

תאורה לתערוכה



מה אנו מבקשים לתאורת תערוכה ?

מה אנו מבקשים לתאורת תערוכה ?

- בואו מראה ונראה טוב !

- שזה פוגע בחפצים שלנו כמה שפחות !

אבל גם

- שזה משתלב בסנוגרפיה !

שתי הדרישות הראשונות עשויות להראות סותרות אך עלינו להגיב בצורה אובייקטיבית לחלוטין, השלישית, סובייקטיבית תלוי ברגישות של המעצבים

סנוגרפיה, תערוכה גרפיה ומוזאוגרפיה

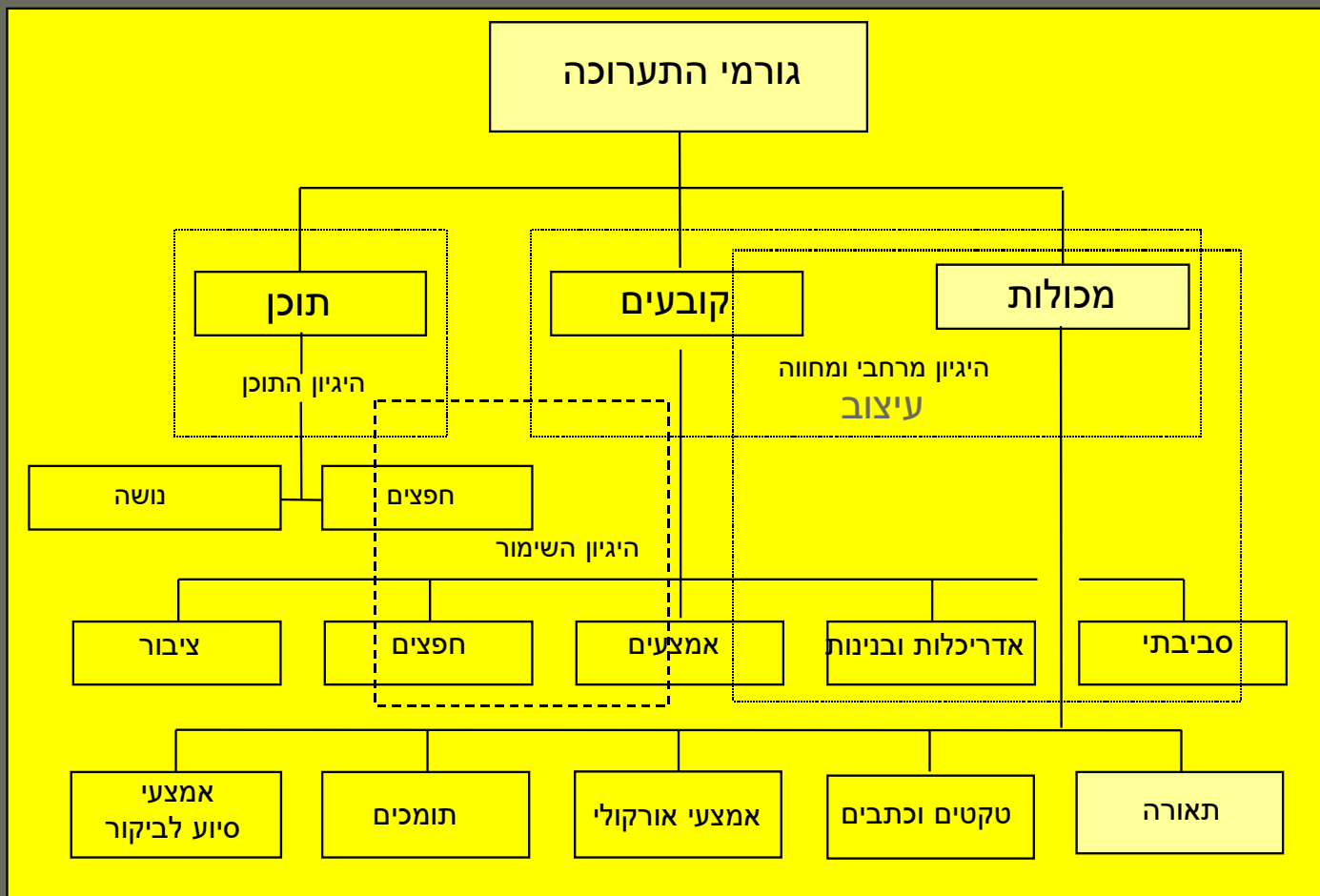
או עיצוב פנים כלילית, מיוחד לתערוכה וגם מיוחד למוזאון

לסנוגרפיה מגיע עם השיקול של תחושה ליצור אווירה שתתמוך הנאום.

לתערוכה גרפיה לוקח בחשבון את צרכי המבקר עם ציווי הביטחון, התפוצה, הרווחה מיורד לתערוכה.

במוזאוגרפיה, בתמיכה בתערוכה גרפיה, תוך היתחשבות בצרכים השימור חומרי של החפצים השייכים למוזיאון.

תאורה, חלק של המוזיאוגרפיה

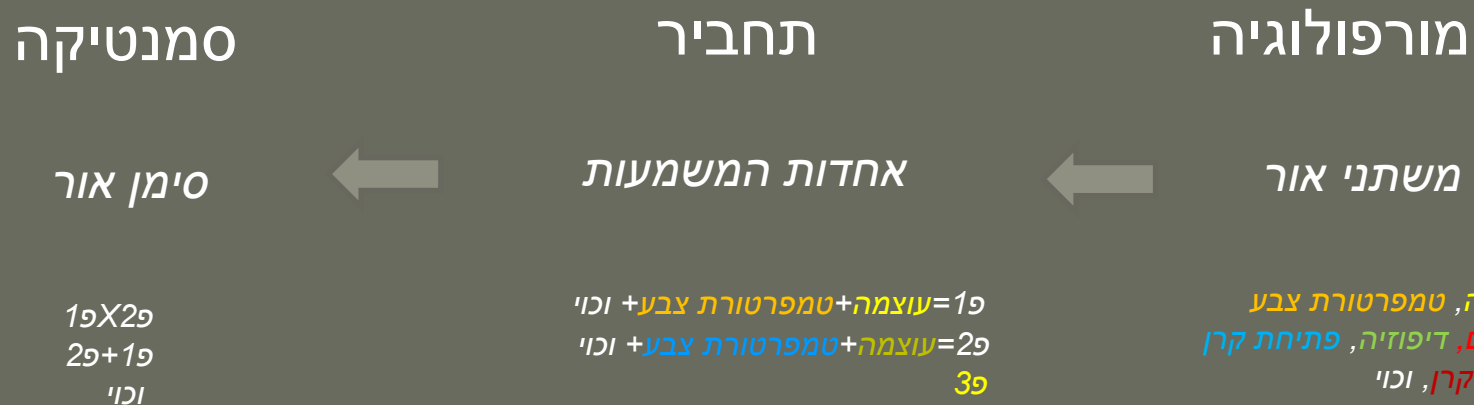


תאורה בתוך הסנוגרפיה

אנו יכולים להגדיר תאורה כאומנות (או טכניקה) של שליטה באור על מנת לעמוד בביקוש החברתי.

כאן אנו מגלים שהתאורה היא שפה, שהתאורה משדרת רגש אחד ולא אחר, שהיא משמעותית, שהיא סימן.

אנו יכולים להגדיר שמדובר בסמיוטיקה ספציפית לתאורה



ניגודי טמפרטורת צבע של שני מקורות אור



ניגודי טמפרטורת צבע של שני מקורות אור



סוגים שונים של צורות לקורות אור



ממוקד



ממוסגר



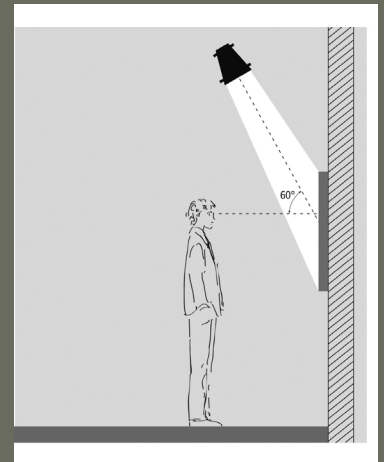
משודר

תאורה בתוך התערוכהגרפיה

אם **לסנוגרפיה** יש הפונקציה לעיצוב החלל ובפרספקטיבה של נאום או מחשבה, כפי שאנו מכירים אותה בתיאטרון, **בתערוכהגרפיה** תהיה אותה פונקציה בהבדל שהמבקרים פולשים לכל המרחב, שלא כמו בתיאטרון הם מופרדים, מרוחקים ונטולי תנועה.

