



לשכת המהנדסים  
האדריכלים והאקדמאים  
במקצועות הטכנולוגיים  
בישראל

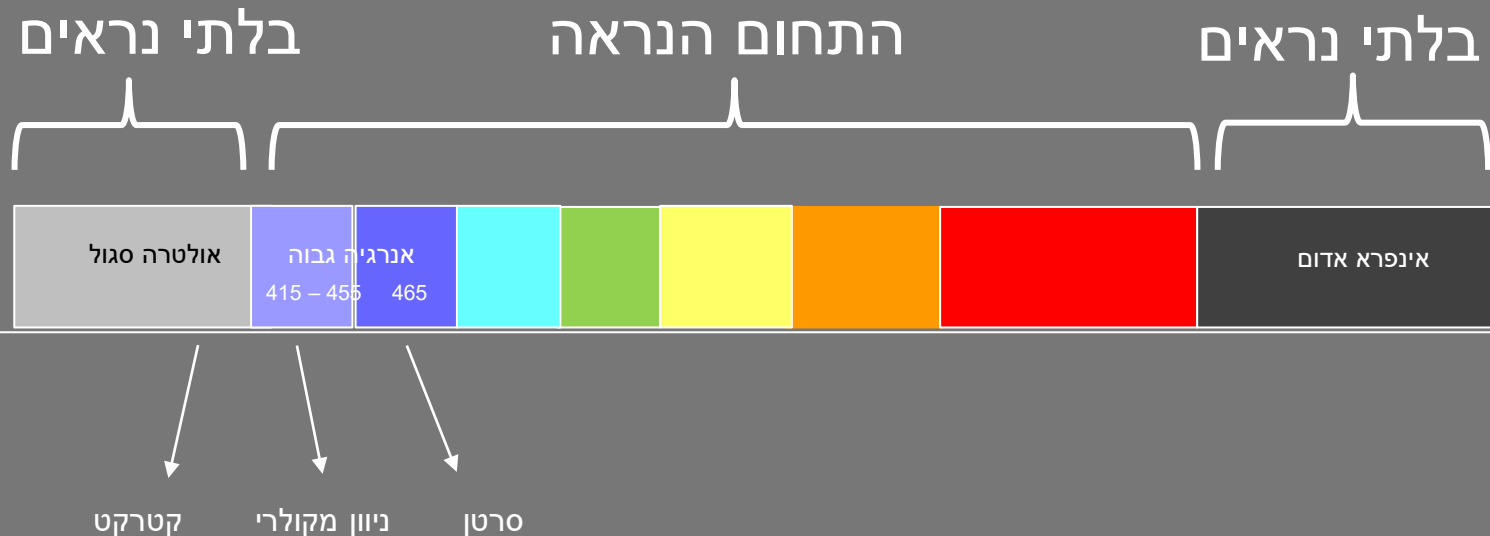


# בין אור ותאורה

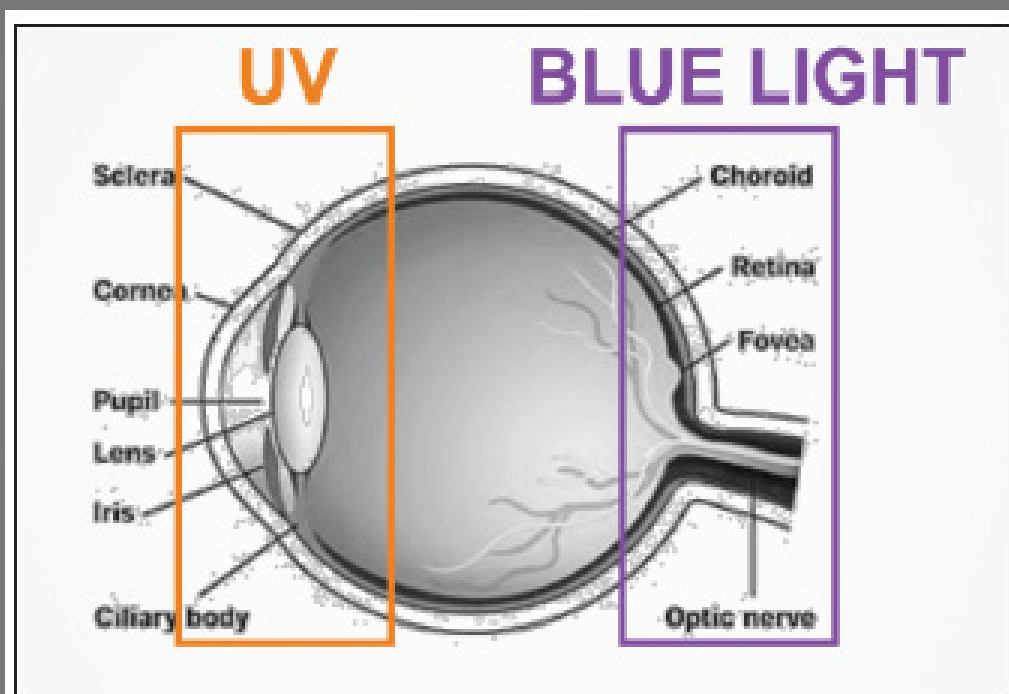
יעקב עזרתי  
יועץ ומעצב תאורה

# השפעות ביולוגיות בלתי רצויות

בשנים האחרונות נמצא כי ניוון מקולרי תלוי בגיל יכול, מלבד גיל, להיות קשור לחשיפה גבוהה לקרינה בטווח הנראה סביב 415 - 455 ננומטר. קרינה זו קיימת באור יום ובמקורות מלאכותיים כגון דיודות פולטות אור (לדים). מצד שני, שימוש לא נכון של קרינה סביב 460 - 470 ננומטר (בלילה) מגביר את הסיכון של סוגים מסוימים של סרטן סכנה נוספת היא ההידרדרות של העדשה (קטרקט) על ידי קרינה **אולטרה סגולה**.



