

בטיחות פוטוביולוגית – ת"י 62471



אינג' דוד תורג'מן – סיטילייט הנדסה

David@citylight.co.il

052-2587602

הסכנות האפשריות

פגיעות
בעיניים



Kératite

דלקת של הקרנית



Cataracte

פגיעות בעור



פריחה על גבי העור



Cancer

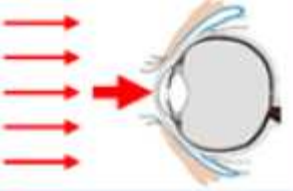
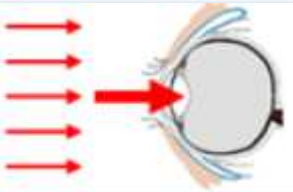
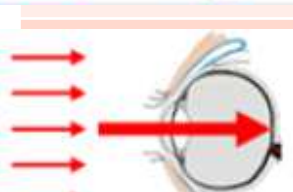
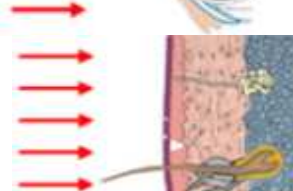


הסכנות האפשריות

- 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.



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

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



תקן ישראלי 62471

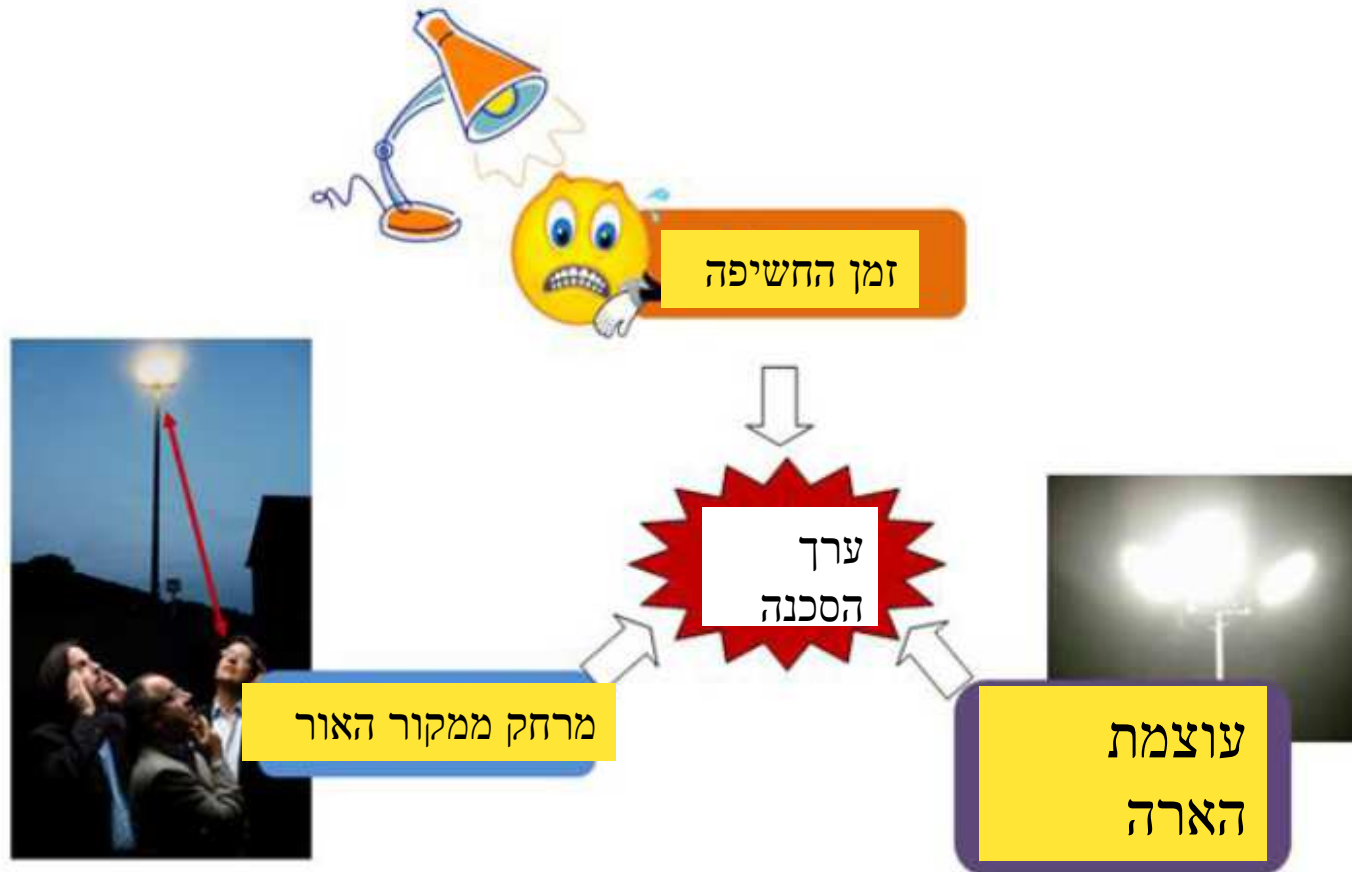
קבוצות סיכון פוטוביולוגי

	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		

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

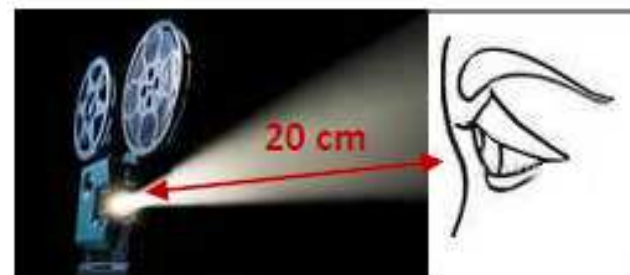


מתוך מחקרים שבוצעו

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

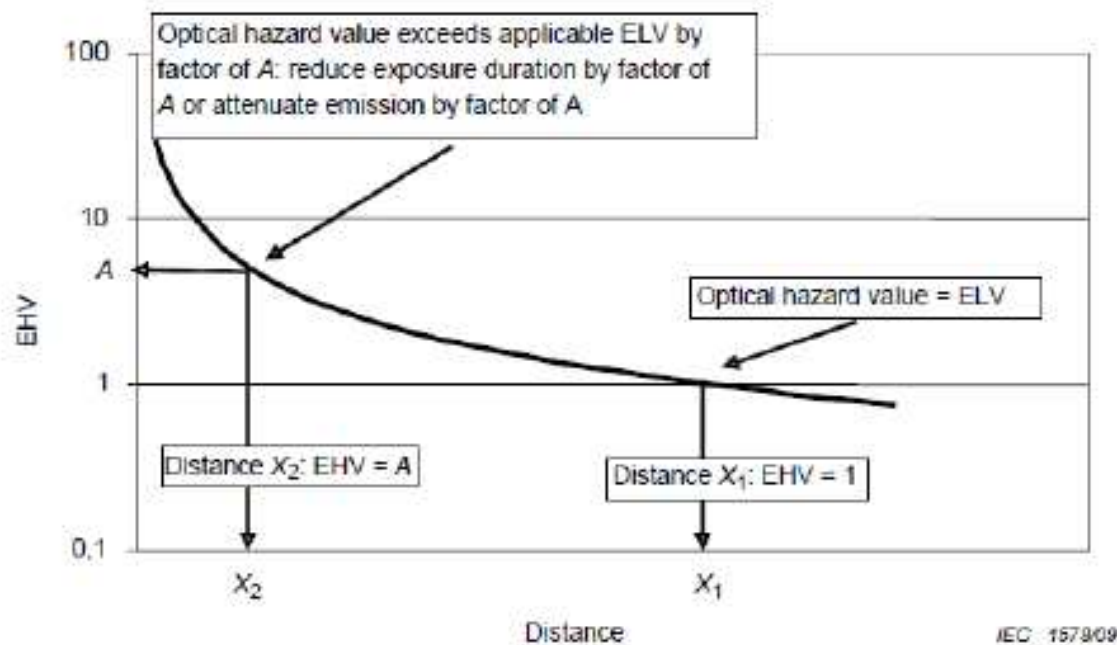


- ✓ הארה ישירה לעין הצופה
- ✓ שימוש בנורות מסוגים שונים
- ✓ הארה במרחק של 20 ס"מ מהעין



