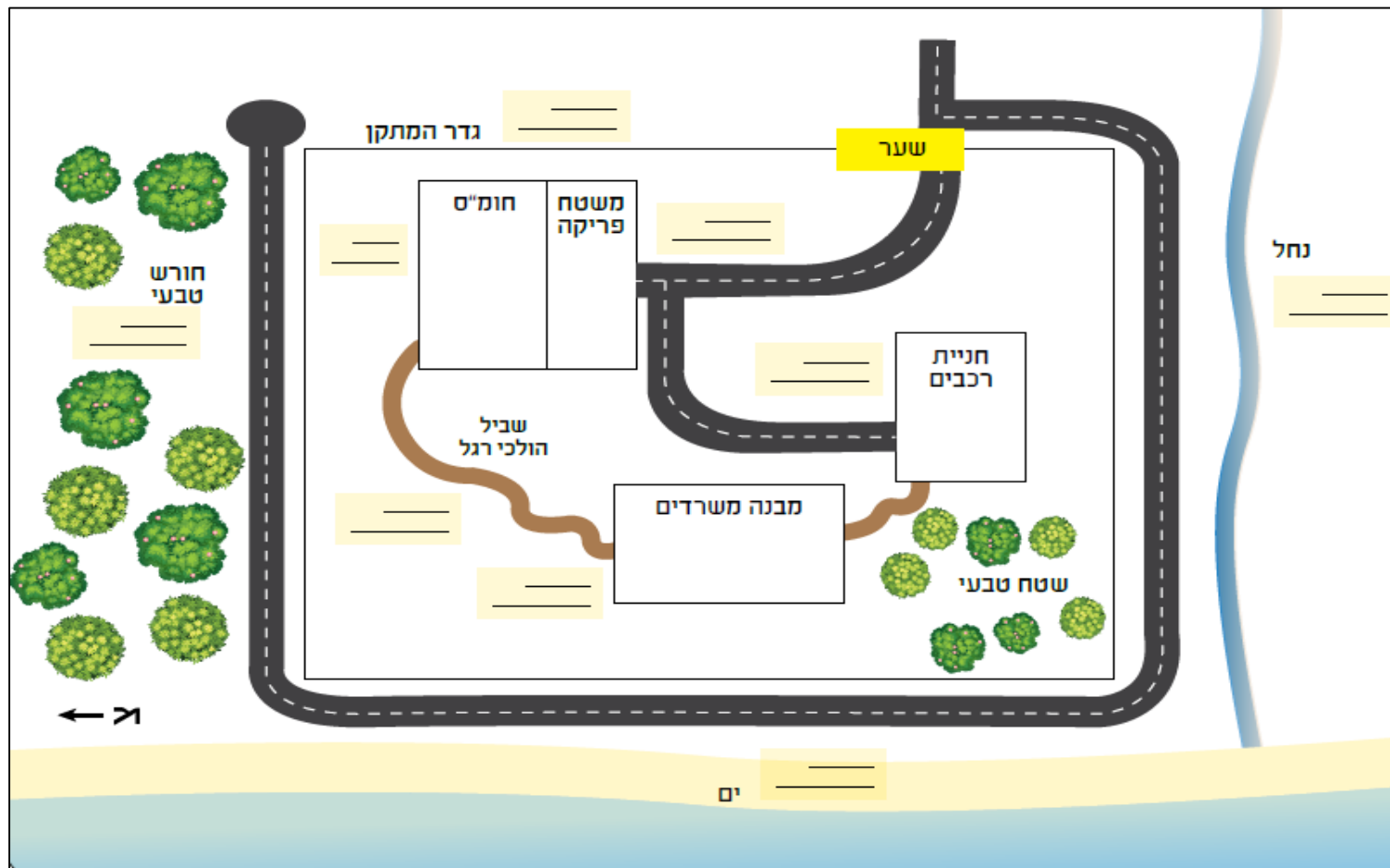
- ❖ מהנדס חשמל ראשי, מהנדסי חשמל מרחביים וחשמלאים המתחזקים את המתקנים יעברו הדרכה ייעודית בנושא תאורה המסבירה את חשיבות הנושא וכלים פרקטיים ליישום מוצלח של הפתרונות המוצעים, לפירוט בנושא, פרק הטמעה - מערכי הדרכה והכשרה.

3. גורם מקצועי לבקרת תכנון תאורה - מתכנן תאורה/ חשמל בעל ניסיון של 5 שנים לפחות בבדיקה ובקרה של תוכניות תאורה.

עיקרי ההמלצות

3. עדכון מאגר גופי תאורה

על תכנון התאורה להתאים את גופי התאורה לסוגי השימושים במתקנים



מאגר גופי תאורה כולל מספר "משפחות" של גופי תאורה המתאימים לסוגי השימושים השונים במתקנים קיימים ומתוכננים של חברת מקורות, כמפורט מטה:

חנייה וכבישים

גדר ושערים

מדרכות, מעברים להולכי רגל

מבנים

מחסנים / סככות

מאגרי מים

מודולים ומטמ"שים (מפעל לטיפול במי שטיפה)

להלן רשימת משפחות גופי התאורה עבור השימושים המפורטים

גופי תאורה אלו ישמשו לתכנון המפורט של התאורה במתקני מקורות ויישומי. הגופים עומדים בעוצמות ההארה המפורטות בנוהל תכנון תאורה, (מפרטים טכניים, מפרט א').

* עבור מתקנים גדולים ו/או מורכבים – התכנון המפורט יבוצע ע"י מתכנן תאורה ייעודי.

* עבור מתקנים קטנים בהם נדרשת התאמה של פוטומטריה/עוצמת הארה בלבד - התכנון יבוצע ע"י נציגי ספק מקצועיים⁴.

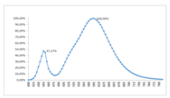
סוג שימוש		גוון האור		דגם מוצע (I)		דגם מוצע (II)		דגם מוצע (III)	
				דגם/פוטומטריה		דגם/פוטומטריה		דגם/פוטומטריה	
				יצרן	דגם/פוטומטריה	יצרן	דגם/פוטומטריה	יצרן	דגם/פוטומטריה
כביש / חניה / שערים / רחובות / גדר / מאגר / מטמ"ש / מודולים	2,700K	Intec	Future ver B	Le tehnika	Luxtella OP A	Vizulo	Stork Little Brother LO2		
שביל	2,700K	Intec	Future ver B	Le tehnika	Luxtella OP A	Vizulo	Stork Little Brother LO2		
מבנה	2,700K	AGC	Hipack Wall	Thorn	Piazza II LED				
מחסנים/סככות	2,700K	Thorn	FEROZ Heavy duty version	IBV	Xtrude 790 Lite version				

עיקרי ההמלצות

3. עדכון מאגר גופי התאורה

דוגמא ממאגר גופי תאורה של עיריית תל אביב

גופים העומדים בכל דרישות המפרט (בכל מקרה יש לבצע בדיקת התאמה לדגם שאושר כמפורט בתעודת מת"י)

מאפינים	דגם	יצרן	יבואן
עד 48 לדים, 107 וט, 700mA CRU XP-G2 Xitanium Philips 	4		
עד 137 וט, 700mA LUXION T OSRAM OPTRONIC OT 	1		
עד 78 וט, 340mA LUXION T OSRAM OPTRONIC OT  PHILIPS Xitanium CLASS II, CLASS I התנגדות קו הארקה בגג התאורה עבור דגם CLASS I תדירות נקל פתחונית R10 	1		

❖ מאגר הגופים הינו מאגר בסיסי אשר יכול להתרחב כתוצאה מהוספת שימושים חדשים או התפתחות טכנולוגית. הוספת גופי תאורה למאגר תבוצע יבוצע ע"י יועץ תאורה חיצוני⁵ המתמחה בבניית מאגרים מסוג זה בשיתוף ועדה ייעודית הכוללת לפחות את מהנדס החשמל הראשי של מקורות, מהנדסי החשמל המרחביים וקציני הביטחון המרחביים.

❖ על גופי התאורה הנוספים לעמוד בדרישות המופיעות במפרטים טכניים, מפרט ה'.

5. יועץ תאורה עם ניסיון כתיבה ובדיקה של 5 מאגרים מסוג זה.

עיקרי ההמלצות

4. הנחיות טכניות לצמצום זיהום האור במתקני מקורות

צילום: אינה ניסנבאום



שמירה על החושך היכן שאין
דרישה ביטחונית או בטיחותית
להארה

א. כיוון התאורה:
תאורה לא תזלוג כלפי מעלה
ולאופק, ותכוון לאזורים הנדרשים
בהתאם לדרישות סוג השימוש.



ב. עוצמת התאורה:
עוצמת התאורה תותאם לצרכי השימוש
הספציפי, בהתאם לתקן וללא תאורת ייתר.



ה. בקרה ופיקוח:
בחינה כי התכנון תואם את
הביצוע בשטח.

ד. גוון אור = גוון "חם"
שימוש בגוון חם-צהבהב (2700
קלווין או פחות).

ג. משך ההארה:
הגדרת משך ההארה הנדרש
ושימוש בבקרת תאורה
מרכזית או מקומית בהתאם.

לנוהל תכנון התאורה
המלא - מפרטים
טכניים, מפרט א'

4. הנחיות טכניות לצמצום זיהום האור במתקני מקורות

א. כיוון גופי התאורה – צמצום זליגת האור לשטחים הפתוחים ולשמי הלילה

חשיבות

תאורה הזולגת לשטחים הפתוחים ולשמי הלילה גורמת לפגיעה בתפקוד הטבעי של בעלי חיים פעילי לילה:

❖ פוגע ביכולתן לתקשר זו עם זו לצרכי רבייה

❖ פוגע ביכולתן לנדוד ולהתמצא במרחב

❖ חושף אותן לטורפים

❖ מגדיל את הניתוק בין אוכלוסיות

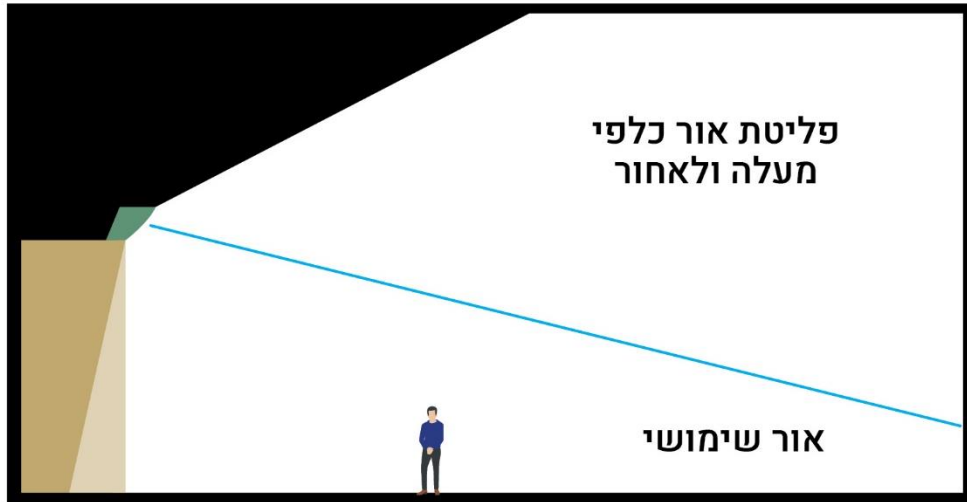
❖ משבש את התזמון בין תהליכים בטבע

❖ גורם לשינויים מרחיק לכת בתפוצת מינים ובשרידותם

בנוסף, זיהום שמי הלילה בתאורה מלאכותית פוגע ביכולת האדם ליהנות מצפייה בכוכבים וכתוצאה גורם לפגיעה באיכות החיים והרווחה הנפשית, פגיעה כלכלית (תיירותית), מדעית – אסטרונומית ואסטטית. **לפיכך יש להימנע מזליגת התאורה לשמיים ולצמצם עד כמה שניתן את זליגתה מעבר לגדרות המתקן.** (להרחבה בנושא השפעות זיהום האור, נספח א').

4. הנחיות טכניות לצמצום זיהום האור במתקני מקורות

א. כיוון גופי התאורה – צמצום זליגת האור לשטחים הפתוחים ולשמי הלילה



הנחיה – מניעת הארה כלפי מעלה וצמצומה לאופק

- ייעשה שימוש בגופי תאורה מסוג (G5 Full cut off ו G6 עלפי הסיווג האירופי).
- גופי התאורה יותקנו בזוויות הטיה $TILT=0$ כבררת מחדל. מותרת סטייה של עד $\pm 5^\circ$ בתנאי העדר פליטת האור כלפי מעלה במצב זה.

4. הנחיות טכניות לצמצום זיהום האור במתקני מקורות

א. כיוון גופי התאורה – צמצום זליגת האור לשטחים הפתוחים ולשמי הלילה

תאורת המדשאה הסמוכה בה התאורה אינה נדרשת



תאורת השער הלוגיסטי – שער הכניסה לאתר אשכול



צילומים: אינה נסנבאום

4. הנחיות טכניות לצמצום זיהום האור במתקני מקורות

ב. עוצמת הארה

חשיבות

לעוצמת ההארה השפעה משמעותית על הטבע שכן ככל שעוצמת ההארה גבוהה יותר כך כמות האור הנפלט ישירות לכיוון השמים ולשטחים הפתוחים הולך ועולה כמו גם החזר התאורה מהמשטח המאור הגורם לזהירות רקיע. עוצמות הארה גבוהות עלולות לגרום לסינוור ואי נוחות המקשה על זיהוי פרטים רצויים. שימושים שונים דורשים רמת הארה שונה: שביל הליכה דורש רמת הארה נמוכה מאזור לטיפול בחומרים מסוכנים, על כן התאמת עוצמות ההארה לשימוש הנדרש תפחית משמעותית את התאורה הזולגת לשטחים הפתוחים ולשמי הלילה.



