

**מחזירי אור לסימון אחורי לכלי רכב מסחריים,
לכלי רכב להסעת נוסעים ולגוררים**

Retroreflectors for rear marking for commercial vehicles,
passenger transport vehicles and trailers

תקן זה הוכן על ידי ועדת המומחים 13010 – לוחות סימון אחוריים לכלי רכב, בהרכב זה:
שמואל בן-ארי, חנן בן-חנניה, אמציה גזית, משה חבה (יו"ר), אריה טל, יותם יהל

תרומה מיוחדת להכנת התקן תרם אורן קיפניס.

טיוטה

חיים גורביץ ריכז את עבודת הכנת התקן.

הודעה על רויזיה

תקן זה בא במקום

התקן הישראלי ת"י 5381 מיולי 2003

מילות מפתח:

כלי רכב, לוחיות רישוי (רכב), סימון, אחורי, גרור נתמך, מידות.

Descriptors:

road vehicles, registration plates (vehicles), marking, back, semi-trailers, dimensions.

עדכניות התקן

התקנים הישראליים עומדים לבדיקה מזמן לזמן, ולפחות אחת לחמש שנים, כדי להתאימם להתפתחות המדע והטכנולוגיה. המשתמשים בתקנים יודאו שבידיהם המהדורה המעודכנת של התקן על גיליונות התיקון שלו. מסמך המתפרסם ברשומות כגיליון תיקון, יכול להיות גיליון תיקון נפרד או תיקון המשולב בתקן.

תוקף התקן

תקן ישראלי על עדכניו נכנס לתוקף החל ממועד פרסומו ברשומות. יש לבדוק אם התקן רשמי או אם חלקים ממנו רשמיים. תקן רשמי או גיליון תיקון רשמי (במלואם או בחלקם) נכנסים לתוקף 60 יום מפרסום ההודעה ברשומות, אלא אם בהודעה נקבע מועד מאוחר יותר לכניסה לתוקף.

סימון בתו תקן

כל המייצר מוצר, המתאים לדרישות התקנים הישראליים החלים עליו, רשאי, לפי היתר ממכון התקנים הישראלי, לסמנו בתו תקן.



זכויות יוצרים

© אין לצלם, להעתיק או לפרסם, בכל אמצעי שהוא, תקן זה או קטעים ממנו, ללא רשות מראש ובכתב ממכון התקנים הישראלי.

תוכן העניינים

1	.....	הקדמה
1	.....	פרק א – עניינים כלליים
1	.....	1.1 חלות התקן
1	.....	1.2 אזכורים
1	.....	1.3 הגדרות
3	.....	1.4 מיון
5	.....	1.5 טיפוס
5	.....	1.6 ציוד המדידה
5	.....	פרק ב – דרישות כלליות
5	.....	2.1 מבנה
5	.....	2.2 צורה, מידות ותצורת התקנה
6	.....	2.3 סימון
6	.....	פרק ג – בדיקות – שיטות ודרישות
6	.....	3.1 נוהל הבדיקה
6	.....	3.2 התאמה לתקן
7	.....	3.3 חומר וצבע
8	.....	3.4 תכונות פוטומטריות
8	.....	3.5 עמידות בהשפעות של גורמי חוץ
10	.....	3.6 עמידות בטמפרטורות קיצוניות
11	.....	3.7 קשיחות מחזיר האור

הקדמה

תקן זה מבוסס על המסמך של המועצה הכלכלית לאירופה של האומות המאוחדות הן בלוחות לסימון אחורי של כלי רכב כבדים וכלי רכב ארוכים,

E/ECE/324 } Rev.1/Add.69/Rev.1
E/ECE/TRANS/505 }
Regulation No.70

פרק א - עניינים כלליים

1.1 חלות התקן

תקן זה חל על מחזירי אור לסימון אחורי לכלי רכב מסחריים, לכלי רכב להסעת נוסעים ולגרורים, המיועדים להגברת הנראות של כלי הרכב מצידם האחורי.

1.2 אזכורים

תקנים ומסמכים המאוזכרים בתקן זה (תקנים ומסמכים לא מתוארכים - מהדורתם האחרונה היא הקובעת):

מסמכים ישראליים

תקנות התעבורה תשכ"א-1961, תקנה 383 א', על עדכוניה

תקנים בין-לאומיים

ISO 11664-2:2007 (E) (CIE S 014-2/E:2006) - Colorimetry - Part 2: CIE standard illuminants

ISO 105-B02: 2000 (E) - Textiles: Tests for color fastness

מסמכים זרים

E/ECE/324 } Rev.1/Add.69/Rev.1
E/ECE/TRANS/505 } UNIFORM PROVISIONS CONCERNING THE
Regulation No. 70 } APPROVAL OF REAR MARKING PLATES
FOR HEAVY AND LONG VEHICLES

CIE Publication No. 15: 2004 - Colorimetry

CIE Publication No. 54.2: 2001 - Retroreflection definition and measurement

1.3 הגדרות

הגדרות אלה כוחן יפה בתקן זה:

1.3.1 מונחים כלליים

1.3.1.1 מחזיר אור לסימון אחורי (להלן: מחזיר אור)

פס דביק⁽¹⁾ מחזיר אור או לוח מחזיר אור המיועד להתקנה על צידו האחורי של כלי רכב להגברת הנראות שלו בשעת החשכה.

⁽¹⁾ בלשון הציבור מקובל: "מדבקה".

1.3.1.2. יחידת דגימה

מחזיר אור מוגמר ומוכן להתקנה על כלי רכב, המייצג מחזירי אור מייצור שוטף.