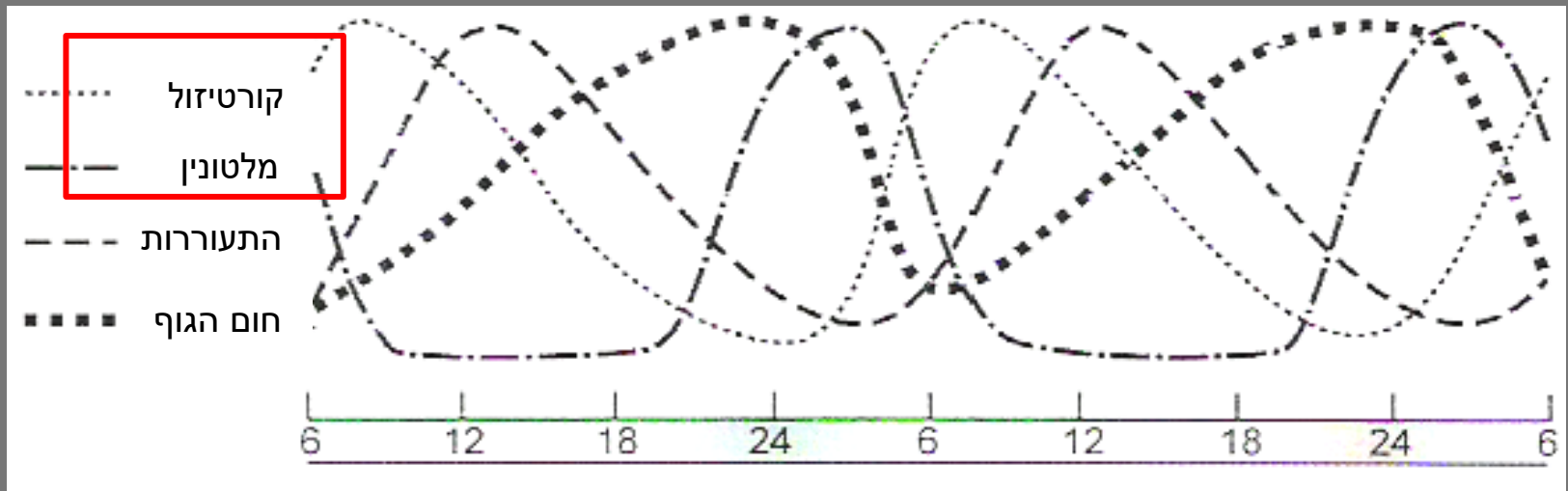
# סכנות האור לעין



UV משפיע על החלק הקדמי של העין, האור הכחול משפיע על החלק האחורי

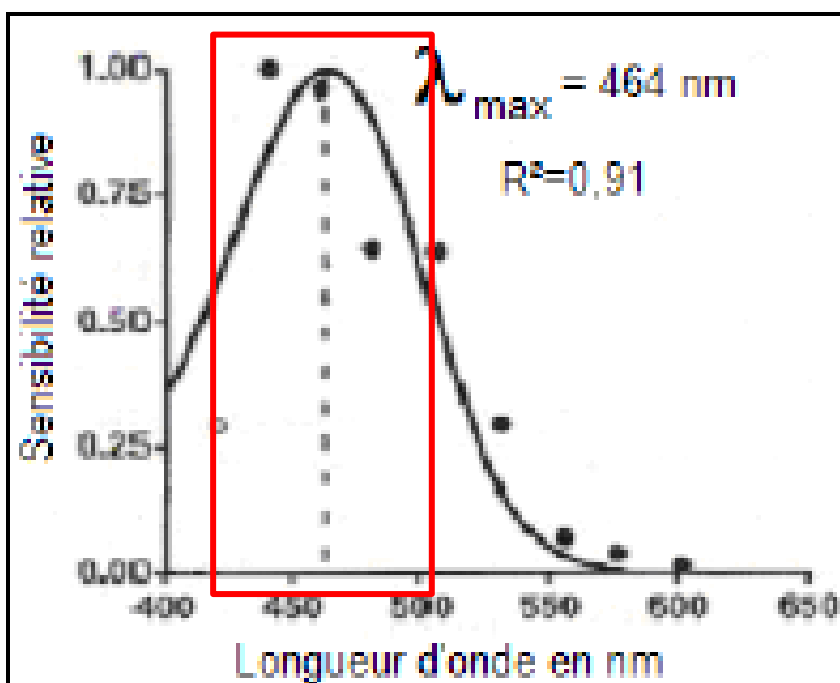
# תאורה טובה מתאימה לפעילות

ההתעוררות שלנו היא מקסימאלית כאשר רמת המלטונין שלנו היא נמוכה. רמות גבוהות של מלטונין מקדמת רגיעה. מלטונין מופרש בלילה, עם העדר אור היום.

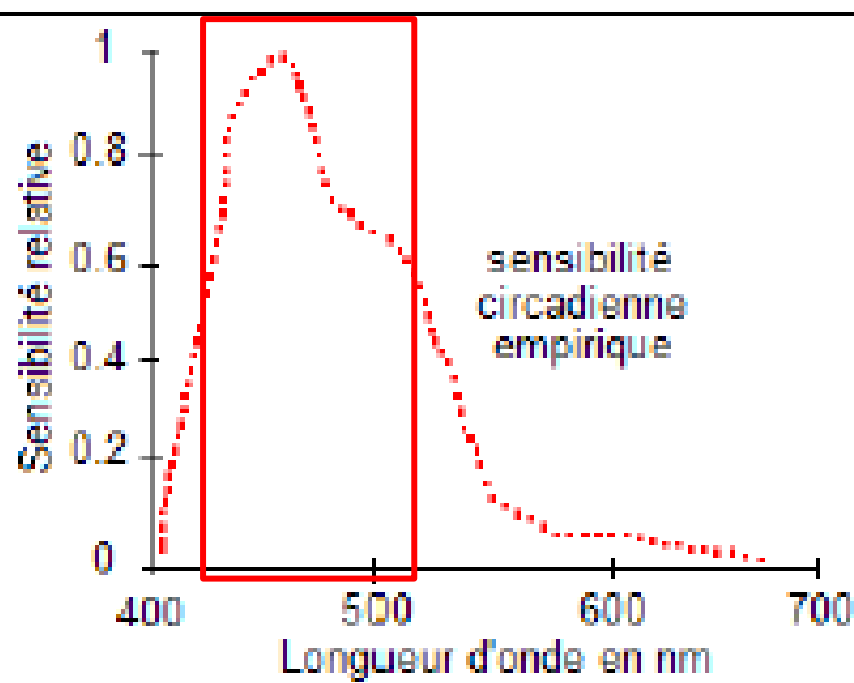


Brainard (CIE 23 – San Diego)

# הספקטרום של דיכוי מלטונין



Brainard (2001)



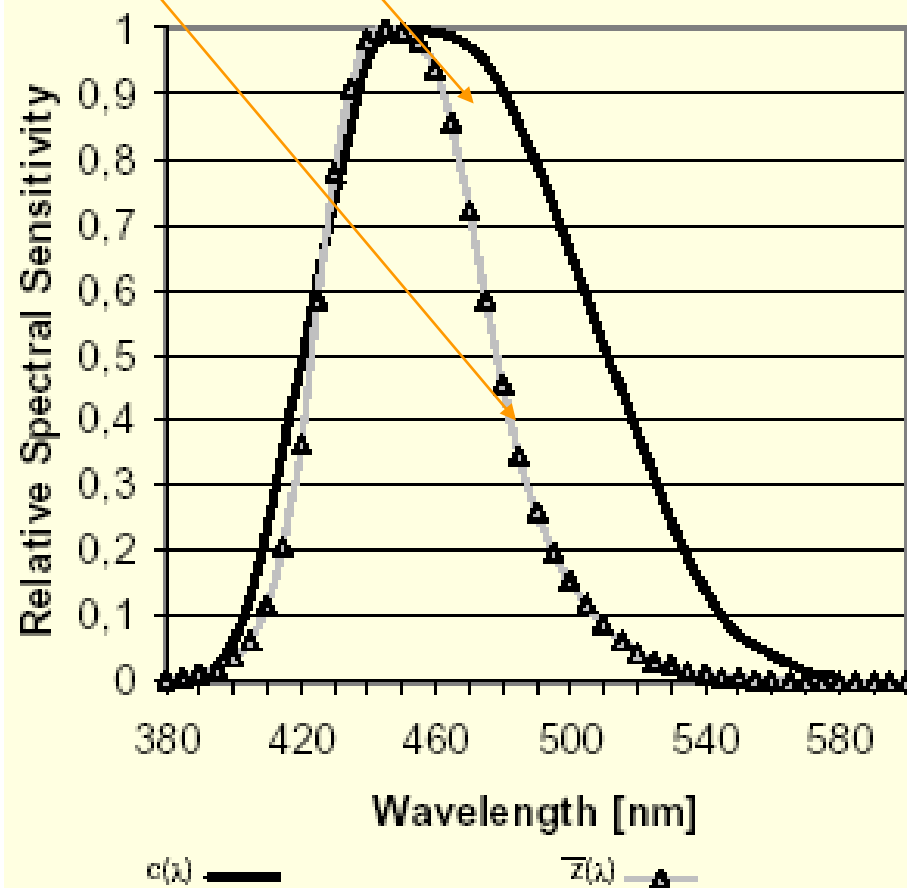
Thapan (2001)