אור מסנוור המקשה על
הראיה וזיהוי פרטים



הסתרת מקור האור
מאפשר זיהוי של האדם
הנמצא בשער

4. הנחיות טכניות לצמצום זיהום האור במתקני מקורות

ב. עוצמת הארה

הנחיה – הגדרת עוצמת ההארה הנדרשת עבור השימושים השונים

- תבוצע חלוקה, על ידי המתכנן והמזמין, של סוגי השימושים הקיימים במתקן, ביניהם: כבישים, רחבות, מגרשי חניה, תאורת גדר ועוד כמו גם הגדרה של "שטח טבעי/ פתוח שאינו מיועד להארה" - הן בתוך המתקן, והן בשטח הפתוח הצמוד למתקן.
- אזורים אשר אינם מיועדים להארה בתוך ומחוץ למתקן כגון: שטחים פתוחים, שטחים טבעיים וכד' יסומנו בצורה ברורה בתכנון התאורה כ"אזורי חשוכים לשימור".
- דרישות תאורה יוגדרו ויושמו עבור כל סוג שימוש בהתאם לדרישות תקני התאורה לפי תקן ישראלי.
- אין לתכנן תאורת יתר מעבר למקסימום המפורט בתקנים (ת"י 2-12464, ת"י 1838 ות"י 13201).
- העמודים יתוכננו בגובה נמוך ככל האפשר ויעמדו בעוצמות ההארה המפורטות בנוהל תכנון תאורה, (מפרטים טכניים, מפרט א').
- לפחות 80% מסך גופי התאורה יבחרו ממאגר גופי התאורה של חברת מקורות העומד בעוצמות ההארה הנדרשות ובנוי בהתאם לסוגי השימושים הקיימים.

4. הנחיות טכניות לצמצום זיהום האור במתקני מקורות

ב. עוצמת הארה



4. הנחיות טכניות לצמצום זיהום האור במתקני מקורות

ג. משך ההארה

חשיבות

הגדרת זמן ומשך הפעילות בה נדרשת תאורה הינה נקודת מפתח בתכנון תאורה מושכל. לצורך כך יש להחליט האם התאורה נדרשת לאורך כל הלילה / בשעות מסוימות / רק עם הגעת אנשים למקום / אחר. החלטות אלו מאפשרות הן התייעלות אנרגטית וחיסכון כלכלי והן צמצום זיהום האור וכתוצאה שמירה על הטבע.

הנחיה – הגדרת שעות הפעילות ומשך ההארה

- ישולבו אפשרויות בקרה של תאורת המתקן:
 - א. בקרה מקומית המשלבת מפסק להדלקה וכיבוי מקומי של תאורת המתקן.
 - ב. בקרה מרכזית – המאפשרת שליטה מרחוק על התאורה בהתאם לצורך.

4. הנחיות טכניות לצמצום זיהום האור במתקני מקורות

ד. גוון האור

חשיבות

אור מורכב מתמהיל של אורכי גל ("צבעים") שונים.

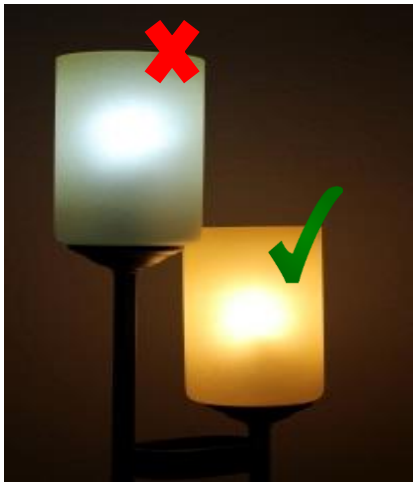
אורכי הגל שהעין האנושית רגישה אליהם, כלומר יודעת לנצל אותם בצורה מיטבית לראיה, הם בתחום הספקטרלי של האור הירוק. לעומת זאת השעון הביולוגי בעין היונקים רגיש במיוחד לאורכי גל קצרים בתחום הכחול.

הוכח כי תאורה העשירה באורכי גל קצרים ("אור קר") בשעות הלילה מדכאת את ייצור ההורמון מלטונין, משבשת את הפעולה של השעון הביולוגי הפנימי ופוגעת במצבו הפיזיולוגי של בעל החיים. השפעות נוספות של תאורה חיצונית: סינוור וסכנה בטיחותית (בעיקר אצל אנשים מבוגרים) וסיכוי גבוה יותר לזהירת רקיע, בעיקר בלילות בהירים.

מסיבות אלו שימוש בגוון אור "חם" יצמצם את ההשפעה על הטבע תוך שמירה על הצרכים הביטחוניים והבטיחותיים.

הנחיה – שימוש בגוון אור "חם"

- ייעשה שימוש במקורות אור בעלי גוון אור חם, כאשר טמפרטורת צבע האור תהיה $2700 \pm 10\%$ קלווין.



IDA (International Dark-Sky Association)

4. הנחיות טכניות לצמצום זיהום האור במתקני מקורות

ה. בקרה ופיקוח

חשיבות

לעיתים ניתן לראות חוסר התאמה בין תכנית התאורה לבין התוצאה הסופית בשטח. הבדלים אלו באים לידי ביטוי בסוג ועוצמת גוף התאורה, צורת התקנתו, שעות הפעילות בו הוא עובד ועוד. בקרה ופיקוח על הביצוע באים לוודא כי היישום בשטח תואם את התכנון המאושר. בצורה זו יעדי החיסכון האנרגטי והכלכלי, כמו גם נוחות העבודה והשמירה על הטבע, יתקבלו כמתוכנן.

הנחיה – הגדרת שעות הפעילות ומשך ההארה

בחירת הגופים בעת הזמנתם ובדיקתם בעת קבלתם:

- בעת בחירת הגופים יושם דגש על התאמת הבחירה לתכנון ולמסגרת התקציבית הרצויה.
- בעת קבלת גופי התאורה מתכנן התאורה של המתקן בליווי מהנדס חשמל מרחבי יודא את התאמת הרכיבים בגופים המסופקים לרשימת הרכיבים בתעודות בדיקה של ת"י 20.

פיקוח עליון:

- במהלך הפרויקט יבוצע פקוח עליון ע"י המתכנן. בתאום עם מנהל הפרויקט יוכנו דו"חות ליקויים, בדיקות ואישור הביצוע. במידת הצורך ייבדקו תכניות AS MADE בסיום הפרויקט. (מפרטים טכניים, מפרט ז')

יבנה מאגר של כלל סוגי המתקנים הקיימים בחברת מקורות המסווגים בהתאם לקריטריונים תפעוליים, ביטחוניים ובטיחותיים כאשר עבור כל סוג מתקן יוצע תכנון תאורה נדרש. בצורה זו בעת תכנון מתקן חדש או שדרוג מתקן קיים, תכנון התאורה הנדרש קיים.

מאגר המתקנים יבנה ע"י מהנדס החשמל הראשי של חברת מקורות בעזרת יועץ תאורה המתמחה בתכנון תאורה

6. הגדרת סדר עדיפויות לטיפול במתקנים מוארים הממוקמים ברגישות אקולוגית גבוהה

במסגרת העבודה נקבע סדר קדימויות לטיפול במתקנים קיימים ומוארים של חברת מקורות הממוקמים בשטחים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה. סדר קדימויות זה נעשה ע"י מיפוי וסווג השטחים הפתוחים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה ברמה הארצית והצלבתם עם נתוני מתקנים המרוחקים ממקומות ישוב (מעל 300 מ') או מכבישים (מעל 50 מ'). זאת מתוך הנחה שתאורת הישוב או הכביש מייתרת את הטיפול הדחוף בתאורת המתקן.

להלן תעדוף השטחים בעלי הרגישות האקולוגית הגבוהה

1. שמורות טבע וגנים לאומיים - תפקידן החשוב של שמורות טבע בשימור המגוון הביולוגי תלוי בשימור משטרי התאורה הטבעיים ולכן הן מקבלות תעדוף עקרוני
2. בתי גידול מאוימים המצויים בתת-ייצוג ברמה הארצית
3. שטחי מקרקעי היער
4. בתי גידול לחים (מעיינות, נחלים, בריכות חורף וכו')
(להרחבה ראה נספח ב')

6. הגדרת סדר עדיפויות לטיפול במתקנים מוארים הממוקמים ברגישות אקולוגית גבוהה

המתקנים המוארים בשטחים אלו חולקו לשתי קבוצות:

1. מתקנים שניתן להשאיר חשוכים בלילה ובמידת הצורך להדליק ע"י בקרה מרחוק או הדלקה וכיבוי מכניים.
2. מתקנים שמסיבה ביטחונית או בטיחותית לא ניתן להחשיכם, אך ניתן לשדרג את התאורה ולצמצם את זיהום האור.

מתקנים באזורי רגישות אקולוגית גבוהה	מרחב דרום	מרחב מרכז	חבל הירדן*	סה"כ מתקנים
מתקנים להחשכה	61	47	7	115
מתקנים לשדרוג תאורה	15	45	16	76
סה"כ מתקנים	76	92	23	191

* מרחב חבל הירדן כולל כמה אתרים גדולים ומורכבים המכילים בשטחם מספר מתקנים (לדוגמה, אתר אשכול).
 ** מרחב צפון נמצא במהלך נרחב של החשכת מתקנים כחלק מעבודה פנימית ולכן לא נכלל במיפוי.

לפירוט סדרי הקדימויות עבור כל מרחב בהתאם לרמת הרגישות האקולוגית, ראו נספח ג'.

חברת מקורות מעוניינת בעתיד להחשיך מתקנים נוספים הסמוכים ליישובים במטרה לקדם חיסכון אנרגטי וכלכלי נרחב יותר.

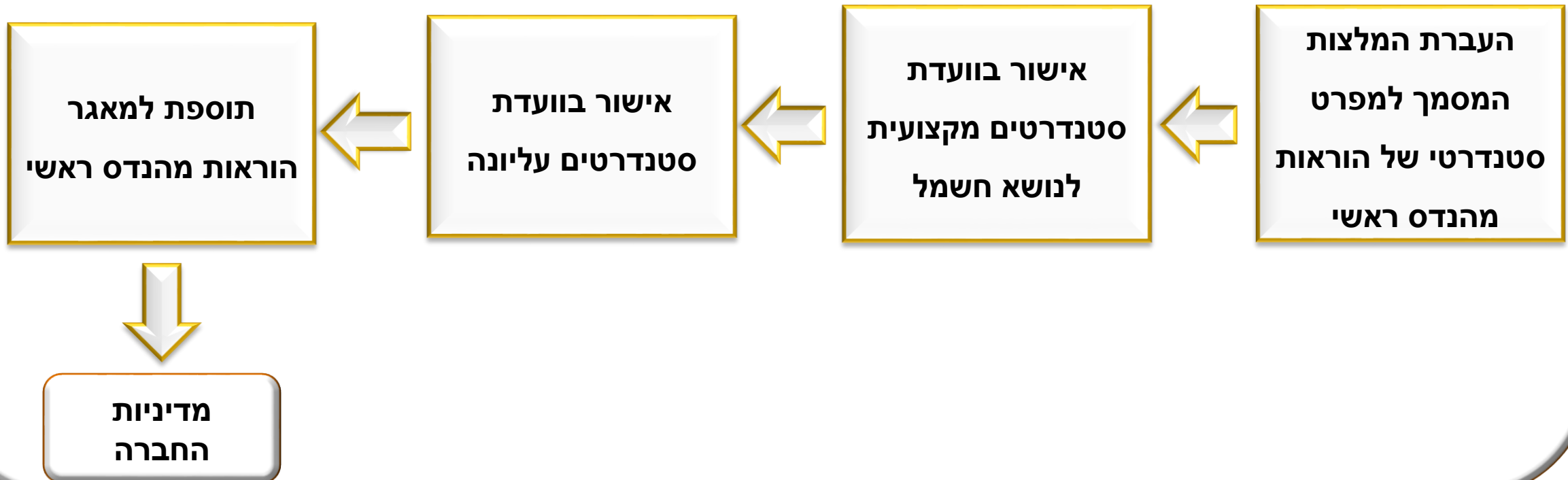
הטמעה

- מבוא
- הצורך בצמצום זיהום האור לאורך כבישים
- עיקרי ההמלצות
- **הטמעה**
- מפרטים טכניים
- נספחים

הטמעת הנחיות לתאורה ידידותית לסביבה במסמכי החברה ופעילותה

הוראות מהנדס ראשי: שילוב המלצות המסמך במפרט הוראות מהנדס ראשי וביצוע בקרה כי ההוראות החדשות מוטמעות בפעילות החברה.