1.3.2. מונחי החזרת האור

1.3.2.1. החזרת אור (retroreflection)

החזרה של קרני אור הפוגעות במשטח בכיוון מקור האור תכונה המתקיימת על פני תחום רחב של זוויות פגיעה (ראו הגדרה 1.3.3.7).

1.3.2.2. משטח מחזיר אור (retroreflective surface)

משטח מחומר-המחזיר חלק ניכר מהאור המכוון אליו בכיוון מקור האור.

1.3.2.3. חומר מחזיר אור (retroreflective material)

חומר גלם המשמש ליצירת משטחים מחזירי אור.

1.3.2.4. מקדם החזרת האור (coefficient of retroreflection) (R')

היחס שבין מקדם עוצמת ההארה, R , של משטח שטוח מחזיר אור לבין שטחו, A . מבטאים את המקדם ביחידות של קנדלה ללוקס למטר ($cd/lx/m^2$).

1.3.2.5. מקדם הבהיקות (luminance factor)

היחס שבין בהיקות הגוף הנבדק לבין הבהיקות של חומר מפור אידאלי, בתנאי הארה וצפייה זהים.

1.3.3. מונחי גאומטריה (ראו ציורים 1 ו-2)

1.3.3.1. מרכז ייחוס (reference center)

נקודה על פני משטח מחזיר אור או קרוב לפני המשטח, המיועדת לשמש מרכז המשטח מחזיר האור, לצורך קביעת ביצועיו.

1.3.3.2. ציר הארה (illumination axis)

קטע הקו ממרכז הייחוס למקור האור (ראו ציור 1).

1.3.3.3. ציר צפייה (observation axis)

קטע הקו ממרכז הייחוס לראש הפוטומטר (ראו ציור 1).

1.3.3.4. זווית צפייה (observation angle) (α)

הזווית שבין ציר ההארה לבין ציר הצפייה (ראו ציור 1), שתחומה המרבי: $0.33^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$. במדידות של מחזירי אור, זווית הצפייה חיובית תמיד ומוגבלת לתחום קטן יותר.

1.3.3.5. מחצית מישור הצפייה (observation half-plane)

מחצית המישור שתחילתו על ציר ההארה והכוללת את ציר הצפייה.

1.3.3.6. ציר ייחוס (reference axis)

קטע הקו שתחילתו במרכז הייחוס והמשמש לתיאור תנוחתו הזוויתית של מחזיר האור (ראו ציור 1).

1.3.3.7. זווית פגיעה (entrance angle) (β)

הזווית שבין ציר ההארה לבין ציר הייחוס (ראו ציור 1). כדי להגדיר את המכוון (orientation) באופן מלא, מאפיינים זווית זו על ידי שני רכיבים: β_1 ו- β_2 .

1.3.3.8. הרכיב הראשון של זווית הפגיעה (β_1)

הזווית שבין ציר ההארה לבין המישור המכיל את ציר הייחוס ואת הציר הראשון (ראו הגדרה 1.3.3.10), ושתחומה: $180^\circ > \beta_1 \geq (-180)^\circ$.

1.3.3.9. הרכיב השני של זווית הפגיעה (β_2)

הזווית שבין המישור המכיל את מחצית מישור הצפייה לבין ציר הייחוס, ושתחומה: $90^\circ > \beta_2 > (-90)^\circ$.

1.3.3.10. הציר הראשון (first axis)

הציר העובר דרך מרכז הייחוס והניצב למחצית מישור הצפייה (ראו ציור 1).

1.3.3.11. הציר השני (second axis)

הציר העובר דרך מרכז הייחוס והניצב הן לציר הראשון והן לציר הייחוס (ראו ציור 1). הכיוון החיובי של הציר השני נמצא במחצית מישור הצפייה כאשר $90^\circ > \beta_1 > (-90)^\circ$, כמתואר בציור 1.

1.3.3.12. זווית הסיבוב (angle of rotation) (ϵ)

הזווית שבה מסובבים את יחידת הדגימה סביב מצבה האנכי הממוצע, ממצב שרירותי כלשהו, בכיוון נגדי לסיבוב מחוגי השעון ($+\epsilon$) או בכיוון סיבוב מחוגי השעון ($-\epsilon$), כשצופים בה בכיוון ההארה (ראו ציור 1), ושתחומה: $180^\circ > \epsilon \geq (-180)^\circ$.

הערה:

אם החומרים מחזירי האור או מחזירי האור עצמם מסומנים בסימון המציין את כיוון ההתקנה (ראו סעיף משנה 2.3.1.3), קובע סימון זה את המצב התחילי עבור המדידה.

1.4. מיון

ממיינים את מחזירי האור לפי צורתם ומידותיהם ולפי ייעודם, כמפורט להלן (ראו טבלה 1 וציורים 3 עד 5):

1.4.1. מין 1

מחזירי אור העשויים, לסירוגין, חומר מחזיר אור אדום וחומר מחזיר אור צהוב בדוגמת פסים אלכסוניים, שמידותיהם כמוגדר בתקנות התעבורה וכמתואר בציור 3.

1.4.2. מין 2

מחזירי אור העשויים, לסירוגין, חומר מחזיר אור אדום וחומר מחזיר אור צהוב בדוגמת פסים אלכסוניים, שמידותיהם כמוגדר בטבלה 1 וכמתואר בציור 4.

1.4.3. מין 3

מחזירי אור העשויים חומר מחזיר אור צהוב עם שוליים מחומר מחזיר אור אדום, שמידותיהם כמוגדר בטבלה 1 וכמתואר בציור 5.

טבלה 1 – מחזירי אור: מין, אמצעי הסימון והמידות בהתאם לסוג כלי הרכב

הערה:

טבלה זו אינה מתייחסת להגדרות החומר מחזיר האור (ראו הגדרה 1.3.2.3).