# גורם הפעולה הסירקדיאני (Circadian factor)

Gall and all - 2004

כדי להקל על החישוב של גורם הפעלת היממה, גאל וצוותו, הציעו להשוות את העקומה  $C_{(\lambda)}$  עם העקומה  $\bar{Z}_{(\lambda)}$  של פונקצית הצבעים. גורם הפעלת היממה (סירקדיאני) עוזר לקבוע את יעילות היממה של מקור אור אחד לפי המערכת של CIE1931 xy

# מקבילות בין $C_{(\lambda)}$ ו $\bar{z}_{(\lambda)}$



# יעילות היממה של מקורות אור שונים

כל מקורות האור המלאכותיים לא יעילים באותה מידה עבור דיכוי מלטונין, למשל, אם ניקח את גורם הפעילות  $a_{cv}$ , שהוגדר על ידי גלל וביסקה, יעילות היממה תהיה:

$$a_{cv} \text{ of TLD 880} = 1$$

$$a_{cv} \text{ of TLD 965} = 0,9$$

$$a_{cv} \text{ of TLD 940} = 0,4$$

$$a_{cv} \text{ of halogen} = 0,3$$

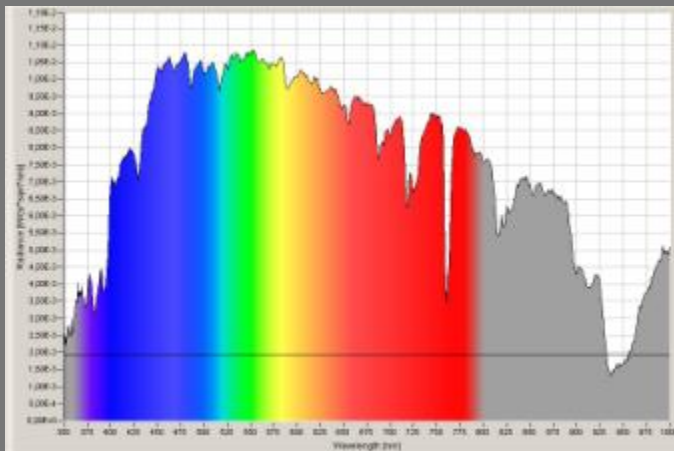
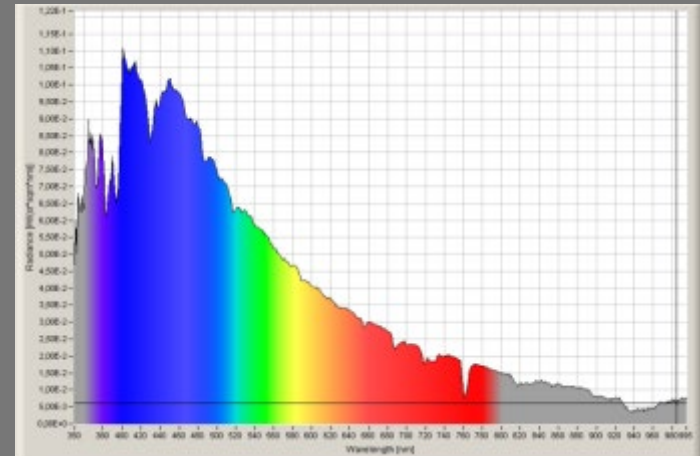
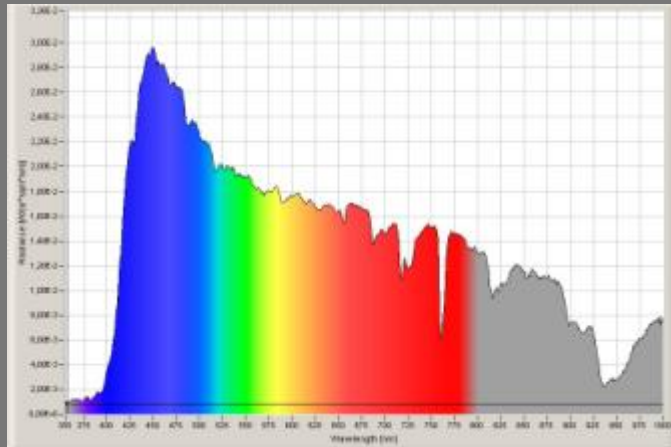
with  $a_{cv} = (1-x-y)/y$  (D. GALL, K. BIESKE, Definition and measurement of circadian radiometric quantities. CIE symposium 04 "Light and Health", p129-132, 2004).

$$E_{\text{lux menalopsim}} = E_{\text{lux}} \times a_{cv}$$

עוצמת אור היממה נמדד ברמה האנכית של העין, בניגוד עוצמת אור רגילה שנמדדת באופן אופקי מן משטח העבודה.