עיקרון המדידות

- ✓ תוצאות שונות בהתאם למרחק ועוצמת האור (20 ס"מ ב 500 לוקס)
- ✓ מסתבר שהתוצאות המתקבלות אינם חז 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

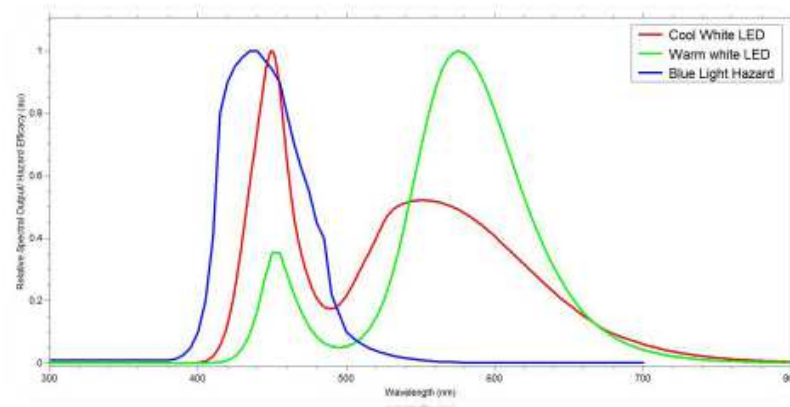
- המגבלות הינם פועל יוצא של:
 - ✓ תוצאה של נתונים אמפיריים
 - ✓ שקלול לפי פקטור מ 5-10 פעמים האנרגיה הדרושה לגרימת פגיעות \נזקים הניתנים לצפייה
 - ✓ הניסויים שבשימוש אינם כוללים חשיפות מרובות
- A.3.8 **Needed information:** More knowledge of injury mechanism; data at 400 nm to 450 nm for exposure durations less than 10 seconds; **data on additivity of multiple exposures** and the possibility of delayed effects from to 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