סימוכין	מחזיר האור			כלי הרכב	
	מידות (מ"מ)	אמצעי הסימון	מין	תיאור	סוג
תקנות התעבורה תשכ"א-1961, תקנה 383א', על עדכונה ^(א)	400 x 50 לפחות	2 פסים דביקים	1	כלי רכב מסחרי שמשקלו הכולל $\geq 3,500$ ק"ג	N1
ECE R70 ^{(א)(ג)(ב)}	140 x (1130 ≤ L ≤ 2300) או 140 x (565 ≤ L) או 140 x (285 ≤ L)	1 פס דביק/לוח או 2 פסים דביקים/לוחות או 4 פסים דביקים/לוחות	2	כלי רכב מסחרי שמשקלו הכולל $< 3,500$ ק"ג ו- $\geq 7,500$ ק"ג	N2
ECE R70 ^{(א)(ב)}	140 x (1130 ≤ L ≤ 2300) או 140 x (565 ≤ L) או 140 x (285 ≤ L)	1 פס דביק/לוח או 2 פסים דביקים/לוחות או 4 פסים דביקים/לוחות	2	כלי רכב מסחרי שמשקלו הכולל $< 7,500$ ק"ג ו- $\geq 12,000$ ק"ג	N2
ECE R70 ^{(א)(ב)}	140 x (1130 ≤ L ≤ 2300) או 140 x (565 ≤ L) או 140 x (285 ≤ L)	1 פס דביק/לוח או 2 פסים דביקים/לוחות או 4 פסים דביקים/לוחות	2	כלי רכב מסחרי שמשקלו הכולל $< 12,000$ ק"ג	N3
ECE R70 ^{(א)(ג)(ב)}	140 x (1130 ≤ L ≤ 2300) או 140 x (565 ≤ L) או 140 x (285 ≤ L)	1 פס דביק/לוח או 2 פסים דביקים/לוחות או 4 פסים דביקים/לוחות	2	כלי רכב להסעת 8 נוסעים או יותר הרשום כאוטובוס זעיר או כמונית ושמקלו הכולל $\geq 5,000$ ק"ג	M2
ECE R70 ^{(א)(ג)(ב)}	140 x (1130 ≤ L ≤ 2300) או 140 x (565 ≤ L) או 140 x (285 ≤ L)	1 פס דביק/לוח או 2 פסים דביקים/לוחות או 4 פסים דביקים/לוחות	2	כלי רכב להסעת נוסעים שמשקלו הכולל $< 5,000$ ק"ג ^(ה)	M3
ECE R70 ^{(א)(ב)}	200 x (1130 ≤ L ≤ 2300) או 200 x (565 ≤ L) או 200 x (285 ≤ L)	1 פס דביק/לוח או 2 פסים דביקים/לוחות או 4 פסים דביקים/לוחות	3	גרורים ונתמכים	O1 O2 O3 O4

הערות לטבלה:

(א) במקרה של סתירה בין המידות המצוינות בטבלה לבין אלה המצוינות בתקנות התעבורה, קובעות המידות המצוינות בתקנות התעבורה תשכ"א-1961, תקנה 383א', על עדכונה.

(ב) מסמך האומות המאוחדות

E/ECE/324 }
E/ECE/TRANS/505 } Rev.1/Add.69/Rev.1
Regulation No.70

(ג) במקרה של סתירה בין המידות המצוינות בטבלה לבין אלה המצוינות במסמך האומות המאוחדות ECE R70, קובעות המידות המצוינות במסמך האומות המאוחדות, על עדכונה.

(ד) במועד פרסום תקן זה, מידות מחזיר האור על פי תקנות התעבורה הן (50 x 400) מ"מ לפחות. אולם, לדעת חברי ועדת המומחים שהכינה תקן ישראלי זה, מידות אלה קטנות מדי עבור מחזירי אור לכלי רכב מסוג זה.

(ה) אוטובוסים מפרקיים יסומנו במחזירי אור ממין 3.

1.5 טיפוס

- 1.5.1 מחזירי אור נחשבים מחזירי אור מטיפוסים שונים, אם הם שונים זה מזה באחד מהיבטים אלה:
א. השם המסחרי או סימן המסחר הרשום של יצרן מחזירי האור;
ב. תכונות החומר מחזיר האור;
ג. מרכיבי מחזיר האור המשפיעים על תכונות החומר מחזיר האור;
- 1.5.2 הבדלים בצורה ובמידות אינם מגדירים טיפוס שונה של מחזירי אור.

1.6 ציוד המדידה

מודדים את מאפייני החזרת האור של מחזיר האור באמצעות מד-זווית (גוניומטר) כמתואר בציור 2, שניתן להשתמש בו למדידות של מאפייני החזרת האור בגאומטריה כמוגדר במסמך CIE Publication No. 54.2: 2001. בציור 2 ממוקם ראש הפוטומטר, באופן שרירותי, אנכית מעל מקור האור. הצלר הראשון נראה קבוע ואופקי, והוא ממוקם בניצב למחצית מישור הצפייה. אפשר להשתמש בכל סידור אחר של הרכיבים, ובלבד שיהיה שווה ערך לסידור המתואר בציור 2. ניתן להשתמש בציוד מדידה אחר המתאים לדרישות תקן זה.