המעבר הזה מהצופה (תיאטרון) למבקר (מוזיאון) כרוך בחשבון **ארגונומיה חזותית** שונה.

הדרישה תוצב על רמת **טיוח הצבעים**, **רמת התאורה**, וגם **היעדר השתקפויות וסנוור** לא רצויים.



Exposition Henri Cartier-Bresson

CNAC Centre Pompidou Paris Mars 2014



תאורה בתוך המוזיאוגרפיה

לתערוכה גרפיה מתווספת הספציפיות של נושא השימור.

- כדי לעמוד בהמלצות השימור המונע הנוגעות לקרינה אופטית (אולטרה סגול, גלוי ואינפרא אדום), יהיה צורך לקחת בחשבון:
- הרגישות של החומרים לקרינה זו,
 - ההרכב הספקטרלי של מקורות האור ולבסוף
 - כמות האור, או מינון מוחלט של חשיפה לאור.

מצוגן

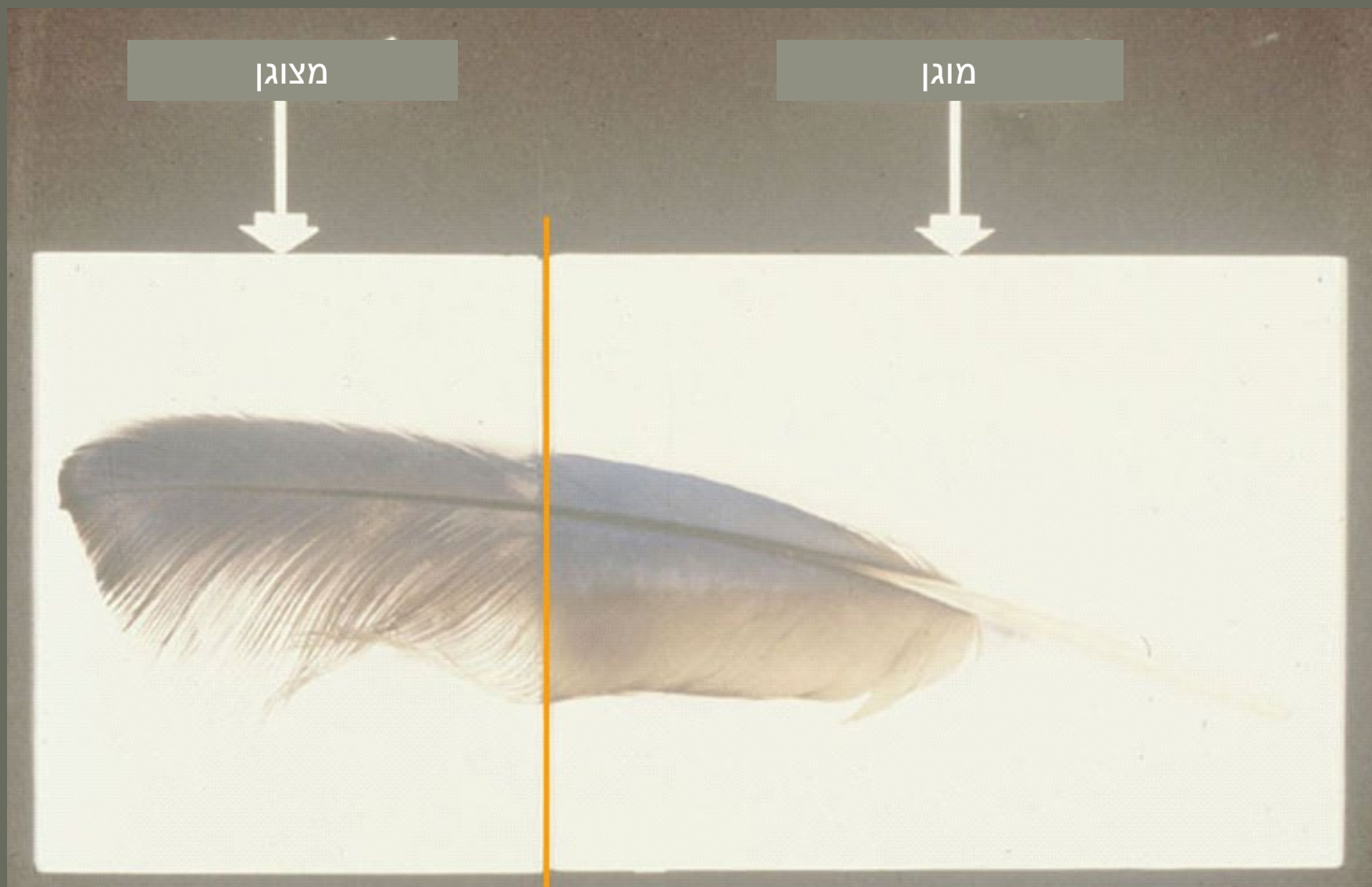


מוגן

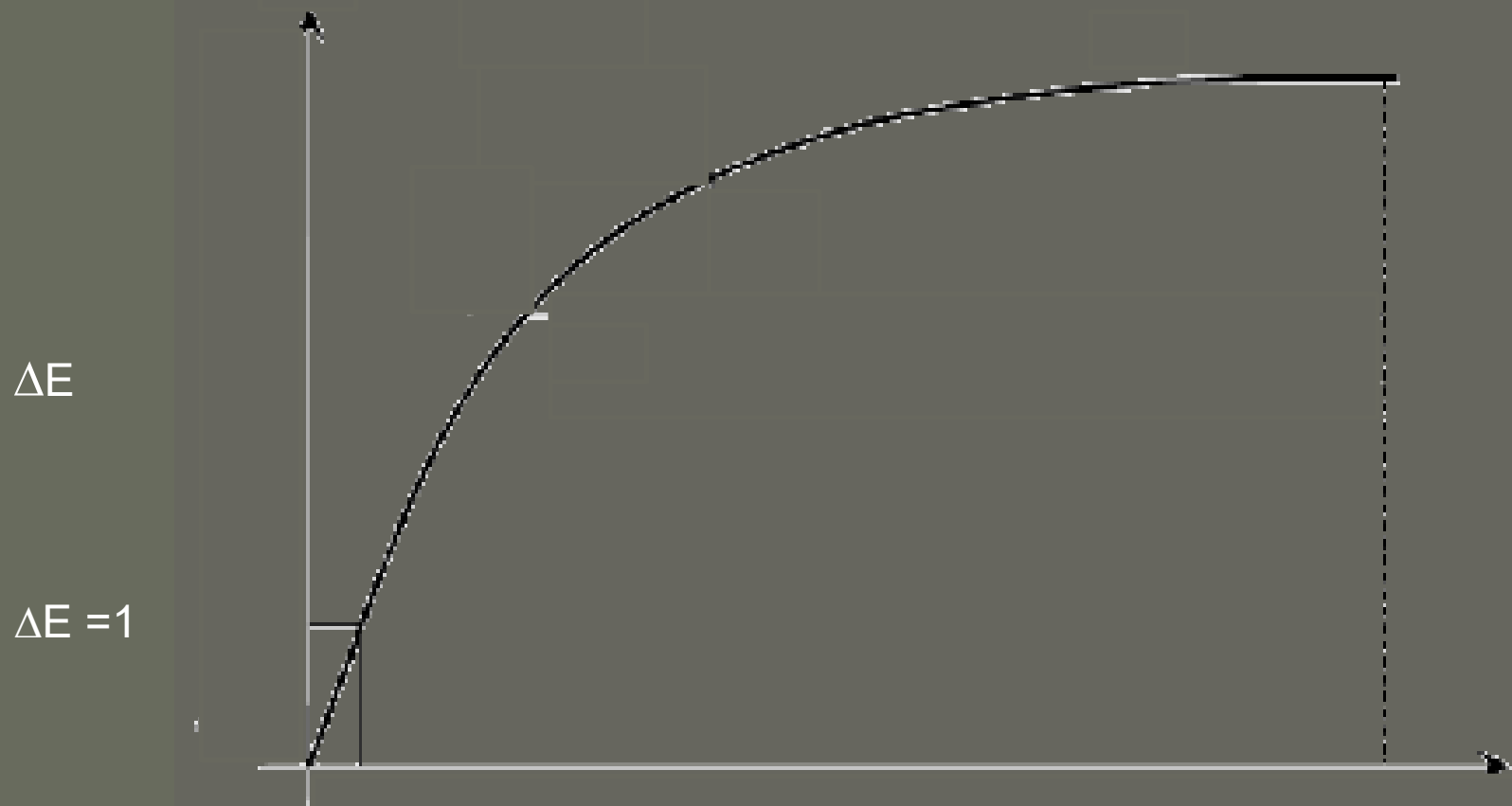
מצוגן



מוגן



עקומה כללית של תופעת ההשפלה



גורמי ההשפלה

האור נשאר סוכן חשוב בהשפלה של אוספים כמו הסביבה האקלימית, זיהום ומניפולציה. כדי להאט את השפלה זו, יש לקחת בחשבון את הגורמים הבאים:

- האופי הפיזיק-כימי של החומרים המרכיבים (אורגני או/ומינרלי),

- ההרכב הספקטרלי של מקורות האור (התפלגות אור הנאה, אולטרה סגולה ואינפרא אדום),

- כמות האור שקיבל האובייקט המוצג, כלומר תוצר רמת הארה בלוקס לפי משך החשיפה בשעות. $(Lux.hours - Lx.h)$

האופי הפיזיקה-כימי של החומרים

קטגוריות לרגישות לאור

Category	Material description
1. No sensitivity	The object is entirely composed of materials that are insensitive to light. Examples: most metals, stone, most glass, ceramic, enamel, most minerals.
2. Low sensitivity	The object includes durable materials that are slightly light sensitive. Examples: most oil and tempera painting, fresco, un-dyed leather and wood, horn, bone, ivory, lacquer, some plastics.
3. Medium sensitivity	The object includes fugitive materials that are moderately light sensitive. Examples: most textiles, watercolours, pastels, prints and drawings, manuscripts, miniatures, paintings in distemper media, wallpaper, and most natural history exhibits, including botanical specimens, fur and feathers.
4. High sensitivity	The object includes highly light sensitive materials. Examples: silk, colorants known to be highly fugitive, most graphic art and photographic documents.

Light Sensitivity classification of cultural property (Source: CIE 157:2004)

טבלת אנרגיה

האנרגיה של הפוטונים היא ביחס הפוך לאורך הגל שלהם.

