

בטיחות פוטוביולוגית – ת"י 62471



אינג' דוד תורג'מן – סטילייט הנדסה

David.citylight@gmail.com

052-2587602

הסכנות האפשריות

פגיעות
בעיניים



Kératite

דלקת של הקרנית



Cataracte

פגיעות בעור



Cancer

פריחה על גבי העור



הסכנות האפשריות

➤ התקן אינו כולל התייחסות לנושאים הבאים:

➤ נזקים כתוצאה משיבוש שעון ביולוגי.

➤ פגיעות ברשתית כתוצאה מנזקים מידיים או מצטברים.

➤ התייחסות לנושא המלטונין

➤ ההשפעה של נושאים אלו על מערכת הבריאות הינה

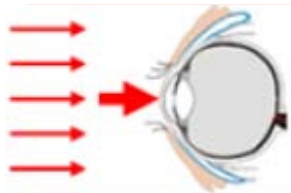
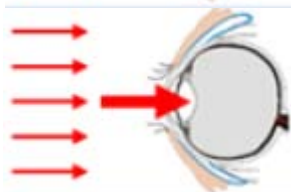
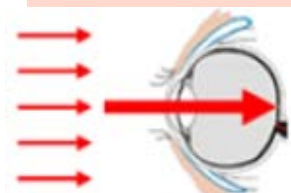
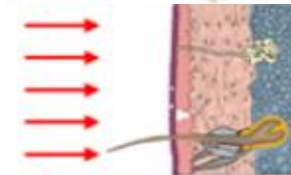
מהותית ולכן יש לערוך מחקרים מבוקרים על מנת
להגיע למסקנות.

➤ חלק מהנושאים הללו תינתן התייחסות בהרצאות

הבאות



הסכנות האפשריות

		200 UVC	280 UVB	315 UVA	360	780 IRA	1400 IRB	3000
		Ultraviolet B&C		Ultraviolet A		Visible		IR
קרנית		פגיעה בקרנית -UV						כוויות טרמיות בעין
עדשה				פגיעה בעדשה- UV-A				פגיעה טרמית בעדשה
רטינה						איבוד הראיה- אור כחול		כוויות ופגיעה טרמית ברטינה
עור		אדמומיות ופריחה סרטן העור						כוויות ופגיעה טרמית בעור

נושאי ההרצאה

- תקן ישראלי – 62471
- הסכנות הפוטוביולוגיות & LED
- התייחסות למחקרים
- מסקנות והמלצות



תקן ישראלי 62471

- בטיחות פוטוביולוגיות של מקורות אור ומערכות שבהם יש שימוש במקורות אור (גופי תאורה)
- סכנות לעין ולעור
- הגבלות החשיפה (עד 8 שעות ביום)
- סיווג המבוסס על זמני חשיפה מקסימליים
- סימון מקורות האור על פי רמות הסיכון



תקן ישראלי 62471

גבולות החשיפה לגורמי סיכון של קרינה כוללת של מקור אור

גורם סיכון	תחום אורכי גל משפיעים (ננו-מטר)	זמן חשיפה (שניות)	E-עוצמת הקרינה הכוללת (W/m^2)	האיבר המושפע	הסימפטום
Actinic UV skin and eye גורם סיכון של קרינה על-סגולה	200-400	$t < 30,000$	$30/t$	עין, עור	פגיעה בקרנית, נפיחות, דמע, רב, קטרקט, אדמומיות של העור, התנוונות של העור
UV-A eye	315-400	$t \leq 1,000$	$10,000/t$	עין	קטרקט
		$t > 1,000$	10		
Retinal Blue-Light small source גורם סיכון של אור כחול	300-700	$t \leq 100$	$100/t$	עין	נזק לרשתית
		$t > 100$	1		
Infrared radiation eye גורם סיכון של קרינה תת-אדומה	780-3,000	$t \leq 1,000$	$18,000/t^{0.75}$	עין	פגיעה בקרנית, קטרקט
		$t > 1,000$	100		
Thermal skin	380-3,000	$t < 10$	$20,000/t^{0.75}$	עור	כוויות עור