פרק ב - דרישות כלליות

2.1 מבנה

- 2.1.1 מחזירי האור יהיו ממין 1 או ממין 2 או ממין 3 כמוגדר בסעיף 1.4 וכמתואר בציורים 3, 4 ו-5.
- 2.1.2 מחזירי האור ייוצרו באופן שיאפשר את תפקודם הנאות לאורך זמן בשימוש רגיל ותקין. לא יהיו במחזירי האור פגמי תכן או פגמי ייצור העלולים לפגוע במאפייני החזרת האור שלהם או למנוע את תחזוקתם במצב תקין.
- 2.1.3 הרכיבים של מחזירי האור לא יהיו ניתנים להסרה בקלות.
- 2.1.4 משטחי הפנים החיצוניים של מחזירי האור יהיו קלים לניקוי, ולא יהיו מחוספסים במידה המפריעה לקלות הניקוי.
- 2.1.5 התאמת מחזירי האור לדרישות סעיפים 2.1.1 עד 2.1.4 תיבדק בכל הבדיקות הרלוונטיות המפורטות בתקן זה.

2.2 צורה, מידות ותצורת התקנה

2.2.1 צורה

צורת כל אחת מהיחידות המרכיבות את מחזירי האור תהיה מלבנית (ראו ציורים 3, 4 ו-5). במחזירי אור ממין 1 וממין 2, זווית השיפוע של הפסים האלכסוניים תהיה $(45 \pm 5)^\circ$, ובקצותיהם יהיו משולשים הופכיים בצבע אדום. במחזירי אור ממין 2, רוחב הפסים האלכסוניים יהיה (100 ± 2.5) מ"מ.

2.2.2 מידות

מידות מחזירי האור יהיו כמוגדר בטבלה 1 וכמתואר בציורים 3, 4 ו-5, בהתאם למין מחזיר האור.

2.2.3 תצורת התקנה

מחזירי האור יותקנו באחת מהתצורות המתוארות בציורים 3, 4 או 5, בהתאם למין מחזיר האור. במחזירי אור ממין 1 וממין 2, רוחב כל אחת מהיחידות המרכיבות את מחזיר האור, רוחב הפסים האלכסוניים וזווית השיפוע שלהם יהיו זהים בכל אחת מהתצורות האפשריות עבור מחזיר האור. במחזירי אור ממין 3, רוחב כל אחת מהיחידות המרכיבות את מחזיר האור ורוחב המסגרת יהיו זהים בכל אחת מהתצורות האפשריות עבור מחזיר האור.

2.3 סימון

2.3.1 כל מחזיר אור יסומן בפרטים אלה:

- 2.3.1.1 שם היצרן וסימן המסחר הרשום שלו (אם קיים);
- 2.3.1.2 סימן זיהוי של יצרן החומר מחזיר האור (הגדרה 1.3.2.3), שממנו מיוצר מחזיר האור. סימן זיהוי זה יסומן במהלך ייצור החומר מחזיר האור, במרווחים שווים.
- 2.3.1.3 כשהחומר מחזיר האור אינו כל-כיווני (omnidirectional), ולפיכך יש חשיבות לכיוון ההתקנה של מחזיר האור, יסומן החומר מחזיר האור או מחזיר האור עצמו (בצידו המיועד להיות הצד העליון כאשר מחזיר האור מותקן על גבי כלי הרכב) בחץ הפונה כלפי מעלה ומעליו הכיתוב: 'TOP'.
- 2.3.2 הסימון ייעשה במיקום שיאפשר לראותו לאחר התקנת מחזיר האור על גבי כלי הרכב, באותיות ובמספרים שגובהם 4 מ"מ לפחות. הסימון יהיה קריא ובר-קיימה.

פרק ג - בדיקות - שיטות ודרישות

3.1 נוהל הבדיקה

- 3.1.1 בודקים שתי יחידות דגימה (ראו הגדרה 1.3.1.2) ממין זהה (כמוגדר בסעיף 1.4) ומטיפוס אחד (כמוגדר בסעיף 1.5) או, לחלופין, בודקים מספר גדול יותר של יחידות דגימה קטנות יותר שאורכן הכולל זהה לאורך הכולל של שתי יחידות הדגימה הגדולות, לכל הפחות.
- 3.1.2 בודקים את התאמת יחידות הדגימה לדרישות הכלליות של פרק ב, ולדרישות הצורה והמידות כמוגדר בטבלה 1 וכמתואר בציורים 3, 4 ו-5.
- 3.1.3 בודקים את סימן הזיהוי של יצרן החומר מחזיר האור עבור כל מין בנפרד, על יחידות דגימה שאורך כל אחת מהן 5 מ'.
- 3.1.4 בודקים את עמידות יחידות הדגימה בטמפרטורות קיצוניות כמתואר בסעיף 3.6.
- 3.1.5 נוטלים דוגמות בדיקה מיחידות הדגימה שנחשפו לטמפרטורות הקיצוניות ובודקים אותן בבדיקות המפורטות בסעיפים 3.3, 3.4 ו-3.5. ניתן לערוך את הבדיקות הפוטומטרית והקולורימטרית על אותן דוגמות בדיקה. יש ליטול דוגמות בדיקה חדשות עבור כל אחת מהבדיקות האחרות.

3.2 התאמה לתקן

- 3.2.1 האופי התרסני של חלק מהבדיקות המפורטות בתקן זה אינו מאפשר לקבוע את התאמתה של יחידת דגימה אחת לכל דרישות התקן, אך לעתים מאפשרת בדיקה של יחידת דגימה אחת לקבוע כי מחזיר האור אינו מתאים לתקן.

3.2.2. אפשר לקבוע כי מחזיר אור מתאים לכל דרישות התקן על ידי בדיקת כמה יחידות דגימה ממין אחד ומטיפוס אחד, שיוצרו בתנאים דומים ומחומרים זהים, כל אחת בבדיקה הרסנית אחרת. אם התאימו כל יחידות הדגימה לכל דרישות הבדיקה הרלוונטיות, מחזיר האור מתאים לתקן.