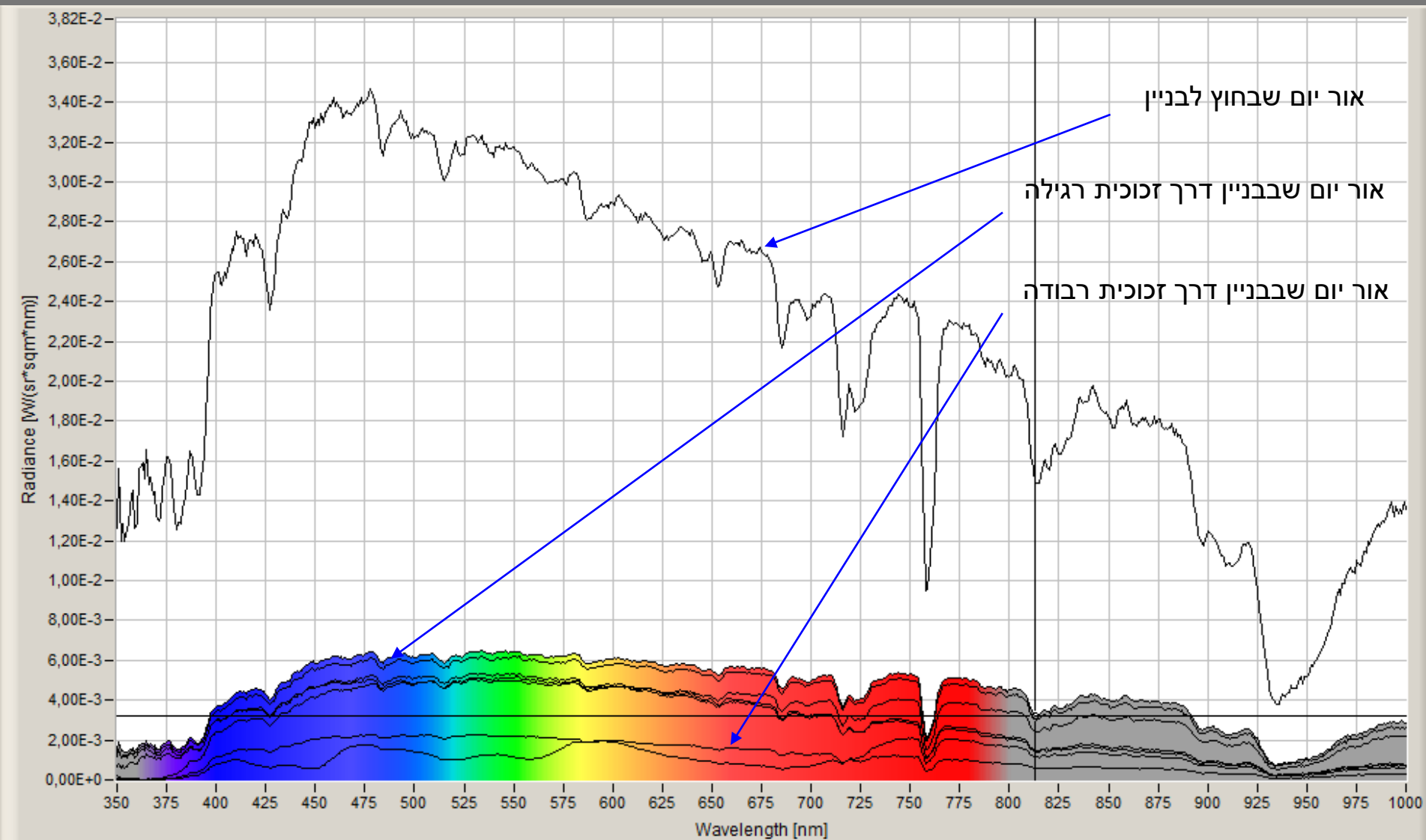
# אור יום

יולי פריז 2012

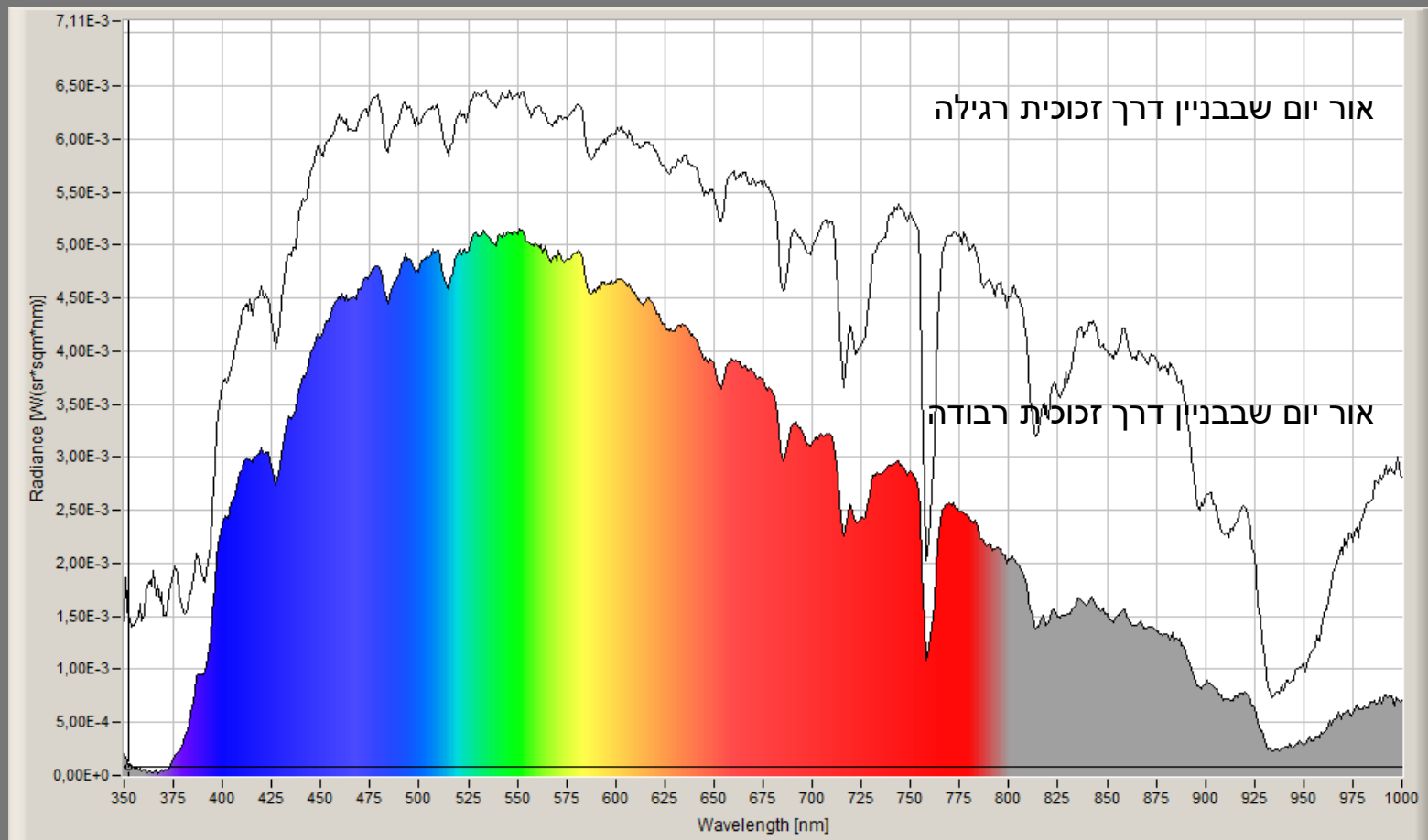


אור יום משתנה בהתאם:

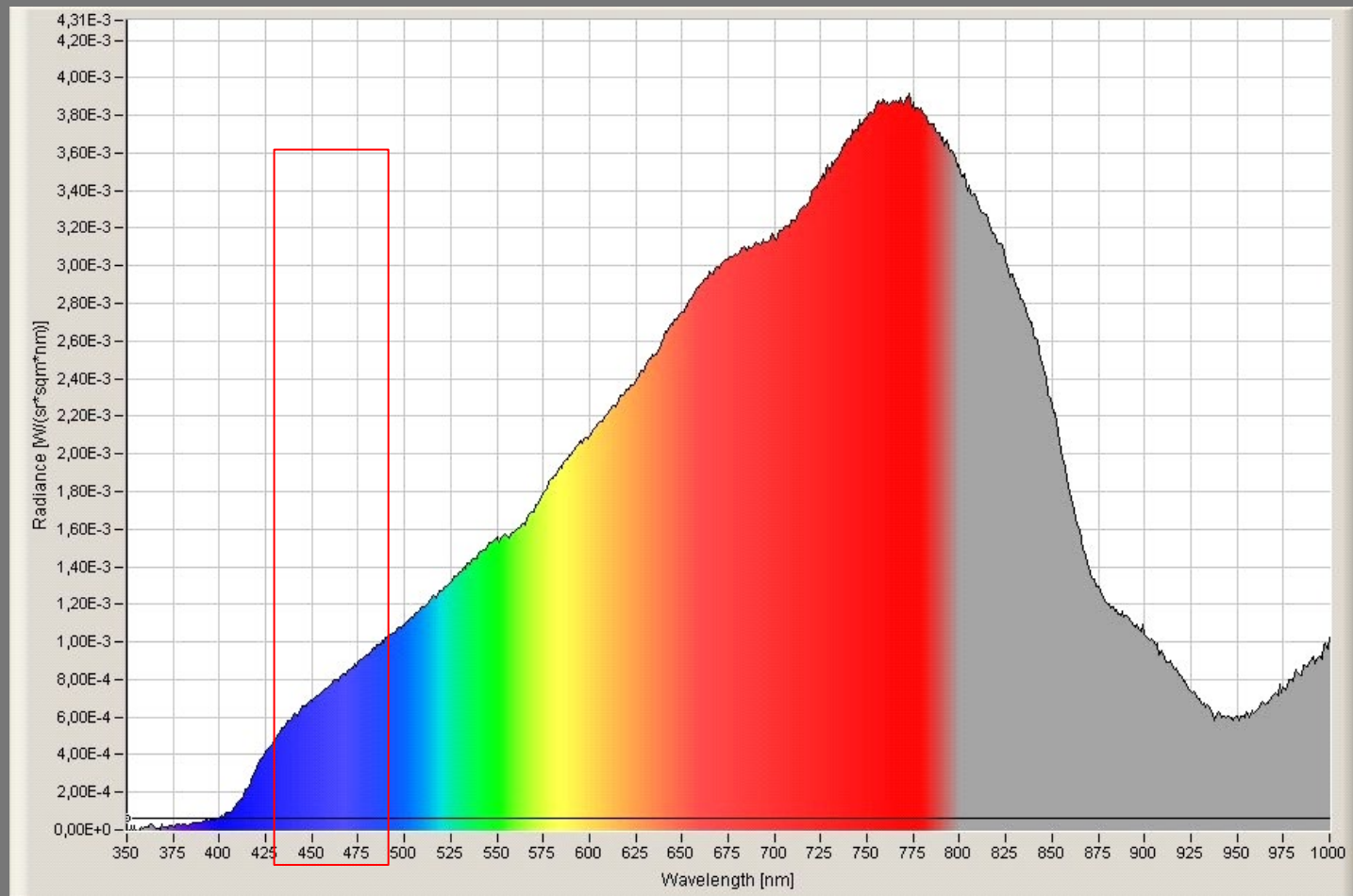
- המקום
- השעה
- העונה



## אור יום מאחורי זכוכית רבודה (laminated glass)



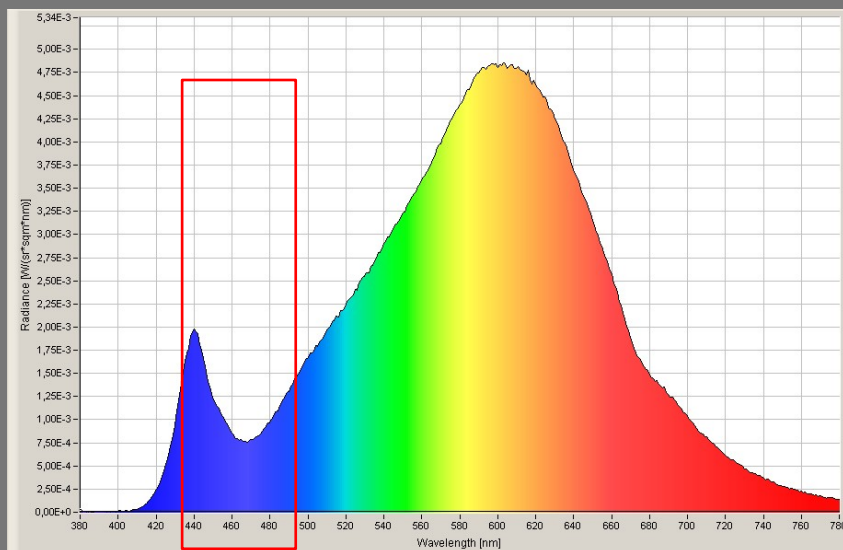
# MR16 50W 3000K



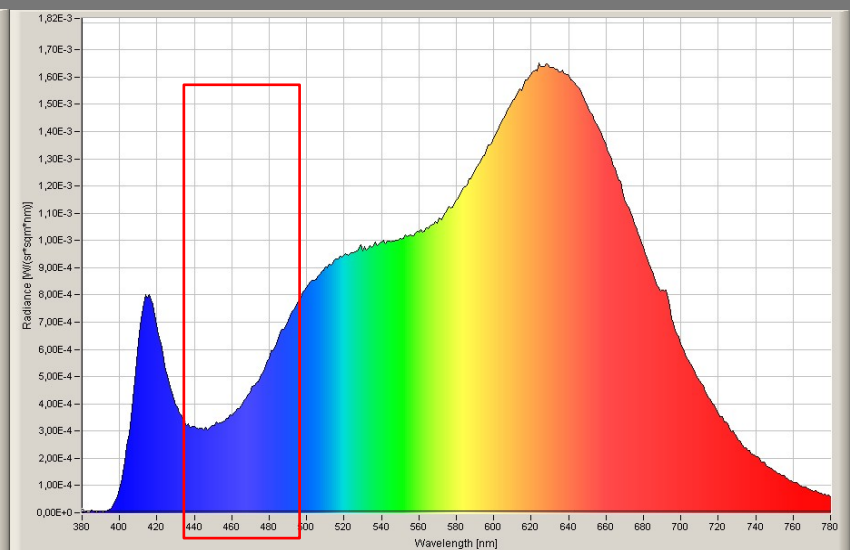
# השפעות ביולוגיות בלתי רצויות

## ספקטרום

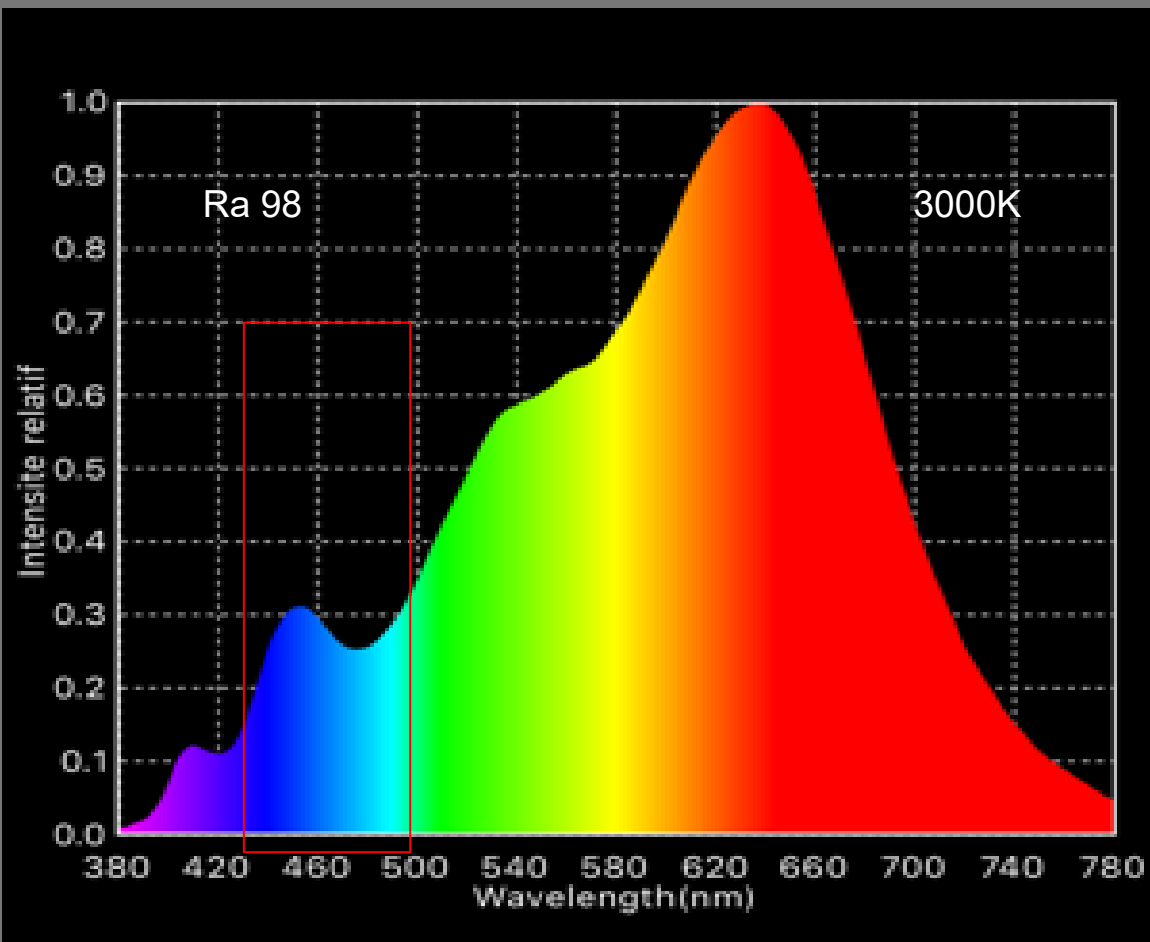
PHILIPS 3000K CRI 80



SORAA 3000 K CRI 95



האזור הקריטי עבור דיכוי מלטונין הוא סביב 440-470 ננומטר (יתרון במהלך היום אבל בערב הוא אפקט לא רצוי)



