תאורה ידידותית לסביבה בחברת נתיבי ישראל

דו"ח מסכם | מרץ 2020

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

נתיבי ישראל
החברה הלאומית לתשתיות תחבורה

רשות הטבע והגנים

המשרד להגנת הסביבה

החברה להגנת הטבע
שומרים. מחנכים. אוהבים

צוות העבודה:

ד"ר אלדד אלרון - ריכוז הפרויקט ואקולוגיה

אלכס גולדין - יועץ תאורה

ליהי ברקן - רכזת עסקים ומגוון ביולוגי, החברה להגנת הטבע

ועדת היגוי:

ארז סיקסיק, מנהל אגף אחזקה, חטיבת תפעול ואחזקה, נתיבי ישראל

אסף פלוס, מנהל אגף תכנון, חטיבת פיתוח, נתיבי ישראל

עדי גמליאל, מנהל אחריות תאגידית ופיתוח בר קיימא, נתיבי ישראל

גלית פריימק, ממונת סביבה, חטיבת פיתוח, נתיבי ישראל

ויקטור רושבה, ממונה חשמל מרחבי בחטיבת האחזקה, נתיבי ישראל

חיים סמו, יועץ תאורה בחטיבת פיתוח, סמו הנדסת חשמל

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

אלון רוטשילד, מנהל תחום המגוון הביולוגי, החברה להגנת הטבע

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

צילום תמונת השער:

גילי גוזני

צילומי כבישים:

באדיבות נתיבי ישראל

עיצוב:

WE AMOR, מיתוג ופרסום

כל הזכויות שמורות לחברה להגנת הטבע (ע"ר), חברת נתיבי ישראל
והמשרד להגנת הסביבה, 2020

www.tevabiz.org.il/company/iroads

מרץ 2020

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

תוכן עניינים

מבוא — עמוד 06

הצורך בצמצום זיהום האור לאורך כבישים — עמוד 10

עיקרי ההמלצות — עמוד 14

הטמעה — עמוד 36

מפרטים טכניים לצמצום זיהום אור באזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה — עמוד 44

מפרטים טכניים לצמצום זיהום אור באזורים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית — עמוד 50

נספחים — עמוד 58

רשימת ספרות — עמוד 87

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

תקציר מנהלים

01

נתיבי ישראל הינה חברה ממשלתית מובילה לתשתיות תחבורה בישראל. החברה אחראית על תכנון, פיתוח ואחזקת כ-8,300 ק"מ כבישים בינעירוניים בישראל הכוללים כ-100,000 גופי תאורה. הכבישים עוברים בשטחים פתוחים לרבות שמורות טבע, גנים לאומיים, יערות ועוד, ולהם השפעה דרמטית על הסביבה.

02

כחברה הלאומית לתשתיות תחבורה נתיבי ישראל מחויבת לציבור ופועלת מתוך ראיה רחבה בתחום הקיימות והאחריות הסביבתית. החברה מפרסמת דוח אחריות תאגידית בהתאם להנחיות הבין לאומיות של ארגון ה-Global Reporting Initiative (GRI) ופועלת לשילוב היעדים לפיתוח בר קיימא של האו"ם (SDGs) בפעילות החברה.

03

"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. הימנעות מתאורת דרכים היכן שאין בה צורך, לצד מעבר לתאורה ידידותית יותר לסביבה, יסייעו לטבע ולציבור הישראלי כולו.

04

הפתרון משלב תכנון תאורה מושכל, והטמעת פתרונות טכניים זמינים תוך מתן קדימות לשיקולי ביטחון ולצרכי בטיחות משתמשי הדרך. הפתרונות כוללים: **שימוש בנורות LED בעלות גוון אור חם (שהשפעתו על הטבע ועל בריאות האדם פחותה), שימוש בגופי תאורה המונעים את פליטת האור לשמיים ומצמצמים את זליגתו אחורה ולאופק, הגבלת עוצמת ההארה ובהיקות המיסעה למקסימום של 20% יותר מהנדרש בתקנים והתחשבות בטופוגרפיה של השטח בשלב תכנון התאורה.**

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

05

כדי למקד את ההשקעה למקומות החשובים ביותר, בוצע תעדוף מרחבי הממפה את רמת הרגישות של השטחים אותם חוצים כבישים לשני סוגי קטגוריות:

א. אזורים בעלי **רגישות אקולוגית גבוהה:** כוללים כ-2,500 ק"מ כבישים קיימים (מתוכם כ-800 ק"מ מוארים כיום).

ב. אזורים בעלי **רגישות אקולוגית קיצונית:** כוללים כ-80 ק"מ כבישים קיימים (מתוכם כ-20 ק"מ מוארים כיום).

בנוסף לשתי הקטגוריות הנ"ל, ישנם אזורים נוספים אשר לא נכללו תחת הגדרות אלה, אך ידוע מסקרים וניתוח מידע קיים שערכיותם האקולוגית גבוהה ויש לזהותם ולציינם במסגרת עבודת צוותי תכנון הכבישים.

06

החלפת תאורה בכבישים קיימים, מהתאורה הקיימת לתאורה ידידותית לסביבה, תחסוך כ-54% בתצרוכת החשמל ותאפשר החזר השקעה על גופי התאורה תוך 4-6 שנים (בהתאם לחישוב שנעשה בנתיבי ישראל). תכנון התאורה המקובל בנת"י מבוצע תוך שימוש בעמודי תאורה בגובה 12 מ'. בתכנון תאורה המבוסס על גובה עמוד זה, שדרוג התאורה בהתאם להנחיות המסמך אינו מסתכם בתוספת עלות. לעומת זאת במקרה של תכנון תאורה בהתאם להנחיות המסמך, המבוסס על עמודים בגובה 12 לעומת עמודים בגובה 15 מ' תהיה תוספת עלות של 30%. זאת מאחר ושימוש בעמודי 12 מ' מחייב עליה במספר עמודי התאורה הנדרשים לצורך עמידה בדרישות ההארה.

07

בעת הגדרת סדרי הקדימויות לשדרוג התאורה ע"י **חטיבת תפעול ואחזקה** בכבישים מוארים קיימים, מומלץ לשלב את רמת הרגישות האקולוגית בשיקולים התפעוליים והכלכליים וככל הניתן להתחיל במקטעים אשר נקבעו כרגישים ביותר.

08

הטמעת הפרויקט כוללת **שילוב הנחיות הדו"ח הסופי במסמכי החברה ובמכרז התאורה של חטיבת תפעול ואחזקה, שילוב שכבות הרגישות האקולוגיות במערכת ה GIS של החברה, קידום הליך הסמכה עבור גופי תאורה בעלי גוון אור חם ומרחק הארה אחורי מצומצם ותאורת לד לעמודי High Mast. הגדרת וועדת היגוי ואחראי בחברה ליישום המלצות הפרויקט וקידום פיילוטים.**

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מבוא

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

יתרונות יישום תאורה ידידותית לסביבה לאורך כבישי נתיבי ישראל

צמצום השפעת מאור הדרכים על המגוון הביולוגי

מיצוב נתיבי ישראל כחברה מובילה בתחום התאורה

התייעלות אנרגטית וחיסכון כלכלי

קידום האחריות הסביבתית-חברתית של החברה

הפחתת טביעת רגל פחמנית

התייעלות אנרגטית וחיסכון כלכלי

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

שיפור ה"רישיון החברתי" של נת"י לפעול

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

תחבורה, תאורה והקשר ביניהן

תאורת כבישים מהווה סוגיה מרכזית בפיתוח ותחזוקת הכבישים

מערכת התחבורה משמשת כבסיס לפעילות הכלכלית והחברתית באזור ומאפשרת קישוריות בין חלקי המדינה השונים ובמיוחד בין הפריפריה למרכז.

אורכן הכולל של תשתיות הכבישים במדינת ישראל עומד כיום על כ- 19,500 ק"מ ושטחן עומד על למעלה מ-152,000 דונם, המהווים כ-11% מסך השטח הבנוי של מדינת ישראל.

נתיבי ישראל היא חברת התשתית הגדולה בתחום התחבורה הפועלת בסמכות הממשלה. החברה אחראית על תכנון, פיתוח ואחזקת רשת הכבישים הבינעירוניים בישראל אשר אורכן הכולל עומד על כ-8,300 ק"מ, זאת בנוסף לאלפי מחלפים, צמתים, גשרים ומנהרות.

מאור בדרכים הנו מרכיב מרכזי וחשוב הנלווה לפיתוח תשתיות הכבישים ובבסיסו עומדים שיקולי בטיחות וביטחון משתמשי הדרך. יחד עם זאת, שימוש לא מושכל בתאורת כבישים גורם לזליגת האור לאזורים בהם התאורה אינה נדרשת מבחינה בטיחותית, ביטחונית ותפעולית כגון שמי הלילה והשטחים הפתוחים.

זליגת אור זו 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. חשוב להדגיש שתפקידן המרכזי של שמורות טבע בשימורו של המגוון הביולוגי תלוי בשימור משטרי התאורה הטבעיים (להרחבה בנושא השפעות זיהום האור, ראו נספח א').

בשל השפעתה הרחבה של נתיבי ישראל על שטחים פתוחים ואזורים רגישים בישראל, פועלת החברה לצמצום פגיעה זו בסביבה ובטבע תוך מתן קדימות לשיקולי ביטחון ולצרכי בטיחות משתמשי הדרך.

עבודה זו מאגדת פתרונות לצמצום ההשפעות שליליות של תאורת הכבישים על הטבע ועל שמי הלילה.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

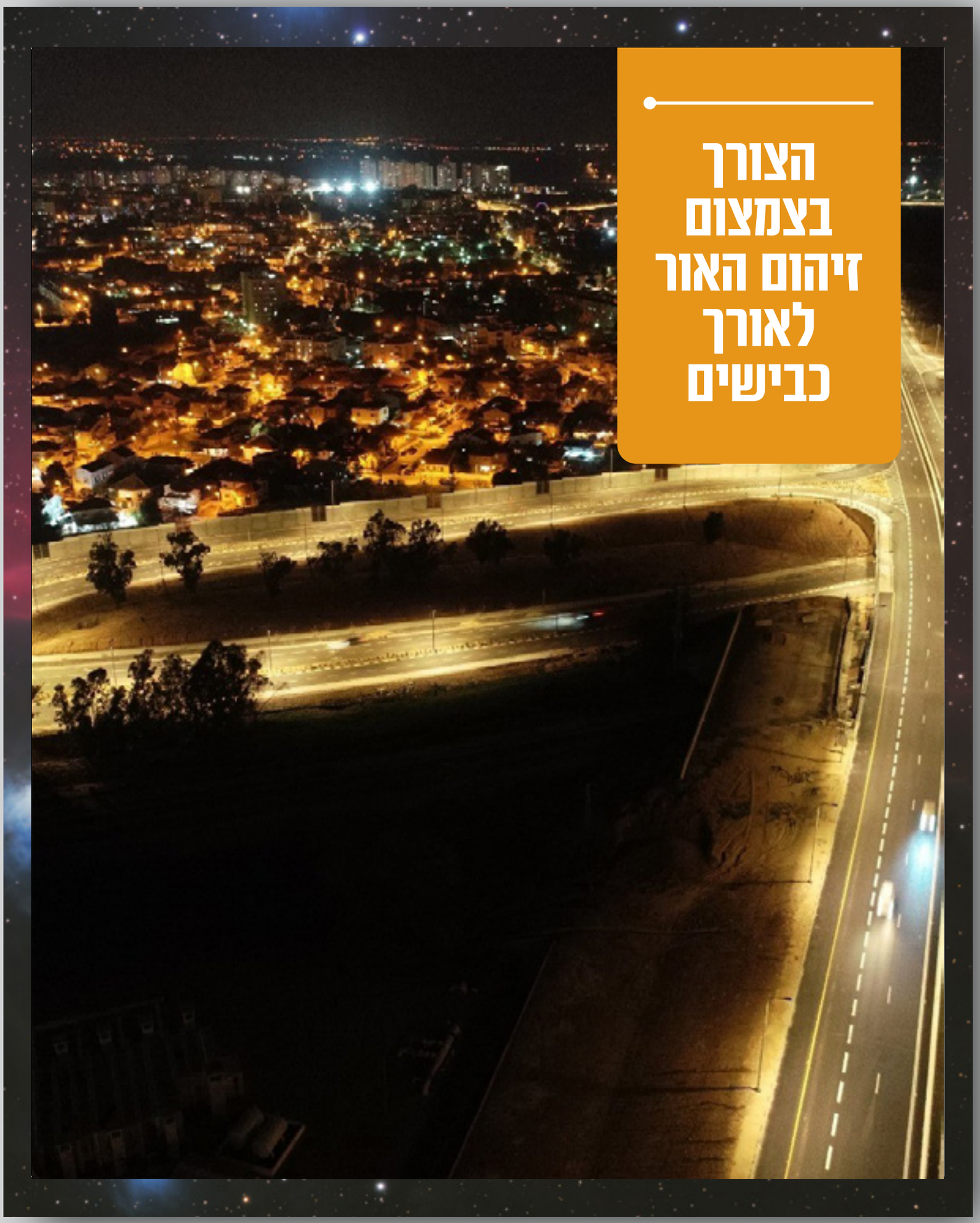
צילום: אור מכוון

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים



הצורך בצמצום זיהום האור לאורך כבישים

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מדוע כדאי לחברת נתיבי ישראל לצמצם את זיהום האור הנובע מתאורת הדרכים?

התייעלות אנרגטית וחיסכון כלכלי

ההתקדמות הטכנולוגית בתחום תאורת הלד 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 נתיבי ישראל החלה במעבר מנורות מסוג נתרן בלחץ גבוה (נל"ג) לשימוש בטכנולוגיית LED בכבישים הבינעירוניים המתוכננים ובוחנת יישום החלפת גופי תאורה קיימים לגופי תאורת LED בכבישים קיימים. יישום החלפה זו, המטמיעה את ההנחיות לתאורה ידידותית לסביבה, תאפשר בטווח המיידי חיסכון בצריכת החשמל ובהוצאות התפעול השנתיות ובכך תתרום להתייעלות אנרגטית ולחיסכון כלכלי עבור נתיבי ישראל.

מבדיקה שבוצעה במסגרת העבודה הנוכחית נמצא כי יישום החלפת תאורת הנל"ג לתאורת לד בכבישים קיימים תוך דגש על ההנחיות לתאורה ידידותית לסביבה יוביל לחיסכון של 70,000 ₪/ק"מ (כולל תחזוקה ל 10 שנים). חישוב שבוצע ע"י נתיבי ישראל מצא כי החזר ההשקעה על גופי התאורה מוערך בין 4-6 שנים. זאת בשל החיסכון האנרגטי ואורך החיים הארוך של גופי תאורה מסוג לד לעומת נל"ג.
(לפירוט עלויות החלפת התאורה, נספח ב').

חיסכון של 54% בצריכה ועלות החשמל

חיסכון של 41,000 ₪/ק"מ בתחזוקה במשך עשור

תוספת של 59,000 ₪/ק"מ על גופי התאורה

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

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

לנתיבי ישראל מעל 100,000 נקודות מאור הפרוסות ברחבי מדינת ישראל. תאורה זו משפיעה על צריכת החשמל וכתוצאה על פליטות גזי חממה ופוטנציאל זיהום האור והשפעתו על החי והצומח בסביבתו.
בספטמבר 2015 אימצה העצרת הכללית של האו"ם שורה של מטרות ויעדים המכונים 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.
14,15 - שמירה על המגוון הביולוגי ביבשה ובים.

לתוכן העניינים
למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**
למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**
לנספחים

אחריות סביבתית

נתיבי ישראל משקיעה מאמצים רבים בצמצום הנזק האקולוגי הנגרם לאוכלוסיות טבעיות של חי וצומח בעת פיתוח תשתיות הכבישים.
אחד מהמפגעים העיקריים, ההולך ומתגבר בעשורים האחרונים, הוא זיהום אור מכבישים. לעשרות אלפי גופי התאורה הממוקמים לאורך הכבישים והצמתים בישראל השפעה מכרעת 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 נתיבי ישראל ומיצובה כחברה חדשנית ומובילה בתחום.

שינוי בהרכב האוכלוסייה:
תאורת כבישים עלולה לדחוק מינים מתמחים של בעלי חיים, למשל עטלפים הנמנעים מציד במקומות מוארים, ואת מקומם תופסים מינים אופורטוניסטים.

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).

הרג חיות בר:
- הארת שמי הלילה עלולה לגרום לטעות בניווט של ציפורים נודדות, המובילה להתנגשות קטלנית או מוות מתשישות.
- עטלפים הצדים חרקים נמשכים לריכוזי חרקים ליד כבישים וסיכוייהם להידרס עולים.
- תאורת כבישים מושכת חרקים ודו חיים למקור האור דבר המגביר את סיכוייהם להיטרף.

פגיעה מערכתית בטבע:
מאביקים ליליים נמשכים לתאורה (על חשבון משיכה לפרחים) ובכך קטנים הסיכויים של צמחים בשטחים מוארים לייצר פירות.
התוצאה: שינוי ביחסים בין חרקים מאביקים לצמחים יכולים להשפיע על מערכות אקולוגיות.

הגדלת ניתוק בין אוכלוסיות:
חיות פעילות לילה נמנעות מחצייה של כבישים מוארים.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

עיקרי ההמלצות

1 חזון צמצום זיהום האור לאורך כבישי נתיבי ישראל

2 תכנון תאורה מושכל - שילוב נושא צמצום זיהום האור בשלבים הבאים:

2.א. תכנון מוקדם

2.ב. תכנון מפורט

2.ג. ביצוע

2.ד. אחזקה

2.ה. הנחיות גנריות לתסקירי השפעה על הסביבה

2.ו. עבודה בהתאם לסיווג מרחבי של הרגישות האקולוגית הכוללת 3 רמות רגישות

3 הנחיות טכניות:

3.א. גוון אור

3.ב. גופי תאורה: צמצום זליגת האור כלפי מעלה, לאופק ולאחור

3.ג. גובה עמודים

3.ד. מיקום העמודים

3.ה. איכות הארה: בהיקות המיסעה ועוצמת הארה

3.ו. שקלול טופוגרפיה מורכבת בשלב תכנון התאורה

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

1. חזון

כללי

צמצום זיהום האור ושמירה על חושך טבעי יבוצע בהתאם לעיקרון המנחה בתכנון תאורת כבישים - מתן קדימות לשיקולי ביטחון ולצרכי בטיחות משתמשי הדרך (לפירוט חובת התקנת מאור בדרכים, נספח ג). בתוך המסגרת הזאת, נדרש שתכנון התאורה יהיה מושכל וסביבתי, יאיר רק את מה שצריך להאיר ובעוצמה המינימלית הנדרשת עפ"י הוראות משרד התחבורה וימנע הארה היכן ומתי שהיא אינה נדרשת.