3.3. חומר וצבע

3.3.1. מחזירי האור ייעשו מחומרים מחזירי אור בצבעים אדום וצהוב.

3.3.2. בודקים את צבעו של החומר מחזיר האור, בהתאם להנחיות המסמך של הוועדה הבין-לאומית למאור CIE Publication No. 15: 2004, כמפורט להלן:

3.3.2.1. מאירים את דוגמת הבדיקה בעזרת מקור אור תקני D65 כמוגדר בתקן הבין-לאומי ISO 11664-2:2007 (E) (CIE S 014-2/E:2006)⁽²⁾, בזווית פגיעה 45° , ומודדים את החזרת האור

בזווית צפייה $\alpha = 0^\circ$.

הצבע יימצא בתחום המוגדר על ידי 4 הזוגות של קואורדינטות הצבע המצוינים בטבלה 2, והוא יתאים למקדם הבהירות הנקוב בטבלה זו.

טבלה 2 - הגדרת הצבע של מחזירי אור המוארים בעזרת מקור אור תקני D65

מקדם הבהירות	קואורדינטות הצבע				הצבע	
	4	3	2	1		
≥ 0.16	0.465	0.427	0.487	0.545	x	צהוב
	0.534	0.483	0.423	0.454	y	
≥ 0.03	0.655	0.569	0.595	0.690	x	אדום
	0.345	0.341	0.315	0.310	y	

3.3.2.2. מאירים את דוגמת הבדיקה בעזרת מקור אור תקני A כמוגדר בתקן הבין-לאומי

ISO 11664-2(E):2007 (CIE S 014-2/E:2006)⁽³⁾, בזווית פגיעה $\beta_1 = \beta_2 = 0^\circ$, ומודדים בזווית צפייה

$\alpha = 20'$. אם זווית פגיעה זו יוצרת החזרה חסרת צבע, מאירים בזווית פגיעה $\beta_1 = \pm 5^\circ$; $\beta_2 = 0^\circ$.

הצבע יימצא בתחום המוגדר על ידי 4 הזוגות של קואורדינטות הצבע המצוינים בטבלה 3.

⁽²⁾ CIE Standard Illuminant D65

⁽³⁾ CIE Standard Illuminant A

טבלה 3 - הגדרת הצבע של מחזירי אור המוארים בעזרת מקור אור תקני A

קואורדינטות הצבע				הצבע
4	3	2	1	
0.505	0.520	0.610	0.585	x
0.465	0.480	0.390	0.385	y
0.643	0.665	0.735	0.720	x
0.335	0.335	0.265	0.258	y

3.4 תכונות פוטומטריות

מאירים את דוגמת הבדיקה בעזרת מקור אור תקני A⁽³⁾, ומודדים את החזרת האור בזווית צפייה $\alpha = 20'$ בשיטה המומלצת במסמך של הוועדה הבין-לאומית למאור 2001: CIE Publication No. 54.2. מקדם החזרת האור, R', יהיה, לכל הפחות כמפורט בטבלה 4. מקדם ההארה יהיה כמצוין בטבלה 5.

טבלה 4 - מקדם החזרת האור, R' (מינ'), (קנדלה ללוקס למ"ר)

זוויות פגיעה (מעלות)				צבע
0	0	0	0	
60 ^(N)	40	30	5	$\beta_1 =$ $\beta_2 =$
10	75	180	300	צהוב
-	4	7	10	אדום

הערה לטבלה:
(א) זווית פגיעה של 60° תיבדק לפי דרישה מיוחדת.

טבלה 5 - מקדמי הארה

מקדם ההארה, b	צבע
≥ 0.16	צהוב
≥ 0.03	אדום

3.5 עמידות בהשפעות של גורמי חוץ

3.5.1 עמידות באקלום בחשיפה לאור

3.5.1.1 נוטלים שתי דוגמות בדיקה מיחידת הדגימה (הגדרה 1.3.1.2). דוגמה אחת שומרים במכל יבש ואטום לאור, לשימוש בשלב מאוחר יותר כדוגמת ייחוס שלא נחשפה לאור. את הדוגמה האחרת חושפים למקור אור כמפורט בתקן הבין-לאומי ISO 105-B02: 2000 (E), בסעיף 7, הדן בתהליכי חשיפה,

עד שצבע כחול תקני מספר 7 דוהה לדרגה 4 בסולם האפור. לאחר הבדיקה, שוטפים את דוגמת הבדיקה בתמיסה מהולה של דטרגנט ניטרלי, מייבשים אותה ובודקים את התאמתה לסעיפים 3.5.1.2 עד 3.5.1.4, כמפורט להלן.

3.5.1.2. בוחנים את דוגמת הבדיקה בעין לא מזוינת. הדוגמה תתאים לדרישות אלה:

א. לא יתגלו במשטח שנחשף לאור סדקים, קסקסת, פיצול, בועות, היפרדות שכבות, עיוותים, הכתמה, שיתוך או פגם אחר כלשהו העלול לפגוע בתפקוד החומר.

ב. הדוגמה לא תתכווץ בשיעור הגדול מ-0.5%.

ג. לא יתגלה כשל בהדבקות החומר מחזיר האור, כגון: התרוממות פינות החומר משכבת התשתית.

3.5.1.3. בוחנים חזותית, בעין לא מזוינת, את צבע הדוגמה שנחשפה לאור בהשוואה לצבע דוגמת הייחוס, שלא נחשפה לאור.

לא יתגלו הבדלים מהותיים בין שתי הדוגמות.

במקרה של ספק, חוזרים על הבדיקה לפי סעיף 3.4.