# אפקטים של אור הנראה באנרגיה גבוהה הרווח וההפסד

## חסרונות

- הפרעות של מחזור היממה
- מאמץ את עיני הרואה
- טישטוש, כאבי ראש, כאבי גב, וכו'
- סיכון מוגבר לסוגי סרטן מסוימים
- סכנה להידרדרות מקולרית MDLA

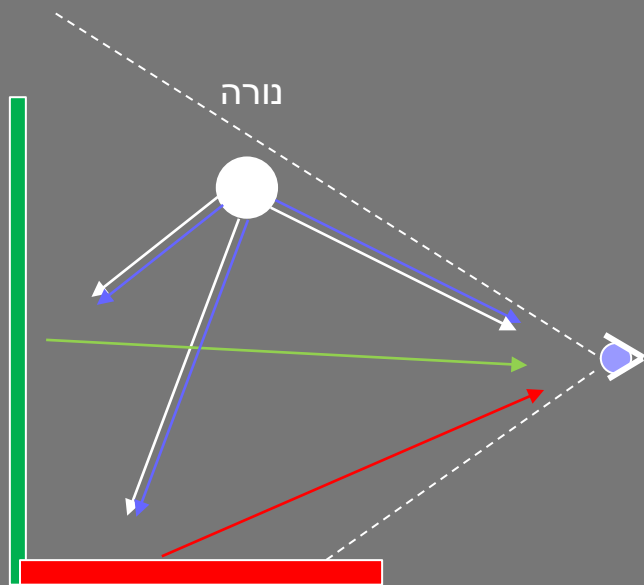
## יתרונות

- מסייע לווסת את מחזור היממה
- משפר עירנות
- משפר תפקוד קוגניטיבי
- מגביר את התחושה לרווחה

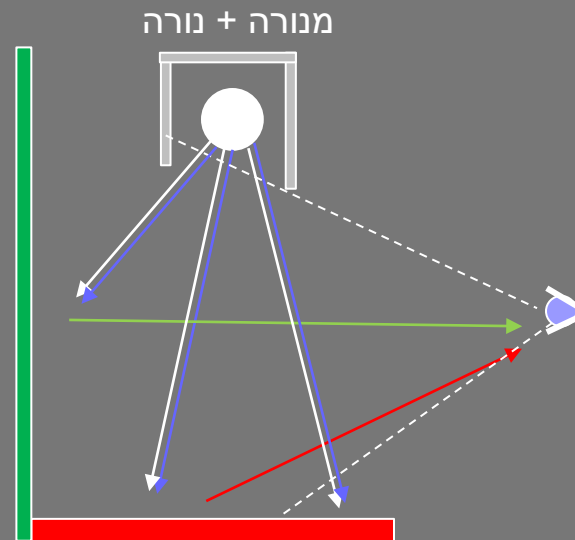
# עוצמת האור ובהירות

יש להבדיל בין המושג של עוצמת אור (קרינות היציאות מי הנורה) והמושג של בהירות (אור מוחזר מהסביבה לעין).

כל המחקרים שנעשו, נעשו עם אור ישיר אשר אינה המציאות. תאורה מושלמת אינה מאפשרת הראייה של המקור.



UGR>22



UGR<16

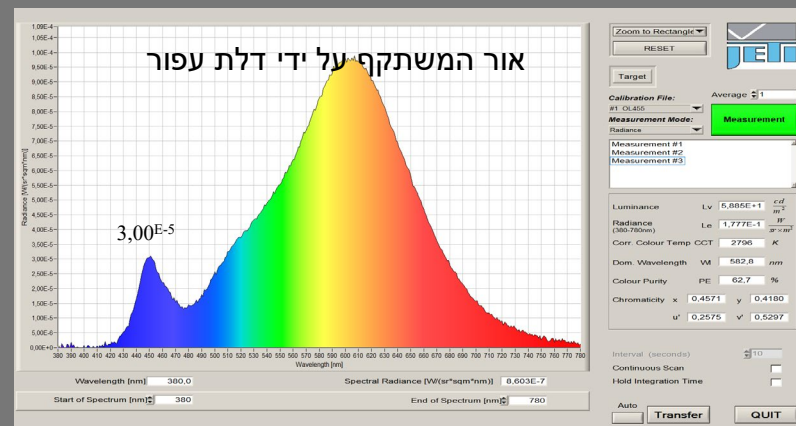
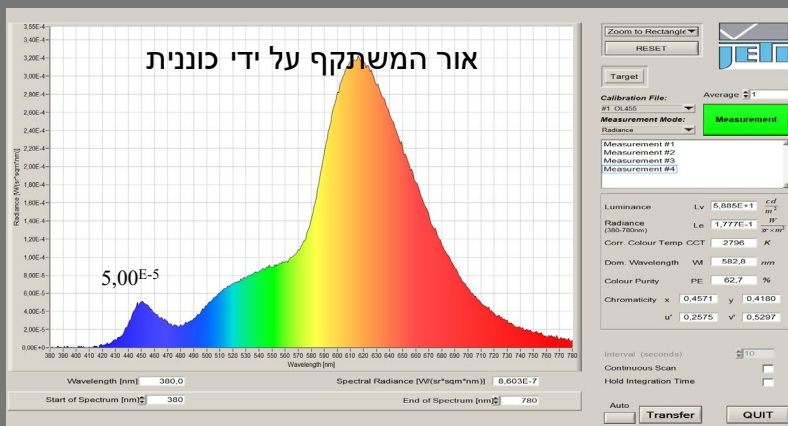
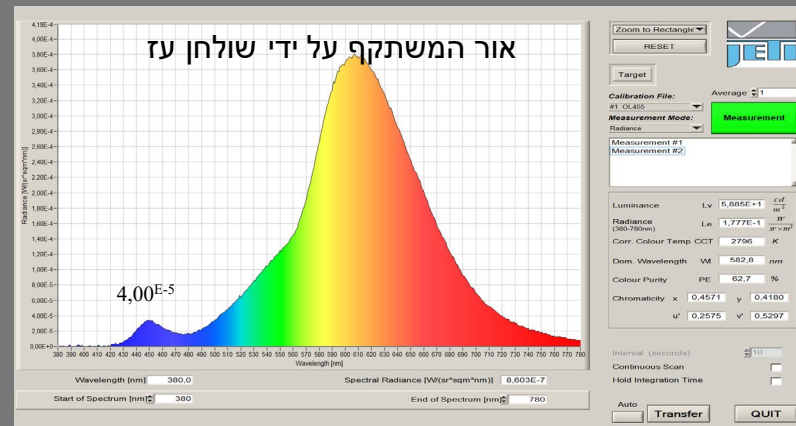
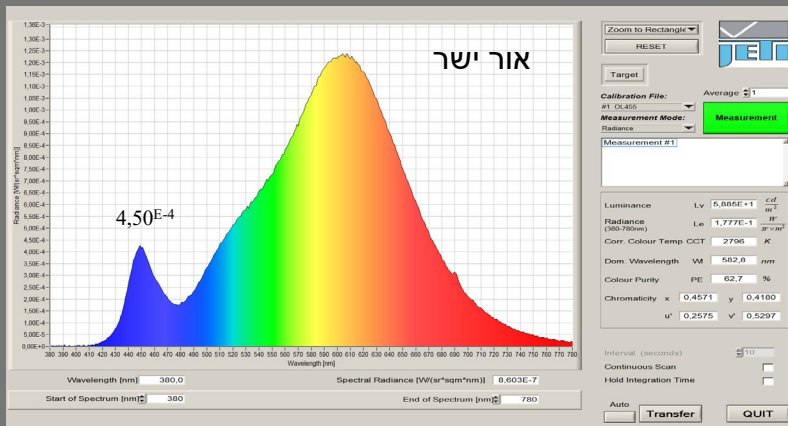
# בין אור לתאורה