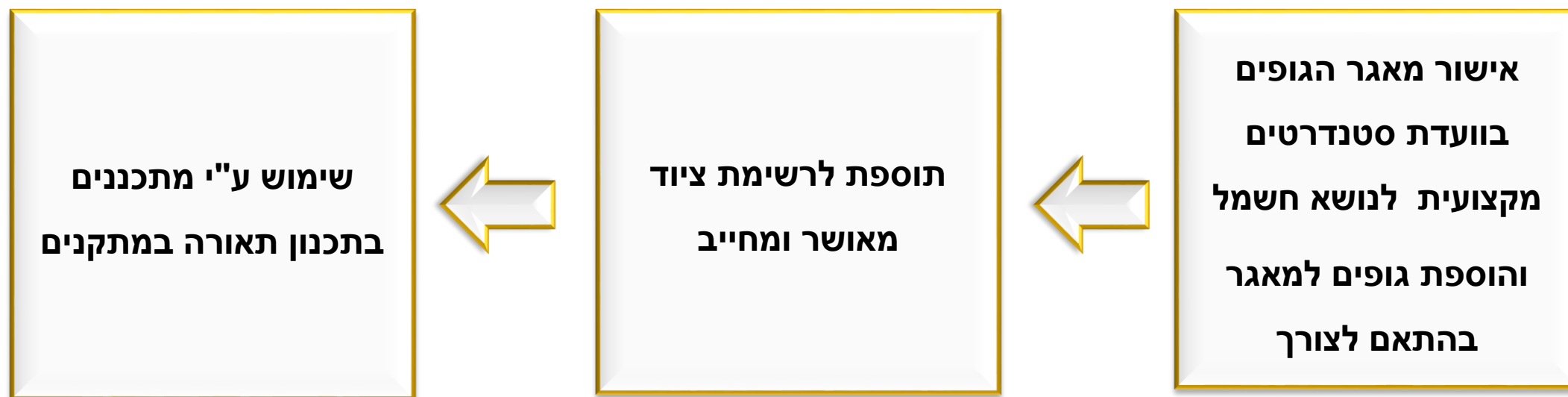
מתווה ליישום ההמלצות במסמך האפיון בהוראות מהנדס ראשי בחברת מקורות:



הטמעת הנחיות לתאורה ידידותית לסביבה במסמכי החברה ופעילותה

מאגר גופי התאורה: אישור מאגר גופי התאורה שנבנה במהלך הפרויקט ושילובו ברשימת הציוד המאושר והמחייב של מקורות. יש לבצע בקרה כי החלפה של גופי תאורה כחלק מתכנון מתקנים חדשים ותחזוקה שוטפת במתקנים קיימים תבוצע מתוך מאגר הגופי התאורה המאושרים.

מתווה לעדכון מאגר גופי התאורה בחברת מקורות:



מאגר סוגי מיתקנים: בנייה של מאגר סוגי מתקנים כאשר עבור כל סוג מתקן יוצע תכנון תאורה העומד בהמלצות המסמך. תכנון תאורה זה ישמש עבור כל תכנון מתקן חדש.

הטמעת הנחיות לתאורה ידידותית לסביבה במסמכי החברה ופעילותה

תכנון תאורה במתקנים חדשים:

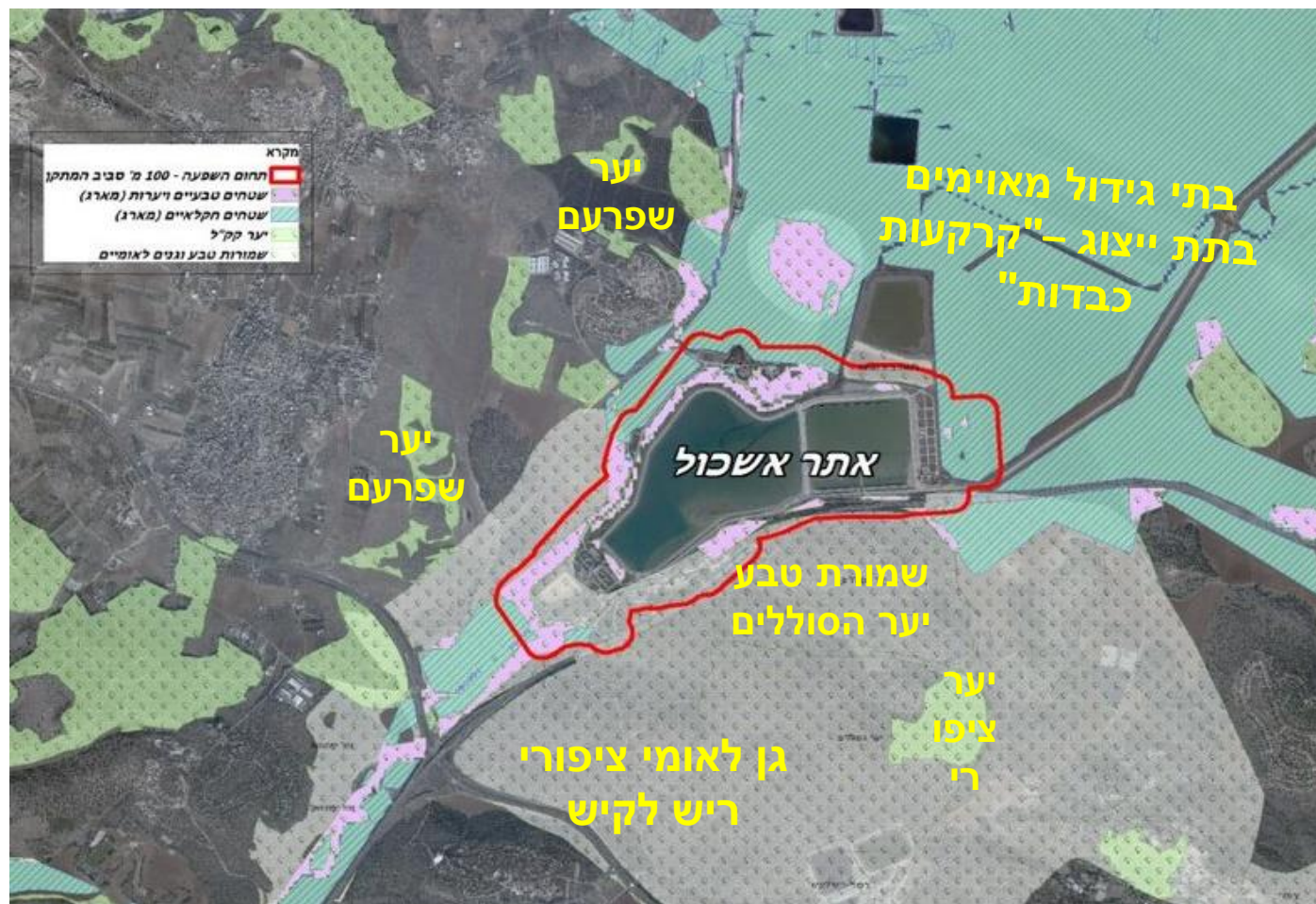
- שילוב נוהל תכנון התאורה (מפרטים טכניים, מפרט א') בתיקי התכנון הסטנדרטיים במקורות והפיכתו לדרישה קבועה בפרויקטים עתידיים.
- ביצוע פיילוט בתכנון מתקן חדש שישווה בין תכנון התאורה המבוצע כיום לבין תכנון התאורה המוצע. מטרת הפיילוט היא לזהות את הפערים בין התכנון הקיים לתכנון מוצע תוך התייחסות ליעילות ההארה, חיסכון אנרגטי וכלכלי כמו גם עלות יועץ התאורה הנדרש ליישום תכנון זה.

החשכה ושדרוג תאורה במתקנים קיימים בשטחים

בעלי רגישות אקולוגית גבוהה:

- יש להטמיע בתוכניות העבודה הרב-שנתיות של מקורות את רשימות המתקנים לטיפול בשטחים שרגישותם האקולוגית גבוהה (נספח ג').
- מקורות נערכת ליצירת סטנדרט ארצי המבוסס על פיקוד מרחוק של המתקנים בהם ישולב גם נושא התאורה. לפיכך, תתוכנן תכנית עבודה סדורה לצורך הטמעת הפיקוד מרחוק, תוך התייחסות לסדרי הקדימויות להחשכת המתקנים.

פיילוט במתקן אשכול – קידום שדרוג תאורה במתקנים קיימים



בשנת 2019 החל פיילוט באתר אשכול המהווה אחד מהאתרים הגדולים של חברת מקורות המורכב מיחידות תפעוליות רבות.

אתר אשכול נמצא במערב בקעת בית נטופה ומהווה דוגמה למתקן הגובל בשטחים שרגישותם האקולוגית גבוהה. מדרום לאתר נמצאת שמורת יער הסוללים המשמרת את שרידי יער אלוני התבור שכיסה את מערב הגליל התחתון. מצפון מצוי עמק אלוביאל (קרקע כבדה) הידוע כנדיר ברמה הארצית אשר חלקו טבעי ובחלקו מתקיים עיבוד חקלאי.

הפיילוט מתמקד בשדרוג התאורה בשני מוקדים - כביש הגישה למשרדים ומאגר המים.

פיילוט במתקן אשכול – קידום שדרוג תאורה במתקנים קיימים

הוכחת החיסכון הכלכלי של הפיילוט תשמש זרז לקידום שדרוג התאורה במתקנים קיימים נוספים כחלק מתקציב החברה שמופנה לחיסכון באנרגיה.

שלבים שבוצעו:

- הוגדרו גופי תאורה המתאימים עבור כל סוג שימוש במתקן והוכן מפרט טכני למכרז (מפרטים טכניים, מפרט ה').
- בוצעו מדידות תאורה לתיעוד מצב קיים טרום שדרוג התאורה.
- בוצע תכנון תאורה עבור כביש הגישה למשרדים ומאגר המים.

שלבים לביצוע:

- יציאה לרכש בהתאם לתכנון המפורט אשר בוצע.
- רכישה והתקנת הגופים תוך התאמת תשתיות חשמל.
- הערכת החיסכון האנרגטי והכלכלי כתוצאה משימוש בגופים יעילים יותר.
- הערכת צמצום ההשפעה הסביבתית ע"י מדידת זליגת האור לשטחים הסמוכים לאחר שדרוג תאורה.

מטרות הפיילוט:

- הערכת החיסכון הכלכלי וההתייעלות האנרגטית הנובעים מהתאמה ושדרוג התאורה.
- הערכת השטח הטבעי שהוחשך כתוצאה מהשדרוג
- יצירת מפרט טכני למכרזים ומאגר גופי תאורה

הצעה למינוי אחראי על מעקב יישום ההמלצות וצוות למעקב ולשת"פ

מומלץ למנות ממונה מתוך החברה שיהיה אחראי על מעקב יישום המלצות הפרויקט בפעילות החברה. כמו כן, מומלץ להקים ועדה למעקב ובקרה אחר הטמעת ההמלצות בפעילות החברה וליצירת ערוץ לשיתוף פעולה בין מקורות לגופים הירוקים, שהרכבו יתבסס על הרכבה של ועדת ההיגוי שליוותה את הפרויקט לצמצום זיהום אור. רצוי לכנס את ישיבות הוועדה אחת לחצי שנה.

תפקידי הממונה:

1. מעקב אחר הטמעת המלצות הפרויקט במסמכי החברה.
2. קידום ומעקב אחר החשכת מתקנים ושדרוג התאורה במתקנים המיועדים לכך.
3. קידום תכניות ההדרכה במקורות.
4. כינוס ישיבות של הוועדה למעקב ובקרה אחת לחצי שנה.
5. ריכוז מידע וניהול משוב לביצוע התאמות בהמלצות המסמך אם נדרש.
6. הפקת דו"ח שנתי להנהלה למעקב אחר היישום לפי מדדי ההצלחה המפורטים להלן (ניתן לשלב במסגרת דו"ח אחריות תאגידית).

תפקידי הוועדה למעקב ובקרה:

1. מעקב אחר יישום המלצות העבודה.
2. יצירת ערוץ להמשך קיום שיתוף פעולה ושיתוף מידע בין נתיבי ישראל לרט"ג, הג"ס והחלה"ט בנושא צמצום זיהום אור לסביבה.
3. לשמש כגוף מייעץ מקצועי לסוגיות שיעלו במהלך הטמעת המלצות המסמך.

מערך ההכשרה וההדרכה

כחלק מהטמעת נושא צמצום זיהום אור לסביבה חשוב לקיים ימי עיון ספציפיים ולשלב תכנים מקצועיים במערך ההכשרה וההדרכה הקיים במקורות

מסגרת ההדרכה	קהל היעד	תכנים
יום עיון ממוקד בנושא צמצום זיהום אור לסביבה	<u>נציגי חטיבת תפעול</u> – מנהלי אזורים, מהנדסי חשמל, מהנדסי סביבה, חשמלאים, קב"טים ונציגי אתרי הפיילוט <u>חטיבת אסטרטגיה ופיתוח</u> – אחראים על תכנון מתקנים חדשים <u>נציגי משרדי תכנון</u> <u>נציגי רשות המים</u> <u>נציגי הגופים הירוקים</u>: רט"ג – פקחי תשתיות, הג"ס – מתכננים סביבתיים, ראש תחום מגוון ביולוגי, חלה"ט – רכזי שמירת טבע	• רקע – השפעות התאורה והצורך בצמצום זיהום אור לסביבה • הצגת מפרט הנחיות התכנון לצמצום זיהום אור והבדלים מההנחיות הקיימות. • דגשים ליישום בצוותי התכנון והצגת המסמכים והכלים הקיימים. • דגשים ליישום בשלב הביצוע.
פגישות פרטניות עם משרדי תכנון	נציגי משרדי תכנון, נציגי חטיבת אסטרטגיה ופיתוח	הצגת השינויים בהוראות מהנדס ראשי והדרישות הנלוות ממשרדי התכנון.