צילום: באדיבות נתיבי ישראל

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

2. תכנון תאורה מושכל לאורך שלבי הפרויקט

צמצום זיהום האור בכבישים כרוך בביצוע פעולות מתאימות בשלבי התכנון, ההקמה, הפיקוח והאחזקה.

2. א. תכנון מוקדם

בעת תכנון כביש חדש על יועץ התאורה להגדיר האם קיים צורך בתאורה בהתאם לשיקולי ביטחון ובטיחות משתמשי הדרך (נספח ג'). בכבישים בהם נדרשת תאורה, יגדיר האקולוג את הרגישות האקולוגית של השטחים, בשטח הפרויקט או בסמיכות אליו, מבחינת זיהום אור: שטחים פתוחים / שטחים בעלי רגישות גבוהה / שטחים בעלי רגישות קיצונית (לפירוט הגדרת רגישות השטחים, נספח ד'). לצורך כך ייעזר האקולוג בממשק הממ"ג של נתיבי ישראל, המאפשר את סיווג הכבישים הקיימים והשטחים הפתוחים לרמות רגישות אלו (לפירוט, נספח ה').

במסגרת תהליך התכנון, אקולוג צוות התכנון יזהה מקטעים רגישים אקולוגית, שלא נכללו במסגרת מיפוי הממ"ג תחת קטגוריה של "רגישות גבוהה/ קיצונית", וימפה אותם. לדוגמה - מוקדים נקודתיים חשובים למגוון הביולוגי (Hotspots), שאינם מוגנים כיום סטטוטורית. הנחיות התאורה במקטעי כביש אלה יהיו, ככל האפשר, תואמות להנחיות שהוגדרו לשטחים ברגישות אקולוגית גבוהה. האקולוג יעביר את המיפוי ואת ההנחיות למנהל הפרויקט ויועץ החשמל והתאורה.

במידה ובהליך הסטטוטורי יידרש צוות התכנון להכין תסקיר השפעה על הסביבה, המידע על הזיהום האורי והאמצעים לצמצומו יוכנס ע"י האקולוג בפרקים א', ד', וה' בהתאם להנחיות לתסקיר השפעה על הסביבה, ע"מ 21. היה ואין דרישה להכנת תסקיר, יוטמע המידע ע"י האקולוג בדו"ח האקולוגי המסכם לתכנון מוקדם שמהווה חלק מהמסמך הסביבתי שעורך יועץ הסביבה.

2. ב. תכנון מפורט

על יועץ החשמל והתאורה להטמיע את ההנחיות לתאורה ידידותית לסביבה בתכנון התאורה המפורט ובחתכים טיפוסיים, בהתאם למפרטים המותאמים לרמת הרגישות האקולוגית: גבוהה וקיצונית. זאת על בסיס הגדרת רגישות השטח אשר בוצעה ע"י האקולוג בשלב התכנון המוקדם. הרפרנט בנתיבי ישראל המבקר את עבודתו של יועץ החשמל והתאורה ייבחן את התכנון לצמצום זיהום האור בקרבת אזורים הרגישים אקולוגית בתיאום עם מתכנן החשמל והתאורה ובהתאם לטבלת תיוג.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מתווה ליישום תאורה ידידותית לסביבה בצוותי תכנון בחטיבת פיתוח

1. הטמעת צמצום זיהום האור במגדיר המשימות לאקולוג ובמדריך לאקולוג בצוותי תכנון הכבישים
2. שימוש האקולוג בממשק ה-GIS להגדרת אזורי הרגישות האקולוגית
3. העברת אזורי הרגישות האקולוגית בשטח הפרויקט ליועץ החשמל והתאורה בצוותי תכנון הכבישים
4. תכנון התאורה יבוצע ע"י יועץ התאורה בהתאם ל**מפרטים הטכניים לצמצום זיהום אור** התואמים את רמת הרגישות האקולוגית ומסמך ההנחיות לתכנון תאורת דרכים

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

2. ג. ביצוע

יש לוודא כי המפרטים לתאורה ידידותית לסביבה, המותאמים לרמת הרגישות האקולוגית של הכביש, ישולבו ברשימת התיוג הקיימת עבור מתכנן התאורה בעת פיקוח עליון ועבור אגף אבטחת איכות והקבלן המבצע.

2. ד. אחזקה

חטיבת תפעול ואחזקה תפעל להחלפת גופי תאורת הנל"ג (נתרן בלחץ גבוה) בכבישים קיימים. לצורך כך, יועץ החשמל והתאורה יגדיר את הרגישות האקולוגית בו ממוקם הכביש מבחינת זיהום אור: שטחים פתוחים / שטחים בעלי רגישות גבוהה / שטחים בעלי רגישות קיצונית תוך שימוש בממשק הממ"ג של נתיבי ישראל (לפירוט, נספח ה').
על יועץ החשמל והתאורה להטמיע את ההנחיות לתאורה ידידותית לסביבה בתכנון התאורה המפורט, בהתאם למפרטים המותאמים לרמת הרגישות האקולוגית של הכביש. החלפת התאורה בכבישים קיימים תבוצע, עד כמה שניתן, בהתאם לרשימת הכבישים המסודרת לפי סדרי קדימויות אקולוגים (לפירוט, נספח ז').

מתווה ליישום תאורה ידידותית לסביבה בצוותי תכנון בחטיבת תפעול ואחזקה

1. **יועץ החשמל והתאורה ישתמש בממשק ה- GIS להגדרת אזורי הרגישות האקולוגית**

2. **יועץ התאורה והחשמל יתכנן את התאורה תוך שימוש במפרטים הטכניים המותאמים לרמת הרגישות האקולוגית של המקטע (בהתבסס על שכבת הממ"ג / הנחיות האקולוג) ובמסמך ההנחיות לתכנון תאורת דרכים.**

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

2. ה. הצעה להנחיות גנריות לתסקירי השפעה על הסביבה

נוסח מתואם בין נתיבי ישראל לבין המשרד להגנת הסביבה וועדות התכנון יסייע ליעל את תהליך התסקיר, ולייצר סטנדרט אחיד להכנת התסקיר והתאמתו להנחיות הרגולטור בתהליך הסטטוטורי.

פרק א' - תיאור הסביבה אליה מתייחסת התכנית

יש להגדיר האם נדרשת תאורה בכביש המתוכנן בהתאם לשיקולי ביטחון ובטיחות משתמשי הדרך. באם נדרשת תאורה, על האקולוג לסווג את הרגישות האקולוגית של השטחים במרחב התכנית (עד 500 מ' מקו זכות הדרך) ולקבוע את מידת רגישותם מהיבטי זיהום אור: שטחים בעלי רגישות גבוהה / שטחים בעלי רגישות קיצונית / שטחים פתוחים. לצורך כך, יש להתייחס להגדרות הרגישות האקולוגית בנספח ד' של המסמך המשותף לנתיבי ישראל, המשרד להגנת הסביבה, רשות הטבע והגנים והחברה להגנת הטבע: תאורה ידידותית לסביבה בחברת נתיבי ישראל, דו"ח מסכם, מרץ 2020. יש להציג בקנ"מ מתאים את התכנית המוצעת ע"ג מיפוי הרגישות האקולוגית. ניתן להסתייע במיפוי הרגישות העדכני המופיע בסימולטור באתר טבע BIZ או בממשק הממ"ג שפותח במסגרת הפרויקט המשותף לנתיבי ישראל, המשרד להגנת הסביבה, רשות הטבע והגנים והחברה להגנת הטבע. עמידה באחת מהגדרות הרגישות מספיקה לצורך לסיווג רגישות השטח.

יש לבחון האם בשטחים הפתוחים שלא סווגו לרגישות אקולוגית גבוהה / קיצונית, בהתאם להגדרות נספח ד', ישנם מוקדים חשובים למגוון הביולוגי (Hotspots) שאינם מוגנים סטטוטורית. במידה וקיימים אלמנטים כאלה, יש לסווג את השטח הרלוונטי כבעל רגישות אקולוגית גבוהה על מנת לצמצם בו את זיהום האור, במידת הצורך.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

פרק ד' - פירוט והערכה של מכלול ההשפעות הצפויות על הסביבה

יש לפרט מהי ההשפעה הסביבתית הצפויה מזיהום אור מהכביש בשטחים הרגישים אקולוגית בתחומי התכנית ובסביבתה. כמו כן, יש להציג מהן הפעולות המתוכננות לצמצום זיהום אור.

פרק ה' - הצעה להוראות התכנית

יוצגו ההנחיות לצמצום זיהום האור לרבות אמצעים לכיוון האור אל תחום הכביש ומניעת זליגה לשטחים פתוחים ולשמיים, גוון האור, עוצמה, והכל בהתאם לרגישות האקולוגית לזיהום אור של השטח. יש להציג הנחיות לשלב התכנון המפורט בהתייחס להנחיות המסמך המשותף לנתיבי ישראל, המשרד להגנת הסביבה, רט"ג והחברה להגנת הטבע: תאורה ידידותית לסביבה בחברת נתיבי ישראל, דו"ח מסכם מרץ 2020.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

2. ו. סיווג מרחבי של הרגישות האקולוגית

במסגרת המחקר סווגה הרגישות האקולוגית של השטחים הפתוחים הבינעירוניים אותם חוצים הכבישים לשלוש רמות רגישות: קיצונית, גבוהה ושטחים פתוחים. הסיווג מבוסס על שכבות מידע אקולוגיות ותעדוף של רמות הרגישות השונות של השטח. ההנחיות לתאורה ידידותית לסביבה המפורטות במסמך זה מיועדות לשטחים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה או קיצונית.

שטחים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית	שטחים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה	שטחים פתוחים
סביבה חופית (ים תיכון, מפרץ אילת)	שמורות טבע וגנים לאומים	שטחים אשר אינם סמוכים ליישוב, ואינם עומדים בהגדרות הרגישות האקולוגית הגבוהה והקיצונית.
בתי גידול לחים (כינרת, מעיינות, נחלים, בריכות חורף וכו')	יחידות אקולוגיות בתת-ייצוג	
מקומות המוגדרים כ"צוואר בקבוק" במסדרונות אקולוגים	שטחי מקרקעי היער	
אתרים המשמשים משכנות עטלפים	(להרחבה, נספח ד').	
אתרי שמורות אור כוכבים, דוגמת מכתש רמון, המשמרים את המראה של שמיים זרועי כוכבים		
(להרחבה, נספח ד').		

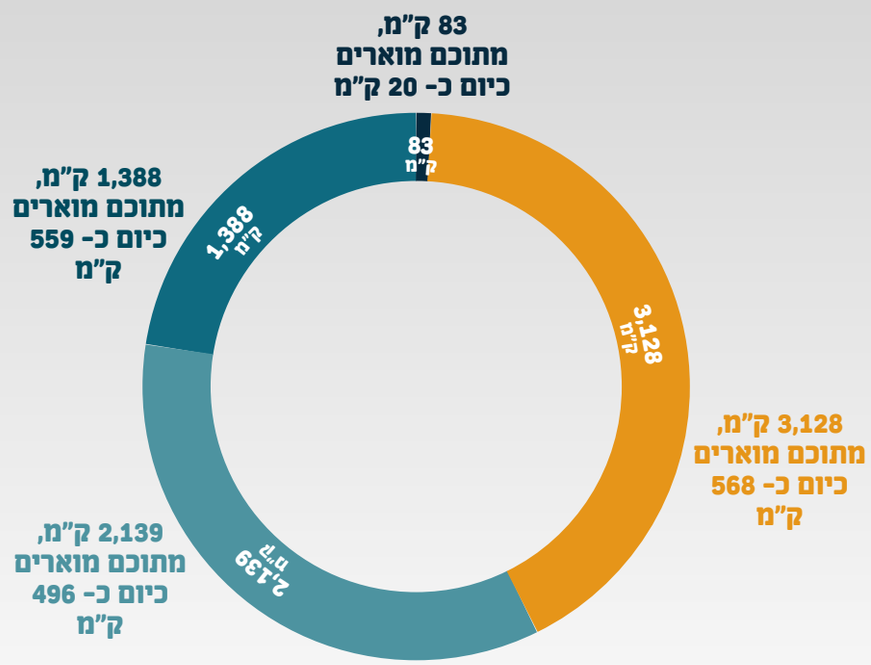
לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

חלוקת סך אורך כבישי נתיבי ישראל הקיימים בהתאם לרמות הרגישות האקולוגית



- אורך כבישים באזורים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית
- אורך כבישים באזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה
- אורך כבישים בשטחים פתוחים*
- כבישים סמוכים ליישוב**

* **כבישים בשטחים פתוחים** - הינם כבישים אשר אינם סמוכים ליישוב, ואינם עומדים בהגדרות הרגישות האקולוגית הגבוהה והקיצונית.

** **כביש סמוך ליישוב** - הינו כביש הנמצא בתחום 25 מ' משכבת יישובים של מרכז מיפוי ישראל (מפ"י). בשל קרבת הכביש למקורות אור בעלי פוטנציאל זיהום אור הגבוה מתאורת הכבישים, כבישים אלו אינם נכללים תחת ההגדרה של רגישות אקולוגית גבוהה או קיצונית.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

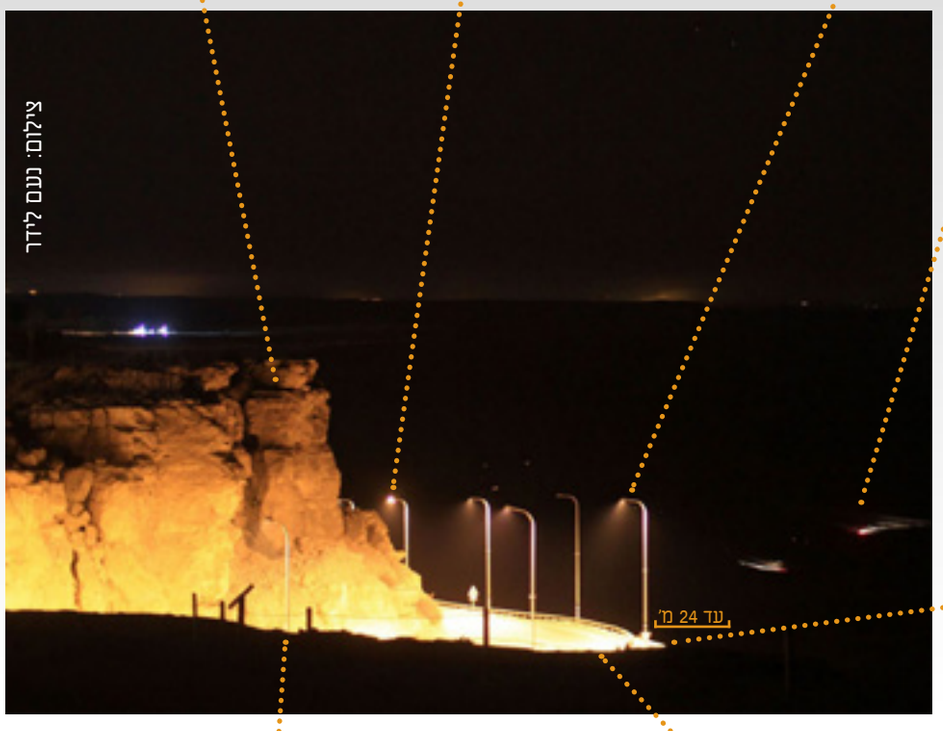
לנספחים

3. הנחיות טכניות

טופוגרפיה מורכבת:
ברגישות גבוהה וקיצונית:
טופוגרפיה מורכבת תשולב בחישובי תאורה (עם הסדרת מגדיר המשימות ותעריף התכנון של יועצי החשמל)

גוון אור = גוון "חם"
ברגישות גבוהה: 3000K או פחות
ברגישות קיצונית: 2200K - 2700K
(לאחר הכנסת גופי התאורה למאגר הגופים המאושרים בנתיבי ישראל)

מניעת זליגת אור לשמיים:
ברגישות גבוהה וקיצונית:
ללא זליגת אור כלפי מעלה וצמצום זליגת האור לאופק



צילום: נעם לידר

שמירה על החושך היכן שאין דרישה בטיחותית או ביטחונית להארה

צמצום זליגת אור אחורי
ברגישות גבוהה: מקסימום זליגת אור אחורי מעמוד התאורה יגיע למרחק 24 מ' בעת הארה מצדי הכביש. בעת הארה ממרכז הכביש, מקסימום זליגת האור תגיע למרחק של 40 מ' מעמוד התאורה.
ברגישות קיצונית: יותקן מסתיר אור אחורי לצמצום נוסף של זליגת האור

מיקום עמודי תאורה:
ברגישות גבוהה וקיצונית:
עדיפות למיקום עמודי התאורה בצידי הדרך

עוצמת התאורה:
ברגישות גבוהה וקיצונית:
עוצמת הארה ובהיקות המיסעה לא תעלה על תוספת של 20% מערך המינימום הנדרש בתקנים.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

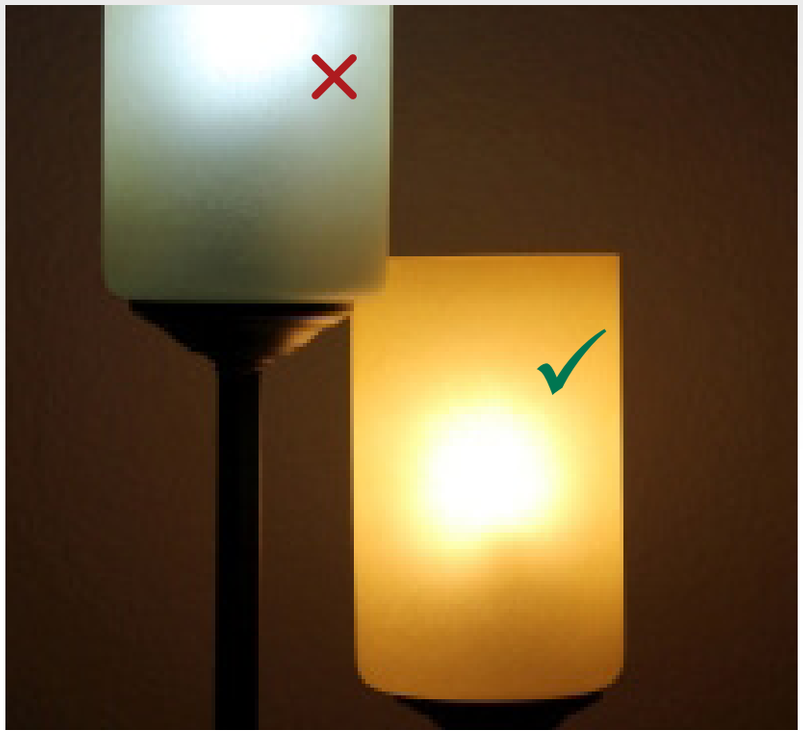
3. א. גוון האור

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 זו הן: סנוור וסכנה בעיקר אצל אנשים מבוגרים וסיכוי גבוה יותר לזהירת רקיע, בעיקר בלילות בהירים.