תקן ישראלי 62471

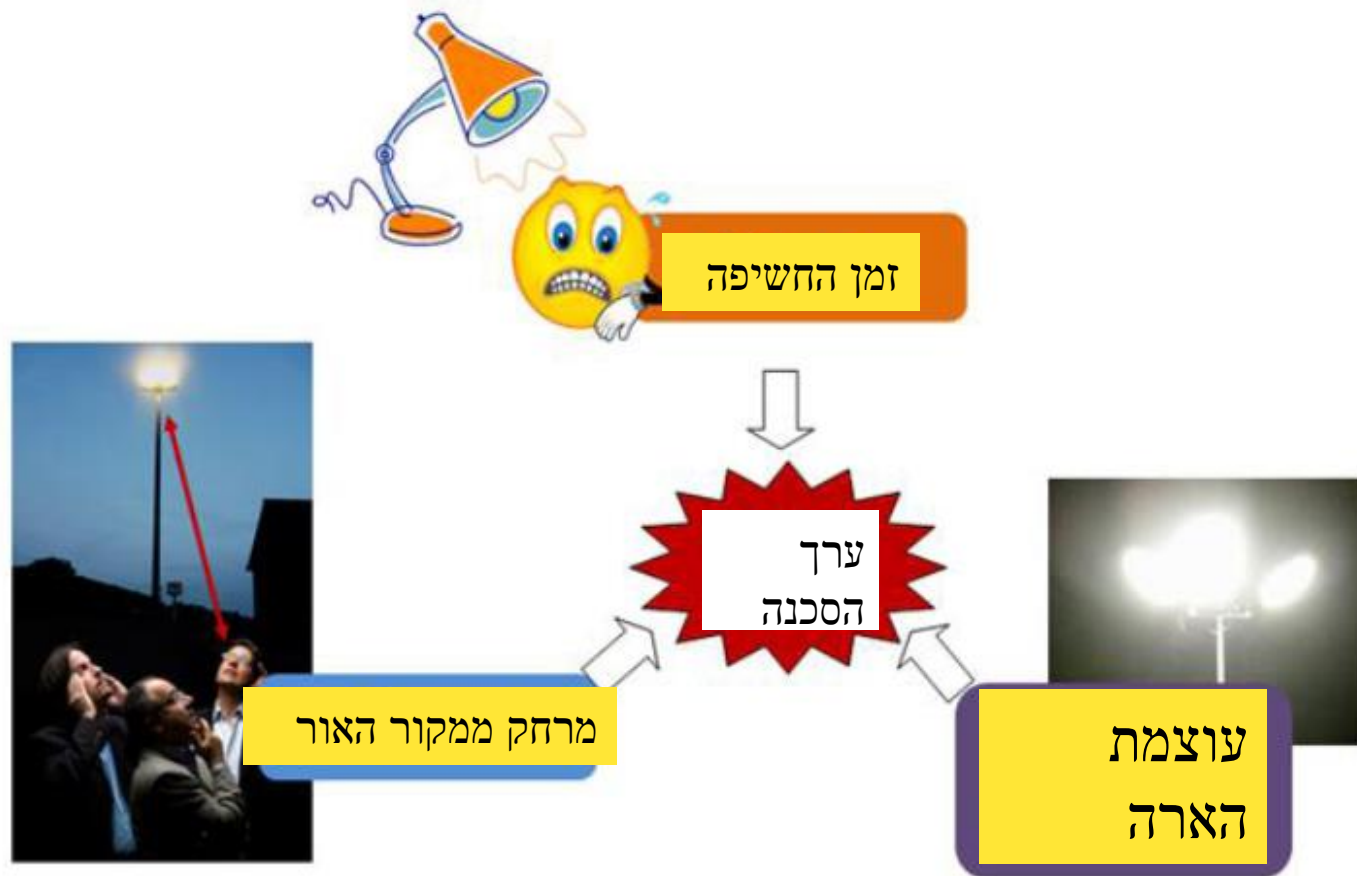
קבוצות סיכון פוטוביולוגי

	מהות הסיכון	קבוצת סיכון
RG 0	אין סיכון פוטוביולוגי	ללא סיכון
RG 1	אין סיכון פוטוביולוגי במגבלות התנהגות נורמליות	קבוצת סיכון 1 (סיכון נמוך)
RG 2	לא נחשב סיכון בעת תגובה שלילית לאור קורן או בעת אי-נוחות תרמית	קבוצת סיכון 2 (סיכון בינוני)
RG 3	סיכון פוטוביולוגי אפילו עקב חשיפה רגעית	קבוצת סיכון 3 (סיכון גבוה)