מדידה ודיווח על התקדמות הטמעת המלצות העבודה במסמכי החברה ובפעילותה

הצלחת יישום ההנחיות לתאורה ידידותית לסביבה תימדד ע"י מעקב אחר הטמעת ההמלצות במסמכי החברה ופעילותה, באמצעות הטבלה המוצעת להלן:

מס"ד	המלצת העבודה	סטטוס יישום ההמלצות	יישום (חלקי/מלא)
	מינוי ממונה האחראי על יישום המלצות הפרויקט והקמת ועדת מעקב ובקרה		
	הקמת ועדה למעקב ובקרה וכינוסה אחת לחצי שנה		
	הטמעת ההמלצות לתאורה ידידותית לסביבה במפרט הוראות מהנדס ראשי		
	קיום פגישות עם משרדי תכנון בשיתוף יחידת התכנון		
	כינוס וועדת הסטנדרטים המקצועית לנושא חשמל וועדת סטנדרטים עליונה לאישור ההוראות החדשות		
	אישור מאגר גופי התאורה בוועדת סטנדרטים מקצועית לנושא חשמל ושילובה ברשימת הצידוד המאושר והמחייב של מקורות		
	ביצוע בקרה כי נעשה שימוש בגופי תאורה ממאגר הגופים הן בתכנון מתקן חדש והן בשדרוג מתקן קיים		
	בניית מאגר של סוגי מתקנים עבורם יוצע תכנון תאורה נדרש		
	שילוב סדרי הקדימויות לטיפול במתקנים הממוקמים באזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה בתכניות העבודה הרב שנתיות של המרחבים		
	סיום הפיילוט במתקן אשכול והסקת מסקנות		
	ביצוע פיילוט תכנון תאורה במתקן הנמצא בשלבי תכנון מתקדמים		
	קיום יום עיון ממוקד במקורות בנושא צמצום זיהום אור לסביבה		

מפרטים טכניים

- מבוא
- הצורך בצמצום זיהום האור לאורך כבישים
- עיקרי ההמלצות
- הטמעה
- מפרטים טכניים
- נספחים

מפרטים טכניים

מפרט א' - נוהל תכנון תאורה	1
מפרט ב' - נוהל לבדיקת תכנון התאורה במתקן	2
מפרט ג' - נוהל קבלת מתקן	3
מפרט ד' - התאמת עוצמת ההארה לסוגי השימושים	4
מפרט ה' - קווים מנחים להגדרת מפרט טכני לגופי תאורה ובנית מאגר גופי תאורה סטנדרטיים	5
מפרט ו' - מאגר גופי תאורה	6
מפרט ז' - נוהל לבחינת התכנון הפוטומטרי	7
מפרט ח' - נוהל לביצוע פיקוח עליון ע"י מתכנן התאורה	8

1. תכנון ראשוני:

1.1 בחירת שיטת הארה רצויה:

1.1.1 לכל סוג שימוש במתקן יוצעו שיטות הארה אפשריות ומקורות אור מתאימים בהתאם לדרישות הפונקציונליות והאדריכליות. שיטת הארה תיבחר ע"י המתכנן והמזמין.

1.2 התאמת עוצמת הארה:

1.2.1 תבוצע חלוקה, על ידי המתכנן והמזמין, של סוגי השימושים^{*} הקיימים במתקן, ביניהם: כבישים, רחבות, מגרשים, תאורת גדר ועוד כמו גם הגדרה של "שטח טבעי/ פתוח שאינו מיועד להארה" - הן בתוך המתקן, והן בשטח הפתוח הצמוד למתקן.

1.2.2 דרישות תאורה יוגדרו ויישמו עבור כל סוג שימוש בהתאם לדרישות תקני התאורה לפי תקן ישראלי: ת"י 12464-2, ת"י 1838 ות"י 13201 (ראה מפרט ד' – הגדרת דרישות תאורה ע"פ תקינה ישראלית).

1.2.3 אין לתכנן תאורת יתר מעבר למקסימום המפורט בתקנים (ת"י 12464-2, ת"י 1838 ות"י 13201).

1.2.4 העמודים יתוכננו בגובה נמוך ככל האפשר.

נוהל תכנון תאורה – שלבים לתכנון מתקן תאורה

1.2.5. במתקנים בהם נדרשת תאורה מבחינה ביטחונית, ביניהם לצורכי מצלמות אבטחה, התאורה תתוכנן בהתאם לדרישות הבאות :

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

נוהל תכנון תאורה – שלבים לתכנון מתקן תאורה

1.2.6. במתקנים בהם קיים כביש הדורש הארה, שדרוג התאורה יענה על הדרישות הבאות:

תאורת הכביש (עם כיוון התקנת הגוף):

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

עוצמת הארה אנכית מקסימלית 1.5 מ' גובה	מרחק מגוף התאורה	
	גובה העמודים	גובה העמודים
	6-8 מטר	3.5 - 5 מטר
1 לוקס	12 מטר	12 מטר
0.3 לוקס	20 מטר	18 מטר
0.1 לוקס	35 מטר	25 מטר

תאורת הכביש (תאורה אחורית):

עוצמת הארה אופקית מקסימלית	מרחק מגוף התאורה
1 לוקס	7 מטר
0.3 לוקס	8 מטר
0.1 לוקס	10 מטר

עוצמת הארה אנכית מקסימלית בגובה 1.5 מ'	מרחק מגוף התאורה
1 לוקס	5 מטר
0.3 לוקס	6 מטר
0.1 לוקס	8 מטר
0 לוקס	10 מטר

1.2.7. אזורים אשר אינם מיועדים להארה בתוך ומחוץ למתקן כגון: שטחים פתוחים, שטחים טבעיים וכד' יסומנו בצורה ברורה בתכנון

התאורה כ"אזורים חשוכים לשימור".

נוהל תכנון תאורה – שלבים לתכנון מתקן תאורה

1.3 שילוב פרמטרים סביבתיים בתכנון התאורה :

1.3.1. ייעשה שימוש בגופי תאורה מסוג Full cut off (G5 ו-G6, עלפי הסיווג האירופי).

1.3.2 גופי התאורה יותקנו בזוויות הטיה $TILT=0$ כברירת מחדל, מותרת סטייה של עד $5^\circ \pm$ בתנאי העדר פליטת האור כלפי מעלה במצב זה.

1.3.3 ייעשה שימוש במקורות אור בעלי גוון אור חם, כאשר טמפרטורת צבע האור תהיה $2700 \pm 10\%$ קלווין, וזאת על-מנת לצמצם השפעות פוטוביולוגיות סביבתיות בלתי רצויות.

1.4 שילוב פרמטרים כלליים בתכנון התאורה:

1.4.1 התכנון יכלול התייחסות לפרמטרים הבאים: נוחות העבודה, דרישות אדריכליות, העברת צבעים נכונה, מחיר ההתקנה והתחזוקה וחסכון באנרגיה.

1.5 שימושים זהים יוארו בשיטה זהה ובעזרת גופי תאורה זהים.

1.6 במידת הצורך יוכן דו"ח המפרט את הדברים, לרבות השוואת עלויות לקונפיגורציות השונות.

2. התאמת גופי תאורה:

2.1 המתכנן יציע גופי תאורה מתאימים לכל סוגי השימושים:

2.1.1 לפחות 80% מסך גופי התאורה יבחרו ממאגר גופי התאורה של חברת מקורות. בהתאם למפרט ו' מאגר גופי תאורה.

2.2 שילוב אפשרויות בקרה של תאורת המתקן:

2.2.1 בקרה מקומית – שילוב מפסק להדלקה וכיבוי מקומי של תאורת המתקן.

2.2.2 בקרה מרכזית - במידה ויוחלט על שילוב מערכת בקרה לתאורת המתקן, יבוצע שימוש בממשק תקשורת תקני, מבוסס פרוטוקול תקשורת DALI בהתאם לדרישות תקן IEC62386. יתוכנן ע"י מתכנן החשמל בתאום עם המזמין.

3. חישובים פוטומטריים למתקן תאורה:

3.1 יבוצעו חישובי תאורה עבור כל המתקן (בהתאם למפרט ז' – נוהל לבחינת התכנון הפוטומטרי), ותיערך השוואה ביניהם. החישוב יעשה על המתקן כולו, לא על קטע מדגמי בלבד.

3.2 החישובים יבוצעו בעזרת תוכנות AGI.

3.3 במידה ותתוכנן מערכת לתאורת חירום – יש לבצע חישובי תאורה עבור כל האזורים הרלוונטיים לתאורת חירום בנפרד.

4. תכנון תאורה מפורט:

- 4.1 המתכנן יבצע שרטוט של כל המתקן ומיקומם של כלל הגופים המתוכננים, זאת על בסיס תכנית עדכנית של המתקן אשר יועבר ע"י המזמין.
- 4.2 בעת שימוש בגופי תאורה שאינם מצויים במאגר הגופים המאושר, יוכן מפרט טכני לגופי התאורה המתוכננים אשר יבוצע בהתאם למפרט ה' - קווים מנחים לאפיון מפרט טכני לגופי תאורה.
- 4.3 גופי התאורה יעמדו בדרישות הפרמטרים הסביבתיים המופיעים בסעיף 1.3.
- 4.4 המתכנן יכין כתבי כמויות הכוללים: הנחיות לתהליך בחירת גופי תאורה, שווי ערך, איכות ואומדנים של גופי התאורה.
- 4.5. במידת הצורך יימסרו המלצות לחיבורי חשמל, חלוקה למעגלים והמלצות לשילוב חיישנים ובקרת תאורה.

5. בחירת הגופים בעת הזמנתם ובדיקתם בעת קבלתם:

5.1 בעת בחירת הגופים יושם דגש על התאמת הבחירה לתכנון ולמסגרת התקציבית הרצויה.

5.2 בעת קבלת גופי התאורה יוודאו את התאמת הרכיבים בגופים המסופקים

לרשימת הרכיבים בתעודות בדיקה של ת"י 20.

6. פיקוח עליון:

6.1 במהלך הפרויקט יבוצע פיקוח עליון ע"י המתכנן בהתאם לנוהל בדיקה מדגמית בשטח, מפרט ח'. בתאום עם מנהל הפרויקט יוכנו

דו"חות ליקויים, בדיקות ואישור הביצוע. במידת הצורך ייבדקו תוכניות AS MADE בסיום הפרויקט.

הטבלה להלן מאפשרת מעקב אחר הטמעת נוהל תכנון התאורה המפורט במפרט א'.

מס'	נושא	כן/לא
1.	בוצע תכנון ראשוני אשר כלל:	
	הוגדרו "שטחים טבעיים/ פתוחים שאינם מיועדים להארה	
	הצגת מס' שיטות הארה עבור כל סוג שימוש במתקן	
	נבחרו התקנים ומקדמי ההארה המתאימים	
	שילוב כלל הפרמטרים הסביבתיים והכללים	
	שימושים זהים מוארים בשיטה זהה	
2.	נבחנה רגישות ביטחונית ודרישת תאורה ספציפית	
	הוצעו גופי תאורה המתאימים לסוגי השימושים הקיימים במתקן	
	לפחות 80% מגופי התאורה נבחרו ממאגר גופי התאורה	
3.	נעשה שילוב של מערכת בקרה (מקומית / מרכזית)	
	בוצעו חישובי תאורה	
	נעשתה השוואה בין שיטות ההארה השונות, במידה וקיימות	
	בוצעו חישובי תאורת חירום- הוכחה לעמידה בדרישות הרלוונטיות	
מס'	נושא	כן/לא
4.	בוצע תכנון תאורה מפורט אשר כלל:	
	שרטוטים	
	מפרט טכני	
	כתב כמויות	
	אומדנים	
5.	חתימה על תוכנית ע"י מתכנן בהתאם לדרישות	
	בוצעה בדיקה של תוכניות התאורה אל מול תוכניות האדריכל, מתכנן החשמל והקב"ט	
6.	בוצע ניסוי תאורה, במידה ונדרש	
	ניתן אישור קב"ט במידת ונדרש	
	אישור הגופים	
7.	בוצע פיקוח עליון על הביצוע, לרבות בדיקת הגופים בהספקה	

קווים מנחים לבדיקת גופי תאורה בהספקתם לאתר – נוהל קבלת מתקן

בדיקה זו נועדה לאמת כי הגופים על רכיביהם המסופקים בשטח תואמים לדגם והרכיבים אשר אושרו ע"י המזמין.

מס'	פרמטר לבדיקה	נדרש בשלב התכנון	התקבל באתר
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.	מפרט טכני של גוף התאורה (מיצרן)		
9.	שטף האור הנפלט מגוף התאורה (לומן)		
10.	ת"י 20		
11.	קבוצת סיכון על פי ת.ב. ת"י/IEC 62471, RG		
12.	IP		
13.	ספקטרום האור		
14.	CRI		
15.	טמפרטורת צבע		
16.	דרגת הגנה מפני הלם חשמלי – בידוד כפול או הארקה		
17.	התקן הגנה מנחשולי מתח בסיווג של 10KV/10KA (פירוט בתעודת התאמה לת"י 20)		
18.	הוראות התקנה ותחזוקה		
19.	כבל, שקע תקע מוגן מים ו- IP66 לפחות – בדיקה אופציונאלי		

התאמת עוצמת ההארה לסוגי השימושים – תמצית דרישות הארה על פי ת"י 13201

עבור כבישים פנימיים בהם מהירות הנסיעה המותרת היא מעל 30 קמ"ש:

כבישים אלו יוארו בהתאם לדרישות ת"י 13201 – עלפי דרגה ME5 ו-S3 כפי שמוצג בטבלאות מטה. במידה ותתוכנן מערכת בקרה, יש להתאים את התכנון לרמה אחת גבוהה יותר. תוספת עוצמת הארה אופקית הנדרשת בצמת הינה 30%.

סימון	ערך
E_m	עוצמת ההארה המתוחזקת הממוצעת
U_0	אחידות הארה מינימלית
R_{GL}	הבהיקות מכסימלית
R_a	מקדם מסירת צבע מינימלי

Table 3 — S-series of lighting classes

Class	Horizontal illuminance	
	$\bar{E}$ in lx ^a [minimum maintained]	E_{min} in lx [maintained]
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1
S5	3	0,6
S6	2	0,6
S7	performance not determined	performance not determined

^a To provide for uniformity, the actual value of the maintained average illuminance may not exceed 1,5 times the minimum $\bar{E}$ value indicated for the class.