מסיבות אלו שימוש בגוון אור "חם" יאפשר את צמצום ההשפעה על הטבע תוך שמירה על בטיחות משתמשי הדרך.



IDA (International Dark-Sky Association)

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

הנחיה - שימוש בגוון אור "חם"

אזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה:

- ייעשה שימוש בגופי תאורת LED בעלי גוון אור חם, כאשר טמפרטורת צבע האור תהיה K3000 ± 10%.

אזורים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית:

- ייעשה שימוש בגופי תאורת LED בעלי גוון אור חם, כאשר טמפרטורת צבע האור תהיה K2700 ± 10%.
- באזורים מיוחדים* תישקל אפשרות לשימוש במקורות אור בעלי טמפרטורת צבע אור של K2200 ± 10% או PC AMBER.
- עד הכנסת גופי התאורה המפורטים לעיל למאגר גופי התאורה המאושרים בנתיבי ישראל, ייעשה שימוש בתאורת לד בעלת טמפרטורת צבע אור של 3000K.

*אזורים מיוחדים: אזורים המוגדרים כשמורת אור כוכבים ע"י ה- IDA או אזורים בהם קיימת פעילות אקולוגית טבעית יוצאת דופן (למשל, מערות משכן לעטלפים).

שיקולים מנחים

כיום מאגר גופי התאורה המאושרים בנתיבי ישראל אינו מכיל גופי תאורה בעלי גוון אור הנמוך מ 3000K. לפיכך יש לשלב נושא זה בהליך ההסמכה של גופי התאורה בחברה באמצעות קבלת RFI מספקי החברה ושיקלול הנושא בנוהל ההסמכה תוך ווידוא מענה תאורה בטיחותי מלא.

עם התפתחות הטכנולוגיה של גוון האור בתחום התאורה ושילובו בנוהל ההסמכה של נתיבי ישראל, יש לבחון אפשרות להטמעת מקורות אור מבוססי טכנולוגיית LED בעלי טמפרטורת צבע אור של K2700 ± 10% באזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

3. ב. סוג גופי תאורה - צמצום זליגת האור לשטחים הפתוחים ולשמי הלילה

חשיבות

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

- פוגעת ביכולתן לתקשר זו עם זו לצרכי רבייה
- פוגעת ביכולתן לנדוד ולהתמצא במרחב
- חושפת אותן לטורפים
- מגדילה את הניתוק בין אוכלוסיות
- משבשת את התזמון בין תהליכים בטבע
- גורמת לשינויים מרחיק לכת בתפוצת מינים ובשרידותם

לפיכך יש להימנע מזליגת התאורה לשמיים ולצמצם עד כמה שניתן את זליגתה מעבר לשולי הכביש.

(להרחבה בנושא השפעות זיהום האור, נספח א').

הנחיה - מניעת הארה כלפי מעלה וצמצומה לאופק

אזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה וקיצונית:

- ייעשה שימוש בגופי תאורה ללא פליטת האור כלפי מעלה (דירוג U0 על-פי תקן TM15).
- גופי תאורה יותקנו בזוויות הטיה TILT=0 כברירת מחדל.
- מותרת סטייה בזווית הטיה עד ±5°.
- גופי התאורה יעמדו בדירוג מרבי B2-U0-G2 ושטף האור בתוך תת-אזורים FVH ו-BVH לא יעלה מעל 100 לומן.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

שיקולים מנחים

יעשה שימוש בגופי תאורה ללא פליטת אור כלפי מעלה בכדי למנוע זהירת רקיע כתוצאה מפליטת אור ישירות אל קו האופק או מעליו.

מערכת BUG (ראשי תיבות Backlight, Uplight and Glare) היא שיטה המדרגת את סוגי פיזור האור של גופי תאורת רחוב. ההגדרות הנדרשות מאפשרות את צמצום זליגת האור כלפי מעלה ולאחור תוך שמירה על בטיחות וביטחון משתמשי הדרך.

(להרחבה, נספח ו' מערכת BUG)

לתוכן העניינים

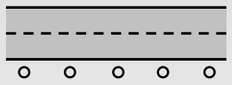
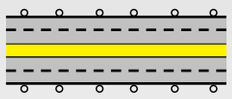
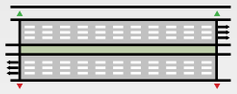
למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

הנחיה - צמצום זליגת האור האחורי והקדמי

אזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה:
צמצום זליגת האור האחורי - להלן הגדרת המרחק מעמוד התאורה לכיוון אחור (הארה אחורית), אשר ממנו והלאה עוצמת ההארה לא תעלה על 0.3 לוקס. המרחק הינו עבור מקטעי דרך רגילים (ללא אזורי סיכון):

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

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

לתוכן העניינים

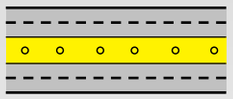
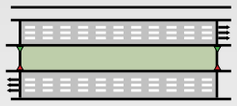
למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

אזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה:

צמצום זליגת האור קדימה - להלן הגדרת המרחק מעמוד התאורה אשר ממנו והלאה עוצמת ההארה לא תעלה על 0.3 לוקס. המרחק הינו עבור מקטעי דרך רגילים (ללא אזורי סיכון):

טיפוס הכביש	הגדרת טיפוס הכביש	מיקום עמודי התאורה	מרחק הארה רצוי	מרחק הארה מקסימלי לחריגה בעת הצורך*	הערות
	דרך דו מסלולית, דו נתיבית	הפרדה מרכזית	40 מ'	40 מ'	ישים כיום עבור עמודי תאורה בגובה 12 מ'
	דרך דו מסלולית, ארבעה נתיבית	הפרדה מרכזית	42 מ'	53 מ'	ישים כיום עבור עמודי תאורה בגובה 15 מ'

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

שיקולים מנחים

לצורך הגדלת מספר דגמי גופי התאורה העומדים במרחק ההארה האחורי הרצוי יש לשלב נושא זה בהליך ההסמכה של גופי התאורה בחברה באמצעות קבלת RFI מספקי החברה ושקלול הנושא בנוהל ההסמכה.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

הנחיה - צמצום זליגת האור האחורי

אזורים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית:

- יעשה שימוש בגופי תאורה בעלי מסתיר אור אחורי מכאני מקורי של יצרן גוף התאורה, **המאפשרים עמידה במרחקי ההארה הרצויים** המפורטים בטבלת מרחקי ההארה לאזורים בעלי רגישות גבוהה.
- במקרה של העדר מסתיר אור אחורי מכאני מקורי של יצרן גוף התאורה, לאחר התקנת עמוד התאורה, יעשה שימוש במסתיר אור אחורי מכאני אשר אינו מקורי של היצרן. זאת לצורך צמצום זליגת האור לשטח הרגיש ומניעת נראות מקורות האור (מקו המים או אזור רגיש אחר).

שיקולים מנחים

מסתיר אור אחורי מכאני מקורי של היצרן מאפשר פיזור אור המגובה בבדיקות פוטומטריות מעבדתיות וניתן לתכננו דרך חישובי תאורה.

Light distribution without Back Light Shield

Light distribution with Back Light Shield

מסתיר אור אחורי מקורי של היצרן המגביל את פליטת האור האחורי עבור כל נורת LED בנפרד | צילום: Access Fixtures- a commercial, industrial, and sports lighting manufacturer

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

בעת שימוש במסתיר אור אחורי אשר אינו מקורי של היצרן, על ספק גוף התאורה לקחת אחריות כך שתוצאות התאורה על הכביש לא יפגעו וכי החוזק המכאני של הפריט וחיבורו לגוף התאורה, כולל התייחסות להגדלת מפרס התנגדות לרוח (EPA) יענה לדרישות בטיחות.

דוגמא למסתיר אור אחורי מכאני אשר אינו מקורי של יצרן גוף התאורה, המותקן לאחר התקנת עמוד התאורה | צילום: John Murden

מסתיר האור האחורי בלילה | צילום: רט"ג

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

3. ג. גובה עמודי התאורה

הנחיה - צמצום השימוש בעמודי High Mast

אזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה:

- צמצום השימוש בעמודי תאורה מסוג High Mast. במקרי הצורך יבוצע שימוש בעמודים אלו כאשר ההיבט הסביבתי יוכנס כשיקול בעת בחירת גובה חלופות ההארה.
- עבור גופי תאורה הקיימים על עמודי (High Mast), יש לעבור לתאורת LED בעלת גוון אור חם, כאשר טמפרטורת צבע האור תהיה K3000 ± 10%.

אזורים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית:

- לא יעשה שימוש בעמודי תאורה מסוג High Mast.

שיקולים מנחים

כיום מאגר גופי ההסמכה של נתיבי ישראל אינו מכיל גופי תאורת לד עבור עמודי High Mast. לפיכך יש לשלב נושא זה בהליך ההסמכה של גופי התאורה בחברה באמצעות קבלת RFI מספקי החברה ושקלול הנושא בנוהל ההסמכה, עם דגש על אפשרויות סוגי פיזור האור לכוונים רצויים בלבד, כולל שימוש במסתירי אור מכל סוג שהוא.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית

לנספחים

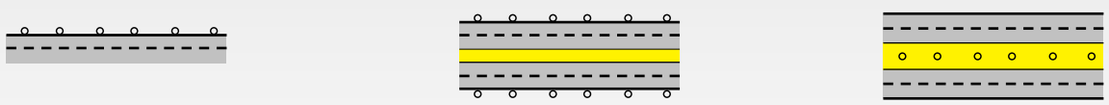
3. ד. מיקום עמודי תאורה

הנחיה - עדיפות למיקום תאורה בצידי הכביש

אזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה וקיצונית:

- בדרך דו-מסלולית קיימת עדיפות למיקום עמודי התאורה בצידי הכביש כל עוד ניתן לעמוד בדרישות בטיחות וביטחון משתמשי הדרך.
- בחירת הצד המועדף למיקום עמודי התאורה יבוצע תוך בחינת מרחקי ההארה האחורי והקדמי. מרחק ההארה הקצר ביותר יופנה לשטח הרגיש ביותר בסביבת הכביש.

אפשרויות למיקום עמודי תאורה



מרכז הכביש | משני צדי הכביש | צד אחד של הכביש

שיקולים מנחים

למיקום עמודי התאורה לאורך הכביש השפעה על מידת ההארה, אופן הנחת התשתיות ופעולות התחזוקה לאורך זמן.
מחישובי תאורה "מעבר לדרך" עולה כי בגופי תאורה הממוקמים במרכז הכביש ומאירים קדימה, מרחק ההארה המקסימלי מעבר לשוליים גדול יותר בהשוואה לעמודי תאורה בצד הכביש.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

3. ה. דרישות לרמות איכות תאורת דרכים

הנחיה - הגדרת ערך מקסימום לעוצמת ההארה ובהיקות המיסעה

אזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה וקיצונית:
עוצמת ההארה ובהיקות המיסעה יהיו בין גבולות המינימום הנדרש מבחינת תקנים / הנחיות משרד התחבורה לבין המקסימום מבחינת איכות הסביבה אשר **לא יעלה על תוספת של 20% מערך המינימום הנדרש.** הנחיה זו מתייחסת לכבישים באזורי סיכון ובאזורים רגילים. להלן דוגמה לדרישות המפורטות לעיל:

הערכים בתכנון תאורה באזורים בעלי רגישות אקולוגית	ערך נדרש	
	מינימום הנדרש על-פי משרד התחבורה	מקסימום המומלץ מבחינת איכות הסביבה
בהיקות המיסעה ממוצעת (cd/m2)	1.5 לפחות	עד 1.8 לא יותר
עוצמת הארה ממוצעת באזורי סיכון (lux)	30 לפחות	עד 36 לא יותר

שיקולים מנחים

הנחיות התאורה כיום מגדירות את מינימום ההארה הנדרשת עבור מקטעי הכביש השונים. ככל שעצמת ההארה עולה שלא לצורך, זיהום האור עולה גם כן.
עמידה בערך מקסימום של 20% יותר מהנדרש בתקנים מאפשר עמידה בדרישות הבטיחות תוך צמצום זיהום האור וחסכון בצריכת החשמל.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

3. 1. שילוב טופוגרפיה בתכנון תאורה

הנחיה - שקלול טופוגרפיה מורכבת בעת התכנון

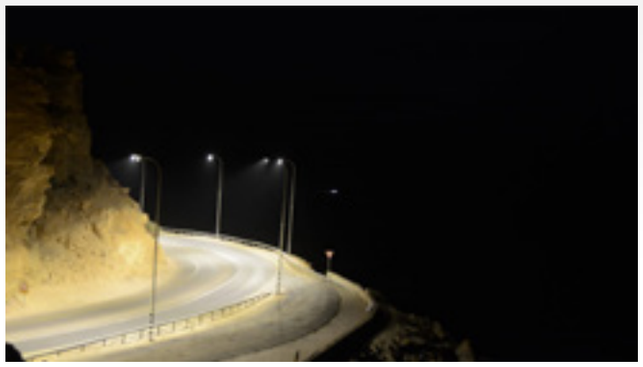
אזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה וקיצונית:

- יש לבצע חישובי תאורה המדמים במידת האפשר את הטופוגרפיה הקיימת באזורים בעלי טופוגרפיה מורכבת*. הגדרת המורכבות הטופוגרפית של השטח בהיבטי תאורה תקבע ע"י היועץ האקולוגי, יועץ תאורה וחשמל ומנהל הפרויקט בשיתוף עם יתר היועצים הרלוונטיים בצוות המתכננים של הפרויקט.
- החישוב יבוצע תוך בניית מודל תלת-ממדי ממוחשב של האזור בעזרת תוכנה לחישובי תאורה דוגמת (AGI32). החישובים יבוצעו עם שילוב הנושא במגדיר המשימות של יועצי החשמל והתאורה ועדכון תעריף התכנון בהתאם.
- על החישובים לעמוד בדרישות המפורטות בסעיפים הקודמים.

שיקולים מנחים

* שטחים בעלי טופוגרפיה מורכבת הינם אזורים ספציפיים בהם קיימים הבדלים משמעותיים ביחס למפלס המיסעה כגון: נסיעה לצד מדרון תלול, מעבר מעל גיא עמוק, תאורה על גשרים וכו'. באזורים אלו התאורה עלולה לזלזג למרחק הגדול מהצפוי בעת תכנון התאורה וכתוצאה שטח השפעתה גדל.

תאורה במעלה העצמאות ללא התייחסות לטופוגרפיה המורכבת הקיימת בשטח | צילום: נעם לידר



מעלה העצמאות לאחר החלפת התאורה תוך התייחסות לטופוגרפיה המורכבת הקיימת בשטח | צילום: נעם לידר

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

הטמעה

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

הטמעת הנחיות לתאורה ידידותית לסביבה במסמכי החברה

הטמעת ההנחיות לתאורה ידידותית לסביבה
במסמכי מכרז חטיבת תפעול ואחזקה

עדכון שינויים פרטניים במגדירי המשימות הקיימים לאקולוג וליועץ
החשמל והתאורה המחייבים אותם בכל אחד משלבי הפרויקט הרלוונטיים
להתייחס לנושא צמצום זיהום אור לסביבה

הוספת פרק למסמך "מדריך לאקולוג" (הנמצא בשלבי הכנה בחטיבת
פיתוח), העוסק בפעולות הנדרשות מהאקולוג במהלך שלבי התכנון
לצורך צמצום זיהום האור

יש להוסיף למסמך "הנחיות לתכנון תאורת דרכים": הפנייה למפרטים
הטכניים המופיעים במסמך מסכם זה

קידום הכנסת גופי התאורה למאגר גופי התאורה המאושרים בנתיבי ישראל
כדלהלן: גופי תאורה בעלי מרחק הארה אחורי מצומצם, גוון אור חם (K2700,
K2200 ו-PC AMBER), גופי תאורה לד עבור עמודי High Mast

הטמעת ממשק ה GIS במערכת הממ"ג של נתיבי ישראל ככלי עזר לניתוח
האקולוגי ועדכון שכבות המידע אחת לשנה

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

ביצוע ניסויים מקדימים (פיילוט) בחטיבת תפעול ואחזקה

בשנת 2019 מתוכננים שני ניסויים מקדימים (פיילוטים) ע"י חטיבת תפעול ואחזקה בשטחים שרגישותם האקולוגית גבוהה. הניסויים מקודמים ע"י מנהל מחלקת מערכות חשמל ותאורה ובמסגרתם יבוצע תכנון והתקנה של גופי תאורה על בסיס LED במספר צמתים תוך שילוב ההנחיות לצמצום זיהום אור.