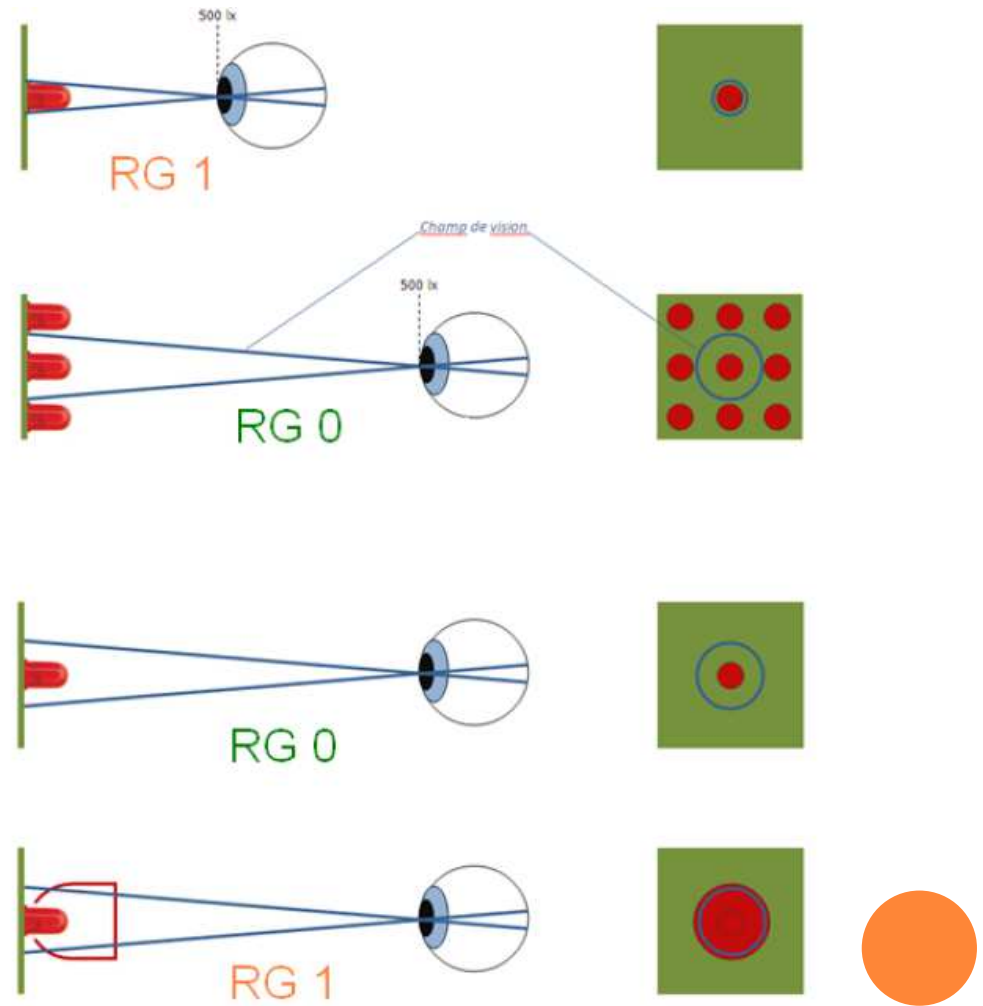


מרחק ממקור האור - LED

הרכב ותכולה של מקור האור

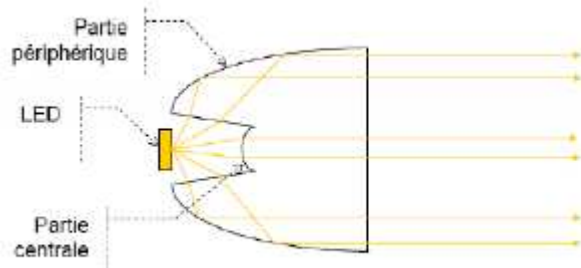
מרחק גדול בין העדשות יכול להפחית את קבוצת הסיכון - כאשר מרחק המדידה גדל