$$W = h \cdot c / \lambda$$

h = הוא קבוע של פלאנק

$$6,625 \times 10^{-34} \text{ j.s}$$

c = מהירות האור

$$2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$$

W = האנרגיה שיכולה לבוא לידי ביטוי בג'אול או אלטרנוולט

$$W_{\text{eV}} = 1240 / \lambda_{\text{nm}}$$

$\lambda \text{ nm}$

380

450

550

650

760

OA ←

→ AA

W_{eV}

3,26

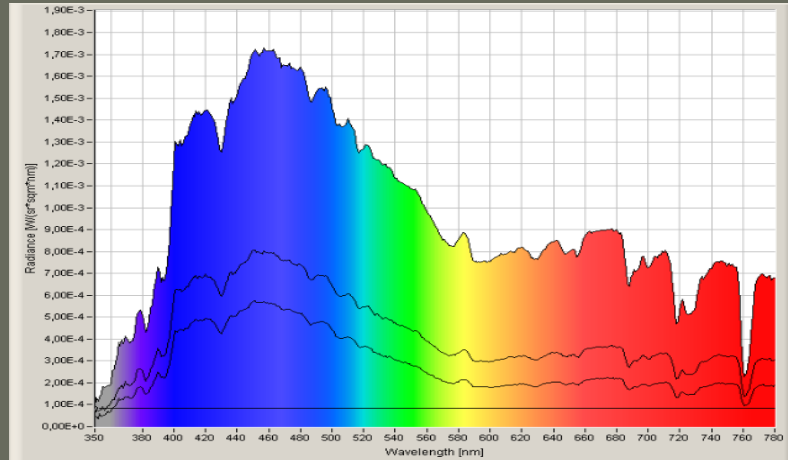
2,75

2,25

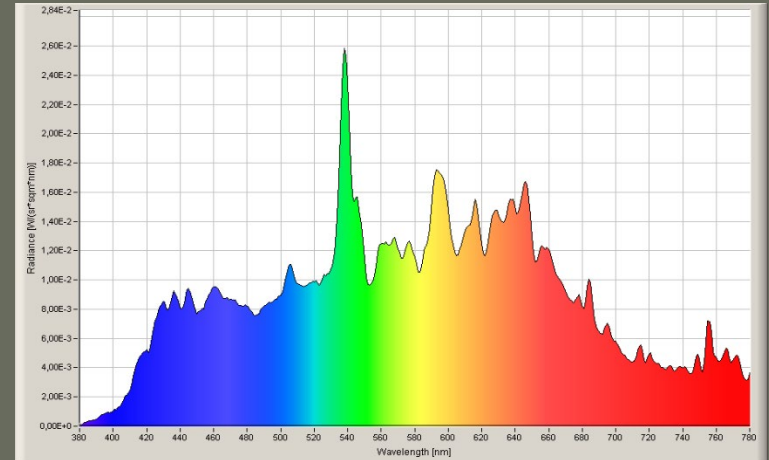
1,90

1,63

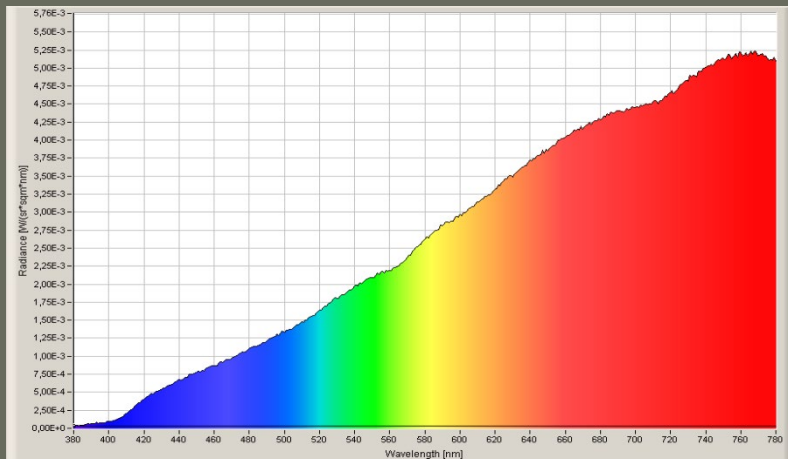
הרכב ספקטרלי של מקורות אור



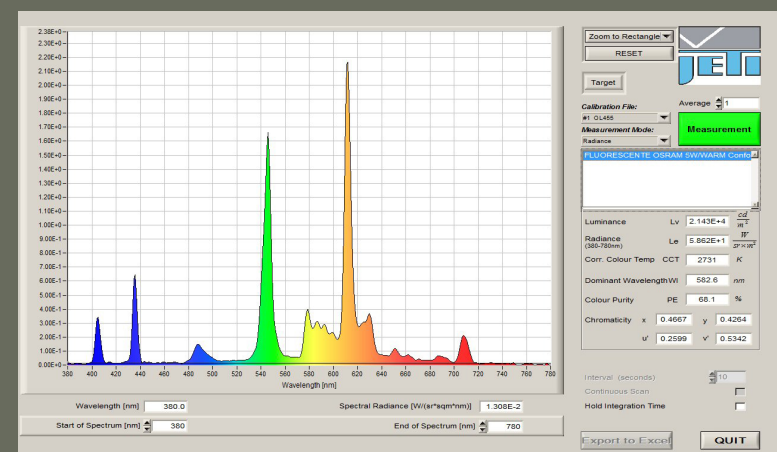
אור יום



נורת פריקה HMI

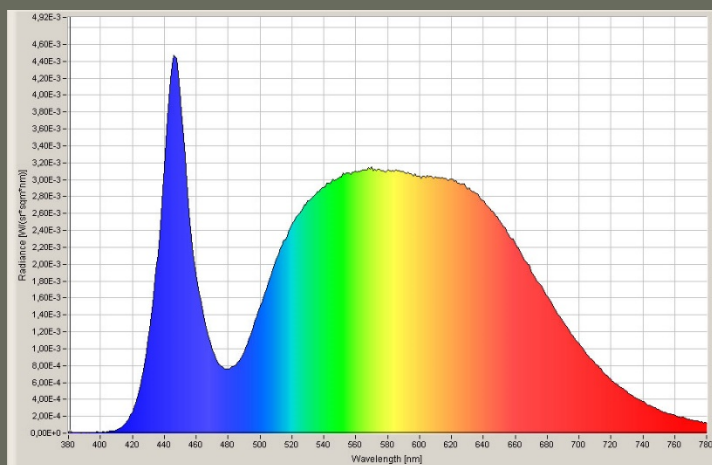
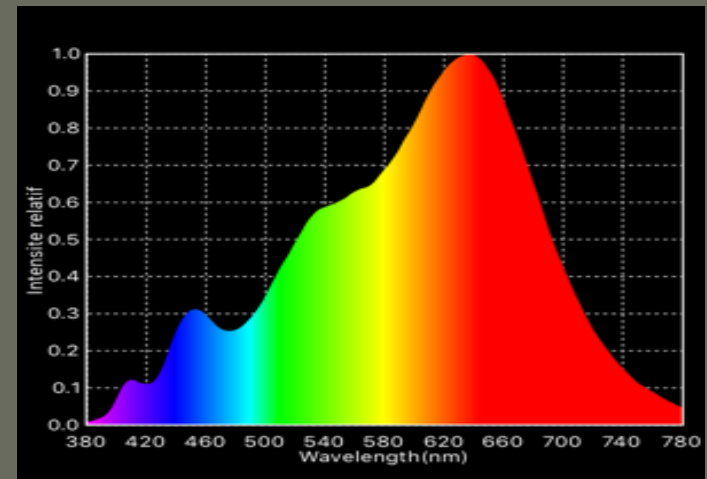
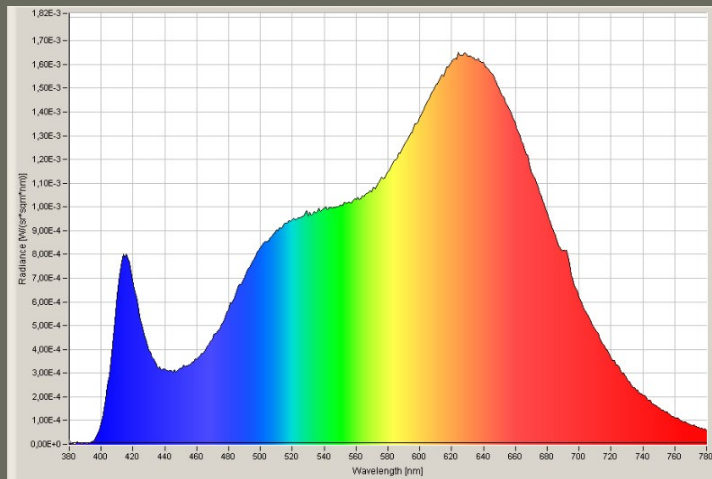


נורת טונגסטן-הלוגן



נורת פלואורניות

הרכב ספקטרלי של מקורות אור LED



בקיזור

מקורות אור	קרניים נראות ולא נראות	קרניים אולטרה אדום	קרניים נראות	קרניים אולטרה סגול
אור יום ממוצע - 6500 קלווין	100%	50%	44%	6%
נורות טונגסטן-הלוגן - 3000 קלווין	100%	90%	9,5%	0.5%
נורות פלואורניות - 3000 קלווין	100%	10%	89%	1%
נורות פלואורניות - 5000 קלווין	100%	10%	88%	2%
LED דיודה פולטת אור	100%	0%	100%	0%

המלצות CEN 2020

Material classification	ISO Blue Wool Standard (BWS)	Upper limit annual* luminous exposure (3000 K)	Upper limit annual* luminous exposure (4000 K)	Upper limit annual* luminous exposure (5000 K)
1. Insensitive	-	no limit (for conservation)		
2. Low sensitivity	7 & 8	600 000 lx·h per year**	500 000 lx·h per year**	400 000 lx·h per year**
3. Medium sensitivity	4, 5 & 6	150 000 lx·h per year	125 000 lx·h per year	100 000 lx·h per year
4. High sensitivity	1, 2 & 3	15 000 lx·h per year	12 500 lx·h per year	10 000 lx·h per year

* museum typical annual opening hours about 3000 hours

** for example 600000 lx.h = 200 lux during 3000 hours or 400 lux during 1500 hours

Interpreted from CIE 157:2004 – calculated for artificial light without UV

אמצעי ההגנה

מניעה היא ההגנה הטובה ביותר, לכן עלינו להשיג:

- חיסול אולטרה סגול

- צמצום אור גלוי

- הפחתת אינפרא אדום

חיסול אולטרה סגול

אור טבעי

- זיגוג

- סרטי הגנה

- לכות וצבעים

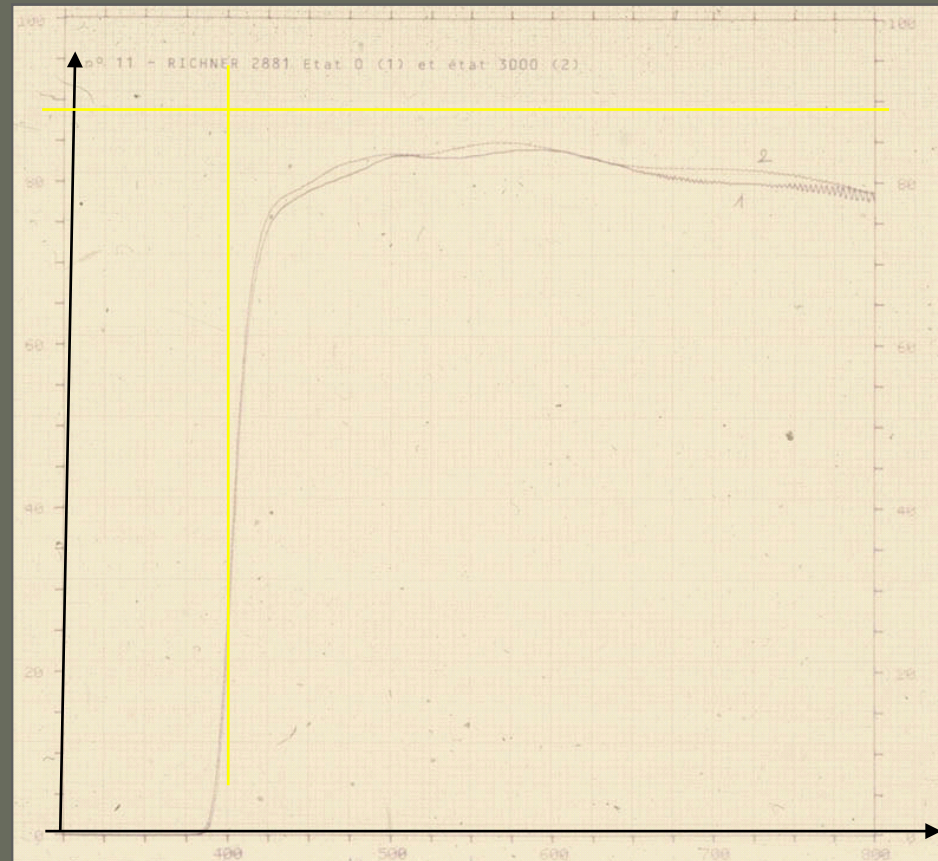
אור מלאכותי

- דיודות

- פילטרים אורגניים או מינרלי

חיסול אולטרה סגול

עקומת העברת הילוכים של פילטר להגנת UV
במצב חדש ואחרי הזדקנות מלאכותית של
180 Mlux.h