Table 1a — ME-series of lighting classes

Class	Luminance of the road surface of the carriageway for the dry road surface condition			Disability glare	Lighting of surroundings
	$\bar{L}$ in cd/m ² [minimum maintained]	U_0 [minimum]	U_1 [minimum]	Tl in % ^a [maximum]	SR^{2b} [minimum]
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	no requirement

^a An increase of 5 percentage points in Tl can be permitted where low luminance light sources are used. (see note 6)

^b This criterion can be applied only where there are no traffic areas with their own requirements adjacent to the carriageway.

התאמת עוצמת ההארה לסוגי השימושים – תמצית דרישות הארה על פי ת"י 13201

עבור כבישים פנימיים בהם מהירות הנסיעה המותרת היא מעל 30 קמ"ש:

באזורים בהם קיימת חשיבות גבוהה לזיהוי תווי פנים, יש לתכנן בהתאם לרמה EV5 בטבלה מטה. זאת בהתאם לדרישות הקב"ט ומצלמות האבטחה:

Table 6 — EV-series of lighting classes

Vertical plane illuminance	
Class	$E_{v,min}$ in lx [maintained]
EV1	50
EV2	30
EV3	10
EV4	7,5
EV5	5
EV6	0,5

התאמת עוצמת ההארה לסוגי השימושים – תמצית דרישות הארה על פי ת"י 13201

עבור כבישים פנימיים בהם מהירות הנסיעה המותרת היא מתחת ל 30 קמ"ש: עוצמות ההארה ייקבעו בהתאם למפורט בטבלאות מטה:

Table 1 — Grouping of lighting situations				
Typical speed of main user km/h	User types in the same relevant area			Sets of lighting situations
	Main user	Other allowed user	Excluded user	
> 5 and ≤ 30	Cyclists	Pedestrians	Motorised traffic Slow moving vehicles	C1
	Motorised traffic Pedestrian		Slow moving vehicles Cyclists	D1
		Slow moving vehicles Cyclists		D2
	Motorised traffic Cyclists	Slow moving vehicles Pedestrians		D3
	Motorised traffic Slow moving vehicles			D4
Walking speed	Cyclists Pedestrians			
	Pedestrians		Motorised traffic Slow moving vehicles Cyclists	E1
		Motorised traffic Slow moving vehicles Cyclists		E2

התאמת עוצמת ההארה לסוגי השימושים – תמצית דרישות הארה על פי ת"י 13201

עבור כבישים פנימיים בהם מהירות הנסיעה המותרת היא מתחת ל 30 קמ"ש: עוצמות ההארה ייקבעו בהתאם למפורט בטבלאות מטה:

Table A.10 — Recommended selection from range

Conflict area	Complexity of visual field	Parked vehicles	Ambient luminance					
			Low		Medium		High	
			Traffic flow cyclists		Traffic flow cyclists		Traffic flow cyclists	
			Normal	High	Normal	High	Normal	High
No	Normal	Not present	←	0	←	0	0	0
		Present	0	→	0	→	→	→
	High	Not present	0	0	0	0	0	0
		Present	0	0	→	→	→	→
Yes			→ ^a					

^aFor conflict areas, luminance is the recommended design criterion. However, where viewing distances are short and other factors prevent the use of luminance criteria, illuminance may be used. Comparable CE classes to recommended ME classes can be found in Table 3.

A.6 Lighting situations — set C1

Table A.11 — Recommended lighting classes

Geometric measures for traffic calming	Crime risk	Facial recognition	Traffic flow cyclists					
			Normal			High		
			←	0	→	←	0	→
No	Normal	Unnecessary	S6	S5	S4	S5	S4	S3
		Necessary	S5	S4	S3	S4	S3	S2
	Higher than normal		S4	S3	S2	S3	S2	S1
Yes			S3	S2	S1	S3	S2	S1

Alternative A classes of comparable lighting level to recommended S classes can be found in Table 4. Additional ES and EV classes to recommended S classes can be found in Table 5.

Table A.12 Recommended selection from range

Ambient luminance		
Low	Medium	High
←	0	→

התאמת עוצמת ההארה לסוגי השימושים – תמצית דרישות הארה על פי ת"י 13201

עבור כבישים פנימיים בהם מהירות הנסיעה המותרת היא מתחת ל 30 קמ"ש: עוצמות ההארה ייקבעו בהתאם למפורט בטבלאות מטה:

A.7 Lighting situations — sets D1 and D2

Table A.13 — Recommended lighting classes

Geometric measures for traffic calming	Crime risk	Facial recognition	Difficulty of navigational task	Traffic flow pedestrians					
				Normal			High		
				←	0	→	←	0	→
No	Normal	Unnecessary	Normal	CE5	CE5	CE4	CE5	CE4	CE3
			Higher than normal	CE5	CE4	CE3	CE4	CE3	CE2
		Necessary	Normal	CE4	CE4	CE4	CE4	CE4	CE3
			Higher than normal	CE4	CE4	CE3	CE4	CE3	CE2
	Higher than normal	Normal	CE4	CE4	CE3	CE4	CE3	CE3	
		Higher than normal	CE4	CE3	CE2	CE3	CE2	CE2	
Yes				Choice as above, but select ≤ 4 only at area of traffic calming					
Additional ES and EV classes to recommended CE classes can be found in Table 5									

Table A.14 Recommended selection from range

Ambient luminance		
Low	Medium	High
←	0	→

התאמת עוצמת ההארה לסוגי השימושים – תמצית דרישות הארה על פי ת"י 13201

עבור כבישים פנימיים בהם מהירות הנסיעה המותרת היא מתחת ל 30 קמ"ש: עוצמות ההארה ייקבעו בהתאם למפורט בטבלאות מטה:

A.8 Lighting situations – sets D3 and D4

Table A.15— Recommended lighting classes

Geometric measures for traffic calming	Parked vehicles	Difficulty of navigational task	Traffic flow pedestrians and cyclists					
			Normal			High		
			←	0	→	←	0	→
No	Not present	Normal	S6	S5	S4	S5	S4	S3
		Higher than normal	S5	S4	S3	S4	S3	S2
	Present	Normal	S5	S4	S3	S4	S3	S2
		Higher than normal	S4	S3	S2	S3	S2	S1
Yes			Choice as above, but select ≤ 4 only at area of traffic calming					
Alternative A classes of comparable lighting level to recommended S classes can be found in Table 4. Additional ES and EV classes to recommended S classes can be found in Table 5.								

Table A.16 — Recommended selection from range

Complexity of visual field	Crime risk	Facial recognition	Ambient luminance		
			Low	Medium	High
Normal	Normal	Unnecessary	←	0	0
		Necessary	←	0	→
	Higher than normal		0	→	→
High	Normal	Unnecessary	0	0	0
		Necessary	0	→	→
	Higher than normal		→	→	→

התאמת עוצמת ההארה לסוגי השימושים – תמצית דרישות הארה על פי ת"י 13201

עבור כבישים פנימיים בהם מהירות הנסיעה המותרת היא מתחת ל 30 קמ"ש: עוצמות ההארה ייקבעו בהתאם למפורט בטבלאות מטה:

A.9 Lighting situations — set E1

Table A.17 — Recommended lighting classes

Crime risk	Facial recognition	Traffic flow pedestrians					
		Normal			High		
		←	0	→	←	0	→
Normal	Unnecessary	S6	S5	S4 ^a	S5	S4	S3 ^a
	Necessary	S5	S4	S3 ^b	S4	S3	S2 ^b
Higher than normal		S3	S2	S1 ^b	S2	S1	CE2 ^b

^a Alternative A classes of comparable lighting level to recommended S classes can be found in Table 4.

^b Additional ES and EV classes to recommended S and CE classes can be found in Table 5.

Table A.18 — Recommended selection from range

Ambient luminance		
Low	Medium	High
←	0	→

Class	Horizontal illuminance	
	$\bar{E}$ in lx ^a [minimum maintained]	E_{min} in lx [maintained]
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1
S5	3	0,6
S6	2	0,6
S7	performance not determined	performance not determined

^a To provide for uniformity, the actual value of the maintained average illuminance may not exceed 1,5 times the minimum $\bar{E}$ value indicated for the class.

התאמת עוצמת ההארה לסוגי השימושים – תמצית דרישות הארה על פי ת"י 12464-2

Table 5.1 — General requirements for areas and for cleaning at outdoor work places

Ref. no.	Type of area, task or activity	$\bar{E}_m$ lx	U_o –	R_{GL} –	R_a –	Specific requirements
5.1.1	Walkways exclusively for pedestrians	5	0,25	50	20	
5.1.2	Traffic areas for slowly moving vehicles (max. 10 km/h), e.g. bicycles, trucks and excavators	10	0,40	50	20	
5.1.3	Regular vehicle traffic (max. 40 km/h)	20	0,40	45	20	At shipyards and in docks, R_{GL} may be 50
5.1.4	Pedestrian passages, vehicle turning, loading and unloading points	50	0,40	50	20	
5.1.5	Cleaning and servicing	50	0,25	50	20	All relevant surfaces

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	

התאמת עוצמת ההארה לסוגי השימושים – תמצית דרישות הארה על פי ת"י 12464-2

Table 5.10 — Oil and other chemical industries

Ref. no.	Type of area, task or activity	$\overline{E}_m$ lx	U_o —	R_{GL} —	R_a —	Specific requirements
5.10.1	Handling of servicing tools, utilization of manually regulated valves, starting and stopping motors, lighting of burners	20	0,25	55	20	
5.10.2	Filling and emptying of container trucks and wagons with risk free substances, inspection of leakage, piping and packing	50	0,40	50	20	
5.10.3	Filling and emptying of container trucks and wagons with dangerous substances, replacements of pump packing, general service work, reading of instruments	100	0,40	45	40	
5.10.4	Fuel loading and unloading sites	100	0,40	45	20	
5.10.5	Repair of machines and electric devices	200	0,50	45	60	Use local lighting

Table 5.15 — Water and sewage plants

Ref. no.	Type of area, task or activity	$\overline{E}_m$ lx	U_o —	R_{GL} —	R_a —	Specific requirements
5.15.1	Handling of service tools, utilization of manually operated valves, starting and stopping of motors, piping packing and raking plants	50	0,40	45	20	
5.15.2	Handling of chemicals, inspection of leakage, changing of pumps, general servicing work, reading of instruments	100	0,40	45	40	
5.15.3	Repair of motors and electric devices	200	0,50	45	60	

קווים מנחים להגדת מפרט טכני לגופי תאורה ובנית מאגר גופי תאורה

המאגר ייבנה בשיתוף עם יועץ תאורה/חשמל המתמחה בכך. הדרישות יכללו התייחסות לפרמטרים טכניים, איכותיים וסביבתיים, כמתואר לעיל:

1. פרמטרים מנהליים של ספקי הציוד:

- איכות וניסיון היצרן
- איכות וניסיון הספק בארץ
- ניסיון עם המוצר בארץ ובעולם
- המשכיות הייצור ועוד

2. פרמטרים סביבתיים ופרמטרים טכניים של הציוד:

- ייעשה שימוש בגופי תאורה מסוג Full cut off (G5 ו-G6, עלפי הסיווג האירופי) בהם הקרינה תהיה עד 95 מעלות מעל לאופק, כמוגדר ב- EN13201-2.
- יעשה שימוש במקורות אור בעלי גוון אור חם, כאשר טמפרטורת צבע האור תהיה $2700 \pm 10\%$ קלווין.
- מומלץ להתייחס לבטיחות החשמלית, מכנית ופוטוביולוגית, התאמה לתנאים קורוזיביים ו/או טמפרטורת הסביבה, תאימות אלקטרומגנטית, אורך חיים ושרידות ועוד כפי שמפורט במפרט משרד הבינוי, פרק מתקני חשמל 08.

3. פרמטרים כלכליים:

- התאמה לקריטריונים כלכליים המאפשרים זמן החזר השקעה סביר בהשוואה אל אורך חיי המוצר ותשואה כלכלית נאותה.

קווים מנחים להגדת מפרט טכני לגופי תאורה ובנית מאגר גופי תאורה

דוגמא: פרמטרים מנהליים של ספקי הציוד

המציע יצרף את האישורים הבאים:

1. אישור ממכון מוסמך, כדוגמת מכון התקנים הישראלי, טכניון וכו', המעיד כי ארגונו של המציע בארץ בעל מערכת איכות מאושרת לתקן ISO- 9001:2008, בתחום של "מערכות תאורה ותחום החשמל" (יש לצרף אישור או תעודה בתוקף).
2. כנ"ל, עבור היצרן - אישור ממכון מוסמך מחו"ל, במידה והיצרן בחו"ל.
3. כתב הסמכה מאת יצרן גופי התאורה או מאת נציגו הרשמי בארץ, אשר מסמיך את המציע למתן שרות, אחריות, חלפים ותמיכה טכנית בארץ של גופי התאורה, לתקופה של 5 שנים לפחות (יש להציג כתב הסמכה רשמי).
4. הצהרת היצרן בארץ או בחו"ל כי הוא הבעלים של זכויות הקניין של גופי התאורה וכי אין כל מניעה או הגבלה על הצעת המציע למזמין. במקרים בהם זכויות הקניין בגופי התאורה שייכות לצד שלישי, יפורט הדבר בהצהרה, בתוספת הסבר מקור זכותו של המציע להציע למזמין את גופי התאורה. כמו כן, יתחייב המציע כי ישפה את המזמין בכל מקרה של תביעת צד שלישי הקשורה בגופי התאורה המוצעים על ידו.
5. הצהרת היצרן בארץ או בחו"ל שכל רכיבי גופי התאורה המוצעים הינם ביצור שוטף וכי אין כל כוונה להפסקה מתוכננת של ייצורם.
6. הצהרה כי המציע הינו בעל ניסיון, לפחות בשלוש השנים האחרונות, בביצוע תכנון תאורה, יצור ו/או אספקת גופי תאורה.