תקן ישראלי 62471

הגורמים המשפיעים על רמות הסיכון



תקן ישראלי 62471

	זמן חשיפה Sec	זמן חשיפה Sec	זמן חשיפה Sec
UV Actinic	30000	10000	1000
UV-A	1000	300	100
חשיפה טרמית של העין	1000	100	10
אור כחול	10000	100	0,25
חשיפה טרמית של הרטינה	10	10	0,25
	RG0	RG1	RG2
			RG3

קבוצת סיכון	מהות הסיכון
ללא סיכון	אין סיכון פוטוביולוגי
קבוצת סיכון 1 (סיכון נמוך)	אין סיכון פוטוביולוגי במגבלות התנהגות נורמליות
קבוצת סיכון 2 (סיכון בינוני)	לא נחשב סיכון בעת תגובה שלילית לאור קורן או בעת אי-נוחות תרמית
קבוצת סיכון 3 (סיכון גבוה)	סיכון פוטוביולוגי אפילו עקב חשיפה רגעית

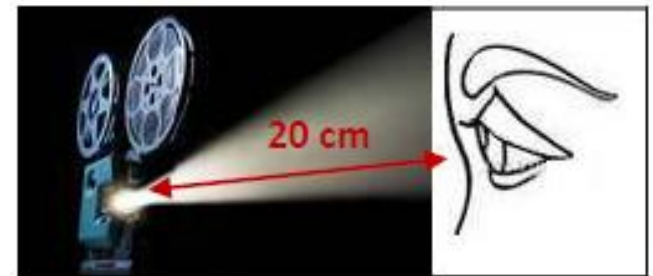


מתוך מחקרים שבוצעו

- ✓ מרחק המדידה
- ✓ שימוש בנורות מסוגים שונים
- ✓ עוצמת הארה של 500 לוקס

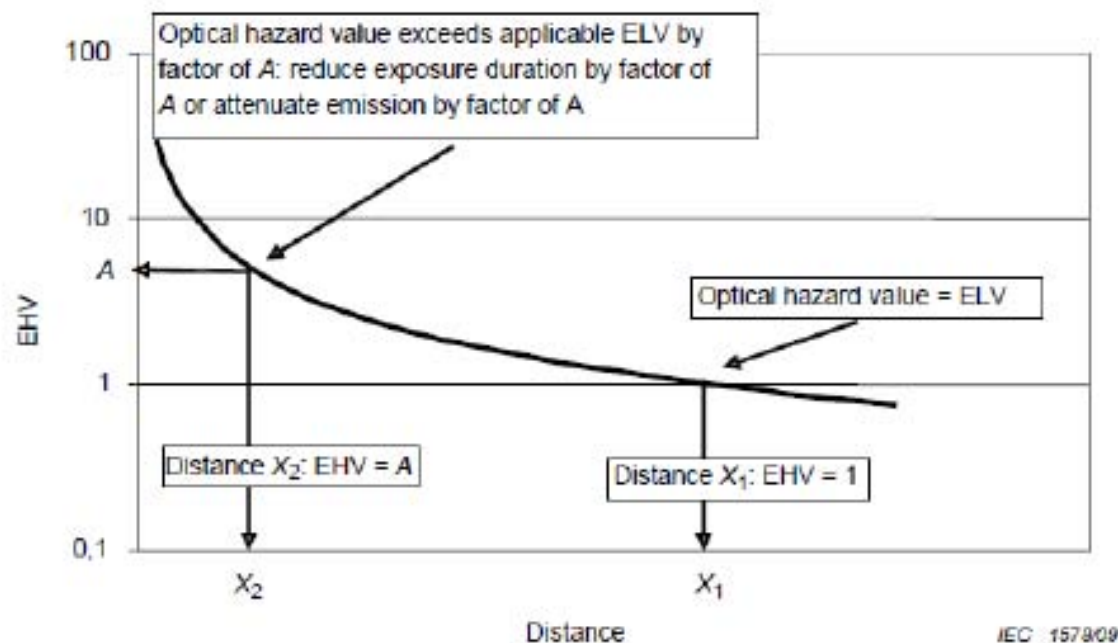


- ✓ הארה ישירה לעין הצופה
- ✓ שימוש בנורות מסוגים שונים
- ✓ הארה במרחק של 20 ס"מ מהעין