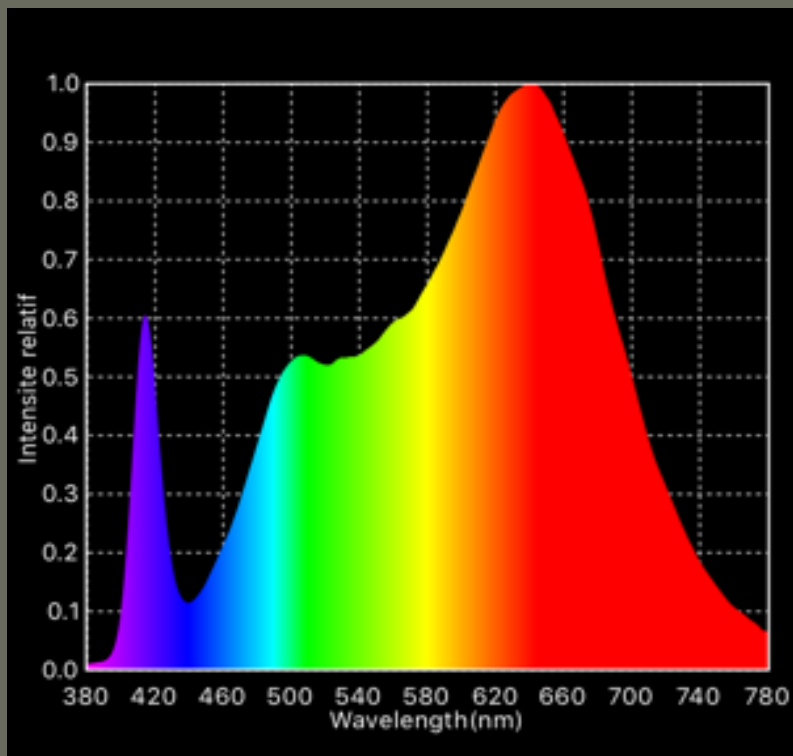


400 nm

מקורות בלי אולטרה סגול

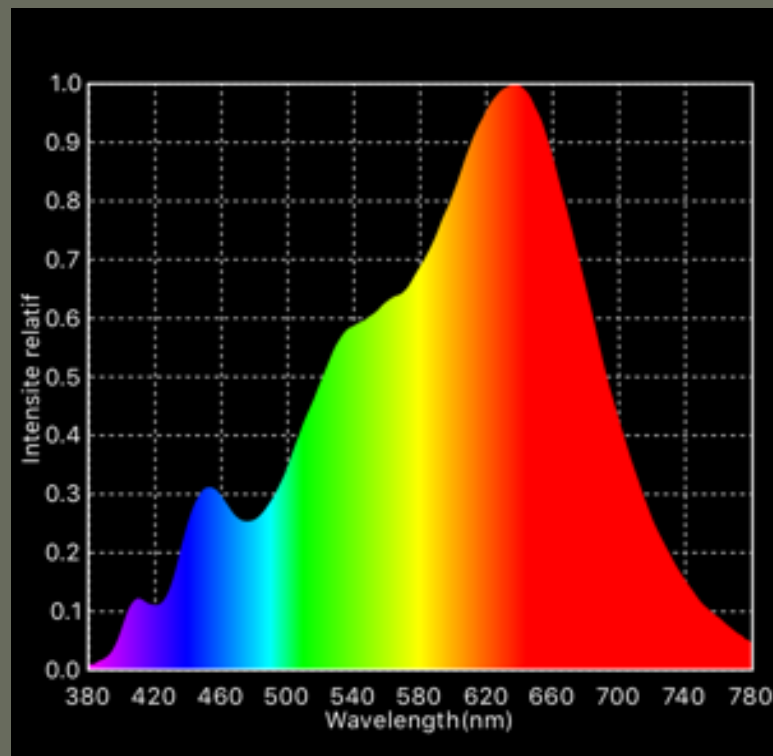
3000 קלווין

SORAA



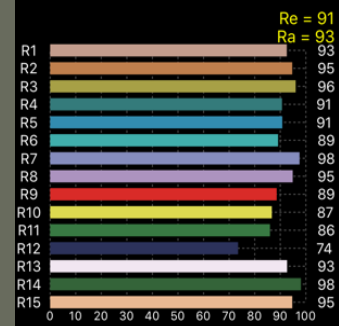
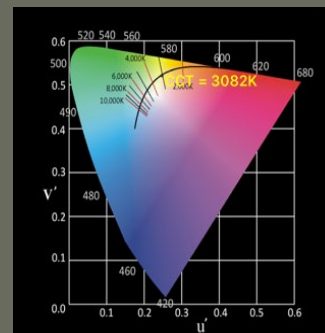
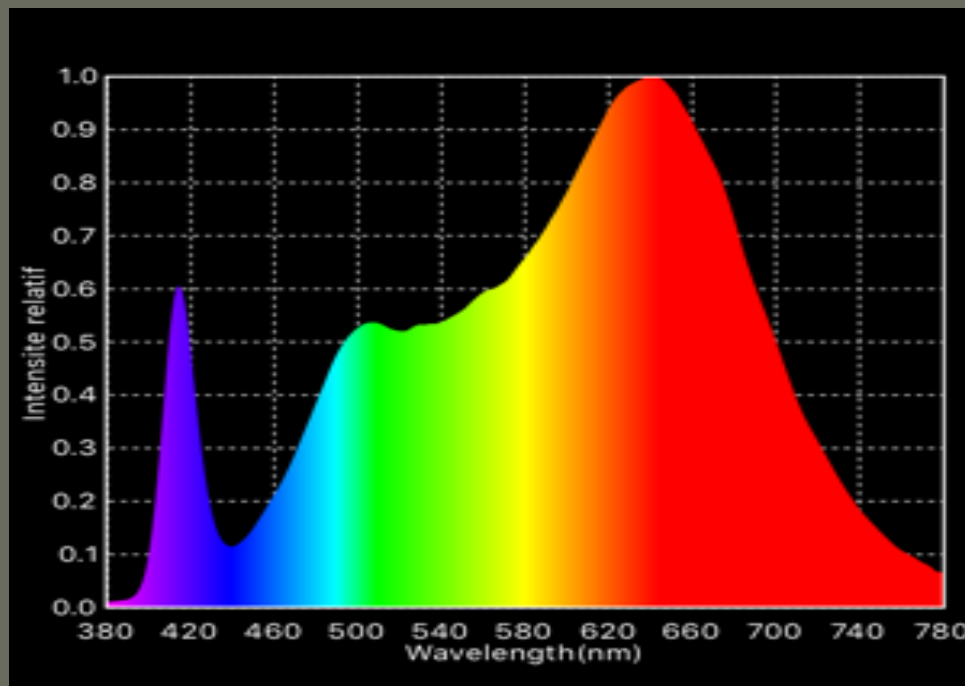
$R_a = 93$ et $R_f = 90$

SEOUL

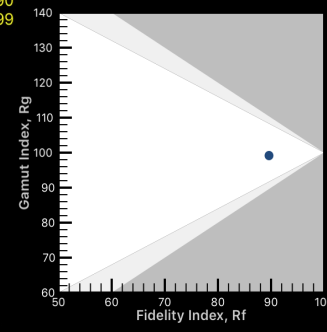


$R_a = 98$ et $R_f = 97$

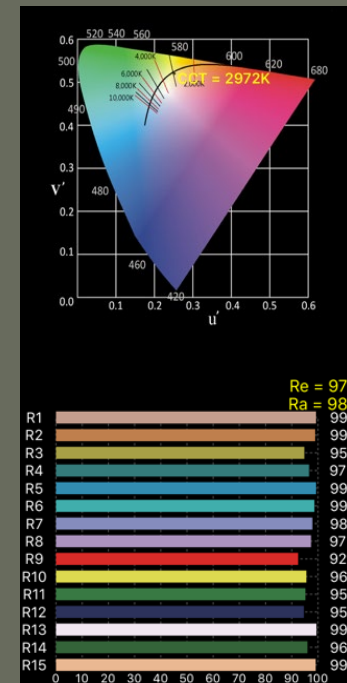
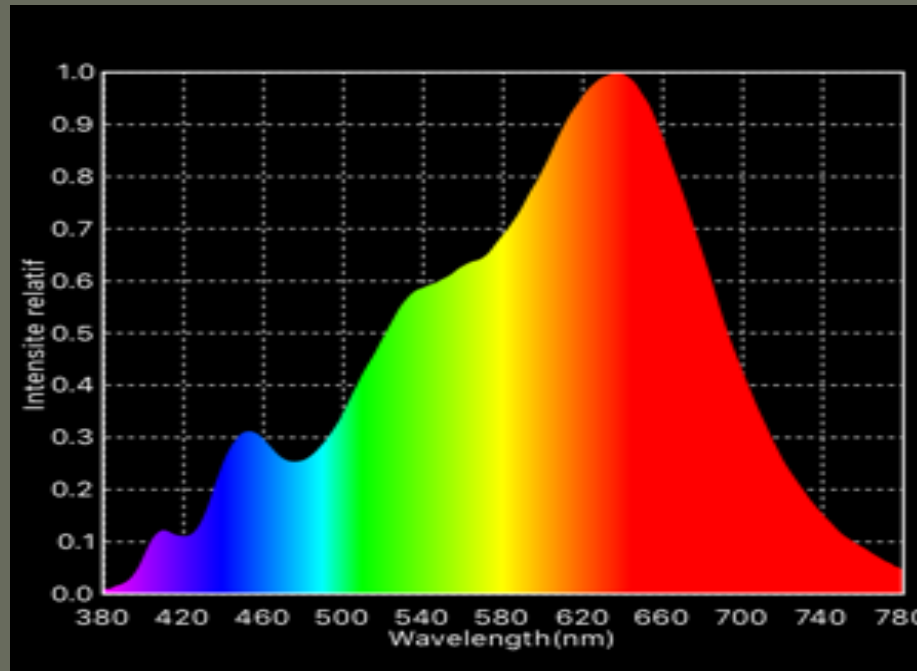
מקורות בלי אולטרה סגול



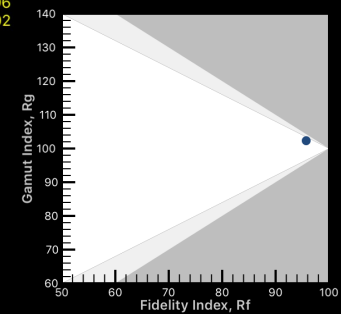
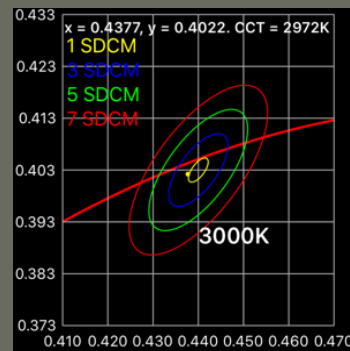
SORAA