צבע הדוגמה שנחשפה לאור יתאים לדרישות הנקובות בטבלות 2 ו-3.

3.5.1.4. א. בודקים את מקדם החזרת האור של הדוגמה שנחשפה לאור, כמפורט בסעיף 3.4, בזווית פגיעה

$$\beta = 5^\circ \text{ ובזווית צפייה } \alpha = 20^\circ$$

מקדם החזרת האור של הדוגמה לא יהיה קטן מ-80% מהערכים הנקובים בטבלה 4.

ב. ממטירים על הדוגמה גשם מלאכותי ובודקים, בתנאים אלה של חשיפה לגשם, את מקדם החזרת האור.

מקדם החזרת האור של הדוגמה בתנאי חשיפה לגשם לא יהיה קטן מ-90% מהמקדם שנמדד כאשר הדוגמה הייתה לבשה.

3.5.2. עמידות בשיתוך

3.5.2.1. חושפים דוגמת בדיקה שניטלה מיחידת הדגימה לערפל של מי מלח למשך 48 שעות, בשני מחזורים של 24 שעות כל אחד, עם הפסקה בת שתיים ביניהם, שבה מאפשרים לדוגמה להתייבש.

הערה:

יוצרים את ערפל מי המלח על ידי ריסוס של תמיסת מלח בטמפרטורה $(35 \pm 2)^\circ \text{C}$, כאשר התמיסה מתקבלת על ידי המסה של 5 חלקים (במשקל) של נתרן כלורידי ב-95 חלקים (במשקל) של מים מזוקקים שאין בהם יותר מ-0.02% זיהומים.

מיד בתום החשיפה בוחנים חזותית את הדוגמה.

לא ייראו בדוגמה סימני שיתוך העלולים לפגום בטיב מחזיר האור או בסימן הזיהוי של יצרן החומר מחזיר האור (סעיף 2.3).

3.5.2.2. מאפשרים לדוגמה שנחשפה לערפל של מי המלח להתאושש במשך 48 שעות בטמפרטורה האופפת.

מנקים את המשטח מחזיר האור מכל שאריות המלח שדבקו בו, ועורכים את בדיקת החזרת האור לפי

סעיף 3.5, בזווית פגיעה $\beta = 5^\circ$ ובזווית צפייה $\alpha = 20^\circ$.

מקדם החזרת האור לא יהיה קטן מהערכים הנקובים בטבלה 4.

3.5.3. עמידות בדלק

נוטלים מיחידת הדגימה דוגמת בדיקה שאורכה 300 מ"מ לפחות, וטובלים אותה למשך דקה אחת

בתערובת דלק המורכבת מ-70% n-heptane ומ-30% טולואן (Toluene) (אחוזי נפח).

בתום פרק זמן זה, שולפים את הדוגמה מתערובת הדלק, מנגבים אותה במטלית רכה ובוחנים אותה בעין לא מזוינת.
לא ייראו בדוגמה שינויים העלולים לפגום בטיב מחזיר האור או בסימן הזיהוי של יצרן החומר מחזיר האור (סעיף 2.3).

3.5.4. חוזק ההדבקה

א. אם מחזירי האור מצופים בחומר מחזיר אור, מנסים להסיר אותו.
לא ניתן יהיה להסיר את החומר מחזיר האור ללא עזרת כלים או ללא פגיעה בחומר.
ב. אם מחזירי האור עשויים יריעת חומר מחזיר אור המודבקת על גבי שכבת תשתית, מנסים להסיר את היריעה משכבת התשתית במהירות של 300 מ"מ לדקה, ומודדים את הכוח שנדרש לשם כך.
הכוח הנדרש להסרת יריעת החומר מחזיר האור משכבת התשתית לא יהיה גדול מ-10 ניוטון לכל 25 מ"מ של רוחב הדוגמה הנבדקת.

3.5.5. עמידות במים

נוטלים מיחידת הדגימה דוגמת בדיקה שאורכה 300 מ"מ לפחות. טובלים את הדוגמה במים מזוקקים בטמפרטורה $(23 \pm 5)^{\circ} \text{C}$ צי' למשך 18 שעות; בתום פרק זמן זה, מוציאים את הדוגמה מהמים ומניחים לה להתייב למשך 24 שעות בתנאי מעבדה רגילים. בוחנים את הדוגמה בעין לא מזוינת.
לא יתגלו פגמים העלולים לפגום בטיב מחזיר האור בחלק כלשהו של הדוגמה הנמצא במרחק של יותר מ-10 מ"מ משוליה התתוכים.

3.5.6. עמידות בהולם

נוטלים מיחידת הדגימה דוגמת בדיקה העשויה יריעת חומר מחזיר אור המודבקת על גבי שכבת תשתית, ובדקים בטמפרטורה האופפת, $(23 \pm 2)^{\circ} \text{C}$ צי'. מפילים על הדוגמה, מגובה 2 מ', כדור פלדה במשקל 500 ג'.
לא יתגלו בדוגמת הבדיקה, במרחק של יותר מ-5 מ"מ ממקום פגיעת הכדור, סדקים או סימני היפרדות של היריעה משכבת התשתית.