הפיילוטים כוללים:

1. הקמת עמודי תאורה חדשים במספר צמתים נבחרים:

- צומת הכניסה לבסיס חיל האוויר נבטים בכביש מס' 80 (מקטע כביש בשטחי לס - בית גידול מאוים, רגישות אקולוגית גבוהה)
- צומת הכניסה לאתר שדמה בכביש מס' 40 (מקטע כביש החוצה שטחים פתוחים רחבים)
- צומת הכניסה לישוב ניצנה בכביש מס' 211 (מקטע כביש בשמורת טבע ושטחי לס - בית גידול מאוים, רגישות אקולוגית גבוהה)

2. החלפת תאורת נל"ג קיימת בתאורת LED בצומת נבחר:

- צומת הכניסה לישוב סמר בכביש מס' 90 (מקטע כביש בשמורת טבע, רגישות אקולוגית גבוהה)

מטרות הפיילוטים:

- לימוד יישום ההנחיות החדשות בשלבי התכנון והביצוע
- זיהוי תקלות בתהליך והפקת לקחים באמצעות משוב של מתכנן התאורה לגבי תהליך התכנון והתשומות הנדרשות ליישום הרצוי
- השוואה של ההצלחה בצמצום זיהום אור בין התאורה הישנה לחדשה
- עדכון אומדן עלויות

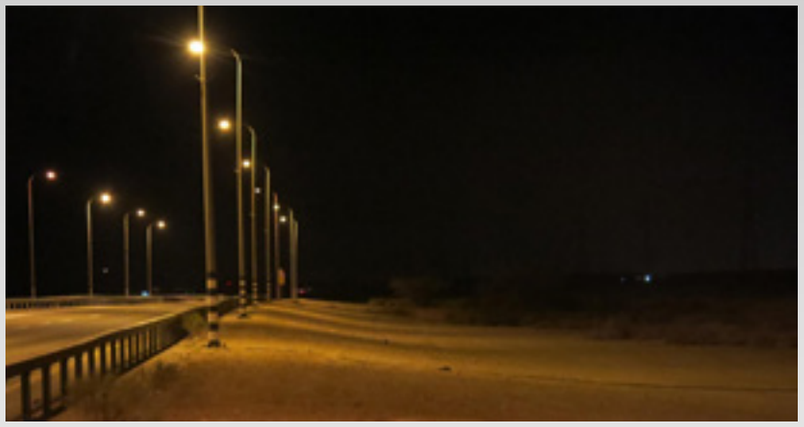
ככל שיעלו מהפיילוטים שינויים נדרשים בנוסח המסמך, המסמך יעודכן בהתאם על ידי צוות המעקב וההיגוי של הפרויקט

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים



תאורה בצומת סמר, כביש 90 - לפני החלפת התאורה. מרחק ההארה האחורי לפני החלפת התאורה גדול מ 50 מ'.
צילום: אלכס גולדין

תאורה בצומת סמר, כביש 90 - לאחר החלפת התאורה לתאורה ידידותית לסביבה
צילום: באדיבות נתיבי ישראל.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

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

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

תפקידי הממונה

1. מעקב אחר הטמעת המלצות הפרויקט במסמכי החברה.
2. קידום הליך הסמכה עבור גופי תאורה ידידותיים לסביבה.
3. הטמעת ממשק ה GIS במערכות של נתיבי ישראל ככלי עזר לניתוח האקולוגי.
4. קידום ביצוע תכניות ההדרכה בנתיבי ישראל.
5. כינוס ישיבות של הוועדה למעקב ובקרה אחת לחצי שנה.
6. ריכוז מידע וניהול משוב לביצוע התאמות.
7. הפקת דו"ח שנתי להנהלה למעקב אחר היישום לפי מדדי ההצלחה המפורטים להלן (ניתן לשלב במסגרת דו"ח אחריות תאגידית)

תפקידי הועדה למעקב ובקרה

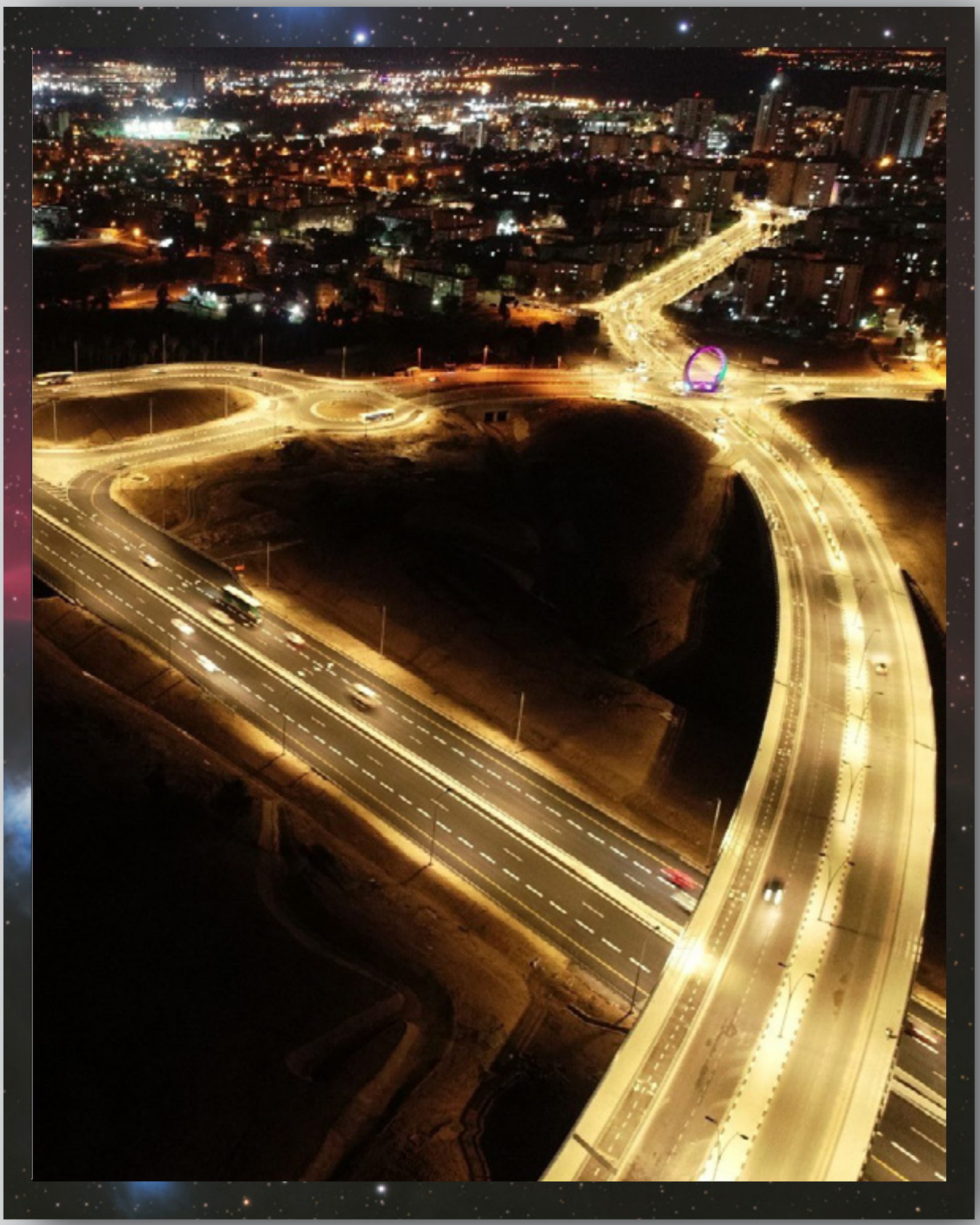
1. לעקוב אחר יישום המלצות העבודה.
2. ליצור ערוץ להמשך קיום שיתוף פעולה ושיתוף מידע בין נתיבי ישראל לרט"ג, הג"ס והחלה"ט בנושא צמצום זיהום אור לסביבה.
3. לשמש כגוף מייעץ מקצועי לסוגיות שיעלו במהלך הטמעת המלצות העבודה במסמכי החברה.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים



לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

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	סטאטוס יישום ההמלצות	יישום (חלקי/מלא)
	הקמת ועדת מעקב ובקרה וכינוסה		
	הטמעת המפרט המוצע לתאורה ידידותית לסביבה במסמכי מכרז חטיבת תפעול ואחזקה		
	עדכון שינויים פרטניים במגדירי המשימות הקיימים לאקולוג וליועץ החשמל והתאורה		
	הוספה למסמך "מדריך לאקולוג" פרק העוסק בפעולות הנדרשות מהאקולוג במהלך שלבי התכנון לצורך צמצום זיהום האור		
	הוספה למסמך "הנחיות לתכנון תאורת דרכים" הפנייה למפרטים הטכניים במסמך המסכם		
	הטמעת ממשק ה GIS במערכות של נתיבי ישראל ככלי עזר לניתוח האקולוגי ועדכון שכבות המידע אחת לשנה		
	שילוב גופי תאורה בעלי גוון אור חם (K2700, K2200 ו PC AMBER) גופי תאורה לד עבור עמודי High Mast וגופי תאורה בעלי מרחק הארה אחורי מצומצם למאגר גופי התאורה המוסמכים של נתיבי ישראל		
	קיום יום עיון ממוקד בנושא צמצום זיהום אור לסביבה		
	הוספת תכנים בנושא צמצום זיהום אור לקורס הכשרת מנהלי פרויקטים, מתכנני חשמל ותאורה במכללת נתיבים		
	הוספת תכנים בנושא צמצום זיהום אור לקורס הכשרת אחראי איכות סביבה מטעם קבלנים		
	ביצוע פיילוט להקמת עמודי תאורה חדשים והסקת מסקנות		
	ביצוע פיילוט החלפת תאורת נל"ג קיימת בתאורת LED והסקת מסקנות		
	קיום מפגשים של וועדת המעקב והבקרה מידי חצי שנה		

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מערך ההכשרה וההדרכה

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

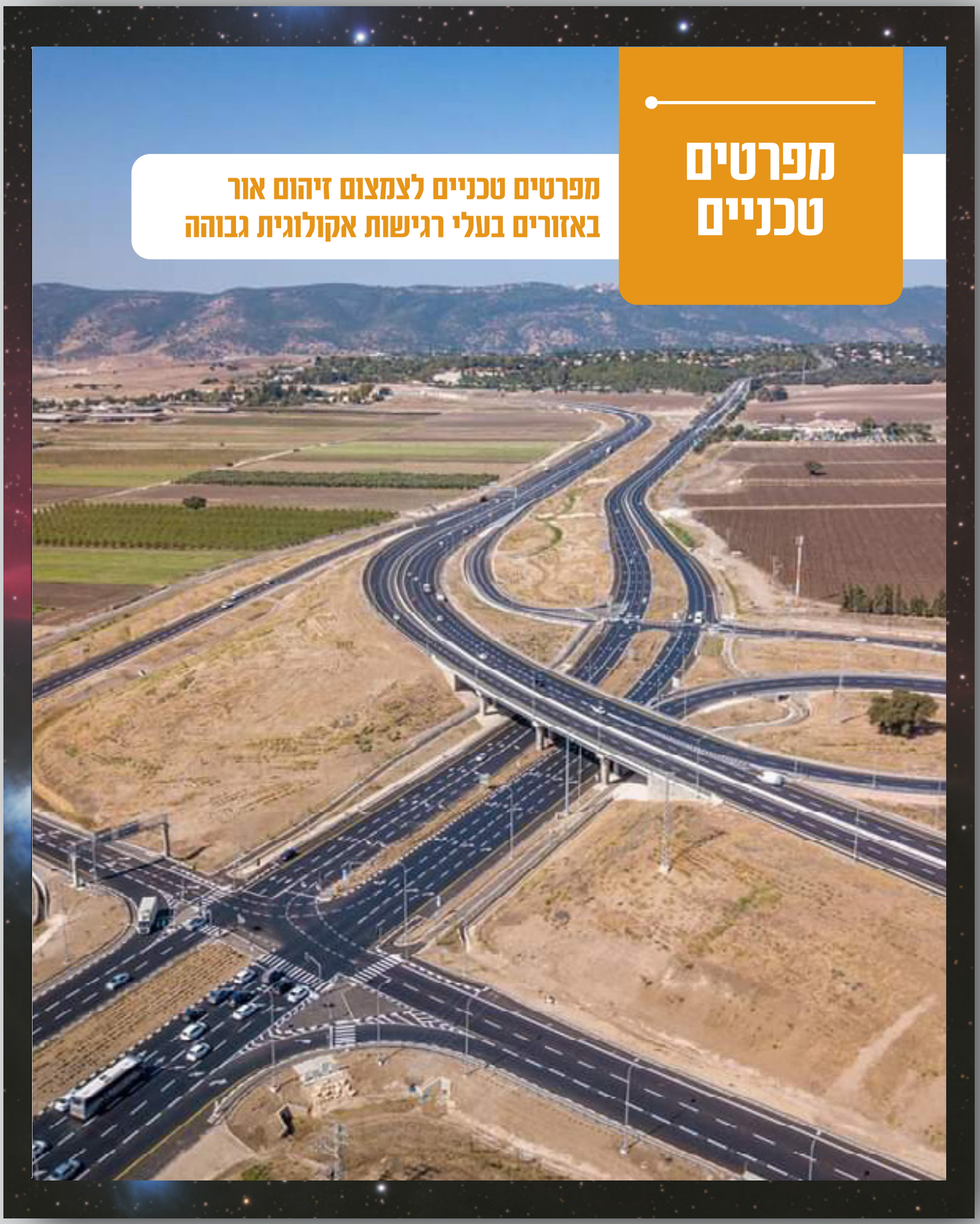
מסגרת ההדרכה	קהל היעד	תכנים
יום עיון ממוקד בנושא צמצום זיהום אור לסביבה	**חטיבת פיתוח** - ממ"פים, ממוני סביבה. **חטיבת תפעול ואחזקה** - מנהל מחלקת חשמל, ממוני החשמל, מנה"פים באחזקה. מנהלי פרויקטים. **מתכננים** - מתכנני חשמל ותאורה, אקולוגים, מתכנני סביבה. **קבלני ביצוע** - אחראי איכות סביבה ומפקחים מטעם הקבלנים.	• רקע - השפעות התאורה והצורך בצמצום זיהום אור לסביבה • הצגת מפרט הנחיות התכנון לצמצום זיהום אור והבדלים מההנחיות הקיימות. • יישום בצוותי התכנון והצגת המסמכים והכלים הקיימים. • יישום בשלב הביצוע.
קורסים במכללת נתיבים - המכללה לניהול תשתיות ותחבורה	מנהלי פרויקטים, מתכנני חשמל ותאורה	
קורס הכשרת אחראי איכות סביבה מטעם קבלנים	אחראי איכות סביבה מטעם הקבלנים, יועצים חיצוניים	

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים



מפרטים טכניים

מפרטים טכניים לצמצום זיהום אור באזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

הגדרת שטחים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה

סוגי השטחים בעלי רגישות אקולוגית	הסיבה לבחירת השטחים הרגישים	רשימת מקורות
1. שמורות טבע וגנים לאומיים (תמ"א 8) [שכבת שמורות וגנים של רט"ג מעודכנת לפברואר 2018 עפ"י תמ"א 8 - שמורות וגנים מוכרזים, מאושרים, מופקדים ומוצעים]. עם עדכון שכבות המידע השנתי תתווסף שכבת שמורות מאושרות בתוכניות מחוזיות ומקומיות.	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 (למעט הכינרת, המוגדרת כבית גידול לח בעל רגישות קיצונית) [ישויות נבחרות משכבת מערכות אקולוגיות של רט"ג לפי עבודה של רותם ועמיתיו (2016) + ישויות נבחרות משכבת יחידות אקולוגיות בנגב לפי עבודה של רון ועמיתיה (2019)]	בתי גידול מאוימים הינם יחידות אקולוגיות בעלות חשיבות גבוהה לשמירה על המגוון הביולוגי המייצגים אזורים נדירים ומאוימים.	רותם ועמיתיו (2016) רון ועמיתיה (2019)
3. יערות / מקרקעי ייעור [שכבת גבולות יערות של קק"ל מעודכנת לנובמבר 2017 עפ"י תמ"א 22]. עם עדכון שכבות המידע השנתי תתווסף שכבת היערות בתמ"א 1.	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)

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מפרט טכני לצמצום זיהום אור באזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה

שמורות טבע וגנים לאומיים, בתי גידול מאוימים (יחידות אקולוגיות בתת-ייצוג) ויערות/מקרקעי ייעור

1. מקור האור

1.1 ייעשה שימוש במקורות אור מבוססי טכנולוגיית LED בעלי גוון אור חם, כאשר טמפרטורת צבע האור תהיה K3000 ± 10% וזאת על-מנת לצמצם השפעות פוטוביולוגיות סביבתיות בלתי רצויות ומבלי לפגוע ברמת הבטיחות ובכדאיות הכלכלית.

1.2 חריגה בגוון האור תתאפשר בתחומי הערים ובמרכזים מסחריים ויעשה שימוש נקודתי בגוון האור K4000 ± 10% תוך התחשבות מרבית בשיקול איכות הסביבה.

2. גובה התקנה

2.1 צמצום השימוש בעמודי תאורה מסוג High Mast. במקרי הצורך יבוצע שימוש בעמודים אלו כאשר ההיבט הסביבתי יוכנס כשיקול בעת בחירת גובה חלופות ההארה.

2.2 עבור גופי תאורה הקיימים על עמודים גבוהים (High Mast) מומלץ מעבר לתאורת LED בעלת גוון אור חם, כאשר טמפרטורת צבע האור תהיה K3000 ± 10%. וזאת על-מנת לצמצם השפעות פוטוביולוגיות סביבתיות בלתי רצויות ומבלי לפגוע ברמת הבטיחות ובכדאיות הכלכלית. לצורך כך יש לשלב נושא זה בהליך ההסמכה של גופי התאורה בחברה באמצעות קבלת RFI מספקי החברה ושיכלול הנושא בנוהל ההסמכה, עם דגש על אפשרויות סוגי פיזור האור לכוונים רצויים בלבד, כולל שימוש במסתירי אור מכל סוג שהוא.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

3. גופי תאורה

3.1 ייעשה שימוש בגופי תאורה ללא פליטת האור כלפי מעלה (דירוג U0 על-פי תקן TM15)

3.2 גופי תאורה יותקנו בזוויות הטיה TILT=0 כברירת מחדל.

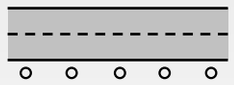
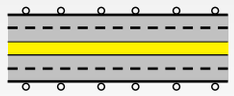
3.3 מותרת סטייה בזווית הטיה עד ± 5°.

3.4 דרישות לדירוג BUG של גופי תאורה:

3.4.1 דירוג מרבי B2-U0-G2.

3.4.2 בנוסף להגבלה לעיל, שטף האור בתוך תת-אזורים FVH ו- BVH לא יעלה מעל 100 לומן, תואם להגבלת תת-אזור זה מתוך דירוג G1 (ראה נספח ו', מערכת BUG).

3.5 עבור מקטעי דרך רגילים (ללא אזורי סיכון) המרחק מעמוד התאורה **לכיוון אחור (הארה אחורית)**, ממנו והלאה עוצמת ההארה לא תעלה על 0.3 לוקס במישור האופקי במפלס בסיס העמוד יהיה בהתאם לטבלה מטה.

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

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

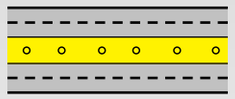
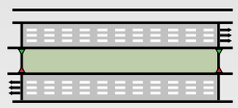
לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

3.6 עבור מקטעי דרך רגילים (ללא אזורי סיכון) המרחק מעמוד התאורה **קדימה** אשר ממנו והלאה עוצמת ההארה לא תעלה על 0.3 לוקס במישור האופקי במפלס בסיס העמוד יהיה בהתאם לטבלה מטה.

טיפוס הכביש	הגדרת טיפוס הכביש	מיקום עמודי התאורה	מרחק הארה רצוי	מרחק הארה מקסימלי לחריגה בעת הצורך*	הערות
	דרך דו מסלולית, דו נתיבית	הפרדה מרכזית	**40 מ'**	40 מ'	ישים כיום עבור עמודי תאורה בגובה 12 מ'
	דרך דו מסלולית, ארבעה נתיבית	הפרדה מרכזית	**42 מ'**	53 מ'	ישים כיום עבור עמודי תאורה בגובה 15 מ'

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

3.7 בעת עדכון נוהל ההסמכה יש לשלב את מרחק ההארה הרצוי בהליך ההסמכה של גופי התאורה בחברה באמצעות קבלת RFI מספקי החברה ושקלול הנושא בנוהל ההסמכה. זאת לצורך הגדלת מספר דגמי התאורה הזמינים לתכנון תאורת הכביש.