עיקרון המדידות

- ✓ תוצאות שונות בהתאם למרחק ועוצמת האור (20 ס"מ ב 500 לוקס)
- ✓ מסתבר שהתוצאות המתקבלות אינם חד משמעויות
- ✓ המרחק בהתאם לאפליקציה יכול להימצא בין 2 ערכים
- ✓ יש התייחסות למושג " Exposure Hazard Value – EXV "



IEC 62471

תקן בטיחות פוטוביולוגית

✓ סיווג של מקורות האור עפ"י הסכנה שלהם

✓ בהתאם לסוג הסכנה כך החובה לסימון

Danger	Groupe de risque 0	Groupe de risque 1	Groupe de risque 2	Groupe de risque 3
			CAUTION	WARNING
Lumière bleue	-	-	Possibly hazardous optical radiation emitted from this product	Possibly hazardous optical radiation emitted from this product
אור כחול				



RG2

RISK GROUP 3
WARNING IR emitted from this product. Do not look at operating lamp
CAUTION UV emitted from this product. Eye or skin irritation may result from exposure. Use appropriate shielding.



IEC 62471

תקן בטיחות פוטוביולוגית

■ המגבלות הינם פועל יוצא של:

✓ תוצאה של נתונים אמפיריים

✓ שקלול לפי פקטור מ 5-10 פעמים האנרגיה הדרושה לגרימת פגיעות \נזקים הניתנים לצפייה

✓ הניסויים שבשימוש אינם כוללים חשיפות מרובות

A.3.8 Needed information: More knowledge of injury mechanism; data at 400 nm to 450 nm for exposure durations less than 10 seconds; **data on additivity of multiple exposures** and the possibility of delayed effects from recurrent exposures at levels below the acute threshold.

✓ עקומות הרגישות אינם מתאימות לאוכלוסיות מסוימות שרגישות יותר

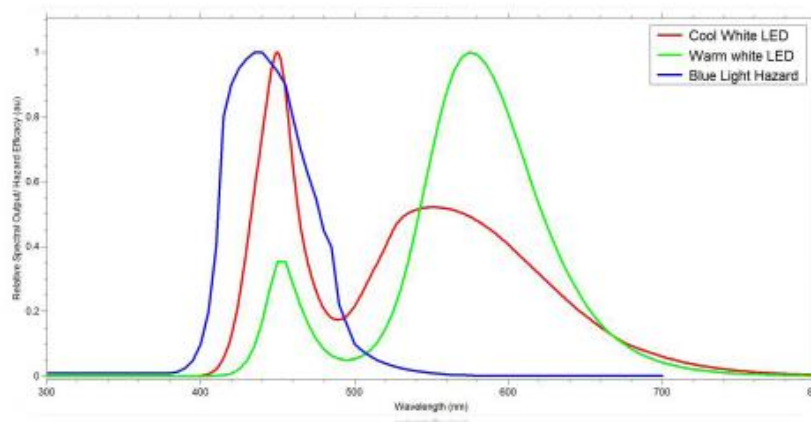
✓ קבוצות הסיכון לא לוקחות בחשבון חשיפה מכוונת ממושכת (סיכון לפגיעה = לא הפיך)



אור כחול – לד , למה?

LED?	טווח אורך הגל (mm)	הסכנה
X	200-400	UV-Actinic
X	315-400	קרוב - UV
X	780-3000	השפעה על העין- IR
✓	300-700	אור כחול
✓	380-1400	חום על הרטינה

הסכנה של אור כחול
 >
 סכנה טרמית על הרטינה
 עבור זמן חשיפה
 $T > 10 \text{ sec}$



IEC 62471

תקן בטיחות פוטוביולוגית



LED EYE SAFETY

TEST RESULTS - XLAMP XR-E COOL WHITE LEDS

Lamp Type:	XLamp XR-E Cool White
Minimum Flux:	114 lm @ 350 mA
CCT:	6300 K to 7000 K
Wavelengths Measured:	300 to 1400 nm
High Luminance:	Yes
Small Source:	Yes
Date Measured:	June 26, 2009
Testing Laboratory:	Orb Optronix, Inc.