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

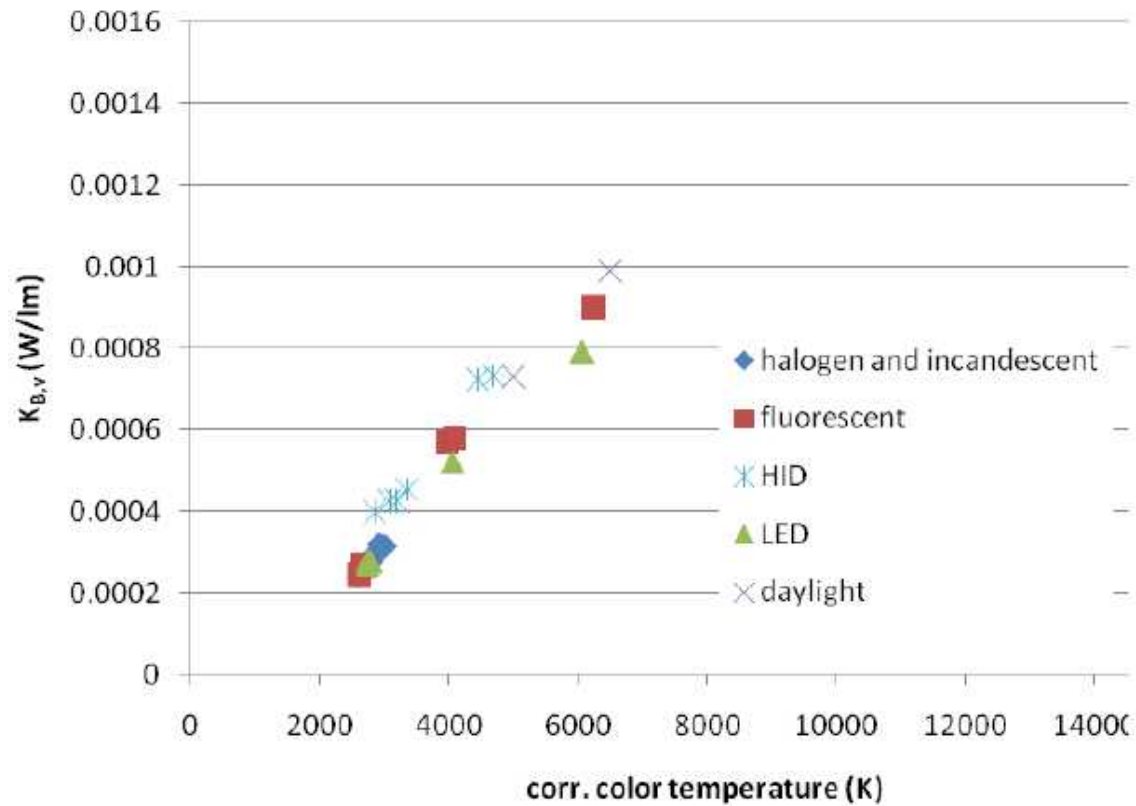
➤ נדרש גניומטר למציאת הזווית הזו

➤ משקל הגוף יכול להגיע ל 20-30 ק"ג



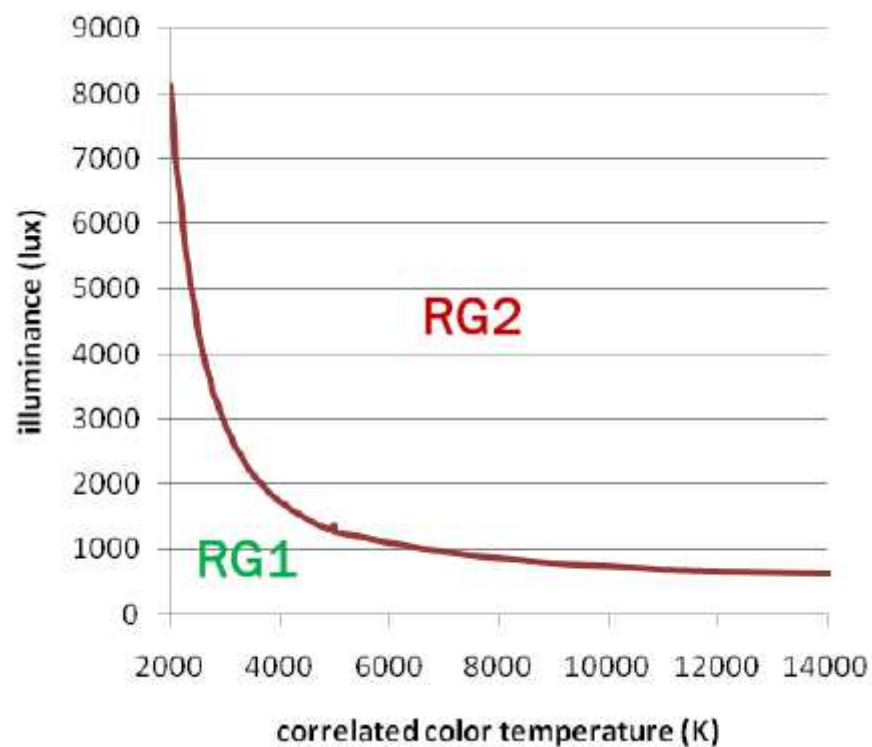
הפשטת המדידות לגוף תאורה עם אור כחול

- 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



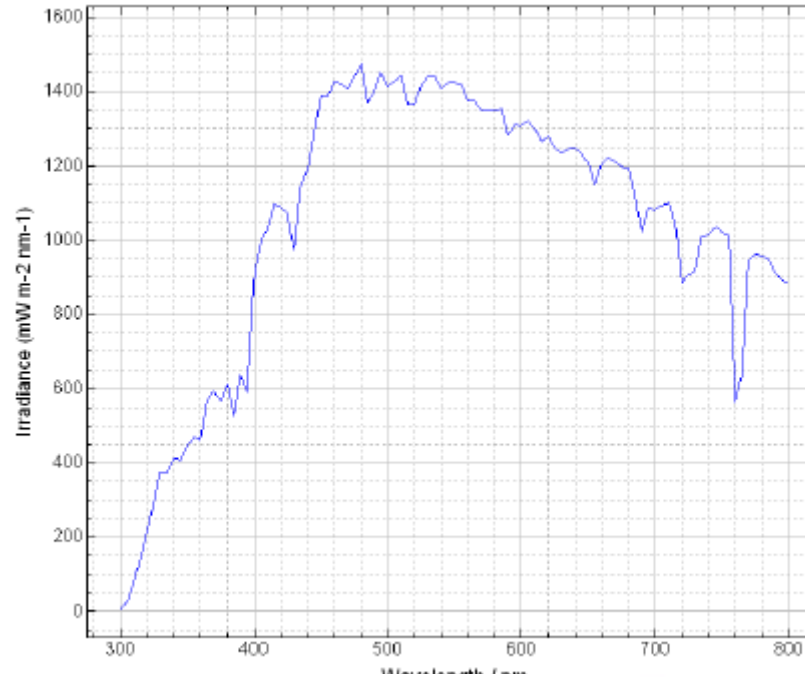
תוצאות מעבדה

- 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 ceil	27 mW/m ²	RG 2
UV-A ceil	40346 mW/m ²	RG 2
Température de couleur	5649 K	
Indice de rendu des couleurs	99,4	

K

CRI



השפעת המרחק על הסיווג - 4000K

- גוף תאורת לדים בהספק של 500 וואט עם עדשות בעלות אופטיקה צרה



השפעת המרחק על הסיווג - 4000K

4.2. Risk Group for a distance of 200 mm:

Angular dimension (Z / 200): 0,1 radian

Hazard Name	Action spectrum	Unit	Wavelength range (nm)	Field of view (mrad)	Measurement	Risk Group
Irradiance Actinic UV skin & eye	S(λ)	$mW m^{-2}$	200 - 400	-	0	Risk Group 0