3.8 לצורך צמצום מקסימום זליגת האור לשטח הרגיש אקולוגית, יש לבחון את הצד המועדף למיקום עמודי התאורה תוך שכלול מרחק ההארה האחורי והקדמי. מרחק ההארה הקצר ביותר יופנה לשטח הרגיש ביותר בסביבת הכביש.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

4. דרישות לרמות איכות תאורת דרכים

4.1 דרישות לרמת איכות תאורה תיהנה בין גבולות **המינימום הנדרש** מבחינת תקנים / הנחיות משרד התחבורה **לבין המקסימום** מבחינת איכות הסביבה אשר **לא יעלה על תוספת של 20% מערך המינימום הנדרש**. הנחיה זו מתייחסת לכבישים באזורי סיכון ובאזורים רגילים. הטבלה להלן מתארת דוגמה של דרישות לבהיקות המיסעה 1.5 cd/m2 ועוצמת הארה 30 לוקס.

מס'	הערכים בתכנון תאורה באזורים בעלי רגישות אקולוגית	ערך נדרש	
		מינימום הנדרש על-פי משרד התחבורה	מקסימום המומלץ מבחינת איכות הסביבה
4.1	בהיקות המיסעה ממוצעת (cd/m2)	1.5 לפחות	עד 1.8 לא יותר
4.2	עוצמת הארה ממוצעת באזורי סיכון (lux)	30 לפחות	עד 36 לא יותר

5. טופוגרפיה

5.1 עבור אזורים **ספציפיים** המאופיינים בטופוגרפיה מורכבת* וממוקמים באזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה, יש לבצע חישובי תאורה המדמים במידת האפשר את הטופוגרפיה הקיימת תוך בניית מודל תלת-ממדי ממוחשב של האזור בעזרת תוכנה לחישובי תאורה (דוגמת AGI32). החישובים יבוצעו עם שילוב הנושא במגדיר המשימות של יועצי החשמל והתאורה ועדכון תעריף התכנון בהתאם. על החישובים לעמוד בדרישות המפורטות בסעיפים הקודמים.

דוגמא לאזור הממוקם בטופוגרפיה מורכבת:
מעלה העצמאות כביש 40 | צילום: נעם לידר

* אזורים בעלי מורכבות טופוגרפית הינם אזורים ספציפיים בהם התאורה עלולה לזלוג למרחק הגדול מהצפוי בעת תכנון התאורה כתוצאה מהבדלים משמעותיים ביחס למפלס המיסעה כגון: נסיעה לצד מדרון תלול, מעבר מעל גיא עמוק, תאורה על גשרים וכו'. הגדרת המורכבות הטופוגרפית של השטח בהיבטי תאורה תקבע ע"י היועץ האקולוגי, יועץ תאורה וחשמל ומנהל הפרויקט בשיתוף עם יתר היועצים הרלוונטיים בצוות המתכננים של הפרויקט.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מפרטים טכניים

מפרטים טכניים לצמצום זיהום אור
באזורים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

הגדרת שטחים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית

סוגי השטחים בעלי רגישות אקולוגית	הסיבה לבחירת השטחים הרגישים	רשימת מקורות
סביבה חופית (ים תיכון, מפרץ אילת) [תחום של 300 מ' שיימדד מקו החוף החוף של הים]	סביבה המכילה אורגניזמים ימיים (דגים, צבי ים, אלמוגים, פלנקטון, קיפודי ים וכו') שזיהום אור משפיע אצלם על תהליכי רבייה, פיזיולוגיה, נדידה וחיפוש מזון, ויכול להוביל לשינויים במגוון הביולוגי.	• Davies et al (2015) • Rodrigues et al. (2012)
בתי גידול לחים (כינרת, מעיינות, נחלים, בריכות חורף וכו') [שכבה של המארג ורט"ג משנת 2014 לפי דוח מצב הטבע של המארג, קפלן ופדרמן, 2014]	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).	
צוואר בקבוק ומעברים הכרחיים במסדרונות אקולוגים [שכבת מעברים הכרחיים של רט"ג מעודכנת לשנת 2018]	צוואר בקבוק הוא אזור בו המסדרון האקולוגי נהפך צר עקב צמצומו ע"י בינוי ו/או תשתיות (כבישי אורך ורוחב ראשיים, מסילות ברזל או מגבלות אנתרופוגניות אחרות). לאזורים אלו חשיבות עליונה בשמירת רציפות השטח, ולכן דורשים תשומת לב מיוחדת ע"י יצירת מעבר הכרחי לבע"ח שמאפשר חציה.	• לידר (2008) • רותם ועמיתיו (2015) - טבלה 1 ומפת צוואר בקבוק. • אחירון-פרומקין (2012)
משכנות עטלפים ואתרי שיחור מזון [שכבה של החברה להגנת הטבע, מרכז היונקים בישראל]	משכנות עטלפים הינם אזורי המנוחה והלינה של העטלפים ואתרי שיחור מזון הינם אזורים בהם הם מתרכזים לציד ותזונה. שימוש בתאורה ישפיע בצורה שלילית על פעילותם ביציאה ובחזרה לאזורים אלו ועלול להגביר את סיכונם לטריפה.	• Longcore, & Rich (2004) • Wise (2007) • Voigt et al. (2018)
שמורות אור כוכבים	שמורות אור כוכבים הינם אזורים המוכרים ע"י ה IDA (International Dark Sky Association) בהם שמי הלילה נמצאים במצבם הטבעי מבחינת עוצמות הארה.	• IDA- International Dark-Sky Association

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מפרט טכני לצמצום זיהום אור באזורים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית

חופיי הים התיכון ומפרץ אילת, בתי גידול לחים (הכינרת, מעיינות, נחלים, בריכות חורף וכו'), משכנות עטלפים צווארי בקבוק, מעברים הכרחיים, מסדרונות אקולוגיים ושמורת אור כוכבים

1. מקור האור

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

1.2 באזורים מיוחדים כדוגמת אזורים המוגדרים כשמורת אור כוכבים ע"י ה IDA או באזורים שתזוהה בהם פעילות אקולוגית טבעית יוצאת דופן (למשל מערות משכן לעטלפים), תישקל אפשרות לשימוש במקורות אור בהם טמפרטורת צבע האור תהיה K2200 ± 10% או PC AMBER. וזאת על-מנת לצמצם השפעות פוטוביולוגיות סביבתיות בלתי רצויות ומבלי לפגוע ברמת הבטיחות ובכדאיות הכלכלית.

1.2.1 לצורך כך יש לשלב נושא זה בהליך ההסמכה של גופי התאורה בחברה באמצעות קבלת RFI מספקי החברה ושקלול הנושא בנוהל ההסמכה תוך ווידוא מענה תאורה בטיחותי מלא.

1.2.2 בעת עדכון נוהל ההסמכה, יש לכלול מו"פ לתהליך בחינה, אפיון ואישור לדים ע"י נת"י כאשר הנושא הסביבתי וצבע האור נכללים בתהליך. זאת בשל שיפור מהיר בטכנולוגיית הלד ויעילותן האנרגטית העולה של מקורות לד בעלי גוון חם המובילה לתחרות עם הגופים הקיימים כיום.

1.3 עד עדכון נוהל ההסמכה, ייעשה שימוש בתאורת לד בעלת טמפרטורת צבע אור של 3000K.

1.4 עם התפתחות הטכנולוגיה של גוון האור בתחום התאורה ושילובו בנוהל ההסמכה של נתיבי ישראל, יש לבחון אפשרות להטמעת מקורות אור מבוססי טכנולוגיית LED בעלי טמפרטורת צבע אור של K2700 ± 10% באזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

2. גובה התקנה

2.1 לא יעשה שימוש בעמודי תאורה מסוג High Mast.

3. גופי תאורה

3.1 ייעשה שימוש בגופי תאורה ללא פליטת האור כלפי מעלה (דירוג U0 על-פי תקן TM15)

3.2 גופי תאורה יותקנו בזוויות הטיה TILT=0 כברירת מחדל.

3.3 מותרת סטייה בזווית הטיה עד ± 5°.

3.4 דרישות לדירוג BUG של גופי תאורה:

3.4.1 דירוג מרבי B2-U0-G2.

3.4.2 בנוסף להגבלה לעיל, שטף האור בתוך תת-אזורים FVH ו- BVH לא יעלה מעל 100 לומן, תואם להגבלת תת-אזור זה מתוך דירוג G1 (ראה נספח ו', מערכת BUG).

3.5 לצורך צמצום זליגת האור יעשה שימוש בגופי תאורה בעלי מסתיר אור אחורי מכאני מקורי של יצרן גוף התאורה, **המאפשרים עמידה במרחקי ההארה הרצויים** המפורטים בטבלאות מטה. פיזור אור זה מגובה בבדיקות פוטומטריות מעבדתיות וניתן לתכננו דרך חישובי תאורה, ראו דוגמאות להמחשה בלבד.

מסתיר אור אחורי מקורי של היצרן המגביל את פליטת האור האחורי עבור כל נורת LED בנפרד | צילום: Access Fixtures- a commercial, industrial, and sports lighting manufacturer

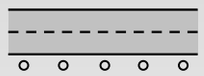
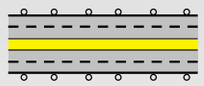
לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

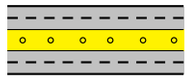
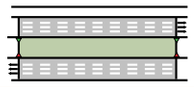
לנספחים

עבור מקטעי דרך רגילים (ללא אזורי סיכון) המרחק מעמוד התאורה **לכיוון אחור (הארה אחורית)**, ממנו והלאה עוצמת ההארה לא תעלה על 0.3 לוקס במישור האופקי במפלס בסיס העמוד יהיה בהתאם לטבלה מטה.

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

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

עבור מקטעי דרך רגילים (ללא אזורי סיכון) המרחק מעמוד התאורה **קדימה** אשר ממנו והלאה עוצמת ההארה לא תעלה על 0.3 לוקס במישור האופקי במפלס בסיס העמוד יהיה בהתאם לטבלה מטה.

טיפוס הכביש	הגדרת טיפוס הכביש	מיקום עמודי התאורה	מרחק הארה רצוי	מרחק הארה מקסימלי לחריגה בעת הצורך*	הערות
	דרך דו מסלולית, דו נתיבית	הפרדה מרכזית	**40 מ'**	40 מ'	ישים כיום עבור עמודי תאורה בגובה 12 מ'
	דרך דו מסלולית, ארבעה נתיבית	הפרדה מרכזית	**42 מ'**	53 מ'	ישים כיום עבור עמודי תאורה בגובה 15 מ'

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

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

3.6 במקרה של העדר מסתיר אור אחורי מכאני מקורי של יצרן גוף התאורה (תוך עמידה במרחק ההארה הרצוי), יעשה שימוש במסתיר אור אחורי מכאני אשר אינו מקורי של היצרן לאחר התקנת עמוד התאורה. זאת לצורך צמצום זליגת האור לשטח הרגיש ומניעת נראות מקורות האור (מקו המים או אזור רגיש אחר), ראה דוגמא מס' 3 להמחשה בלבד. במקרה זה על ספק גוף התאורה לקחת אחריות כך שתוצאות התאורה על הכביש לא יפגעו וכי החוזק המכאני של הפריט וחיבורו לגוף התאורה, כולל התייחסות להגדלת מפרס התנגדות לרוח (EPA) יענה לדרישות בטיחות.

מסתיר אור אחורי | צילום: John Murden

3.7 בעת עדכון נוהל ההסמכה יש לשלב את מרחק ההארה הרצוי בהליך ההסמכה של גופי התאורה בחברה באמצעות קבלת RFI מספקי החברה ושקלול הנושא בנוהל ההסמכה. זאת לצורך הגדלת מספר דגמי התאורה הזמינים לתכנון תאורת הכביש.

3.8 לצורך צמצום מקסימום זליגת האור לשטח הרגיש אקולוגית, יש לבחון את הצד המועדף למיקום עמודי התאורה תוך שכלול מרחק ההארה האחורי והקדמי. מרחק ההארה הקצר ביותר יופנה לשטח הרגיש ביותר בסביבת הכביש.

4. דרישות לרמות איכות תאורת דרכים

4.1 דרישות לרמת איכות תאורה תיהנה בין גבולות **המינימום הנדרש** מבחינת תקנים / הנחיות משרד התחבורה **לבין המקסימום** מבחינת איכות הסביבה אשר **לא יעלה על תוספת של 20% מערך המינימום הנדרש**. הנחיה זו מתייחסת לכבישים באזורי סיכון ובאזורים רגילים.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

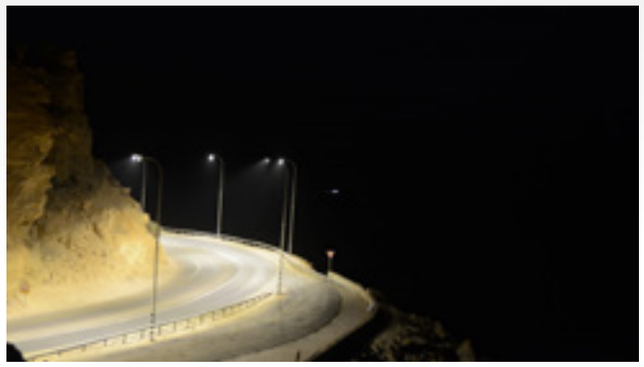
הטבלה להלן מתארת דוגמה של דרישות לבהיקות המיסעה 1.5 cd/m2 ועוצמת הארה 30 לוקס.

מס'	הערכים בתכנון תאורה באזורים בעלי רגישות אקולוגית	ערך נדרש	
		מינימום הנדרש על-פי משרד התחבורה	מקסימום המומלץ מבחינת איכות הסביבה
9.1	בהיקות המיסעה ממוצעת (cd/m2)	1.5 לפחות	עד 1.8 לא יותר
9.2	עוצמת הארה ממוצעת באזורי סיכון (lux)	30 לפחות	עד 36 לא יותר

5. טופוגרפיה

5.1 עבור אזורים **ספציפיים** המאופיינים בטופוגרפיה מורכבת* וממוקמים באזורים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית, יש לבצע חישובי תאורה המדמים במידת האפשר את הטופוגרפיה הקיימת תוך בניית מודל תלת-ממדי ממוחשב של האזור בעזרת תוכנה לחישובי תאורה (דוגמת AGI32). החישובים יבוצעו עם שילוב הנושא במגדיר המשימות של יועצי החשמל והתאורה ועדכון תעריף התכנון בהתאם. על החישובים לעמוד בדרישות המפורטות בסעיפים הקודמים.

תאורה במעלה העצמאות ללא התייחסות לטופוגרפיה המורכבת הקיימת בשטח | צילום: נעם לידר



מעלה העצמאות לאחר החלפת התאורה תוך התייחסות לטופוגרפיה המורכבת הקיימת בשטח | צילום: נעם לידר

* אזורים בעלי מורכבות טופוגרפית הינם אזורים ספציפיים בהם התאורה עלולה לזלוג למרחק הגדול מהצפוי בעת תכנון התאורה כתוצאה מהבדלים משמעותיים ביחס למפלס המיסעה כגון: נסיעה לצד מדרון תלול, מעבר מעל גיא עמוק, תאורה על גשרים וכו'. הגדרת המורכבות הטופוגרפית של השטח בהיבטי תאורה תקבע ע"י היועץ האקולוגי, יועץ תאורה וחשמל ומנהל הפרויקט בשיתוף עם יתר היועצים הרלוונטיים בצוות המתכננים של הפרויקט.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

נספחים

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

נספח א'
זיהום האור, תאורת כבישים והשפעות על הסביבה הטבעית

שינוי התאורה מסדרי בראשית ועד ימינו

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 וגם השטחים הפתוחים והחשוכים בדרום אינם רציפים, וסובלים מקיטוע על ידי תאורת כבישים וישובים. כמו כן, נמצא כי עוצמות התאורה בשטחים הפתוחים בישראל בכלל ובשמורות הטבע בפרט, עולות בהדרגה עם הזמן (וייל ולידר, 2010).

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

השפעות תאורה מלאכותית על הטבע

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 הציָרְקדי
- מחזורים ירחיים ועונתיים
- איתור משאבים ואויבים טבעיים
- ניווט והתמצאות במרחב

בסביבה טבעית הוכחו ההשפעות של זיהום אור על אקולוגיה התנהגותית ועל אקולוגיה של חברות. נמצא כי ההשפעות 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 מיקרוסקופים 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).

ישנן דוגמאות רבות בספרות על ההשפעה של תאורה מלאכותית על השינוי בהתנהגות בע"ח. להלן מספר דוגמאות להשפעה שנגרמת כתוצאה מתאורת כבישים:
כפועל יוצא ממשיכה של חרקים לתאורה מלאכותית בלילה, ישנן אוכלוסיות של עטלפים הניזונים מחרקים הנמשכים לעמודי התאורה לאורך כבישים. ידוע כיום שהימצאותם של מיני עטלפים סמוך לכבישים המוארים בלילה, מגדילה את שכיחות התמותה שלהם כתוצאה מהתנגשויות עם כלי רכב (Fensome & Mathews, 2016).
זאת ועוד, עמודי תאורה יכולים לגרום לשינוי בהרכב האוכלוסייה של בית הגידול ולדחוק ממנה עטלפים אחרים הנמנעים מציד במקומות מוארים. בעמקים בשוויץ, בהם הותקנה תאורת דרכים, נעלם עטלף פרסף גמדי וחלה עלייה במספר העטלפים ממין עטלפון אירופאי, הניזון מחרקים הנמשכים לאור (Arlettaz et al., 2000). עטלפי החרקים עצמם עשויים להיות מטרה לציד בידי דורסי לילה שנמשכים לעמודי התאורה המהווים להם עמדות תצפית לציד.

לתוכן העניינים

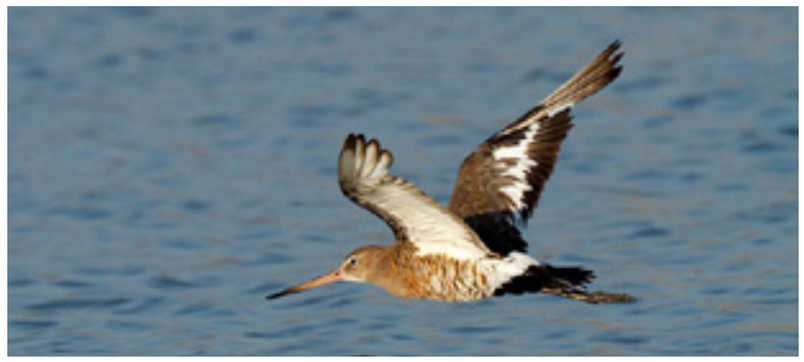
למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

עטלף חרקים, פרסף גדול | צילום: ערן לוין

בקרב ציפורים, ראיות מצביעות על כך שתאורה עלולה להשפיע על שיקולי בחירת אתר לקינון. לדוגמה, במחקר שבחן את השפעת תאורת כבישים על בחירת אתרי קינון בקרב הלימוזה (Limosa limosa), מין של חופמאי, שהוא עוף המקנן באזורים לחים, נמצא כי צפיפות הקינונים נמוכה יותר במרחק של עד 300 מטרים מתאורת כבישים, זאת לעומת אזורי הביקורת הסמוכים לכבישים שאינם מוארים (Longcore & Rich, 2004).