Risk Categories Found (per ANSI / IESNA RP-27.3-07):

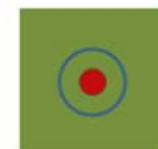
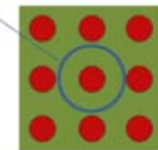
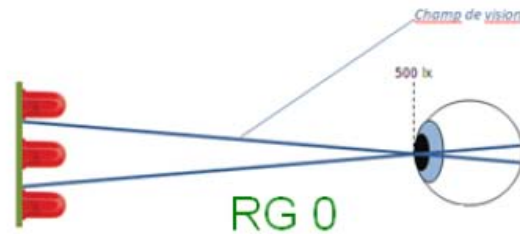
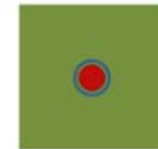
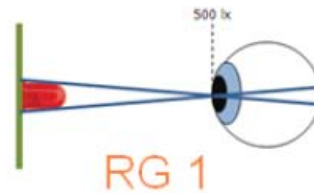
Actinic UV:	Exempt **
Near UV:	Exempt **
Retinal Thermal:	Exempt **
Blue Light:	RG-2 (Moderate Risk): CAUTION. Do not stare at exposed lamp in operation. May be harmful to eyes.
Blue Light, Small Source:	RG-2 (Moderate Risk): CAUTION. Do not stare at exposed lamp in operation. May be harmful to eyes.
Cornea/Lens, IR:	Exempt **
Low Luminance, Retinal IR:	Not Applicable



מרחק ממקור האור - LED

הרכב ותכולה של מקור האור

מרחק גדול בין העדשות יכול להפחית את קבוצת הסיכון - כאשר מרחק המדידה גדל

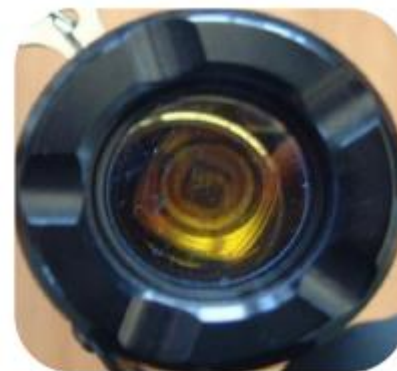
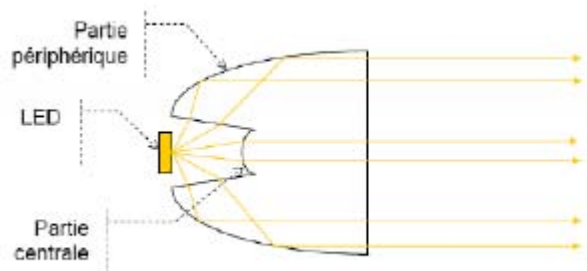