3.5.7. עמידות בניקוי

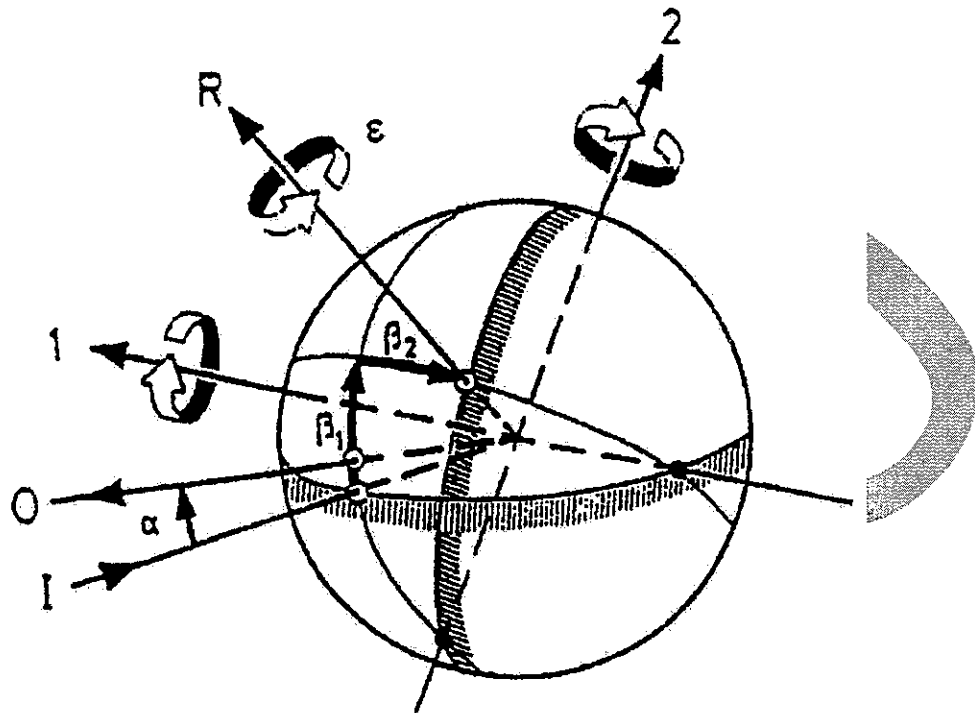
מורחים את משטח הפנים של דוגמת בדיקה שניטלה מניחידת הדגימה בתערובת של דטרגנט, שמן סיכה וגרפיט. מנגבים את משטח הפנים של הדוגמה שנמרחת בתערובת זו בעזרת ממס אליפתי (aliphatic) עדין, כגון n-הפטאן ולאחר מכן, שוטפים אותו בדטרגנט ניטרלי.
ניתן יהיה לנקות את משטח הפנים של דוגמת הבדיקה בקלות, ללא נזק למשטח המחזיר אור.

3.6. עמידות בטמפרטורות קיצוניות

נוטלים מיחידת הדגימה דוגמת בדיקה שאורכה 300 מ"מ לפחות. חושפים את הדוגמה לתנאי חום כמפורט להלן, בסדר המפורט להלן:
א. 12 שעות באטמוספירה יבשה, בטמפרטורה $(65 \pm 2)^{\circ} \text{C}$ צי';
ב. שעה אחת בטמפרטורה $(23 \pm 2)^{\circ} \text{C}$ צי';
ג. 12 שעות בטמפרטורה $(-20 \pm 2)^{\circ} \text{C}$ צי';
ד. 4 שעות בטמפרטורה האופפת, בתנאי מעבדה רגילים.
לאחר מכן, בוחנים את דוגמת הבדיקה בעין לא מזוינת.
לא ייראו במשטח מחזיר האור של הדוגמה סדקים או עיוותים ניכרים.

3.7 קשיחות מחזיר האור

שכבת התשתית של מחזיר האור תהיה עשויה אלומיניום או תומר שווה ערך בעובי של 1.5 מ"מ לפחות, ובדרגת קשיות של H30 לפחות.

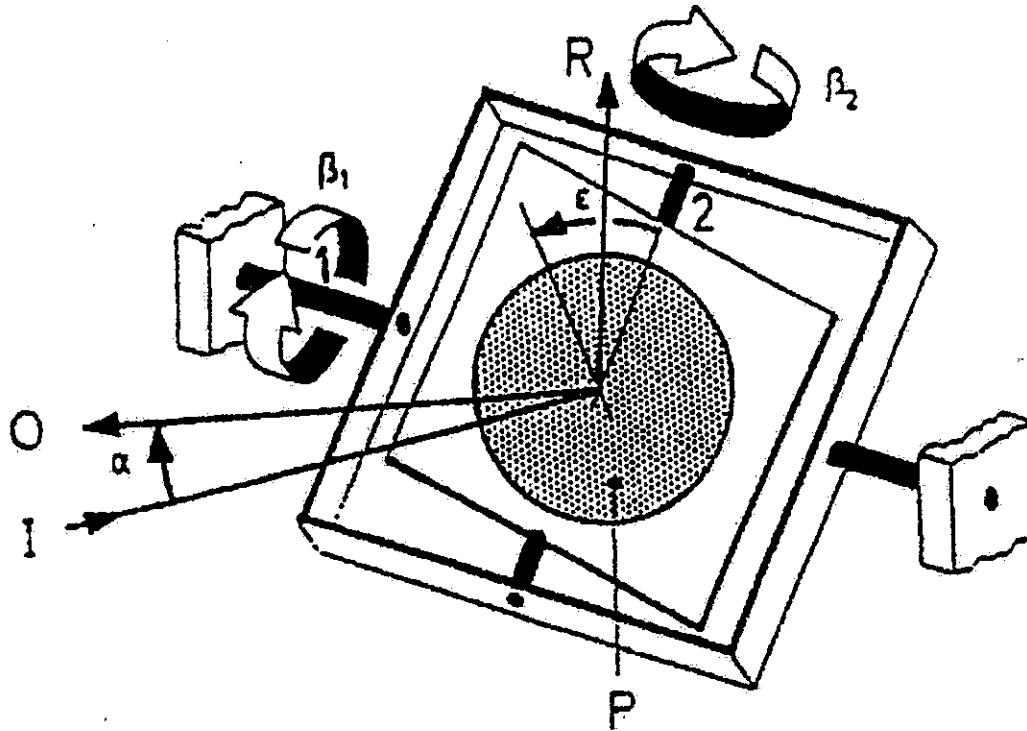


- | | | |
|---|----------------|-----------------|
| α - זווית הצפייה | I - ציר ההארה | 1 - הציר הראשון |
| β ₁ , β ₂ - זוויות הפגיעה | O - ציר הצפייה | 2 - הציר השני |
| ε - זווית הסיבוב | R - ציר הייחוס | |