לימוזה | צילום: יואב פרלמן

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

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 המקום הבהיר ביותר באופק - אור הירח המשתקף על אדוות גלי הים. מקורות אור מלאכותיים מושכים לכיוונם את הצבים הצעירים דבר הגורם פעמים רבות לתמותה מתשישות, התייבשות, טריפה או דריסה.

חשיבות אור הירח

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.

צילום: גילי גוזני

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

נספח ב'
הערכה כלכלית ליישום הנחיות לתאורה ידידותית לסביבה

חטיבת פיתוח

חישוב עלויות כלכליות של תכנון תאורה בהתאם להנחיות לתאורה ידידותית לסביבה כוללות התייחסות לעלות ההקמה של תשתית התאורה (הכולל: עמוד התאורה, גוף התאורה והחיבור החשמלי הנדרש) ולעלות תצרוכת החשמל. תכנון כביש חדש בהתאם להנחיות לתאורה ידידותית לסביבה, המבוסס על היכולות הקיימות כיום בנתיבי ישראל (עמודים בגובה 12 מ') אינו כרוך בתוספת עלות. עם זאת, שימוש בפתרון עמודים בגובה 12 מ' לעומת עמודים בגובה 15 מ' מוערך בתוספת של 30% לעלות הקמת התאורה כתוצאה מתוספת עמודים. בנוסף נראה כי כיום קיימת תוספת עלות של 7% בתצרוכת החשמל אך ההספק החשמלי של גוף תאורת LED צפוי לרדת ואתו המחיר.

דוגמה לחישוב עלות ההקמה של תשתית תאורה לאורך 1 ק"מ כביש

גובה עמודים (מ')	מרחק בין עמודים (מ')	מס' עמודים לק"מ מס' עמודים X2 (משני צידי הכביש)	עלות הקמה (₪ / ק"מ)* מס' עמודים X עלות הקמה)
15	52	38.5	847,000
12	40	50	1,100,000
תוספת עלות מתקן 12 מ' ₪/ק"מ			**253,000**
תוספת עלות מתקן 12 מ' ₪ ב-%			**30**

*עלות הקמה של עמוד תאורה מוערך ב 22,000 ₪

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

דוגמה לחישוב עלות תצרוכת החשמל לאורך 1 ק"מ כביש

גובה עמודים (מ')	הספק גוף תאורה אחד (וואט)	הספק חשמלי עבור 1 ק"מ כביש (קו"ט) מס' עמודי תאורה X הספק	עלות חשמל** ל-20 שנה עבור 1 ק"מ כביש (₪ / ק"מ) (עלות חשמל לקו"ט X הספק חשמלי ל 1 ק"מ X 10 שנה)
15	215	8,269	173,653,846
12	177	8,850	185,850,000
תוספת עלות חשמל עבור עמוד 12 מ' ₪/ק"מ			**12,196,153**
תוספת עלות חשמל עבור עמוד 12 מ' ₪ ב-%			**7**

** עלות חשמל קו"ט מוערכת לפי 4200 שעות בשנה X 0.5 ₪/קו"ט

חטיבת תפעול ואחזקה

דוגמה לחישוב עלות החלפת גופי תאורה לאורך 1 ק"מ כביש

סוג נורות	גובה עמודים (מ')	מרחק בין עמודים (מ')	מס' עמודים לק"מ מס' עמודים X2 (משני צידי הכביש)	הערכת עלות החלפת גוף תאורה אחד (₪)	עלות החלפה 1 ק"מ (₪ / ק"מ)
נל"ג	12	34	30	1500	90,000
LED	12	34	30	2500	150,000
תוספת עלות מתקן ₪/ק"מ				**1000**	**60,000**
תוספת עלות ב-%				**66.7**	**66.7**

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

דוגמה לחישוב עלות תצרוכת החשמל של תשתית תאורה לאורך 1 ק"מ כביש

סוג נורות	הספק גוף תאורה אחד (וואט)	הספק חשמלי עבור 1 ק"מ כביש (קו"ט) מס' עמודי תאורה משני צידי הכביש	עלות חשמל ל-10 שנה עבור 1 ק"מ כביש (₪ / ק"מ)
נל"ג	280	16,800	168,000
LED	130	7,800	78,000
חיסכון ₪ / ק"מ		9,000	**90,000**
חיסכון ב- %		-54%	**-54%**

דוגמה לחישוב עלות תחזוקת גופי תאורת נל"ג

החלפת נורה (₪) (נורה + עבודה)	תחזוקת גוף תאורה נל"ג אחד ל- 10 שנים (₪) מחייב מינימום שתי החלפות	עלות תחזוקת גו"ת נל"ג ל-10 שנים ל-1 ק"מ (₪/ק"מ) מס' עמודי תאורה משני צידי הכביש (60)
350	700	42,000

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

יישום ההנחיות לתאורה ידידותית לסביבה בחטיבת תפעול ואחזקה מתייחסים בעיקרם להחלפה של גופי תאורת נל"ג ישנים לגופי תאורת לד תוך שמירה על תשתית התאורה הקיימת. חישוב העלויות הכלכליות לחלפה זו כוללות התייחסות לעלויות גוף התאורה, תצרוכת החשמל והתחזוקה הנדרשת.

מבדיקה שבוצעה במסגרת העבודה הנוכחית עבור משך זמן של 10 שנים, נמצא כי קיים חיסכון של 70,000 ₪/ק"מ המאפשר החזר השקעה של גופי התאורה תוך כ - 3 שנים.

סה"כ עלות תאורה 1 ק"מ ל-10 שנה (₪/ק"מ) (עלות גוף תאורה + עלות צריכת חשמל + עלות אחזקה)	
עלות מתקן תאורת נל"ג	**90,000 + 168,000 + 42,000 = 300,000**
עלות מתקן תאורת LED	**150,000 + 78,000 = 228,000**
חיסכון ל- 10 שנים (עלות נל"ג - עלות לד)	**72,000**
חיסכון ב- %	**28**
הערכת זמן החזר השקעה (שנים) (עלות לד/חיסכון ל 1 10 שנים)	**3.2**

חישוב נוסף אשר בוצע בחטיבת תפעול ואחזקה מצא כי משך החזר ההשקעה עבור גופי התאורה נע בין 4-6 שנים.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

נספח ג'
חובת התקנת מאור בדרכים

חובת התקנת מאור חלה בכל המקרים המפורטים להלן[1]:

א. במחלפים ובצמתי דרכים, לרבות תאורת הסתגלות כשהדרכים אינן מוארות.
ב. בקטעי דרך רצופים בין צמתים/מחלפים מוארים, כאשר המרחק מעמוד התאורה האחרון הקיים/מתוכנן לעמוד התאורה הראשון הקיים/מתוכנן באזור המואר הבא (כולל תאורת הסתגלות) שווה או קטן ממרחק הנסיעה במשך 30 שניות נסיעה במהירות התכן.
ג. תאורת הסתגלות במבואות הצומת (כניסה ויציאה מן הצומת/ מחלף) להבטחת הסתגלות העין מקטע מואר לקטע חשוך ולהיפך.
ד. בכל רחוב וצומת עירוני.
ה. בכל תחנת אוטובוסים, או תחנת המתנה, לרבות תאורת הסתגלות.
ו. במעברים תת קרקעיים ומנהרות דרכים, בכפוף לתקינה המתאימה.
ז. בדרכים בהן נדרשת תאורה בגלל שיקולים בטיחותיים - ביטחוניים.
ח. בכל מקום במרקם התשתית העירונית בו נדרשת תאורה עקב שיקולים בטיחותיים ובטחוניים.

הגדרת אזורי סיכון (אזורי עימות)[2]

אזור התאורה המיועד לשימוש באזורי עימות בדרכים, שבהם התנועה ממונעת בעיקרה. אזורי עימות הם מקומות שבהם זרמי התנועה מצטלבים, או כאשר חוצים אותם הולכי רגל (למשל מעברי חציה), רוכבי אופניים ומשתמשים אחרים בדרך. אזורים של שינוי בניתוב ובגיאומטריית הדרך, כגון צמצום מספר הנתיבים או הצרת הנתיבים, נחשבים אף הם לאזורי עימות. באזורים אלה גדל הסיכון להתנגשות בין כלי רכב, בין כלי רכב ובין הולכי רגל או רוכבי אופניים או משתמשים אחרים בדרך, ובין כלי רכב ועצמים שונים המצויים בסביבה (מבנים, עמודי תאורה, וכו').

1 - לקוח מתוך מסמך הנחיות לתכנון תאורת דרכים סעיף 2.1
2 - לקוח מתוך מסמך הנחיות לתכנון תאורת דרכים, נספח ב - סיווג וקבוצות איכות, סעיף ב.2

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

נספח ד'
הגדרת שטחים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה

רגישות השטח	מצב התאורה בכביש כיום	פתרון מוצע	סוגי השטחים בעלי רגישות אקולוגית	הסיבה לבחירת השטחים הרגישים	רשימת מקורות	מקטעי כבישים לדוגמה
שטחים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה	מואר	אימוץ מפרטים טכניים לצמצום זיהום אור באזורים בעלי **רגישות אקולוגית גבוהה**	1. שמורות טבע וגנים לאומיים (תמ"א 8) [שכבת שמורות וגנים של רט"ג מעודכנת לפברואר 2018 עפ"י תמ"א 8 - שמורות וגנים מוכרזים, מאושרים, מופקדים ומוצעים ושמורות המופיעות בתוכניות מחוזיות ומקומיות]	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)	• כביש 90 מצומת כח לצומת הגומא. • כביש 375 מצומת עציונה דרך צומת צור הדסה לביתר עילית. • כביש 90 מצומת בקעת תמנע עד יטבתה. • כביש 808 - מעיינות צומת דליות ועין בג'וריה.
			2. בתי גידול מאוימים. יחידות אקולוגיות בתת-ייצוג (למעט הכינרת, המוגדרת כבית גידול לח בעל רגישות קיצונית) [ישויות נבחרות משכבת מערכות אקולוגיות של רט"ג לפי עבודה של דותן רותם משנת 2014 + ישויות נבחרות משכבת יחידות אקולוגיות בנגב לפי עבודה של רון ועמיתיה משנת 2019]	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 [שכבת גבולות יערות של קק"ל מעודכנת לנובמבר 2017 עפ"י תמ"א 22. יעודכן לפי שכבת היערות המופיעה בתמ"א 1]	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)	
	חשוך	א. שמירה על האזורים כחשוכים תוך התחשבות בשיקולי בטיחות וביטחון - הן בכביש קיים והן בכביש חדש				• כביש 98 מצומת בשן לצומת מגשימים (ללא הצומת). • כביש 40 ממכתש רמון עד צומת ציחור (ללא הצומת). • כביש 171 מצומת הרוחות עד צומת הר חריף.
		ב. במקטעי כביש חדש או קיים בהם ישנו צורך בטיחותי / בטחוני מוכח להארה, יש לאמץ את המפרטים הטכניים לצמצום זיהום אור באזורים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה				

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

הגדרת שטחים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית

רגישות השטח	מצב התאורה בכביש כיום	פתרון מוצע	סוגי השטחים בעלי רגישות אקולוגית	הסיבה לבחירת השטחים הרגישים	רשימת מקורות	מקטעי כבישים לדוגמה
שטחים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית	מואר	אימוץ מפרטים טכניים לצמצום זיהום אור באזורים בעלי **רגישות אקולוגית קיצונית**	סביבה חופית (ים תיכון, מפרץ אילת) [תחום של 300 מ' שיימדד מקו החוף של הים]	סביבה המכילה אורגניזמים ימיים (דגים, צבי ים, אלמוגים, פלנקטון, קיפודי ים וכו') שזיהום אור משפיע אצלם על תהליכי רבייה, פיזיולוגיה, נדידה וחיפוש מזון, ויכול להוביל לשינויים במגוון הביולוגי.	• Davies et al (2015) • Rodrigues et al. (2012)	• כביש 808 רמה"ג, מואר בצומת לנטור, סמוך למעיין עין בגוריה ויער רמת מגשימים. • כביש 959 רמה"ג, מואר בצומת האמיר סמוך למעיין עין האמיר. • כביש 918 עמק החולה, קטע מואר ליד להבות הבשן, סמוך לשמורת אחו גונן. • כביש 2, אזור מחלף מכמורת. • כביש 40, מעלה עצמאות, בכניסה הצפונית למכתש רמון
			בתי גידול לחים (כינרת, מעיינות, נחלים, בריכות חורף וכו') [שכבה של המארג ורט"ג משנת 2014 לפי דוח מצב הטבע של המארג, קפלן ופדרמן, 2014]	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	א. שמירה על האזורים כחשוכים תוך התחשבות בשיקולי בטיחות וביטחון - הן בכביש קיים והן בכביש חדש ב. במקטעי כביש חדש או קיים בהם יש צורך בטיחותי / בטחוני מוכח, יש לאמץ את המפרטים הטכניים לצמצום זיהום אור באזורים בעלי רגישות אקולוגית קיצונית	צוואר בקבוק ומעברים הכרחיים במסדרונות אקולוגים [שכבת מעברים הכרחיים של רט"ג מעודכנת לשנת 2018]	צוואר בקבוק הוא אזור בו המסדרון האקולוגי נהפך צר עקב צמצומו ע"י בינוי ו/או תשתיות (כבישי אורך ורוחב ראשיים, מסילות ברזל או מגבלות אנתרופוגניות אחרות). יש להם חשיבות עליונה בשמירת רציפות השטח, ולכן דורשים תשומת לב מיוחדת ע"י יצירת מעבר הכרחי לבע"ח שמאפשר חציה.	• לידר (2008) • רותם ועמיתיו (2015) - טבלה 1 ומפת צוואר בקבוק. • אחירון-פרומקין (2012)	• כביש 2 - צפונית למחלף עתלית עד מחלף חיפה דרום (הכביש עובר סמוך לחוף הים).
			משכנות עטלפים ואתרי שיחור מזון [שכבה של החברה להגנת הטבע, מרכז היונקים בישראל]	משכנות עטלפים הינם אזורי המנוחה והלינה של העטלפים ואתרי שיחור מזון הינם אזורים בהם הם מתרכזים לציד ותזונה. שימוש בתאורה ישפיע בצורה שלילית על פעילותם ביציאה ובחזרה לאזורים אלו ועלול להגביר את סיכונם לטריפה.	• Longcore and Rich (2004) • Wise (2007) • Voigt et al, 2018	
			שמורות אור כוכבים	שמורות אור כוכבים הינם אזורים המוכרים ע"י ה IDA (International Dark Sky Association) בהם שמי הלילה נמצאים במצבם הטבעי מבחינת עוצמות הארה.	IDA -International Dark-Sky Association	

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

נספח ה'
ממשק ממ"ג לניתוח אקולוגי בנושא זיהום אור

כלי להגדרת רמת רגישות השטח

הממשק משמש כלי המסייע לניתוח האקולוגי בנושא זיהום אור באמצעות סימון רמת הרגישות האקולוגית (גבוהה / קיצונית) של השטח בו עובר כביש קיים או מתוכנן על בסיס רמות הרגישות האקולוגית המפורטות בנספח ד'. כמו כן, מספק הממשק מידע על סטטוס התאורה בכביש (קיימת תאורה / כביש חשוך). ממשק זה יהיה זמין עבור עובדי החברה והיועצים בצוותי התכנון ויאפשר בכלים פשוטים אפשרות לצפות על גבי מפה של ישראל בשכבות זמינות ומעודכנות הכוללות את: מערכת הכבישים, עמודי תאורה קיימים, שמורות טבע וגנים לאומיים, יערות וייעור, מערכות אקולוגיות מאוימות (מע' בתת-ייצוג), מסדרונות אקולוגים, מעברים הכרחיים, בתי גידול לחים אתרים נקודתיים בעלי רגישות מיוחדת לשימור המגוון הביולוגי (הוטספוטס) ועוד. המערכת תנוהל ע"י מחלקת ה- GIS בנתיבי ישראל והשכבות הגיאוגרפיות יעודכנו אחת לשנה ע"י מנהל המחלקה.

ממשק ממ"ג של נתיבי ישראל המציג את שכבות הרגישות האקולוגית בהיבטי זיהום אור

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

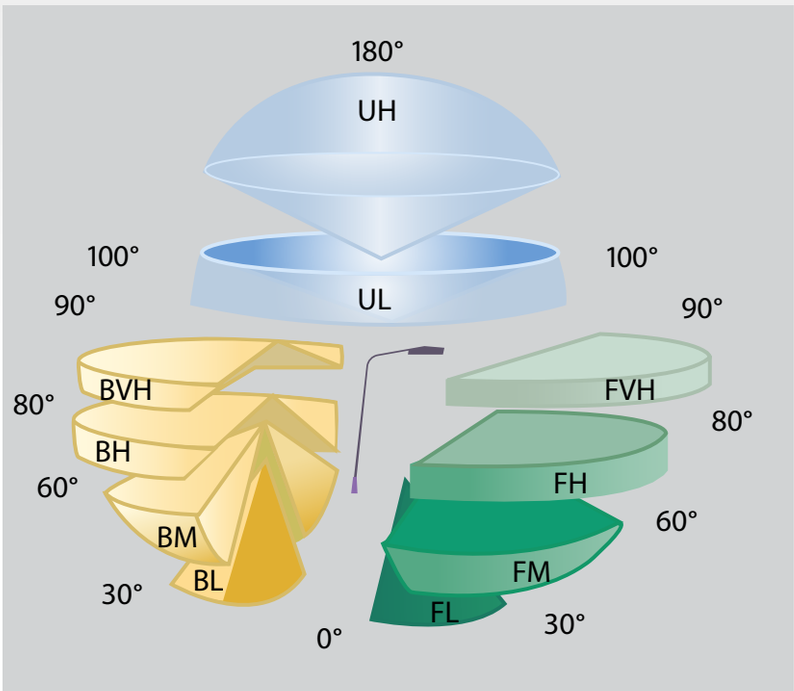
למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

נספח ו'
מערכת BUG

דירוג פיזור האור של גופי תאורת חוץ

מערכת BUG (ראשי תיבות Backlight, Uplight and Glare) היא שיטת דירוג סוגי פיזור האור של גופי תאורת חוץ, בעיקר תאורת רחובות, אשר מהווה חלק מתקן TM-15-11 של הוועדה הצפון אמריקאית להנדסת תאורה Illuminating Engineering Society (IES). על-פי שיטה זו כל החלל סביב גוף תאורה מחולק לאזורים ותת-אזורים, והדירוג של סוגי פיזור האור מתבסס על כמויות שטף האור (בלומן אבסולוטי) בתוך כל תת-אזור, ובסף - בכל אזור. להלן הסבר על החלוקה של החלל לאזורים (צהוב-כחול-ירוק) ולתת-אזורים:



חלוקת פיזור האור סביב גוף התאורה לאזורים ותתי אזורים.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

בהתאם לכמות שטף האור בכל אזר ותת-אזור המפורטים באיור, מגדיר התקן את דירוג סוגי פיזור האור, בהתאם לטבלאות להלן.