שימוש באופטיקות - קבוצת הסיכון של הלד עם עדשה יכול לגדול



גופי תאורה עם לדים – קשיי המדידה

- שימוש בעדשות מסוגים שונים
- שינוי גודל שטח ההארה כפונקציה של המרחק

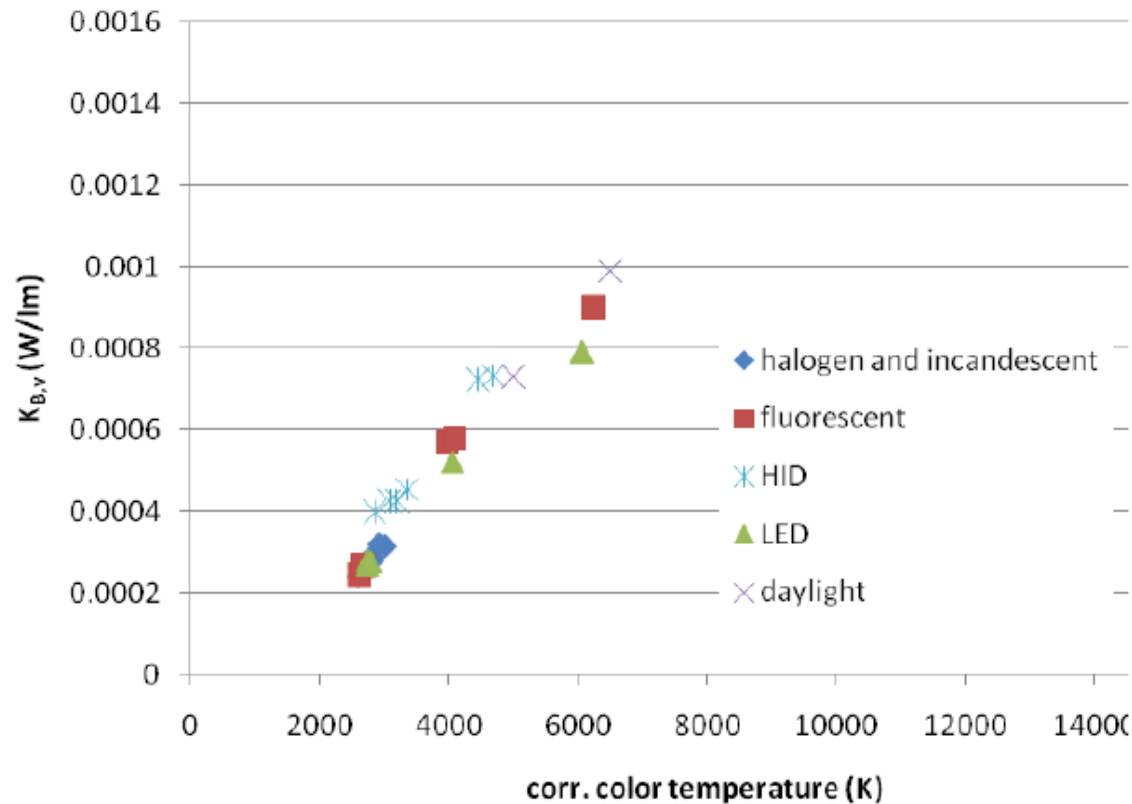


- למדידה נכונה – גוף התאורה צריך להיות מוצב בזווית של העוצמה המקסימלית
- נדרש גניומטר למציאת הזווית הזו
- משקל הגוף יכול להגיע ל 20-30 ק"ג



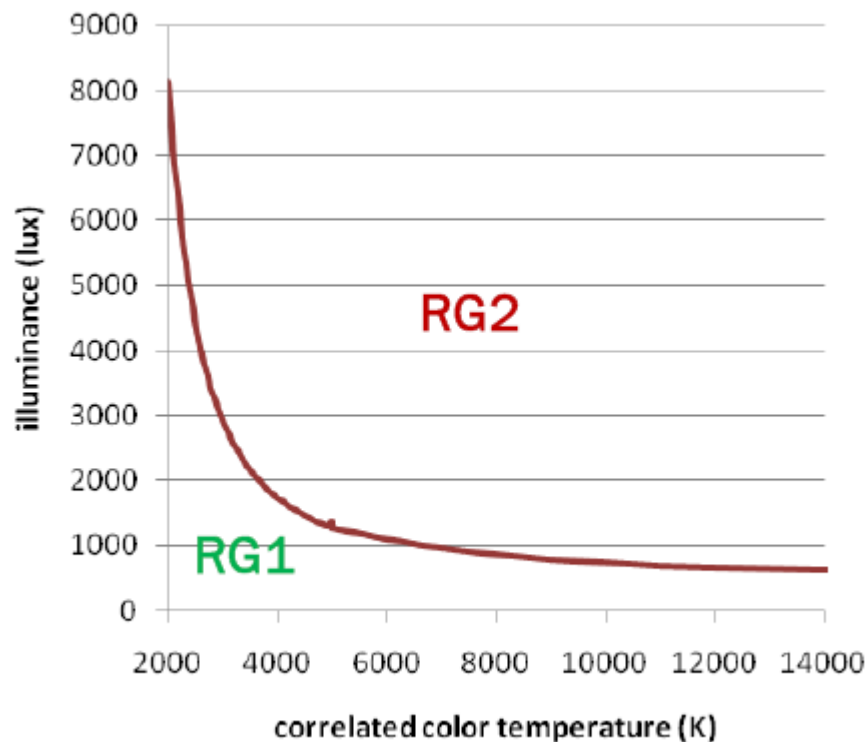
הפשטת המדידות לגוף תאורה עם אור כחול

- יש קורלציה גבוהה בין טמפרטורת הצבע והסכנה הפוטוביולוגיות לגבי האור הכחול
- גרף עבור לומיננס אקוולנטי של מקורות האור