מקורות בלי אולטרה סגול



SEOUL



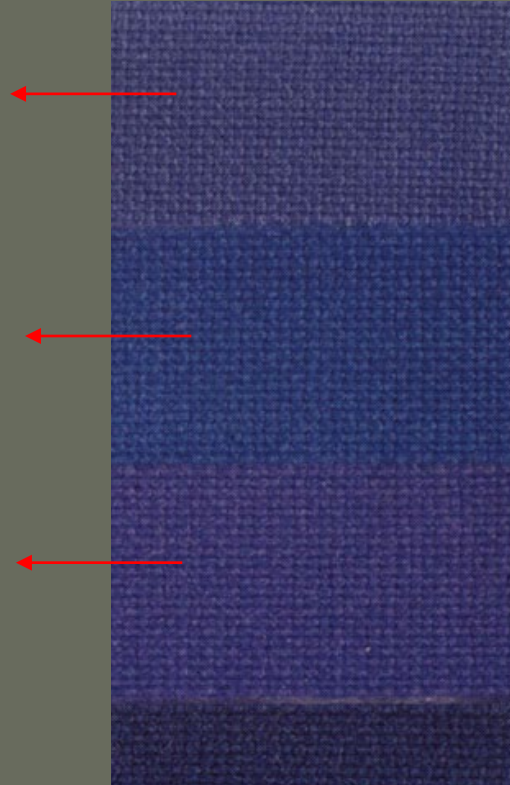
מבחן יציבות אור (מבחן צמר כחול)

רצועה מס' 1 הרגישה ביותר לאור

רצועה מס' 2, רגיש פחות פעמיים מס' 1

רצועה מס' 3, רגיש פחות פעמיים מס' 2

וכו' עד מספר 8

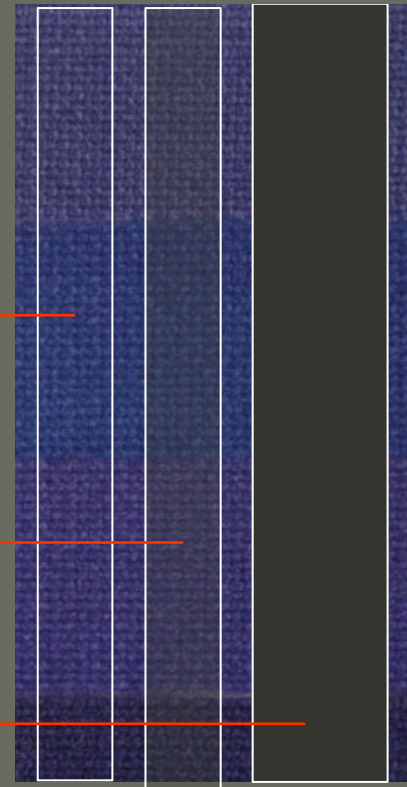


מבחן יציבות אור (מבחן צמר כחול)

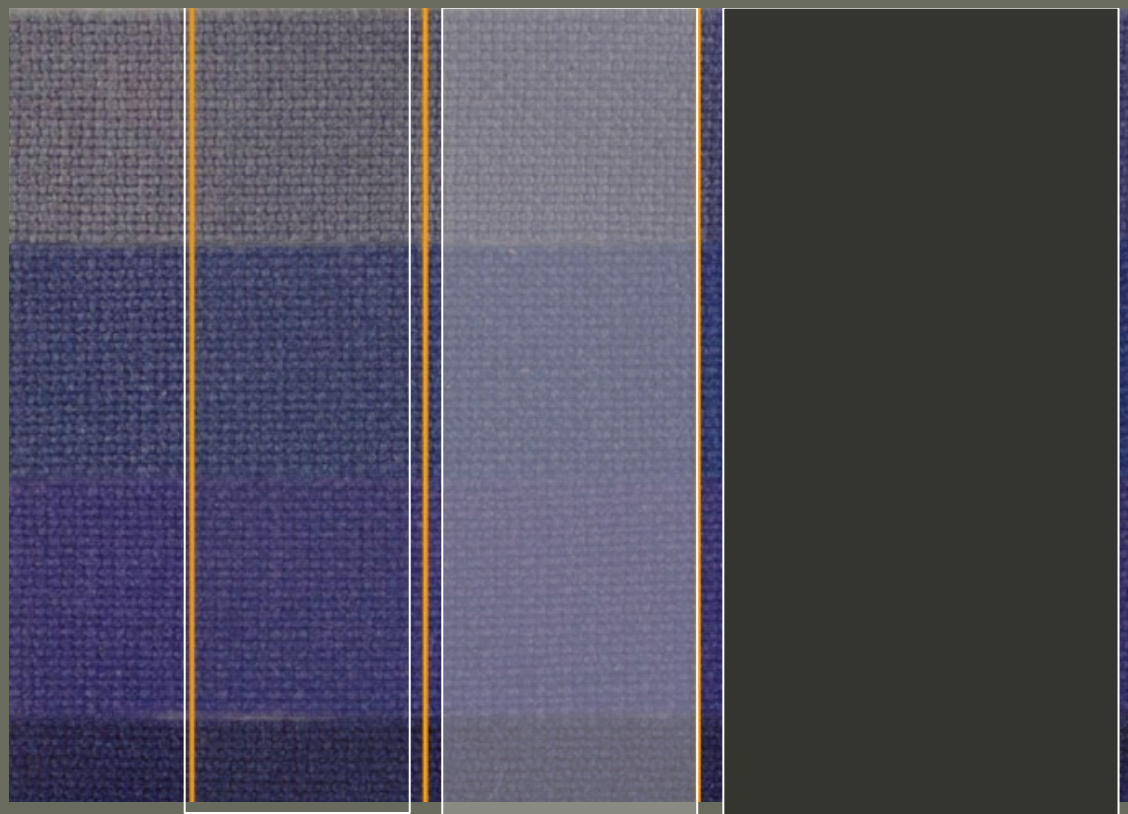
פילטר אנטי-סגול LEE 226

פילטר ניטראלי LEE 209

כיסוי שחור



מבחן יציבות אור (מבחן צמר כחול)



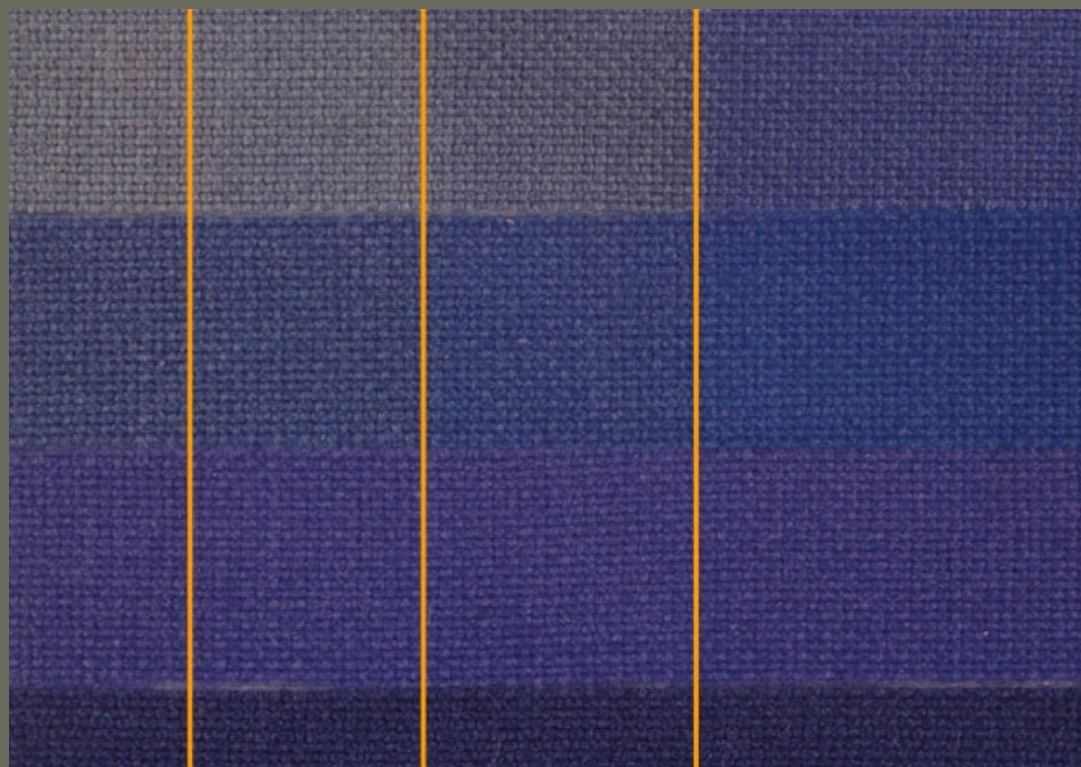
ללא הגנה

פילטר
אנטי-סגול

פילטר
ניטרלי 50%

הגנה מוחלטת על ידי
מסך שחור

מבחן יציבות אור (מבחן צמר כחול)



ללא הגנה

פילטר
אנטי-סגול

פילטר
ניטרלי 50%

הגנה מוחלטת על ידי
מסך שחור

צמצום אור גלוי

אור טבעי

מערכות סטטיות:

- זיגוג, סרטים וכו'.