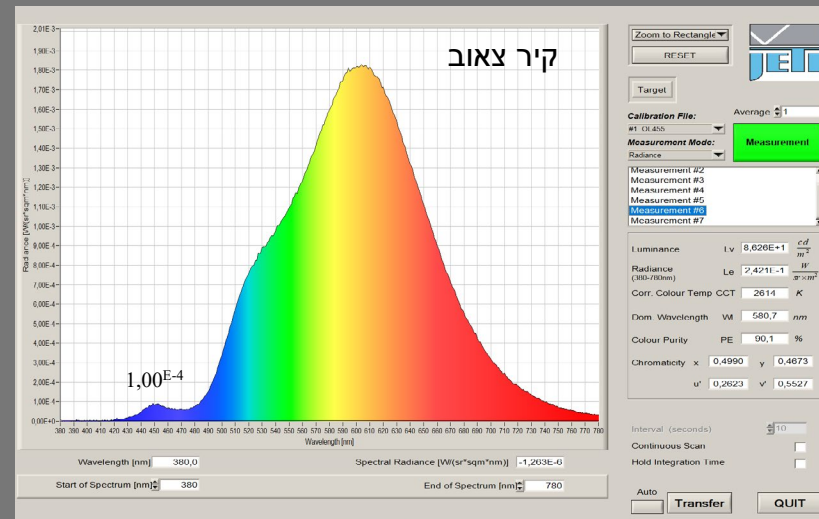
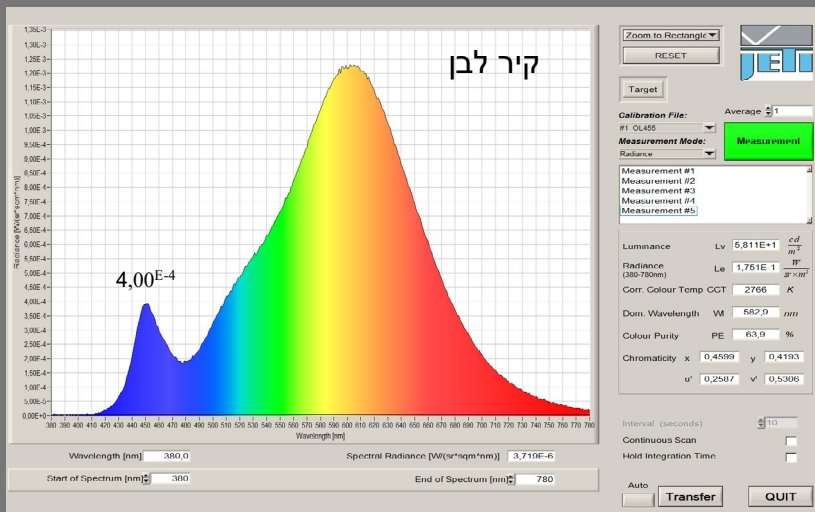
האור היא חומר בעל מאפיינים שונים בהתאם לצורת הייצור שלה.

כתאורן אני שולט על האור כדי לענות על צורך מסוים, לפי זה אני בוחר את המנורה עם מקור האור שגם שבחתי, התקנתו, מיקומו וכמותו.

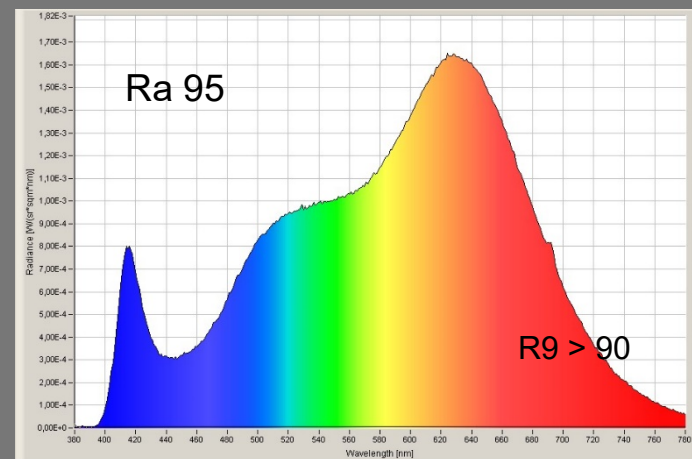
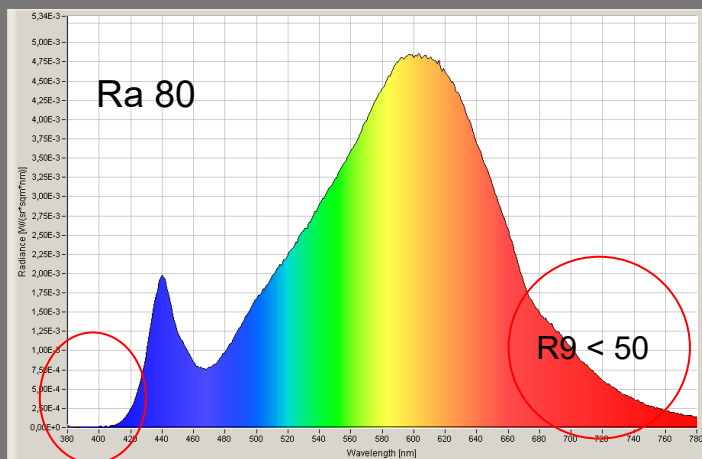
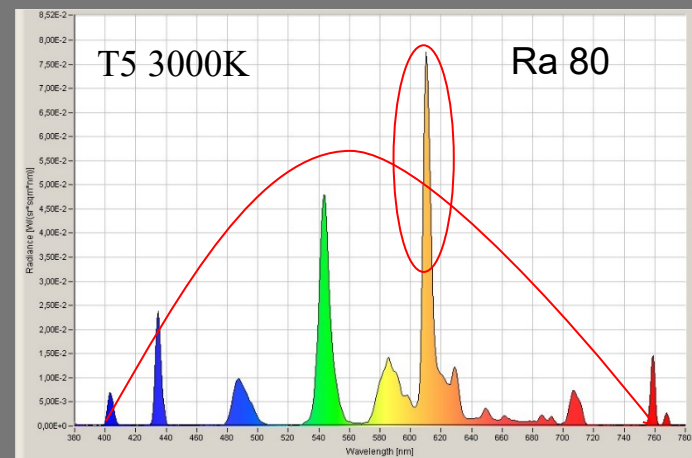
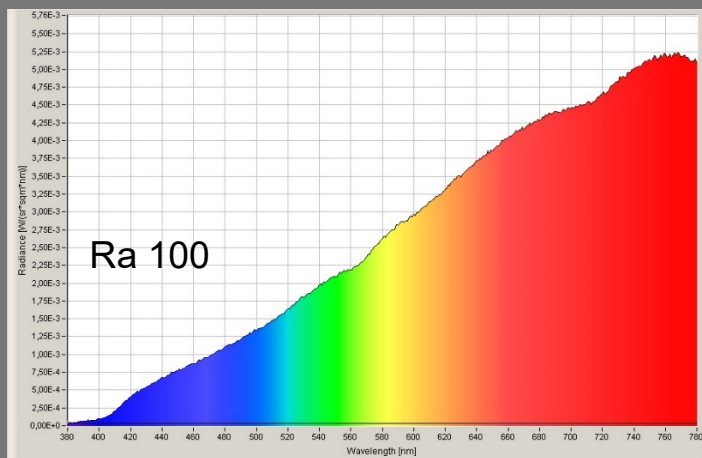
הדבר הראשון שאני מבקש מהמנורה הוא לא לגלות את מקור האור רק להאיר לפי תוכניתי.