הפשטת המדידות לגוף תאורה עם אור כחול

- יש קורלציה גבוהה בין טמפרטורת הצבע והסכנה הפוטוביולוגיות לגבי האור הכחול
- עקומה המתאימה לגבולות שבין RG1 ובין RG2



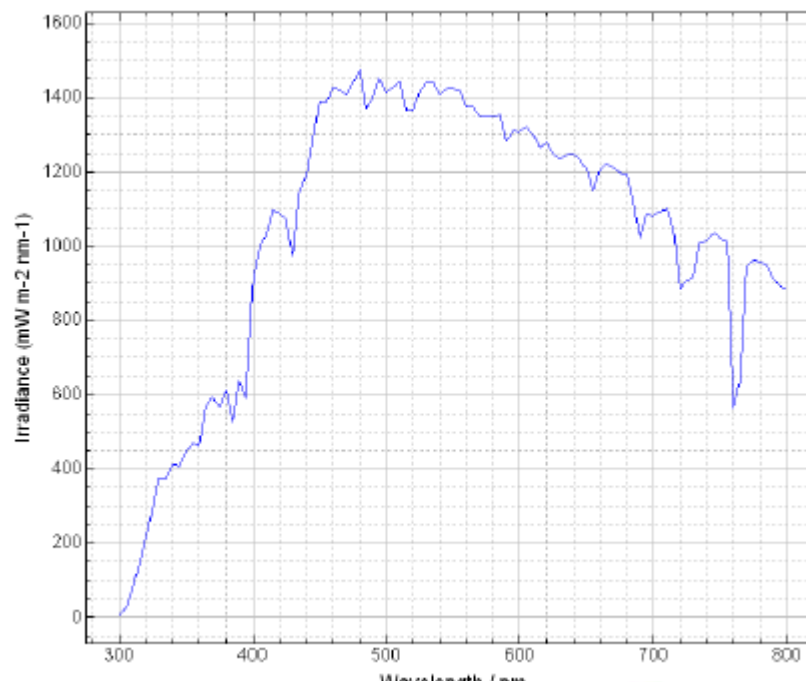
תוצאות מעבדה

- מדידות במרחק 20 ס"מ
- ✓ בוצעו מדידות עבור נורות הלוגן , MH
- מותרת חשיפה של עד 1 שעה – רמת הסיכון RG2
- ✓ מדידות עבור עם גוף תאורה עם לדים -רמת חשיפה RG1
- ✓ מדידות עבור עם גוף תאורה עם לדים -רמת חשיפה RG2
- ✓ שימוש בנורות עם מרכיב גבוהה של UV
- ✓ ללא הגנה - רמה RG3
- ✓ ועם כיסוי הניתן להסרה בקלות לצורכי המדידה – רמת סיכון בהתאם לכיסוי



תוצאות מעבדה – יחוס לשמש

שמש



Risque	Mesure	Groupe de risque
UV Actinique peau et œil	27 mW/m ²	RG 2
UV-A œil	40346 mW/m ²	RG 2
Température de couleur	5649 K	
Indice de rendu des couleurs	99,4	

K

CRI



מסקנות והמלצות

- ❑ המדידות במרחק 20 ס"מ – התייחסות לאינפורמציה של מרחק בטוח
- ❑ קבוצות סיכון על פי השימוש והאפליקציה

קבוצות הסיכון על פי השימוש	אפליקציה
GR0	חשיפה ממושכת מכוונת
GR0 , GR1	חשיפה מכוונת קצרה
GR0 , GR1 , GR2	חשיפה לא מכוונת

- ❑ התקן כפי שהוא מוגדר ניתן לשיפור
- ❑ המשמעות של שיטת המדידה ובעיית המרחק
- ❑ גבולות שאינם מתאימות לכל האפליקציות והשימושים
- ❑ עלויות של ביצוע המדידות המגבילות את האינפורמציה המתקבלת

מסקנה – היו זהירים אבל לא
פרנואידיים



מסקנה – היו זהירים אבל לא פרנואידיים



ביי ולהתראות ☺