מערכות דינמיות

- תריסים פנים

אור מלאכותי

מערכות סטטיות

- פילטרים, עמעום, תזמון,

מערכות דינמיות

- תאורה דינאמית = תכנון

כמות האור

ניתן להחליף את הרעיון של רמת התאורה
על ידי התפיסה של כמות האור,
או המינון הכולל של חשיפת האור, הכרוך בגורם הזמן.

חוק ההדדיות:

$150000 \text{ לוקס} = 500 \text{ לוקס במשך } 300 \text{ שעות}$

או

$150000 \text{ לוקס} = 1000 \text{ לוקס במשך } 150 \text{ שעות}$

זה מסתכם בהצגת חשיפה אור מתחת ל 3000 קלווין עבור:

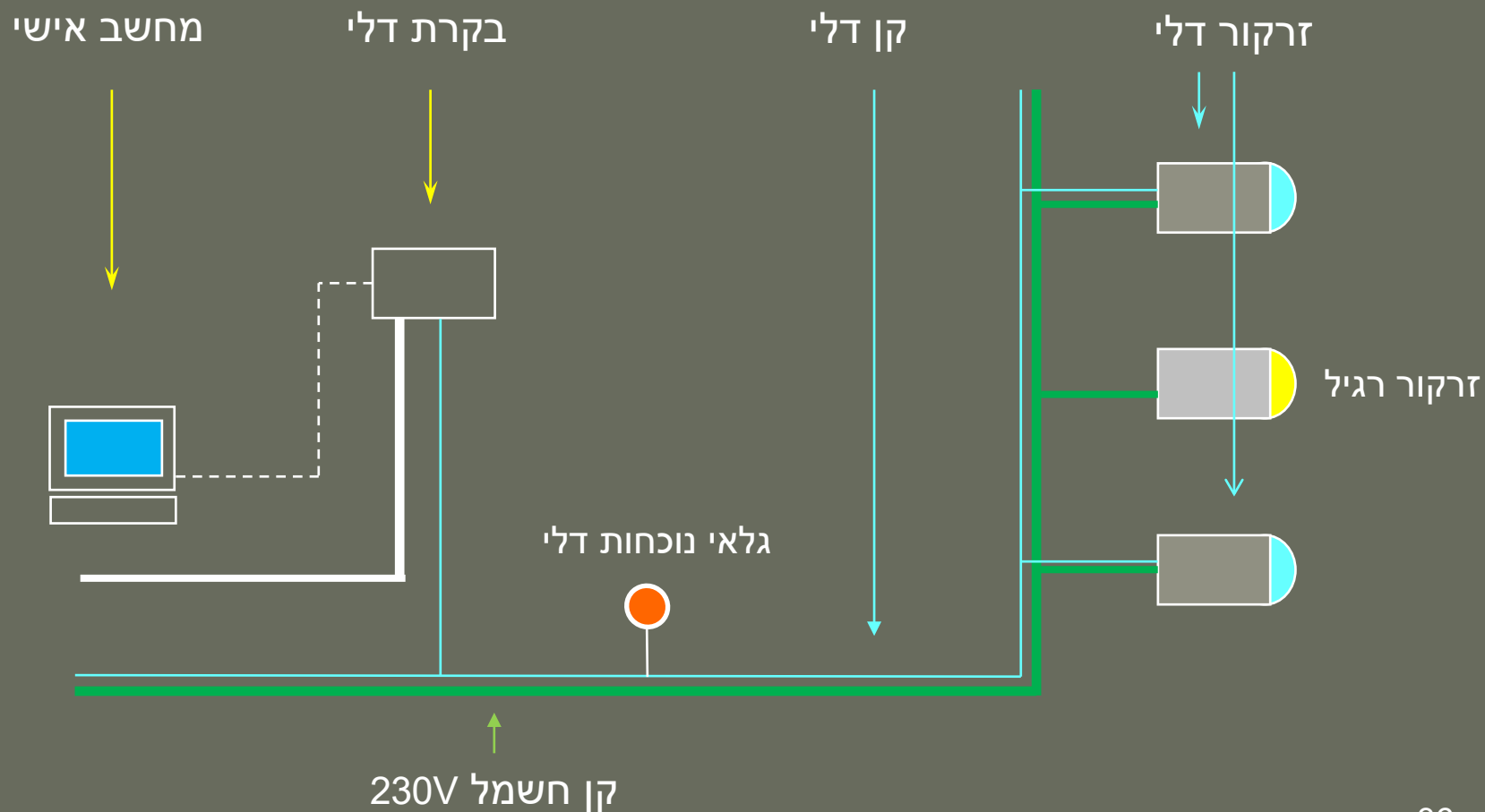
- חפצים רגישים: 600,000 לוקס לשעה בשנה.
- חפצים רגישים מאוד: 150,000 לוקס לשעה בשנה
- חפצים ומסמכים רגישים במיוחד: 12,500 לוקס לשעה בשנה

הפחתת אור על ידי הגברת הניגודיות



הפחתת אור על ידי איתור נוכחות

בקרת פרוטוקול דלי



הפחתת אינפרה אדום

אור טבעי

מערכות סטטיות

- צמצום הפתחים
- סרטים, זיגוג, וכו'