קווים מנחים להגדת מפרט טכני לגופי תאורה ובנית מאגר גופי תאורה

7. הצהרה כי המציע הינו בעל זיכיון בארץ, לפחות בשלוש השנים האחרונות, לאספקת גופי תאורה, של יצרן הגופים המוצעים על ידו.
8. אישור ר"ח המעיד על היותו בעל מחזור שנתי עסקי בסך של 1,000,000 ₪ לפחות (לא כולל מע"מ), בכל אחת משלוש השנים האחרונות.
9. הצהרה עם פירוט ניסיון מוכח של יצרן גופי התאורה באספקת גופי תאורה מבוססי LED, אשר הותקנו במערב אירופה ו/או בארה"ב (יש לוודא שהציוד מיועד לתדר ומתח הרשת בארץ), בכמות של 500 יחידות לפחות במהלך השנים 2014-2016. נדרשת הרשימה כמפורט להלן:
 - אתרים שבהם בוצעה ההתקנה
 - כמות, הספק, דגם גופי התאורה, תאריך ההתקנה, שם יצרן גוף התאורה ושם המתקין
 - דגם והספק מקורות האור (LED) שסופקו בהתקנה זו, כולל שם יצרן ה-LED,
 - שם איש קשר ומס' טלפון באתרים הנ"ל.
10. מסמך עם פרטי איש קשר קבוע בחברת המציע למתן תמיכה טכנית. בעל התפקיד יהיה עם ניסיון מוכח של 3 שנים לפחות בהתקנת גופי תאורה ויכולת מוכחת לערוך חישובים פוטומטריים רלוונטיים.
11. המציע ימלא את כל הנדרש ב"טבלת ריכוז דרישות ונתונים טכניים".

קווים מנחים להגדת מפרט טכני לגופי תאורה ובנית מאגר גופי תאורה

דוגמא: מפרט טכני לגופי תאורה עם נורות לד (LED)

1. גופי התאורה יהיו ייעודיים למערכות תאורת לד (דיודה פולטת אור LED – DIODE EMITTING LIGHT).
2. לכל גוף תאורה יהיה התקן מתאים לפיזור החום של הנורה.
3. כל הרכיבים האלקטרוניים (דרייברים, מגיני נחשולי מתח וכו') יתאימו לסוג הלד ולהספקה ויסופקו כמכלול (הגוף עם הציוד).
4. כל נורות הלד, ספקי הכוח, בקרים ודרייברים אשר מותקנים בגופי תאורה זהים, יהיו זהים ומתוצרת אותו יצרן.
5. גוף תאורה יעמוד בדרישות ת"י 20 חלק 1 ובנוסף בדרישות של ת"י 20 חלק 2 הרלוונטי. בדיקות העמידה בדרישות יבוצעו תחת מתח ויתאים לטמפרטורות סביבה של 10°C - עד 35°C , במידה ותעודת הבדיקה של מת"י מתבססת על תעודת בדיקה של CB - יש לצרפה במלואה.
6. גוף התאורה יתאים לדרישות ת"י/IEC 62471, קבוצת סיכון (RISK GROUP) 0.
7. גוף התאורה יהיה בעל דרגת הגנה IP65 לפחות לתאי הציוד החשמלי והציוד האופטי.
8. מקדם מסירת הצבע לתאורת חוץ יהיה לפחות 70.
9. כל נורות הלד יהיו בעלות בהיקות, עוצמה וגוון זהים (תינתן התחייבות היצרן לתהליך ה-binning).

קווים מנחים להגדת מפרט טכני לגופי תאורה ובנית מאגר גופי תאורה

10. גוון האור של גופי התאורה יהיה בעל גוון אור חם, כאשר טמפרטורת צבע האור תהיה $2700 \pm 10\%$ קלווין. זאת על-מנת לצמצם השפעות פוטוביולוגיות סביבתיות בלתי רצויות ומבלי לפגוע ברמת הבטיחות והכדאיות הכלכלית.
11. התאורה תהיה בעלת גופי תאורה מסוג Full cut off (G5 ו-G6, עלפי הסיווג האירופי) בהם הקרינה תהיה עד 95 מעלות מעל לאופק, כמוגדר ב- EN13201-2.
12. אורך חיי נורת לד כאשר היא מותקנת בגוף התאורה, יהיה 50,000 שעות לפחות, בטמפרטורת סביבה של 35°C (לפי קטלוג היצרן). מותרת ירידת שטף האור עד 80% וכשל של עד 20% מסך הנורות (L80/F20), בהתאם לתקנים הרלוונטיים ובזרם העבודה המתוכנן.
13. מערכת ההפעלה האלקטרונית (Driver) תאפשר תאורה קבועה ויציבה, ללא תלות בשינויים במתח הרשת הנומינלי ($\pm 10\%$). מקדם ההספק של המערכת יהיה 0.92 לפחות בעומס מלא או בכל מצבי העמסום האפשריים. משך חיי מערכת ההפעלה תהיה 50,000 שעות לפחות, בהתקנה בתוך גוף התאורה בהעמסה מלאה (לפי קטלוג היצרן).
14. גוף תאורת חוץ יהיה בעל דרגת הגנה מפני הלם חשמלי מסוג II.
15. גוף תאורה יעמוד בכל הדרישות לתאימות אלקטרומגנטית.
16. גוף תאורת חוץ יצויד בהתקן הגנה בפני מתחי יתר בין המופע לבין האפס, ובין המופע והאפס לבין המעטפת המתכתית ל-10kV/10kA.

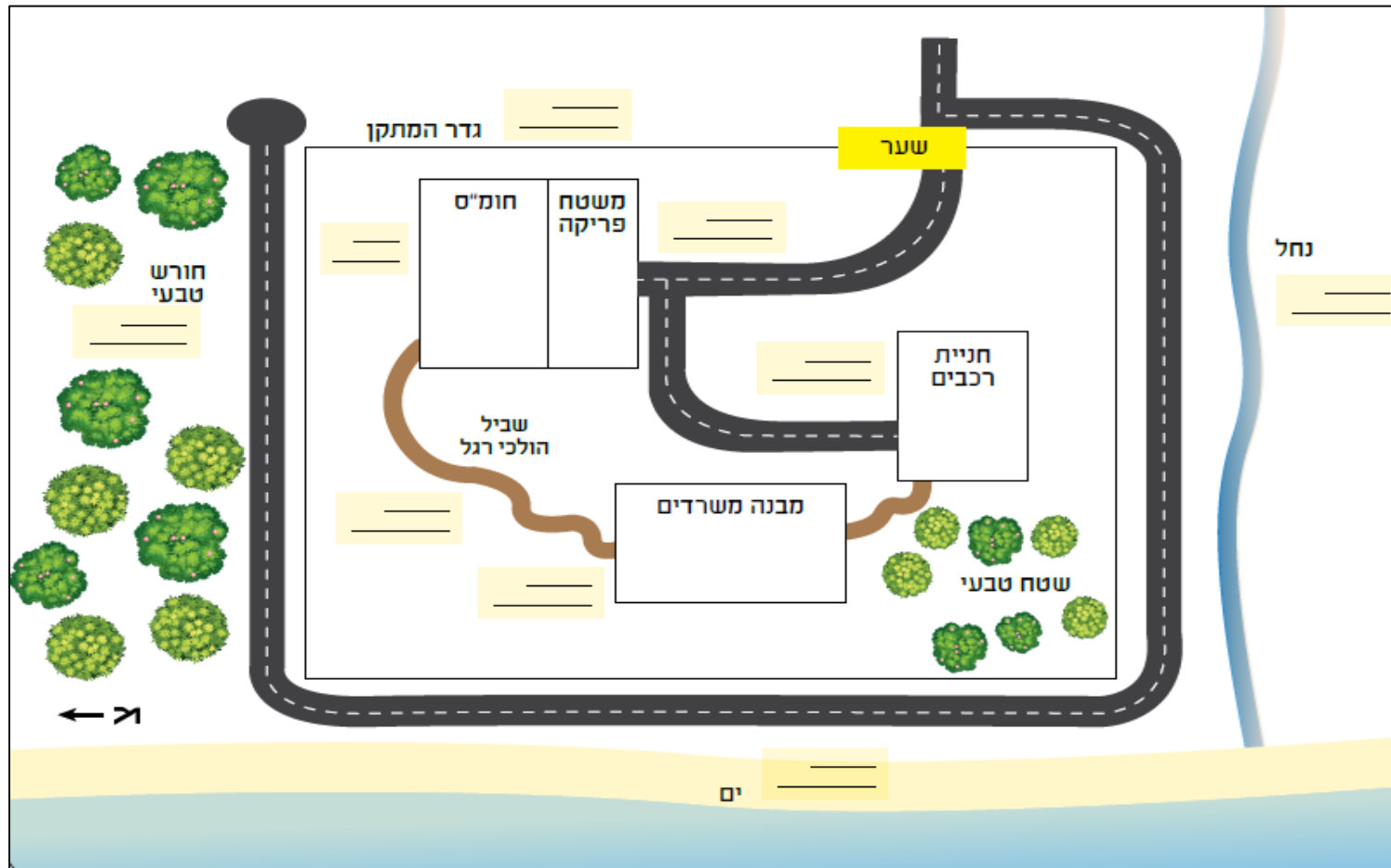
קווים מנחים להגדת מפרט טכני לגופי תאורה ובנית מאגר גופי תאורה

16. לכל גופי התאורה (אופציה) מערכת בקרה להדלקה/כיבוי/עמעום בהתאם לתרחיש המוכתב מראש.
17. כל המערכות האופטיות יהיו חלק אינטגרלי של גוף התאורה ויסופקו על-ידי יצרן גוף התאורה כמכלול אחד עם הגוף. מפזרי אור (עדשות, רפפות, לוברים ורפלקטורים) יהיו בעלי התכונות הבאות:
 - א. עשויים זכוכית או חומרים תרמופלסטיים כבים מאליהם העמידים בפני השפעות קרינה ותנאים סביבתיים.
 - ב. יחזקו אל גוף התאורה באמצעים מתאימים ומקוריים של יצרן גופי התאורה, בצורה בת קיימא שתאפשר החלפת רכיבים בקלות.
19. לכל גוף תאורה יצורף קטלוג של יצרן הגוף, הכולל את הנתונים הבאים:
 - א. גוף תאורה: שם היצרן, מק"ט היצרן, שם דגם, תיאור, נתונים טכניים, חומרי בנייה, דרגות הגנה, מבנה מפורט של גוף התאורה.
 - ב. לדים: שם יצרן, מק"ט יצרן, סוג הלד, הספק הלד, אורך חיים נומינלי, שטף אורי תחילי, יעילות אורית, גוון, מקדם מסירת צבע.
 - ג. דו"ח פוטומטרי (יעילות אורית, עקומת פילוג, עוצמת אור) ונתונים פוטומטריים על גבי מדיה דיגיטלית בפורמט IES או LDT.
 - ד. שם יצרני הרכיבים החשמליים המאושרים על-ידי יצרן גוף התאורה ויצרן הנורות, מק"ט יצרנים ונתונים טכניים – טמפרטורות הפעלה, מקדם כופל הספק, נצילות וכו'.
 - ה. הוראות התקנה
 - ו. הוראות תחזוקה

קווים מנחים להגדת מפרט טכני לגופי תאורה ובנית מאגר גופי תאורה

20. אופציה - המתקן יופעל בעזרת מערכת ההפעלה מבוססת פרוטוקול תקשורת DALI בהתאם לדרישות תקן IEC62386. למערכת בקרה יצורף מפרט ודוגמא לחישוב טכנו-כלכלי מפורט המצביע על היכולות לחסון באנרגיה. תעודת בדיקה של גופי תאורה לת"י 20 לג"ת (אם וכאשר ייבחרו) תכלול פירוט הציוד בהתאם.

על תכנון התאורה להתאים את גופי התאורה לסוגי השימושים במתקנים



מאגר גופי תאורה כולל מספר "משפחות" של גופי תאורה המתאימים לסוגי השימושים השונים במתקנים קיימים ומתוכננים של חברת מקורות, כמפורט מטה:

חנייה וכבישים

גדר ושערים

מדרכות, מעברים להולכי רגל

מבנים

מחסנים / סככות

מאגרי מים

מודולים ומטמ"שים (מפעל לטיפול במי שטיפה)

להלן רשימת משפחות גופי התאורה עבור השימושים המפורטים

גופי תאורה אלו ישמשו לתכנון המפורט של התאורה במתקני מקורות ויישומי. הגופים עומדים בעוצמות ההארה המפורטות בנוהל תכנון תאורה, (מפרטים טכניים, מפרט א').

* עבור מתקנים גדולים ו/או מורכבים – התכנון המפורט יבוצע ע"י מתכנן תאורה ייעודי.

* עבור מתקנים קטנים בהם נדרשת התאמה של פוטומטריה/עוצמת הארה בלבד - התכנון יבוצע ע"י נציגי ספק מקצועיים⁴.