דירוג עבור הארה האחורית

Table A-1: Backlight Rating (maximum zonal lumens)

	Secondary Solid Angle	Backlight Rating					
		B0	B1	B2	B3	B4	B5
Backlight \ Trespass	BH	110	500	1000	2500	5000	>5000
	BM	220	1000	2500	5000	8500	>8500
	BL	110	500	1000	2500	5000	>5000

דירוג עבור הארה כלפי מעלה

Table A-2: Uplight Rating (maximum zonal lumens)

	Secondary Solid Angle	Uplight Rating					
		Uo	U1	U2	U3	U4	U5
Uplight \ Skyglow	UH	0	10	50	500	1000	>1000
	UL	0	10	50	500	1000	>1000

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

דירוג עבור הארה קדמית (עבור סוגי פיזור האור של תאורת דרכים):

Table A-3: Glare Rating (maximum zonal lumens)

Glare \ Offensive Light	Secondary Solid Angle	Glare Rating for Asymmetrical Luminaire Types (Type 1, Type 2, Type 3, Type 4)					
		G0	G1	G2	G3	G4	G5
	FVH	10	100	225	500	750	>750
	BVH	10	100	225	500	750	>750
	FH	660	1800	5000	7500	12000	>12000
	BH	110	500	1000	2500	5000	>5000

לצורך מסמך זה הדירוג מתבצע אוטומטית דרך ניתוח קובץ פוטומטרי IES של כל גוף תאורה בעזרת תוכנה AGI32, אשר נמצאת בשימוש במשרדי תכנון חשמל ותאורה של נתיבי ישראל.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

נספח ז'
סדרי קדימויות מוצעים לטיפול בכבישים קיימים

ניתוח כבישים קיימים ברמה הארצית

במסגרת המחקר נעשה ניתוח ברמה הארצית של כבישים קיימים החוצים שטחים ברמת רגישות אקולוגית גבוהה וקיצונית בהם קיימת תאורה כיום. בטבלאות הבאות, המחולקות על פי המרחבים בהם פועלת נתיבי ישראל, מסודרים הכבישים לפי סדר קדימויות לטיפול והחלפה של תאורת הנל"ג הקיימת בגופי תאורה מסוג LED על פי מפרט ההנחיות לצמצום זיהום אור. מומלץ להטמיע את סדר הקדימויות המוצע בתכניות העבודה הרב-שנתיות של חטיבת תפעול ואחזקה. חשוב להדגיש, שמעבר לטבלאות המצורפות ישנם כבישים קיימים נוספים החוצים שטחים בעלי רגישות אקולוגית גבוהה אותם ניתן לזהות בממשק ה GIS.

באחריות חטיבת תפעול ואחזקה לעבור על טבלאות סדרי הקדימויות להלן ולסמן את מקטעי הכבישים הקיימים הנמצאים כיום בתכניות העבודה של חטיבת פיתוח (בתהליך תכנון קיים או עתידי). מקטעים אלה יש להוציא מתכניות העבודה של חטיבת תפעול ואחזקה.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מרחב צפון - מקטעי כביש באזורי רגישות אקולוגית קיצונית

מס'	אזור במרחב	תאור קטע הכביש	מק"מ כביש	עד ק"מ כביש
1	רמת הגולן	כביש מספר 918	14.963	41.457
2	רמת הגולן	כביש מספר 977	0.162	7.28
3	נצרת - חדרה	מ- 752 ל-75 דרום	0	1.51
4	נצרת - חדרה	מ- 75 דרום ל- 752	0	1.665
5	נצרת - חדרה	ירידה מכביש 7224 לכביש 722 דרום	0	0.345
6	נצרת - חדרה	מצומת חסידים יציאה לחיפה- י	0	1.226
7	רמת הגולן	ירידה לכביש 99 דרום מערב	0	0.614
8	נצרת - חדרה	מכביש 75 צפון לכביש 70	0	0.971
9	נצרת - חדרה	ירידה מכביש 70 לכביש 2 דרום	0	0.488
10	רמת הגולן	כביש מספר 99	0.171	23.186
11	רמת הגולן	כביש מספר 9779	1.712	8.459
12	נצרת - חדרה	כביש מספר 2	54.371	97.008
13	נצרת - חדרה	מ- 752 ל-75 דרום	0	1.51
14	נצרת - חדרה	כביש מספר 752	4.045	5.505
15	נצרת - חדרה	מ- 752 ל-75 דרום	0	1.51
16	רמת הגולן	ירידה לכביש 99 דרום מערב	0	0.614
17	רמת הגולן	כניסה לחיספין	0	0.736
18	נהריה - צפת	כביש מספר 899	0	64.201
19	נצרת - חדרה	כביש מספר 75	40.6	47.946
20	טבריה	כביש מספר 6667	7.246	9.82
21	נצרת - חדרה	כביש מספר 79	7.255	28.188
22	נצרת - חדרה	יציאה מכביש 70 מזרח למחלף פו	0	0.363
23	נהריה - צפת	כביש 85	38	45.992
24	נהריה - צפת	כביש מספר 85	1.482	38
25	נצרת - חדרה	מ- 752 ל-75 דרום	0	1.51
26	רמת הגולן	כביש מספר 87	0	35.16
27	נהריה - צפת	כביש 85	38	45.992
28	רמת הגולן	כביש מספר 99	0.171	23.186
29	רמת הגולן	כביש מספר 9888	0	4.089
30	רמת הגולן	כביש מספר 99	0.171	23.186

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מס'	אזור במרחב	תאור קטע הכביש	מק"מ כביש	עד ק"מ כביש
31	נצרת - חדרה	כביש מספר 70 old	0.43	2.651
32	נהריה - צפת	כניסה לשומרה+בתוך הישוב	0	0.401
33	רמת הגולן	ירידה לכביש 99 דרום מערב	0	0.614
34	נצרת - חדרה	כביש מספר 6531	0.482	1.119
35	נצרת - חדרה	כביש מספר 70	40.88	46.88
36	נצרת - חדרה	מתפצל מכביש 581 ומהוה גישה לש	0	1.132
37	רמת הגולן	עליה מכביש 99 דרום מזרח	0	0.605
38	טבריה	כביש מספר 90	365.544	412.003
39	רמת הגולן	כביש מספר 99	0.171	23.186
40	טבריה	כביש מספר 71	28.056	48.303
41	נצרת - חדרה	גשר ג'למה	0.032	1.398
42	טבריה	כביש מספר 90	365.544	412.003
43	רמת הגולן	כביש מספר 99	0.171	23.186
44	רמת הגולן	כביש מספר 808	12	30.291
45	נצרת - חדרה	כביש מספר 65	34.171	34.385
46	נצרת - חדרה	כביש מספר 722	0.293	2
47	נצרת - חדרה	ירידה בכביש שרות מכביש 70 לכ	0.066	0.6
48	רמת הגולן	כביש מספר 977	0.162	7.28
49	נצרת - חדרה	כביש מספר 79	7.255	28.188
50	טבריה	כביש מספר 65	47.468	71
51	נצרת - חדרה	ירידה מכביש 70 לכביש 2 דרום	0	0.488
52	נצרת - חדרה	עליה מכביש 2 לכביש 70 דרום מז	0	0.639
53	נצרת - חדרה	יציאה מכביש 70 מזרח למחלף פו	0	0.363
54	נצרת - חדרה	כביש מספר 75	40.6	47.946
55	נצרת - חדרה	כביש מספר 60	211.378	220.497
56	רמת הגולן	כביש מספר 98	1.61	91.12
57	נצרת - חדרה	כביש מספר 70	52.4	66.031
58	נהריה - צפת	כביש מספר 90	434.189	477.646
59	נהריה - צפת	כביש מספר 90	434.189	477.646
60	נצרת - חדרה	כביש מספר 4	169.074	177.225

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מס'	אזור במרחב	תאור קטע הכביש	מק"מ כביש	עד ק"מ כביש
61	נהריה - צפת	כביש מספר 79	0.043	7.255
62	נהריה - צפת	כביש מספר 90	434.189	477.646
63	נהריה - צפת	כביש מספר 90	434.189	477.646
64	נצרת - חדרה	כביש מספר 79	7.255	28.188
65	נצרת - חדרה	מכביש 75 צפון לכביש 70	0	0.971
66	נהריה - צפת	כביש מספר 866	31.652	43.141
67	נצרת - חדרה	כביש מספר 762	0	2.502
68	נהריה - צפת	כביש מספר 90	434.189	477.646
69	נהריה - צפת	כביש מספר 90	434.189	477.646
70	נהריה - צפת	כביש מספר 90	434.189	477.646
71	נצרת - חדרה	כביש מספר 70	40.88	46.88
72	נצרת - חדרה	כביש מספר 4	159.08	162.581
73	נצרת - חדרה	מצומת חסידים יציאה לחיפה- י	0	1.226
74	טבריה	כביש מספר 669	0.003	12.074
75	נצרת - חדרה	יציאה מכביש 7013 לפורידיס	0	0.548
76	נצרת - חדרה	כביש מספר 75	40.6	47.946
77	נצרת - חדרה	כביש מספר 70	40.88	46.88

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מרחב צפון - מקטעי כביש באזורי רגישות אקולוגית גבוהה

מס'	אזור במרחב	מספר הכביש	אזור בכביש	תיאור קטע הכביש	תוספות והערות	שטחים חשובים אקולוגית
1	נצרת - חדרה (כרמל)	672	34-43	פאתי עוספיא עד צומת דמון		גן לאומי הר הכרמל
2	נצרת - חדרה (גליל תחתון)	784	0-26	מהכניסה למצפה אביב עד צומת קורנית	מספר קטעים וצמתים מוארים לאורך המקטע	שמורת הר שכניה
3	נהריה - צפת	864	3.1-13.3	הכניסה לבית ג'ן והכניסה לחרשים	קטע תאורה בצמתים	שמורת הר מירון
	(גליל עליון)	8641	0.4-2	מפגש עם כביש 864	אותו כנ"ל	
		8643	0-2	מפגש עם כביש 864	אותו כנ"ל	
4	נהריה - צפת (גליל עליון)	854	0-14	מהכניסה ללפידות עד המפגש עם כביש 8544	שתי נקודות מוארות	שמורת נחל בית העמק, יערות קק"ל
		8544	0-5	הצומת ליד הכניסה לכישור		אותו כנ"ל
5	נהריה - צפת (גליל עליון)	89	0-59	מצומת חירם עד לצומת חוסן	מספר קטעים וצמתים מוארים לאורך המקטע	שמורת הר מירון
6	נהריה - צפת (גליל עליון)	899	0-64	מצומת סאסא למחנה בירנית		שמורת הר מירון, שמורת הר סאסא
7	נהריה - צפת (גליל עליון)	8944	0-8	מצומת אלקוש עד המפגש עם כביש 899	מספר צמתים מוארים לאורך המקטע	שמורת טבע הר מירון
8	נהריה - צפת (גליל עליון)	8966	0.7-3.4	צומת החיבור עם כביש 899		שמורת נחל אדמון-ריחן, יער ברעם
9	נהריה - צפת (גליל עליון)	866	32-43	מאזור שפר לצומת חנניה	קטע מואר ארוך	שמורת הר מירון
10	נהריה - צפת (עמק החולה)	90	434-478	צומת הכניסה לאיילת השטח ולאורך הגן הלאומי	קטע מואר בכביש 90 לאורך הגן הלאומי	גן לאומי חצור, שמורת אירוס הדור
		9118	0-2	צומת הכניסה לאיילת השחר		
11	נהריה - צפת (עמק החולה)	90	434-477	מצומת כח לצומת הגומא	תאורה לאורך כל המקטע	שמורת עין תאו, שמורת מורדות הרי נפתלי
12	נהריה - צפת (גליל עליון)	85	38-46	מחלף נחל עמוד עד מחלף עמיעד		שמורת טבע נחל עמוד
13	נהריה - צפת (עמק החולה)	85	38-46	צומת עמיעד עד מחלף אליפלט	תאורה לאורך כל המקטע	גן לאומי ג'וב יוסף
		90	427-434	כורזים בצומת המפגש עם כביש 85		
14	טבריה	71	28-48	מצומת שאן עד לכניסה למעבר הגבול שיח' חוסיין		גן לאומי בית שאן, יערות קק"ל, נחלים

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מס'	אזור במרחב	מספר הכביש	אזור בכביש	תיאור קטע הכביש	תוספות והערות	שטחים חשובים אקולוגית
15	רמת הגולן	99	0-23	מצומת שיאון עד צומת הכניסה למעיין ברוך	הכביש מואר ברובו, נחצה ע"י נחלים	גן לאומי חורשת טל, שמורת תל דן, שמורת שניר
16	רמת הגולן	87	0-35	מצומת בית ציידה עד הכניסה לשמורת יהודיה	צומת בית ציידה, צומת יהודיה, כניסה לשמורה	שמורת יהודיה
17	רמת הגולן	869	0-16	צומת מעלה גמלא עד צומת דליות	מספר צמתים מוארים לאורך המקטע	שמורת יהודיה-גמלא
18	רמת הגולן	92	0.2-26	מעין גב עד צומת הכניסה לרמות	מספר צמתים מוארים לאורך המקטע	שמורת טבע סוסיתא

מרחב מרכז - מקטעי כביש באזורי רגישות אקולוגית קיצונית

מס'	אזור במרחב	תאור קטע הכביש	מק"מ כביש	עד ק"מ כביש
1	שרון	כביש מספר 2	22.337	54.371
2	שרון	כביש 20	30.769	34.364
3	שרון	מעבר תת קרקעי מתחת לכביש 2	0	0.061
4	שרון	כביש מספר 5700	3.893	7.272
5	שפלה	כביש מספר 4	85.886	100.165
6	שרון	כביש מספר 5	1.663	12.635
7	שרון	כביש מספר 2	22.337	54.371
8	ירושלים - מרכז	כביש מספר 3	255.2	258.075
9	ירושלים - מרכז	כביש מספר 3	255.2	258.075
10	ירושלים - מרכז	כביש מספר 375	0.421	18.51
11	שרון	כביש מספר 531	10.79	16.808
12	ירושלים - מרכז	כביש מספר 443	4.514	16.833
13	שפלה	כביש מספר 465	1.173	5.024

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מס'	אזור במרחב	תאור קטע הכביש	מק"מ כביש	עד ק"מ כביש
14	שרון	כביש מספר 444	23.988	29.775
15	ירושלים - מרכז	כביש מספר 443	4.514	16.833
16	ירושלים - מרכז	כביש מספר 446	1.649	4.34
17	ירושלים - מרכז	כביש 1	26.749	37.569
18	ירושלים - מרכז	כביש מספר 3	258.549	270.359
19	ירושלים - מרכז	כביש מספר 3	258.549	270.359
20	ירושלים - מרכז	כביש 1 החדש	37.569	54.387
21	שרון	כביש מספר 444	34.497	42.138
22	שרון	כביש מספר 2	22.337	54.371
23	שרון	כביש מספר 4	116.754	155.259

מרחב מרכז - מקטעי כביש באזורי רגישות אקולוגית גבוהה

מס'	אזור במרחב	מספר הכביש	אזור בכביש	תיאור קטע הכביש	תוספות והערות	שטחים חשובים אקולוגית
1	אזור חדרה	4	162-169	צומת פל-ים לכל הכיוונים (צפון-דרום, מזרח-מערב)		שמורת שקע קיסרי
		651	3.3-8	אותו כנ"ל		
2	שרון	5722	0-1.6	כניסה למכמורת/מבואות ים	התאורה בירידה המערבית ממחלף ינאי	גן לאומי נחל אלכסנדר
3	שרון	5	1.6-12.6	מצומת ירקונים לצומת מורשה	דגש על החצייה של נחל הירקון ונחל שילה	גן לאומי ירקון
4	שרון	40	293-301	במפגש עם כביש 402 (צומת עדנים)	דגש על החצייה של נחל הירקון	גן לאומי ירקון
		402	0-5.7	צפונית לצומת ירקונים		
5	שרון	4	116-155	מצומת גהה לצומת מורשה	דגש על החצייה של נחל הירקון ושטח הגן הלאומי	גן לאומי ירקון

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מס'	אזור במרחב	מספר הכביש	אזור בכביש	תיאור קטע הכביש	תוספות והערות	שטחים חשובים אקולוגית
7	שרון	554	7 to 10	משדה ורבורג לטירה	צוואר בקבוק של במסדרון האקולוגי	
8	ירושלים - מרכז	1	37-54	כביש 1 החדש ממחלף שער הגיא למחלף הראל		גן לאומי הרי יהודה + יערות קק"ל
9	ירושלים - מרכז	386	0-16	מצומת נס הרים לצומת צור הדסה	תאורה באזור שתי הצמתים והכניסה לבר גיורא	גן לאומי הרי יהודה
10	ירושלים - מרכז	375	0.4-18.5	מצומת עציונה דרך צומת צור הדסה לביתר עילית	תאורה במספר נקודות	שמורת סנסן + יערות קק"ל
11	שפלה	35	0-39	מצומת נחושה לצומת לכיש	תאורה בצומת לכיש, צומת גוברין	גן לאומי בית גוברין
		38	0-12	מצומת נחושה לשריגים (לי-און)	תאורה בצומת נחושה, צומת שריגים	שמורת חורש עדולם + יערות קק"ל
12	שפלה	358	8 to 26	מכרמי קטיף עד שומריה	תאורה בצמתים והכניסות לאורך הכביש	ג"ל מערות חזן, יער אמציה, יער מורן
13	דרום מישור החוף	232	5 to 84	מצומת גבעתי עד צומת איבים	תאורה בצמתים לאורך המקטע	יערות קק"ל, מע' אקולוגיות רגישות
14	דרום מישור החוף	4	51-80	מצומת אזור תעשיה מבקיעים עד צומת יד מורדכי	תאורה בצמתים (4 קטעים)	יער יד מרדכי
		3421	0-4	מקיבוץ גברעם עד המפגש עם כביש 4	צומת זיקים	שמורת טבע גברעם, יער גברעם
		3411	0-4	מקיבוץ זיקים עד לצומת זיקים	כניסה לכרמיה, כניסה לזיקים	שמורת זיקים, שמורת כרמיה
15	נגב	40	202-215	מצומת בית קמה עד כביש 6		שמורת פורה + יערות קק"ל לאורך הערוצים