Irradiance Eye UVA	-	$mW m^{-2}$	315 - 400	-	71	Risk Group 0
Radiance Blue Light	B(λ)	$W m^{-2} sr^{-1}$	300 - 700	100	2870	Risk Group 2
				11	14222	
				1,7	16991	
Radiance Retinal Thermal	R(λ)	$W m^{-2} sr^{-1}$	380 – 1100 ⁽¹⁾	11	183737	Risk Group 0



השפעת המרחק על הסיווג - 4000K

4.3. Risk Group for a distance of 11110 mm (distance which produce an illuminance of 500 lux)

Angular dimension: 0,022 radian

Hazard Name	Action spectrum	Unit	Wavelength range (nm)	Field of view (mrad)	Measurement	Risk Group
Irradiance Actinic UV skin & eye	$S(\lambda)$	$mW m^{-2}$	200 - 400	-	0	Risk Group 0
Irradiance Eye UVA	-	$mW m^{-2}$	315 - 400	-	0	Risk Group 0
Radiance Blue Light	$B(\lambda)$	$W m^{-2} sr^{-1}$	300 - 700	100	31	Risk Group 0
Radiance Retinal Thermal	$R(\lambda)$	$W m^{-2} sr^{-1}$	380 – 1100 ⁽¹⁾	100	4605	Risk Group 0



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



תודה !