מערכות דינמיות

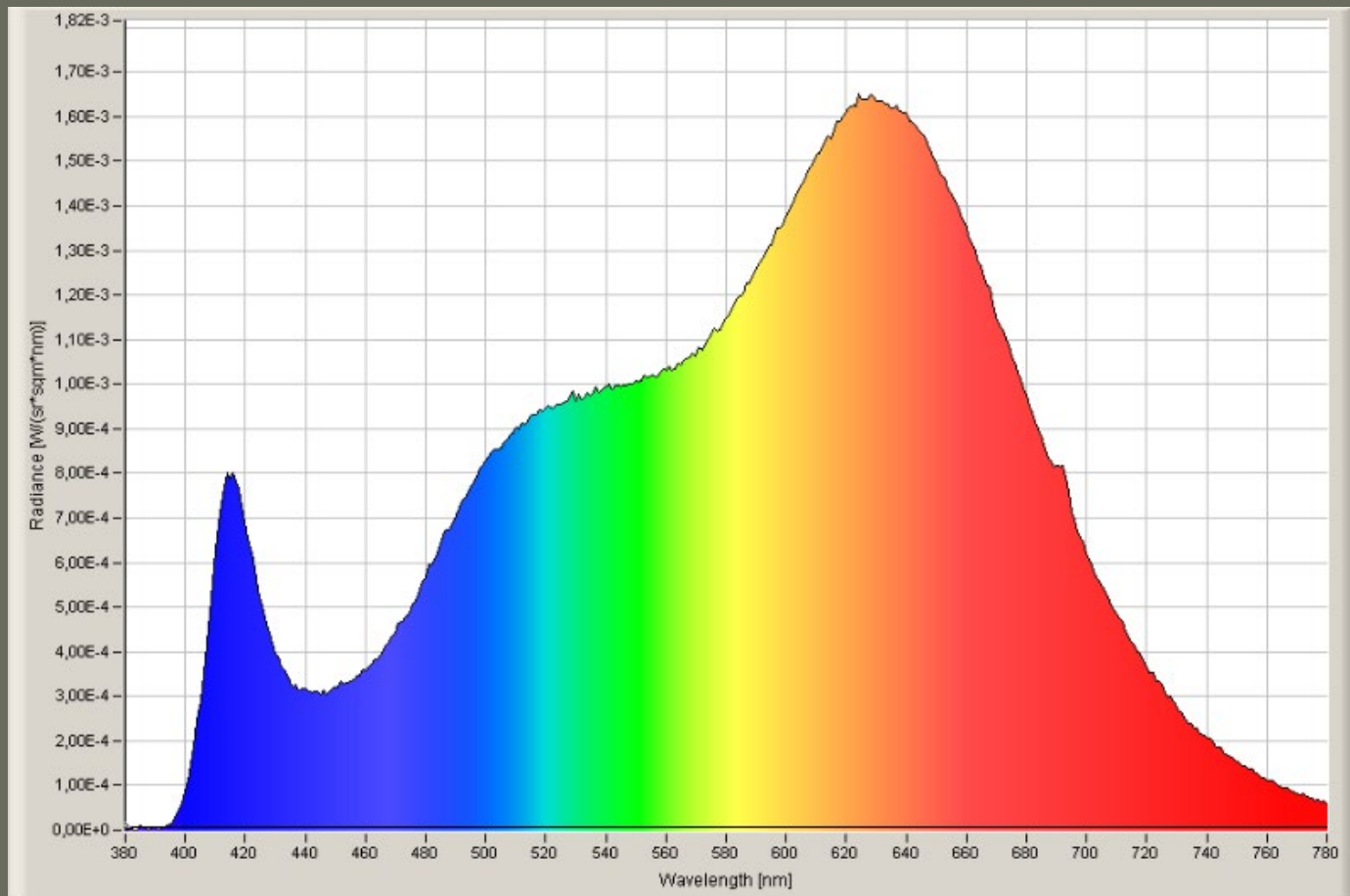
- תריסים חיצוניים

אור מלאכותי

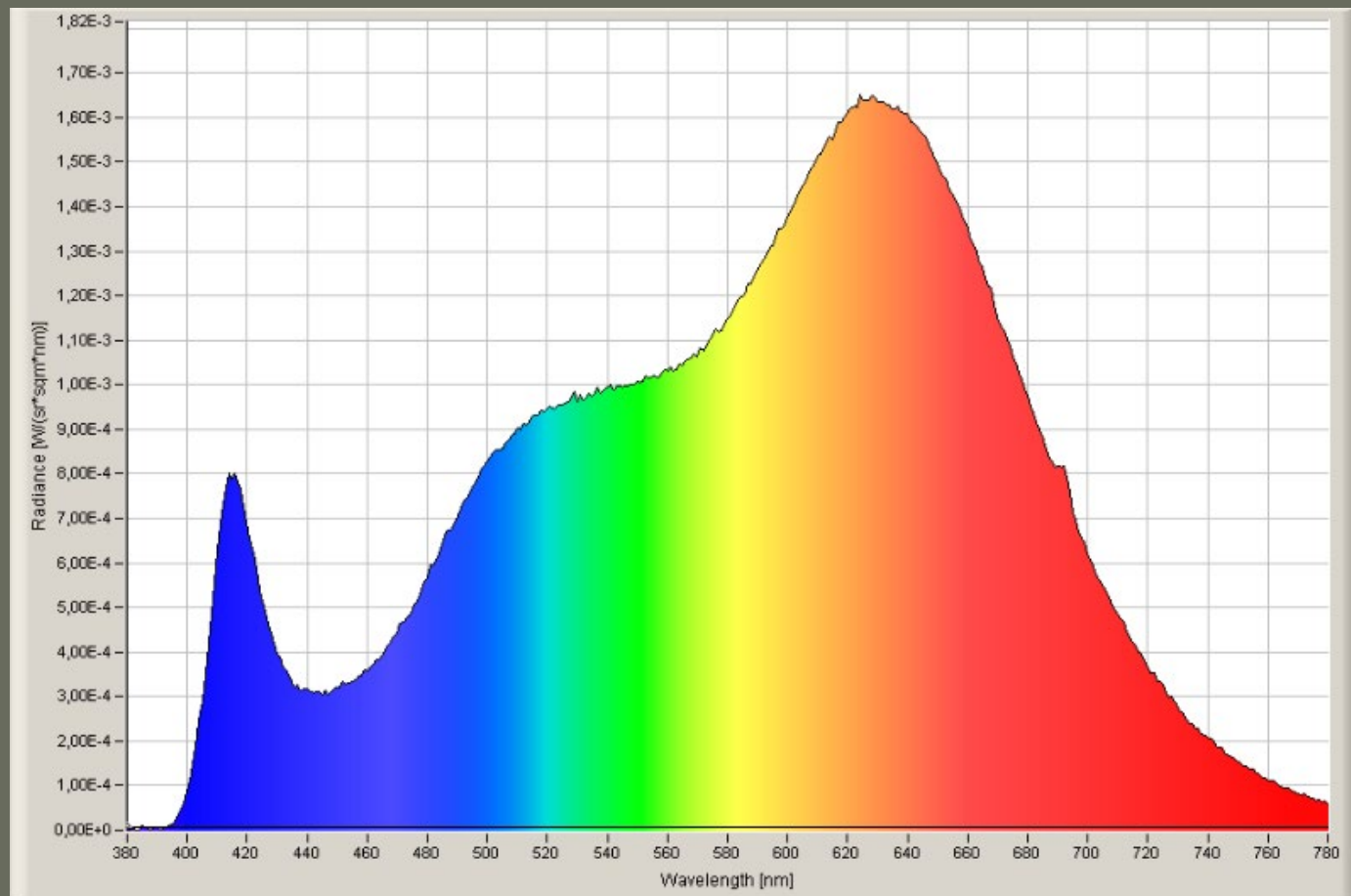
מערכות סטטיות

- מסננים ומחזירי אור
- סיבים אופטיים
- מקורות ללא אינפרה אדום

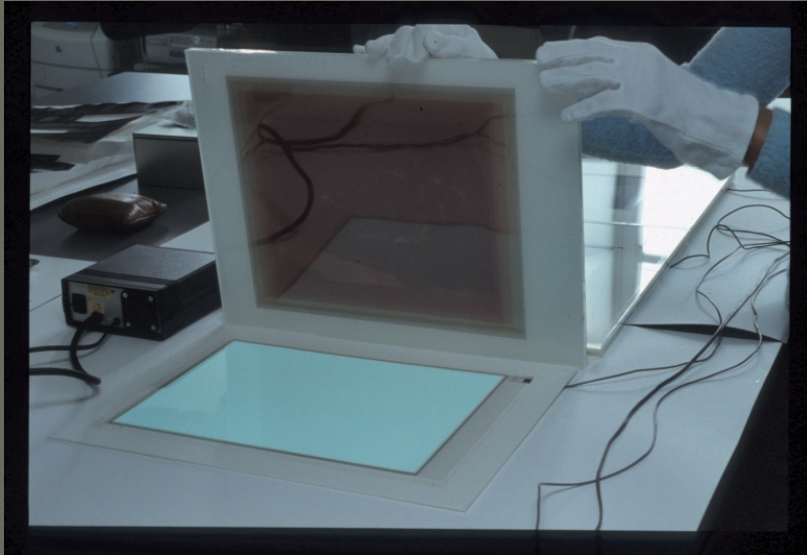
Source sans infrarouges : LED



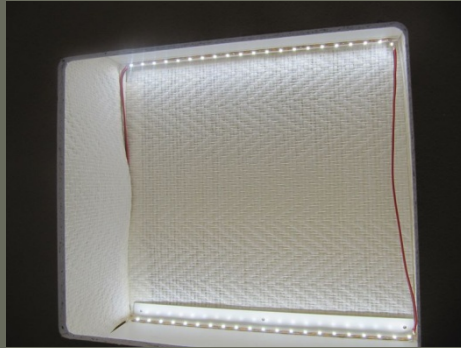
מקור אור בלי אינפרה אדום – לד



Rétro éclairage par plaque électroluminescente



Rétro éclairage par LEDs



Eclairage spécifique



לסיכום, להגנה טובה

האור הוא גורם חשוב להתדרדרות במסמכים וחפצים.
הדרך היעילה ביותר להפחתת ההידרדרות הזו היא שליטה
באור על ידי הגבלת זמן החשיפה!

עם דיכוי האינפרה אדום והאולטרה סגול

זרקורים לאורך הדורות

1935



250 W

1950



100 W

1980



50 W

2010



20 W

2020



10 W

ביבליוגרפיה בסיסית

- Brill, Thomas, *Light Its interaction with Art and Antiquities*, Plenum, NY, 1980.
- CEN/TS 163, *Technical specification : Guidelines and procedures for choosing appropriate lighting for indoor exhibitions*, Brussels, 2014.
- CIE 157:2004, *Control of damage to museum objects by light*, Vienna, 2004.
- Ezrati, Jean-Jacques, Museum lighting, *Professional lighting design n° 16*, VIA, Gütersloh, pp36-39, 2000.
- Ezrati, Jean-Jacques. Museum and Exhibition Lighting. In: Karlicek R., Sun CC., Zissis G., Ma R. (eds) *Handbook of Advanced Lighting Technology*. Springer, Cham, pp. 721-735, 2017.
- Shaw, Kevin, *Lighting the show in Lord and Lord Manuel of museum exhibitions*, Itamira Press, Walnut Creek, 2001.
- Thomson, Garry, *The museum environment*, Butterworths, London, 1981,+