סוג שימוש	גוון האור	דגם מוצע (I)		דגם מוצע (II)		דגם מוצע (III)	
		יצרן	דגם/פוטומטריה	יצרן	דגם/פוטומטריה	יצרן	דגם/פוטומטריה
כביש / חניה / שערים / רחובות / גדר / מאגר / מטמ"ש / מודולים	2,700K	Intec	Future ver B	Le tehnika	Luxtella OP A	Vizulo	Stork Little Brother LO2
שביל	2,700K	Intec	Future ver B	Le tehnika	Luxtella OP A	Vizulo	Stork Little Brother LO2
מבנה	2,700K	AGC	Hipack Wall	Thorn	Piazza II LED		
מחסנים/סככות	2,700K	Thorn	FEROZ Heavy duty version	IBV	Xtrude 790 Lite version		

יבוצע לאחר חישוב התאורה

מס'	דרישה	תוצאה
1.	דגם גוף התאורה (לספק קטלוג טכני מקורי)	
2.	מק"ט יצרן	
3.	הספק צריכה בהעמסה מלאה	
4.	גוון האור	
5.	גובה עמוד התאורה	
6.	מרחק בין העמודים	
7.	כמות הפנסים לקטע הנתון	
8.	הספק צריכה בהעמסה מלאה לקטע הנתון	
9.	תפוקת האור של גוף התאורה	Lumen=
10.	מקדם הפחתה	%=
11.	עוצמת הארה ממוצעת מתוחזקת, הסטייה המותרת היא $\pm 10\%$ למפורט בדרישות/ תקן	E_{av} =
12.	אחידות פיזור E_{max}/E_{min}	U_1 =
	אחידות פיזור E_{av}/E_{min}	U_2 =
13.	בהיקות ממוצעת מינימלית	L_{av} =
14.	אחידות מינימלית	U_0 =
	אחידות אורכית מינימלית	U_1 =
15.	סך סינוור מקסימלי	TI=
16.	Lighting of surrounding	SR=

יבוצע לאחר חישוב התאורה

מס'	דרישה	תוצאה
1.	דגם גוף התאורה (לספק קטלוג טכני מקורי)	
2.	מק"ט יצרן	
3.	הספק צריכה בהעמסה מלאה	
4.	גוון האור	
5.	גובה עמוד התאורה	
6.	מרחק בין העמודים	
7.	כמות הפנסים לקטע הנתון	
8.	הספק צריכה בהעמסה מלאה לקטע הנתון	
9.	תפוקת האור של גוף התאורה	Lumen=
10.	מקדם הפחתה	%=
11.	עוצמת הארה ממוצעת מתוחזקת, הסטייה המותרת היא $\pm 10\%$ למפורט בדרישות/ תקן	E_{av} =
12.	אחידות פיזור E_{max}/E_{min}	U_1 =
	אחידות פיזור E_{av}/E_{min}	U_2 =
13.	בהיקות ממוצעת מינימלית	L_{av} =
14.	אחידות מינימלית	U_0 =
	אחידות אורכית מינימלית	U_1 =
15.	סף סינוור מקסימלי	TI=
16.	Lighting of surrounding	SR=

יבוצע לאחר התקנת התאורה בשטח.

הפרמטר לבדיקה	הציוד המאושר בהגשות המכרז	הציוד המסופק בשטח	מתאים כן/לא	הערות
טמפ' צבע				
CRI				
ספקטרום				
פליקר				
עוצמת הארה ממוצעת (בהתאמה ל חישוב)				
אחידות ממוצעת U_0 (בהתאמה ל חישוב)				

נספחים

- מבוא
- הצורך בצמצום זיהום האור לאורך כבישים
- עיקרי ההמלצות
- הטמעה
- מפרטים טכניים
- נספחים

זיהום האור, תאורת מתקני מקורות והשפעות על הסביבה הטבעית

מאז שהחלו החיים על פני כדור הארץ, היו המחזוריות היממית, הירחית והעונתית של התאורה הטבעית אות חשוב לחיזוי השינויים הסביבתיים. חלק ניכר ממגוון המינים העולמי הסתגל במהלך האבולוציה לפעילות לילית – 30% מהחולייתנים ומעל ל-60% מחסרי החוליות (Kyba et al., 2011). מחזוריות התאורה הטבעית הניעה התפתחות של תופעות ביולוגיות מהרמה המולקולרית ועד רמת המערכת האקולוגית: תפקוד מערכות מטבוליות ופיזיולוגיות, התנהגות פרטים והסתגלויות, פיזור גאוגרפי של מגוון מינים ועוד.

מאז המצאת המאור החשמלי בשלהי המאה ה-19 האדם המודרני אינו תלוי עוד במחזורי תאורה טבעיים. קצב חיים מואץ וצריכה כדרך חיים דחפו אותנו להרחיב את שעות הפעילות שלנו אל תוך שעות החושך, ללא תלות בעונת השנה. תוצר לוואי של פעילותו הלילית של האדם הינו האור המלאכותי. במהלך 100 השנים האחרונות אנו עדים לשימוש נרחב בנורות חשמליות, המשבש את משטרי התאורה הטבעיים, שהיו עד אז מקצבים יציבים לאורך תקופות גאולוגיות ואבולוציוניות ארוכות.

צילומי לוויין של התאורה הלילית של כדור הארץ הם עדות לתפוצתו רחבת ההיקף של המין האנושי והשפעותיו על המערכות האקולוגיות בכדור הארץ. כבר לפני כשני עשורים מעל 99% מאוכלוסיית ארה"ב והאיחוד האירופי וכ-66% מאוכלוסיית העולם התגוררו בשטחים ששמי הלילה בהם מוארים מעל סף המוגדר כזיהום (Cinzano et al., 2001). בשנת 2010 נחשפו כ-22.2% מרצועות החוף בעולם לזיהום אור, למעט אנטארקטיקה (Davies et al., 2014). בישראל, במרכז הארץ קשה לזהות אזורים שאינם סובלים מזיהום אור, כמו כן נמצא כי עוצמות התאורה בשטחים הפתוחים בישראל בכלל ובשמורות הטבע בפרט, עולות בהדרגה עם הזמן (וייל ולידר, 2010).

זיהום האור, תאורת מתקני מקורות והשפעות על הסביבה הטבעית

בסביבה טבעית הוכחו השפעות של זיהום אור על אקולוגיה התנהגותית ועל אקולוגיה של חברות. נמצא כי השפעות מתאפיינות בשינויים ביכולת ההתמצאות – חוסר יכולת להתמצא או התמצאות שגויה, משיכה לאזור חשוף לאור או התרחקות ממנו. שינויים אלו עשויים להשפיע גם על שיחור מזון, רבייה, נדידה, תקשורת, תחרות ויחסי טורף-נטרף. להשפעות המצטברות של שינויי התנהגות הנגרמים כתוצאה מזיהום אור על יחסי טורף-נטרף יש פוטנציאל ליצירת הפרעות בתפקודי המערכת האקולוגית.

כדוגמה ניתן להסתכל על שינויים קיצוניים בנדידה אנכית של זואופלנקטון (יצורים מיקרוסקופיים החיים במים), המושפעת מאור. באזורים מוארים יימנעו הזואופלנקטון מתזונה בפני השטח בלילה, דבר שעלול להביא לעלייה בנוכחות מזונם, אצות חד-תאיות, ולפגוע באיכות מי הים (Longcore & Rich, 2004).

תאורת לילה מלאכותית זו הינה בעלת השפעה מכרעת על הביולוגיה והאקולוגיה של בעלי חיים בטבע. זיהום אור משפיע על תהליכים רבים להם האור משמש משאב ומקור מידע:

- ❖ יצרנות ראשונית
- ❖ חלוקת זמני פעילות
- ❖ תיקון והבראה של תפקודים פיזיולוגיים
- ❖ מדידת זמן באמצעות השעון הצירקדי
- ❖ מחזורי ירחיים ועונתיים
- ❖ איתור משאבים ואויבים טבעיים
- ❖ ניווט והתמצאות במרחב

זיהום האור, תאורת כבישים והשפעות על הסביבה הטבעית



צילום: גילי גוזני

לאור הירח ישנה השפעה עמוקה על הפיזיולוגיה של צמחים ובע"ח רבים. עוצמת אור ירח מלא בשמי לילה נקיים מעננים היא כ-0.27 לוקס, בקו הרוחב הגיאוגרפי של ישראל. ערך זה משמש להגדרת הגבול העליון של עוצמת האור בה מומלץ להאיר שטחים פתוחים טבעיים בפרויקטים הכוללים תכנון תאורה, והוא מבוסס על הידע המדעי הרב שנצבר על תפקידו של הירח כ"גורם ביולוגי מפעיל". לדוגמא, לאור הירח השפעה על סנכרון רביית אלמוגים, שינוי התנהגות במכרסמים וזוחלים, שינוי דפוסי פעילות של עטלפים ועוד.

זיהום האור, תאורת כבישים והשפעות על הסביבה הטבעית



צבי ים מקננים לאורך חופים חוליים. תאורה לאורך החוף עלולה למנוע מנקבות צבי ים לעלות אל החוף ולהטיל את ביציהן. תאורה מלאכותית היא קטלנית במיוחד עבור צבי ים צעירים הבוקעים מהביצים ועוזבים את הקינים, לרוב בלילה ומנווטים עצמם לכיוון הים שהוא המקום הבהיר ביותר באופק. מקורות אור מלאכותיים ביבשה מושכים לכיוונם את הצבים הצעירים דבר הגורם פעמים רבות לתמותה מתשישות, התייבשות, טריפה או דריסה.

הגדרת שטחים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה

רגישות השטח	מצב התאורה במתקן כיום	פתרון מוצע	סוגי השטחים בעלי רגישות אקולוגית	הסיבה לבחירת השטחים הרגישים	רשימת מקורות
שטחים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה	מואר	החשכת המתקנים או שדרוג התאורה בהתאם לשיקולי ביטחון	1. שמורות טבע וגנים לאומיים	אזורים המהווים שטחים פתוחים המייצגים היטב מערכות אקולוגיות ערכיות, מוגנות ומנוהלות ברמת שימור גבוהה. כמו כן, תפקידן החשוב של שמורות טבע בשימור המגוון הביולוגי תלוי בשימור משטרי התאורה הטבעיים ולכן הן מקבלות תעדוף עקרוני	- לידר (2008) - LoNNe Statement for NPAs (2016)
			2. בתי גידול מאוימים. יחידות אקולוגיות בתת-ייצוג ברמה הארצית.	בתי גידול מאוימים הינם יחידות אקולוגיות בעלות חשיבות גבוהה לשמירה על המגוון הביולוגי המייצג אזורים נדירים ומאוימים.	- רותם ועמיתיו (2016) - רון ועמיתיה (2019)
			3. יערות / מקרקעי ייעור	שטחי יער טבעי ונטע אדם המנוהלים ע"י קק"ל וכוללים בחלקם ערכי טבע ייחודיים. הרגישות האקולוגית של שטחי היער חולקה לשתי רמות, אך ההתייחסות אליהן בטיפול בתאורה יהיה זהה: א- יער טבעי לשימור (חורש טבעי, שיחים ובני שיח), יער פארק קיים ומוצע ויער בגדות נחלים. ב- יער נטע אדם, שטחים מעובדים ומטעים.	אסם ועמיתיו (2014)
			4. בתי גידול לחים (מעיינות, נחלים, בריכות חורף וכו')	בתי גידול התומכים במגוון ביולוגי רחב של חי וצומח אקווטי, נדיר בחלקו, ומושכים בעלי חיים יבשתיים רבים העושים בהם שימוש לתנועה במרחב, תזונה, שתיה ורבייה. לזיהום אור השפעות שליליות על תהליכי רבייה, תנועה, טריפה ועוד (למשל, במיני דו-חיים).	
	חשוך	שמירה על המתקנים חשוכים בהתאם לשיקולי ביטחון	כנ"ל	כנ"ל	

סדרי קדימויות מוצעים לטיפול במתקנים קיימים

במסגרת העבודה נעשה ניתוח ברמה הארצית של מתקני מקורות קיימים בשטחים ברמת רגישות אקולוגית גבוהה בהם קיימת תאורה כיום (אך מרוחקים מעל 300 מ' ממקומות ישוב או מעל 50 מ' מכבישים). בטבלאות הבאות, המחולקות על פי המרחבים בהם פועלת חברת מקורות, מסודרים המתקנים לפי סדר קדימויות להחשכה או לשדרוג התאורה וצמצום זיהום אור על פי המלצות המסמך. מתקנים המיועדים לשדרוג התאורה הינם מתקנים אשר לא אושרו להחשכה מסיבות ביטחוניות.

בטבלאות בעמודים הבאים המספור בעמודת רמת הרגישות האקולוגית מתייחס באופן הבא: 1 - שמורות טבע וגנים לאומיים; 2 - בתי גידול מאוימים בשטחים טבעיים; 3 - בתי גידול מאוימים בשטחים חקלאיים; 4 – יערות ומקרקעי ייעור.

מומלץ להטמיע את סדר הקדימויות המוצע בתכניות העבודה הרב-שנתיות של המרחבים השונים. חשוב להדגיש, שמעבר לטבלאות המצורפות ישנם מתקנים קיימים מוארים נוספים הממוקמים בשטחים הפתוחים.