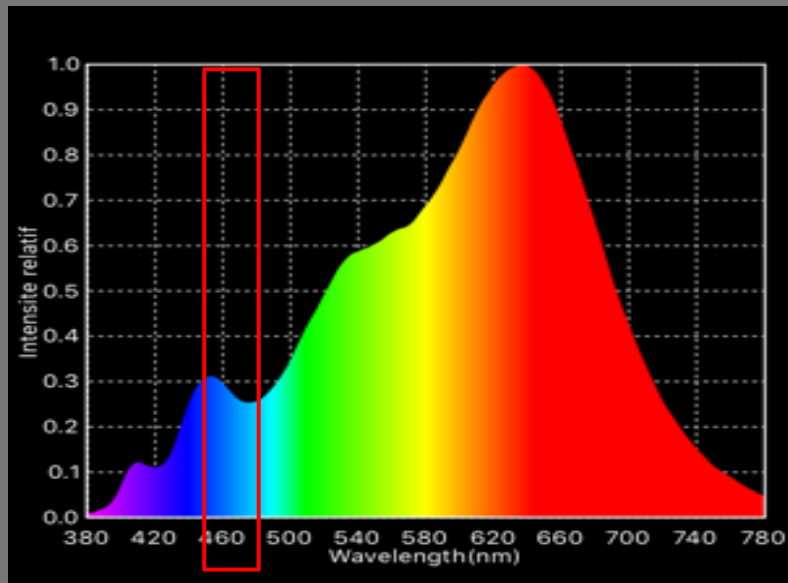
תאורה היא בהירות.



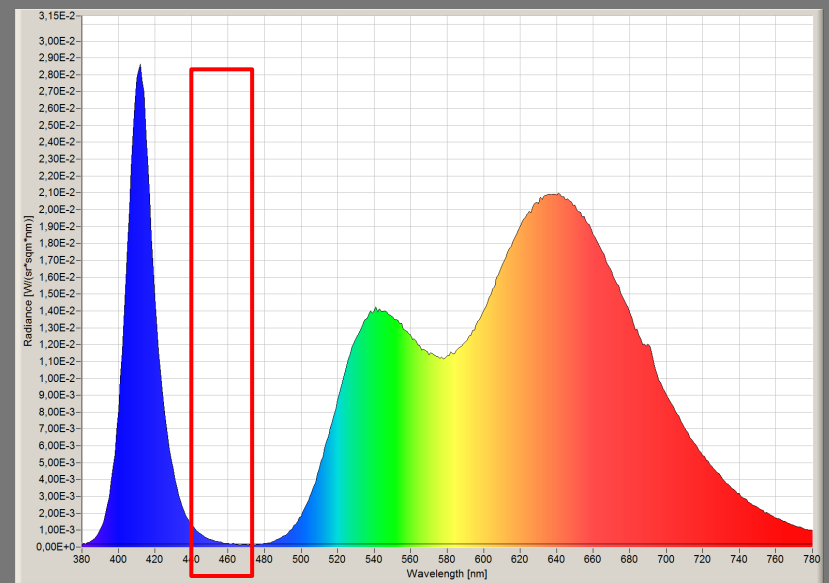


# עוד נקודה חשובה: איכות הספטרם !

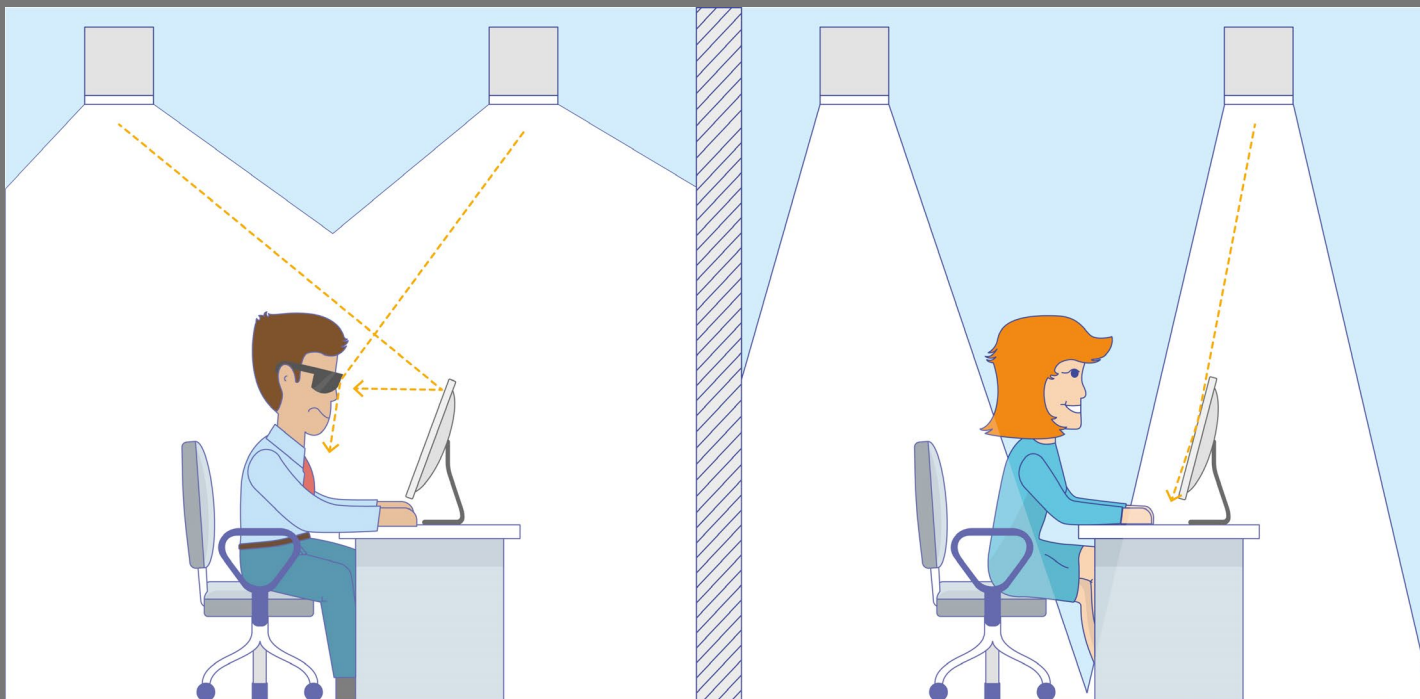




SUNLIKE



SORAA



UGR>22

UGR<19

# תאורה טובה מתאימה לפעולות מסוימות

לא חייבים העתקה של אור יום  
רצוי להתאים את טמפרטורת הצבע  
ועוצמת ההארה

במועדים רצויים להרגיע  
או להיפך  
לעורר את הפעילות.

# שימוש, או לא, בתאורה דינאמית או צ'רקדיאן של חללי עבודה, לימודים או מגורים

כיום, כל יצרני התאורה מציעים מערכות **תאורה מרוכזות לאנושות**, אשר לוקחות בחשבון מחקרים על חשיבות אור היום עבור בני אדם, חיות וצומח. שוב, יש להבדיל בין אור לתאורה. התאורה נמצאת שם כדי להיענות לבקשה בהתאם לפעילות, למשך הזמן שלה ולמרחב הנוגע בדבר.

מחזור צ'רקדיאן הוא הכרחי כאשר אותו אדם מבלה את זמנו יותר משנים עשר שעות ביום באותו מקום כאשר ההבדל בין יום ללילה ברור.

זה הכרחי גם בחללים שאינם מקבלים אור טבעי לקצב היום. אבל בחללים המקבלים אור טבעי דרך החלונות, תאורה מלאכותית להשלמה בגוון קר (סביב 5000 קלווין) מספיקה בשעות אור היום.

# התקנת תאורה דינאמית בחדר הבקרה של מאיץ החלקיקים במעבדה המוזיאונים הצרפתיים C2RMF



2004

25

בית מלאכה מכני של מאיץ החלקיקים  
במעבדה המוזיאונים הצרפתיים  
C2RMF