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מרחב יהודה ושומרון - מקטעי כביש באזורי רגישות אקולוגית קיצונית

מס'	אזור במרחב	תאור קטע הכביש	מק"מ כביש	עד ק"מ כביש
1	שומרון	ירידה מכביש 505 לכביש 5 דרום מ	0	0.171
2	שומרון	כביש מספר 5	18.548	36.710
3	יוש - מרכז	כביש מספר 1	65.534	95.113

מרחב יהודה ושומרון - מקטעי כביש באזורי רגישות אקולוגית גבוהה

מס'	אזור במרחב	מספר הכביש	אזור בכביש	תיאור קטע הכביש	תוספות והערות	שטחים חשובים אקולוגית
1	יוש - מרכז	90	247-287	מצומת הכניסה למצפה שלם ועד צומת הכניסה למצוקי דרגות	תאורה בצמתים	שמורת מצוק ההעתקים
2	יוש - מרכז	3692	0-1	צומת הכניסה לקליה ולגן לאומי קומראן	תאורה בצומת	גן לאומי קומראן, שמורת מצוק ההעתקים
3	יוש - מרכז	1	95-99	מהכניסה לקיבוץ בית הערבה ועד צומת בית הערבה	תאורה בצומת ובכניסה	שמורת נחל אוג
		90	288-366	מצומת בית הערבה עד מחנה נבו	תאורה בצומת ובכניסה לדיר חג'לא והמחנה	שמורת נחל אוג, שמורת ערבות יריחו
4	שומרון	55	8.8-32	מקטע בכביש מצפון לכפר עזון מול מערת עזון	כביש 55 מואר כמעט לכל אורכו	שמורת טבע מערת עזון
5	יוש - מרכז	458	0-14	צומת מכמש (מפגש כביש 458 וכביש 457)	תאורה בצומת	שמורת נחל מכוך

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מרחב דרום - מקטעי כביש באזורי רגישות אקולוגית קיצונית

מס'	אזור במרחב	תאור קטע הכביש	מק"מ כביש	עד ק"מ כביש
1	אשקלון	6 קטע דרומי	34.467	67.7
2	אשקלון	כביש מספר 3	227.787	253.499
3	אשקלון	6 קטע דרומי	34.467	67.7
4	אשקלון	כביש מספר 3	227.787	253.499
5	אשקלון	כניסה לתלמי יחיאל	0	0.601
6	אשקלון	מתפצל מכביש 383 ומהוה גישה לכ	0	0.749
7	אילת	כביש מספר 211	107.786	147.483
8	דימונה	ירידה לכביש 60 דרום מערב	0	0.62
9	אשקלון	כביש מספר 3	227.787	253.499
10	דימונה	כביש מספר 60	12.319	20.973

מרחב דרום - מקטעי כביש באזורי רגישות אקולוגית גבוהה

מס'	מספר הכביש	אזור בכביש	תיאור קטע הכביש	תוספות והערות	שטחים חשובים אקולוגית
1	40	0-158	צומת חלוקים עד צומת הרוחות	הצמתים החשובים - חלוקים, ציפורים, עבדת, הרוחות	שטחים פתוחים ושמורות טבע
2	40	0-158	ממצפה רמון דרך צומת ציחור עד צומת מנוחה	קטעים לטיפול - ירידה למכתש רמון, צמתים	שמורת הר הנגב, שמורת נחלים גדולים, שמורת צוקי שיירות
3	90	14-63	מצומת בקעת תמנע עד יטבתה	תאורה בצמתים לאורך המקטע	שמורת יטבתה, שמורת חולות סמר
4	90	63-244	צומת קטורה	תאורה בצומת	שמורת צוקי שיירות
5	90	63-244	צומת מנוחה	תאורה בצומת	שמורת רכס מנוחה
6	90	63-244	מאזור תעשייה ספיר עד עין יהב	תאורה בצמתים לאורך המקטע	שמורת נחל שיזף, שמורת מכתשים-עין יהב, שמורת הצינים
7	90	63-244	צומת עין חצבה (עיר אובות)	תאורה בצומת	שמורת מכתשים-עין יהב
8	90	63-244	צומת זוהר (המפגש עם כביש 31) עד נווה זוהר	מקטע קצר, תאורה בצמתים	שמורת מדבר יהודה

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מס'	מספר הכביש	אזור בכביש	תיאור קטע הכביש	תוספות והערות	שטחים חשובים אקולוגית
9	90	63-244	צומת הכניסה למצדה + צומת צפונית יותר (חדשה)	תאורה בצמתים	גן לאומי מצדה, גן לאומי חוורי מצדה
10	90	244-245	מהכניסה לבית ספר שדה עין גדי עד לקיבוץ עין גדי	תאורה בצומת	שמורת עין גדי
11	211	108-147	מצומת טללים עד לכביש הגבול המערבי	תאורה בצמתים לאורך המקטע	שמורת חולות שונרה, נחל לבן
12	204	134-164	מירוחם עד לצומת חלוקים	תאורה בצמתים לאורך המקטע	
13	222	0-23	צומת צאלים (מפגש עם כביש 234) עד קיבוץ צאלים	תאורה במקטע קצר	שמורת פארק הלס, נחל הבשור
14	31	17-73	צומת חתרורים	תאורה בצומת	
15	316	0-22	מצומת הכניסה לשני (ליבנה) עד המפגש עם כביש 317	תאורה במקטע קצר	יער יתיר
16	358	8 to 26	ממחלף לקיה עד שומריה	תאורה בצמתים לאורך המקטע	שמורת להב צפון, יער מורן ודבירה

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

נספח ח'
מונחים

מונחים מתחום הסביבה

זהירת רקיע (Sky glow) - תופעה רחבת היקף של מאות אלפי מקורות אור המצטברים יחד ותורמים להארת שמי הלילה. התאורה המשתקפת חזרה מן הרקיע היא זהירת הרקיע.

זיהום אור אסטרונומי (Astronomical light pollution) - תופעת טשטוש מראה הכוכבים וגרמי שמיים על ידי תאורה ישירה או השתקפותה.

זיהום אור אקולוגי (Ecological light pollution) - תאורה מלאכותית הגורמת לשינויים במשטר התאורה הטבעי של אור/חושך במערכות אקולוגיות.

אור ירח - אור ירח מורכב ברובו מאור השמש המשתקף מפני הירח היכן שהיא מאירה עליו. אור זה מקרין על פני כדור הארץ ומהווה גורם בעל 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 מהווה סמן לעוצמת האור המרבית שמומלץ לא לחרוג ממנה בשטחים פתוחים טבעיים.

מגוון ביולוגי - מכלול המערכות האקולוגיות והנופיות המקיימות את עולם החי. אפשר לחלק את המגוון הביולוגי לשלושה רכיבים: מגוון גנטי, מגוון מינים ומגוון מערכות אקולוגיות.

מסדרון אקולוגי - שטח פתוח שאינו נתון לשינויים תדירים במרחב ובזמן ומחבר בין שני אזורים טבעיים. שטחו של המסדרון מאפשר קיום של מחזורי חיים שלמים ומעבר של מגוון רחב של אורגניזמים. במקרים רבים מתייחסים למסדרון כאל שטח צר שאורכו גדול מרוחבו והוא שונה מסביבתו.

צוואר בקבוק - מעבר חיוני לבעלי חיים בין שני שטחים טבעיים במקום בו המסדרון האקולוגי נהיה צר עקב צמצומו ע"י בינוי ו/או תשתיות (כבישי אורך ורוחב ראשיים, מסילות ברזל או מגבלות אנתרופוגניות אחרות). לאזורים אלו חשיבות קריטית בשמירת רציפות המסדרון האקולוגי ולכן דורשים תשומת לב מיוחדת ויישום פתרון למעבר בע"ח.

קישוריות (Connectivity) - מונח מקצועי המגדיר את מידת העבירות של שטח לאורגניזם (בעלי חיים וצמחים) בין שני מקורות של משאבים הנדרשים לקיומו של המין. קישוריות גבוהה מאפשרת הפצה של זרעים ושל צאצאים, קישוריות נמוכה עלולה לגרום גם להכחדה של מינים הנותרים "כלואים" בתא שטח קטן שהמשאבים שבו מתכלים.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

מונחים פוטומטריים

מעבר עילי לבעלי חיים - גשר, רכיב הנדסי אחר, או רצף של שטח טבעי שנוצר בעקבות כריית מנהרה, המקשר בין שטחים טבעיים וממוקם מעל תשתית אורך.

מעבר תחתי לבעלי חיים - מעבר הכרחי החוצה תשתית אורך. מעבר זה מעוצב ומגונן כהמשך רציף של בית הגידול משני עברי המעבר. מעברים אלה יכולים להתבסס על מערכות הניקוז הקיימות, אך יש לבסס מעברים ייעודיים גם במקומות שיש בהם צורך אקולוגי בשמירה על רצף שטח פתוח.

גוף תאורה (Luminaire) - מכשיר מיועד להפצת אור, המכוון ומשנה את שטף האור של מקור או מספר מקורות האור, וכולל את כל המרכיבים להתקנה והגנה על מקורות האור, ומעגלים חשמליים להפעלה וחיבור לרשת חשמל.

שטף אור, לומן (Luminous Flux) - הערך הנגזר משטף קרינה על ידי הערכת ההשפעה שלה על צופה פוטומטרי סטנדרטי של CIE , כמות האור המוקרנת בשנייה אחת ממקור אור בכל כיוון, או כמות האור הנקלטת במשך שנייה אחת במשטח מכל כיוון.

עוצמת הארה, לוקס (Illuminance) - שטף האור (לומן) המאיר יחידת שטח (מ"ר) במשור הנידון.

עוצמת הארה אופקית, לוקס (Horizontal Illuminance, EH) - שטף האור (לומן) המאיר יחידת שטח (מ"ר), עבור מישור אופקי.

עוצמת הארה אנכית, לוקס (Vertical Illuminance, EV) - שטף האור (לומן) המאיר יחידת שטח (מ"ר), עבור מישור אנכי.

עוצמת הארה ממוצעת מתוחזקת, לוקס (Average Maintained Illuminance) - ערך שווה ממוצע אריתמטי בין כל הערכים של עוצמת הארה, המחושבים/הנמדדים במישור הנידון בסוף חיי מתקן התאורה.

עוצמת הארה מזערית מתוחזקת, לוקס (Minimum Maintained Illuminance) - ערך המזערי בין כל הערכים של עוצמת הארה, המחושבים/הנמדדים במשור הנידון בסוף חיי מתקן התאורה.

טמפרטורת צבע האור, גוון האור K קלווין (Correlated Color Temperature, CCT) - הטמפרטורה המוחלטת של קורן שחור,(Planckian radiator) המפיק אור באותה כרומטיות (chromaticity) כמו זו של מקור האור הנידון, באותה הבהיקות ובתנאי ראייה המוגדרים.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

רשימת ספרות

- אחירון-פרומקין, ת. (2012). קיטוע בתי גידול על ידי תשתיות תחבורה. מדריך לאיתור קונפליקטים ולתכנון פתרונות. החברה הלאומית לדרכים.
- אסם, י., ברנד, ד., טאובר, י., פרבולוצקי, א., צורף, ח. (2014). תורת ניהול היער בישראל - מדיניות והנחיות לתכנון ולממשק היער. הקרן הקיימת לישראל.
- וייל, ג., לידר, נ. (2010). ניתוח מרחבי של זיהום אור באמצעות חישה מרחוק. רשות הטבע והגנים.
- לידר, נ. (2008). השלכות אקולוגיות של תאורת כבישים בישראל והצעות לפתרון. פרסומי חטיבת מדע. רשות הטבע והגנים.
- 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.
- קפלן, ד., פדרמן, ר. (2014). דוח מצב הטבע - בתי הגידול הלחים בישראל - 2014. המארג בחסות האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.
- רותם, ד., אנגרט, נ., אלון, ע., גולדשטיין, ח., בן-נון, ג. (2015). מסדרונות אקולוגיים - מהלכה למעשה. עקרונות והנחיות לתכנון וממשק מסדרונות אקולוגיים בישראל. מפרסומי חטיבת המדע והממשק וחטיבת מורשת ונוף. רשות הטבע והגנים.
- רותם, ד., וייל, ג., וולצ'אק, מ., אמיר, ש. (2016). מידת ייצוגן של יחידות אקולוגיות טבעיות בשטחים המוגנים בישראל. אקולוגיה וסביבה 7(1):16-23.
- Arlettaz, R., S. Godat & H. Meyer (2000): Competition for food by expanding pip–istrelle bat populations (Pipistrellus pipistrellus) might contribute to the decline of lesser horseshoe bats (Rhinolophus hipposideros). Biol Conserv 93: 55-60.
- 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.
- Davies, T. W., Coleman, M., Griffith, K. M. & Jenkins, S. R. (2015). Night-time lighting alters the composition of marine epifaunal communities. Biology. Letters. 11: 20150080, doi: 10.1098/rsbl.2015.0080.

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

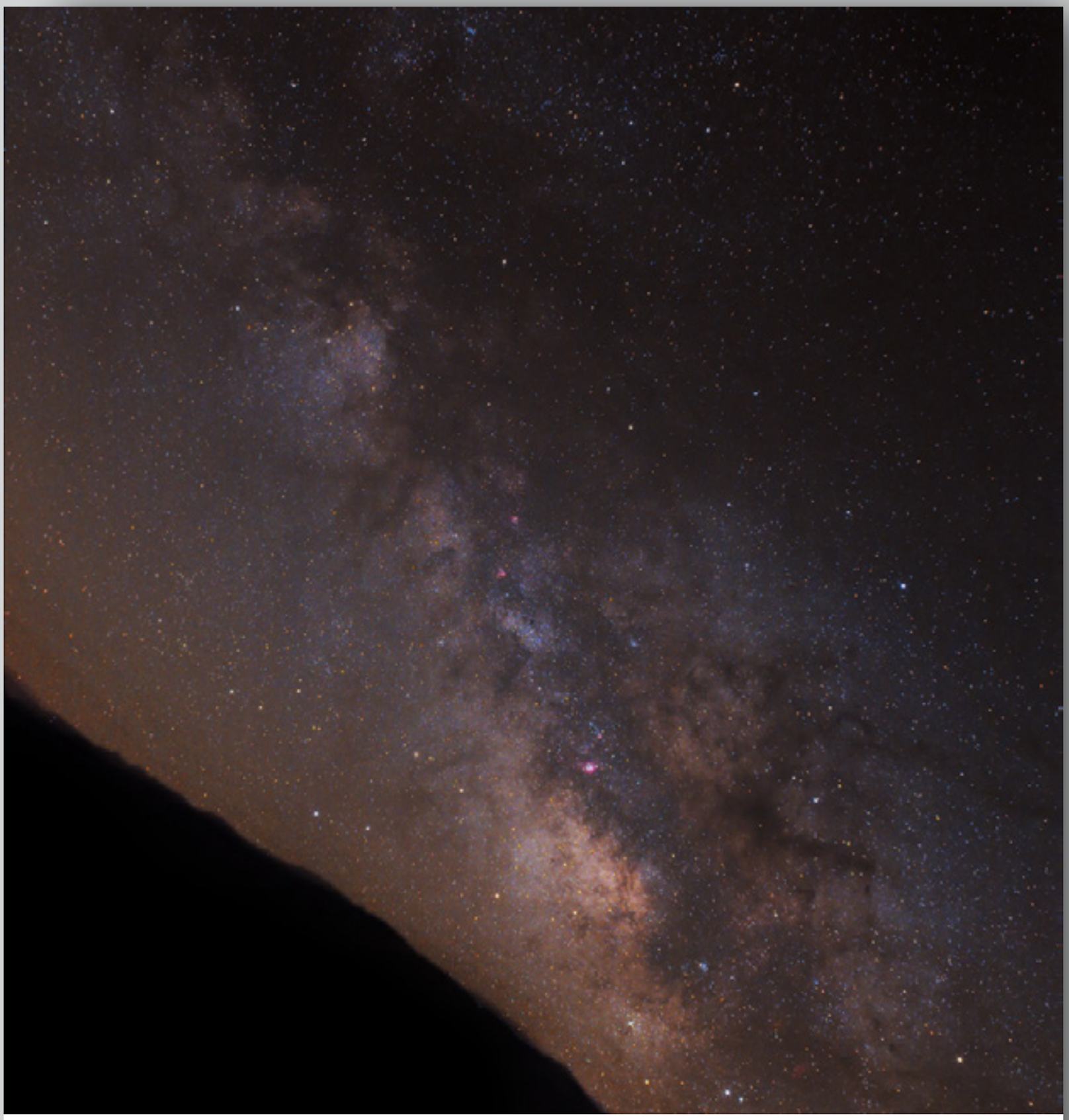
- Fensome, A.G. & F. Mathews (2016): Roads and bats: a meta-analysis and review of the evidence on vehicle collisions and barrier effects. Mammal Review 46(4): 311-323.
- Longcore, T., Rich, C. (2004). Ecological light pollution. Frontiers in Ecology and the Environment 2: 191–198.
- Rodrigues, P., Aubrecht, C., Gil, A., Longcore, T., Elvidge, C. (2012). Remote sensing to map influence of light pollution on Cor y's shearwater in Sao Miguel Island, Azores Archipelago. European Journal of Wildlife Research. 58: 147–155.
- Wise, S.E. (2007). Studying the ecological impacts of light pollution on wildlife: amphibians as models. 107-116 pp. In: StarLight: a Common Heritage, C. Marın and J. Jafari, eds. Government of The Canary Islands, Spanish Ministry of The Environment, UNESCO-MaB.
- Voigt, C.C, C. Azam, J. Dekker, J. Ferguson, M. Fritze, S. Gazaryan, F. Hölker, G. Jones, N. Leader, D. Lewanzik, H.J.G.A. Limpens, F. Mathews, J. Rydell, H. Schofield, K. Spoelstra, M. Zagmajster (2018): Guidelines for consideration of bats in lighting projects. EUROBATS Publication Series No. 8. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 62 pp.
- IDA –International Dark-Sky Association, https://www.darksky.org/our-work/conservation/idsp/parks/.
- IES TM-15-11: Illuminating Engineering Society "Luminaire. Classification Systems for Outdoor Luminaires".

לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים באזורים בעלי רגישות אקולוגית **קיצונית**

לנספחים



לתוכן העניינים

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **גבוהה**

למפרטים הטכניים
באזורים בעלי רגישות
אקולוגית **קיצונית**

לנספחים

נתיבי ישראל
החברה הלאומית לתשתיות תחבורה

רשות הטבע והגנים

המשרד להגנת הסביבה

החברה להגנת הטבע ע"ר
שומרים. מחנכים. אוהבים