סדרי קדימויות מוצעים לטיפול במתקנים קיימים – מרחב מרכז

מתקנים מוארים הניתנים להחשכה (לפי סדר עדיפות)

סדר עדיפות לטיפול	שם מתקן מקורות	מספר המבנה	סוג המתקן	רמת הרגישות האקולוגית
1	כוכב השחר 1	1562030	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (1 + 2)
2	מודיעין 4	3022063	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (1 + 4)
3	אשתאול 3	3022023	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (1 + 4)
4	שרון צפוני 10א	2082028	קידוח הפקה	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (2, 3, 4)
5	תל מונד 18	2102011	קידוח הפקה	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (2, 3, 4)
6	מעיינות קנה דר	1562071	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי
7	בקעות 1	1562021	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 + 3)
8	סמוע 1	2302017	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 + 3)
9	בקעות 2	1562033	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 + 3)
10	יבנה 18	3172023	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 + 3)
11	שורק 8א	3012071	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 + 3)
12	לוד 30	3052085	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 + 3)
13	אחיסמך 1	3052103	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 + 3)
14	סידון גזר 1	3055911	תחנת שאיבה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 + 3)
15	זמורות 4א	3162057	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 + 3)
16	כפר מנחם	4.5E+07	מתקן העברה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 + 3)
17	שער מנשה 1	2012043	החדרה	אזור רגישות אחד (2) - בתי גידול בסכנה
18	רמונים 1	1562066	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (2) - בתי גידול בסכנה
19	נ.ח.רובין 19	3942021	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (2) - בתי גידול בסכנה
20	קו רביעי לירושלים	3023149	צומת אביזרים	שני אזורי רגישות אקולוגית (3 + 4)
21	עור תחתא	2295055	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
22	שחמה	3175001	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
23	מודיעין 1 למתיתיהו	3025046	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
24	נען	3015006	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
25	שרון צפוני 22	2082029	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
26	עזריקם 3	3152038	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
27	גבעתי למחצבה	3155014	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
28	עזריקם ב' סוכנות'	3155114	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
29	גבעתי	3155004	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה

30	ראשי קווים למסילת צין ולמבוא חורון	3053130	צומת אביזרים	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
31	ניצנים	3165007	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
32	נוגה מושב לדרום	99000	מתקן העברה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
33	שדה יואב לדרום	99088	מתקן העברה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
34	שרון דרומי 33	2312039	קידוח החדרה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
35	לוד 18	3052032	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
36	צריפין	3055004	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
37	אסף הרופא	3055019	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
38	נקז מזרחי 20	3162082	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
39	חפץ חיים	3415034	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
40	לוד 25	3052050	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
41	מודיעין 3	3022062	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (4) - מקרקעי ייעור
42	כ.אוריה	3025004	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (4) - מקרקעי ייעור
43	הראל	3025005	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (4) - מקרקעי ייעור
44	זכריה	3194004	ברכה	אזור רגישות אחד (4) - מקרקעי ייעור
45	אשתאול 7	3022067	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (4) - מקרקעי ייעור
46	כ.אוריה 11	3022064	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (4) - מקרקעי ייעור
47	עג'ר 10	3192012	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (4) - מקרקעי ייעור

סדרי קדימויות מוצעים לטיפול במתקנים קיימים – מרחב מרכז

מתקנים מוארים בהם ניתן לשדרג את התאורה (לפי סדר עדיפות)

סדר עדיפות לטיפול	שם מתקן מקורות	מספר המבנה	סוג המתקן	רמת הרגישות האקולוגית
1	לטרון	3054014	ברכה	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (1, 2, 3)
2	לטרון	3025035	תחנת שאיבה	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (1, 2, 3)
3	מור	3174001	ברכה	שני אזורי רגישות אקולוגית (1 ו-2)
4	הלר	3024040	ברכה	שני אזורי רגישות אקולוגית (1 ו-4)
5	הלר 2	3024055	ברכה	שני אזורי רגישות אקולוגית (1 ו-4)
6	הלר	3025036	תחנת שאיבה	שני אזורי רגישות אקולוגית (1 ו-4)
7	מצפה יריחו 5	1562075	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי
8	חולדה חדשה	3025054	תחנת שאיבה	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (2, 3, 4)
9	חולדה אילון	3025002	תחנת שאיבה	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (2, 3, 4)
10	גיתית 1	1562026	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 ו-3)
11	גיתית 1	1565018	תחנת שאיבה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 ו-3)
12	תעוז	3024030	מאגר	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 ו-3)
13	ג'וליס	3164001	ברכה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 ו-3)
14	ג'וליס	3165001	תחנת שאיבה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 ו-3)
15	עמק חפר צפוני	2134002	מאגר	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 ו-3)
16	מאגר עמק חפר צ	2135007	תחנת שאיבה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 ו-3)
17	לוד 9	3052009	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 ו-3)
18	גרנות ב	3415107	תחנת שאיבה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 ו-3)
19	עמק חפר דרומי	2134001	מאגר	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 ו-3)
20	גרנות א	3415007	תחנת שאיבה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 ו-3)
21	פדיה צפוני	3414002	מאגר	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 ו-3)
22	פדיה דרומי	<Null>	מאגר	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 ו-3)
23	נערן (עוג'ה) 3	1562052	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (2) - בתי גידול בסכנה
24	פצאל 4	1562023	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (2) - בתי גידול בסכנה
25	זיתא	2285009	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
26	עיינות	3015009	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה

סדרי קדימויות מוצעים לטיפול במתקנים קיימים – מרחב דרום

מתקנים מוארים הניתנים להחשכה (לפי סדר עדיפות)

סדר עדיפות	שם מתקן מקורות	מספר המבנה	סוג המתקן	רמת הרגישות האקולוגית
1	ציקלג 2	3302024	קידוח הפקה	ארבעה אזורי רגישות אקולוגית (4, 3, 2, 1)
2	גבעות להב	3305029	תחנת שאיבה	ארבעה אזורי רגישות אקולוגית (4, 3, 2, 1)
3	סמר 2א + 12	3332356 + 3332376	קידוח הפקה	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (3, 2, 1)
4	תחנת לוציפר	2295016		שלושה אזורי רגישות אקולוגית (4, 2, 1)
5	בר' יתיר	3264029	ברכה	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (4, 2, 1)
6	יורקעם 2א	3322045	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 + 1)
7	תח' הר קרן	3325035	תחנת שאיבה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 + 1)
8	עץ יתב 6+16+116	3332129+3332341+3332366	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (2 + 1)
9	שיזפון 1+11 + מסנני שיזפון 1, 11, אגני אוורור	3332288+3332299+5000573	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת סבע/גן לאומי
10	קטורה 7	3332310	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת סבע/גן לאומי
11	פארן 129+29	3332387+3332386	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת סבע/גן לאומי
12	מסנני קטורה 6, 7 + בר' קטורה	3334019+3336069	ברכה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת סבע/גן לאומי
13	ברכת מצפה סירים	3334052	ברכה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת סבע/גן לאומי
14	בר' עץ עופרים	3334055	ברכה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת סבע/גן לאומי
15	תחנה קטורה 9, 19	3335100	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת סבע/גן לאומי
16	נחל זוהר 15	3332329	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת סבע/גן לאומי
17	קטורה 6	3332264	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת סבע/גן לאומי
18	תפרח לבאר שבע	3265042	תחנת שאיבה	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (4, 3, 2)
19	ציקלג 3	3302028	קידוח הפקה	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (4, 3, 2)
20	שוקת 3	3262107	קידוח הפקה	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (4, 3, 2)
21	שוקת 6	3262128	קידוח הפקה	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (4, 3, 2)
22	ברכת תפרח	3314001	ברכה	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (4, 3, 2)
23	שמחה סילוק קולחים	3415032	תחנת שאיבה	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (4, 3, 2)
24	תח' שמעה	2305009	תחנת שאיבה	שני אזורי רגישות אקולוגית (3 + 2)
25	ציקלג 1	3302023+3304009	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (3 + 2)
26	בוס' אשכולות	3305032	תחנת שאיבה	שני אזורי רגישות אקולוגית (3 + 2)
27	רביבים 2	3322027	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (3 + 2)
28	תחנת רביבים	3325031	תחנת שאיבה	שני אזורי רגישות אקולוגית (3 + 2)
29	גרופית 4	3332136	קידוח הפקה	שני אזורי רגישות אקולוגית (3 + 2)

סדרי קדימויות מוצעים לטיפול במתקנים קיימים – מרחב דרום

מתקנים מוארים בהם ניתן לשדרג את התאורה (לפי סדר עדיפות)

סדר עדיפות	שם מתקן מקורות	מספר המבנה	סוג המתקן	רמת הרגישות האקולוגית
1	חצבה 3א	3332247	קידוח הפקה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי
2	בר' קול אמריקה + קול אמריקה מותפלים	3334092	בריכה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי
3	תח' פארן	3335035	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי
4	שזפון קד' לשיטה	3335079	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי
5	מתפיל עידן	3336671	מתקן התפלה	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי
6	מאגר תפרח - שטח המאגר	<Null>	מאגר	שלושה אזורים רגישות אקולוגית (2, 3, 4)
7	יוטבתה 11	3332022	קידוח הפקה	שני אזורים רגישות אקולוגית (3 ו- 4)
8	מאגר ערד	3264041		שני אזורים רגישות אקולוגית (3 ו- 4)
9	מאגר דימונה	3324061	מאגר	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
10	חצבה 12+ בר' מים מותפלים חצבה	3332106+3334120	קידוח הפקה+ בריכה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
11	תחנת שמחה	3415004	תחנת שאיבה	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
12	בר' צפית 1	3324026		אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
13	בר' צפית 2	3324027		אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
14	בר' צפית 3	3324055		אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה
15	בר' צפית 4	3324056		אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה

סדרי קדימויות מוצעים לטיפול במתקנים קיימים – חבל הירדן

מתקנים מוארים הניתנים להחשכה (לפי סדר עדיפות)

סדר עדיפות	שם מתקן מקורות	מספר המבנה	רמת הרגישות האקולוגית
1	תח' מתקן טיפול במי שטיפה אשכול	25004	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (3, 2, 1)
2	מתקן טיפול במי שטיפה אשכול	26004	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (3, 2, 1)
3	מבנה דיגום S5 (מתקן אשכול)	26019	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (3, 2, 1)
4	תחנת רקת	15303	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי
5	מתקן בוצה (מתקן אשכול)	20002	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי
6	תח' קולחי אשכול דרום	25003	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי
7	מבנה דיגום S4/8 (מתקן אשכול)	26018	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי

סדרי קדימויות מוצעים לטיפול במתקנים קיימים – חבל הירדן

מתקנים מוארים בהם ניתן לשדרג את התאורה (לפי סדר עדיפות)

סדר עדיפות	שם מתקן מקורות	מספר המבנה	רמת הרגישות האקולוגית
1	תחנה למתקן בוצה	23002	שלושה אזורי רגישות אקולוגית (1, 2, 3)
2	מבנה ניטור ביולוגי אשכול	16145	שני אזורי רגישות אקולוגית (1 ו-2)
3	מאגר למים מסוננים	24002	שני אזורי רגישות אקולוגית (1 ו-2)
4	מיכל איזון אשכול	26023	שני אזורי רגישות אקולוגית (1 ו-2)
5	תח' שאיבה למים מסוננים	25001	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי
6	חדר דיגום בבר' השקטה	16183	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי
7	בר' השקטה	14023	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי
8	תחנת נור	15000	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי
9	אחוז מעינות נור	1192001	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי
10	תחנת ספיר 1-3	15001	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי, סמוך למתקן חח"י
11	חדר דיגום בתח' ספיר 1 - 3	16168	אזור רגישות אחד (1) - שמורת טבע/גן לאומי, סמוך למתקן חח"י
12	מתקן סינון מרכזי	26000	אזור רגישות אחד (2) - בתי גידול בסכנה
13	תחנת צלמון	15002	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה, סמוך למתקן חח"י
14	חדר דיגום בתח' צלמון	16247	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה, סמוך למתקן חח"י
15	בר' מי קרור צלמון	16197	אזור רגישות אחד (3) - בתי גידול בסכנה, סמוך למתקן חח"י

- אסם, י., ברנד, ד., טאובר, י., פרבולוצקי, א., צורף, ח. (2014). תורת ניהול היער בישראל-מדיניות והנחיות לתכנון ולממשק היער. הקרן הקיימת לישראל.
- לידר, נ. (2008). השלכות אקולוגיות של תאורת כבישים בישראל והצעות לפתרון. פרסומי חטיבת מדע. רשות הטבע והגנים.
- וייל, ג., לידר, נ. (2010). ניתוח מרחבי של זיהום אור באמצעות חישה מרחוק. רשות הטבע והגנים
- רותם, ד., וייל, ג., וולצ'אק, מ., אמיר, ש. (2016). מידת ייצוגן של יחידות אקולוגיות טבעיות בשטחים המוגנים בישראל. אקולוגיה וסביבה 23-7(1): 16.
- רון, מ., פרלברג, א., רומם, א., הופמן, א., כגן, ג., גרא, ע., רמון, א., צוער, א. (2019) חלוקת הנגב ודרום מדבר יהודה (מחוז דרום של רט"ג) ליחידות אקולוגיות. שלב 2 – דו"ח סופי. יחידת סקרי טבע ונוף, מכון דש"א.
- Cinzano et al. (2001). The first World Atlas of the artificial night sky brightness. Mon. Not. R. Astron. Soc. 328, 689–707.
- Davies, T.W., Duffy, J.P., Bennie, J, Gaston, K.J. (2014). The nature, extent, and ecological implications of marine light pollution. Frontiers in Ecology and the Environment 12: 347–355.
- IDA –International Dark-Sky Association, <https://www.darksky.org/our-work/conservation/idsps/parks/>.
- Kyba, C.C.M., Ruhtz, T., Fischer, J., Hölker, F. (2011). Cloud coverage acts as an amplifier for ecological light pollution in urban ecosystems. *PLoSOne*, 6, e17307.
- Longcore, T., Rich, C. (2004). Ecological light pollution. Frontiers in Ecology and the Environment 2: 191–198.