הערות לציור:

- א. הציר הראשון ניצב למישור הכולל את ציר הצפייה ואת ציר ההארה. הציר השני ניצב הן לציר הראשון והן לציר הייחוס. כל הצירים, הזוויות וכיווני הסיבוב מוצגים כשהם חיוביים.
- ב. הציר הקבוע העיקרי הוא ציר ההארה.
- ג. הציר הראשון נקבע בניצב למישור הכולל את ציר הצפייה ואת ציר ההארה.
- ד. ציר הייחוס קבוע בחומר מחזיר האור, והוא משתנה יחד עם β₁ ו-β₂.

ציור 1 - מערכת הקואורדינטות של הוועדה הבין-לאומית למאור (CIE)



- | | | |
|-----------------|----------------------|------------------------------------|
| 1 - הציר הראשון | I - ציר ההארה | α - זווית הצפייה |
| 2 - הציר השני | O - ציר הצפייה | β_1, β_2 - זוויות הפגיעה |
| | R - ציר הייחוס | ϵ - זווית הסיבוב |
| | P - החומר מחזיר האור | |

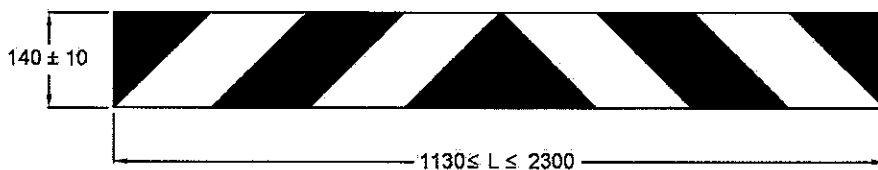
הערות לציור:

- א. כל הצירים, הזוויות וכיווני הסיבוב מוצגים כשהם חיוביים.
- ב. בציור זה, ראש הפוטומטר (O) ממוקם, באופן שרירותי, מעל למקור האור (I). הציר הראשון (1) מוצג כציר קבוע ואופקי, הממוקם בניצב למחצית מישור הצפייה. אפשר להשתמש בכל סידור שווה-ערך אחר של הרכיבים.

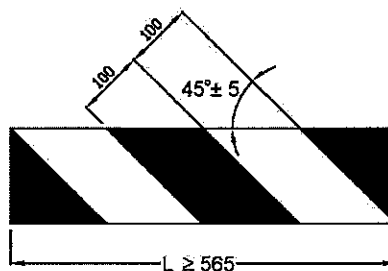
ציור 2 - מנגנון מד-הזווית (הגוניומטר) הכולל את מערכת הקואורדינטות של הוועדה הבין-לאומית למאור (CIE)



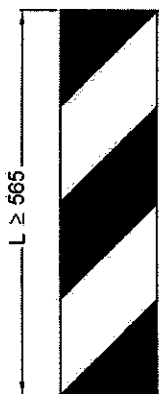
ציור 3 - מחזירי אור ממין 1 (המידות במילימטרים)



דוגמה א'



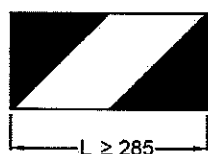
דוגמה ב'



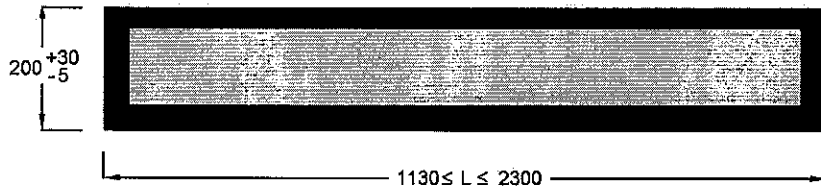
דוגמה ג'



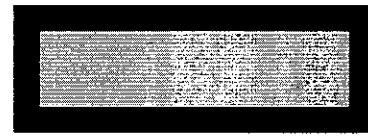
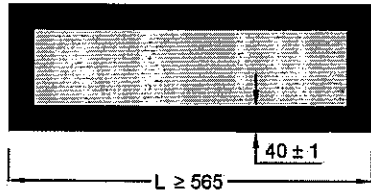
דוגמה ד'



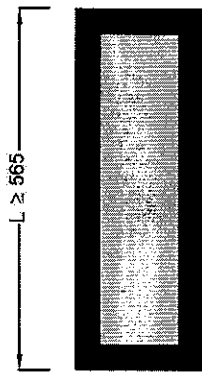
ציור 4 - מחזירי אור ממין 2
(המידות במילימטרים)



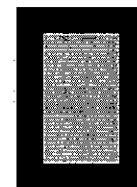
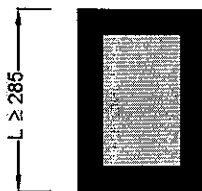
דוגמה א'



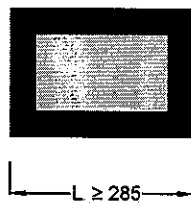
דוגמה ב'



דוגמה ג'



דוגמה ד'



ציור 5 - מחזירי אור ממין 3
(המידות במילימטרים)