



Predstavitev standarda CIE S026 in izračun ekvivalentne dnevne osvetljenosti (EDO)

doc. dr. Matej B. Kobav univ. dipl. inž. el.

UL FE Laboratorij za razsvetljavo in fotometrijo



Se zavedamo?

“Light affects our circadian rhythms more powerfully than any drug”

“Vpliv svetlobe na naš cirkadiani ritem je večji od vpliva katerekoli droge.”

Chuck Czeisler: Perspective: Casting light on sleep deficiency.

Nature, 2013; 497(7450):S13.



Ritem spanje-budnost sledi ritmu melatonina

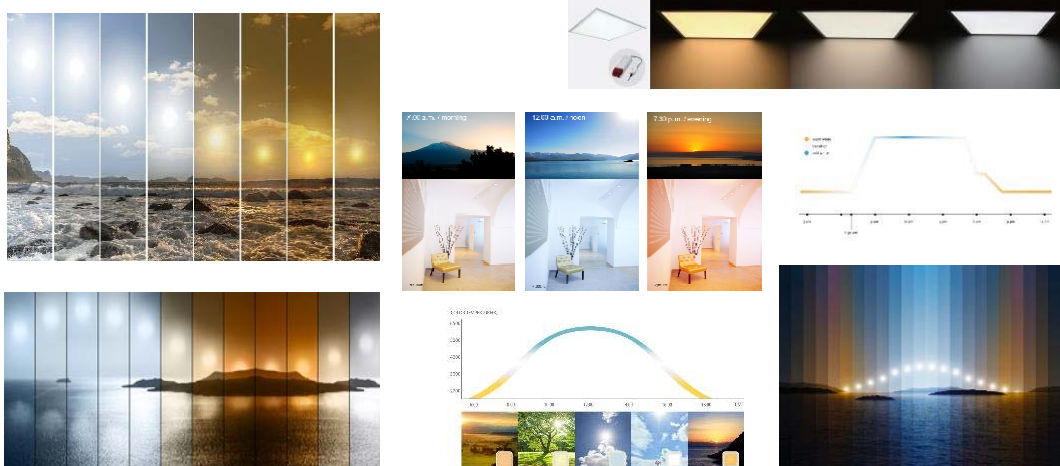
- Običajen čas za spanja: ~2 uri po začetku tvorjenja melatonina (v temi)
- Običajen čas za prebujanje: ~10 ur po začetku tvorjenja melatonina (v temi)

Tehnike/tehnologije?

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za arhitekturo in
dizajn



V svetilko se lahko namesti različne LED z različno podobno barvno temperaturo



Uporabljeni komercialni izrazi

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za arhitekturo in
dizajn



HUMAN CENTRIC LIGHTING

BIOLOŠKO AKTIVNA RAZSVETLJAVA

BIOLOGICALLY EFFECTIVE LIGHTING

CIRCADIAN LIGHTING

BIO-DYNAMIC LIGHTING

BIO-ADAPTIVE LIGHTING

INTEGRATIVNA RAZSVETLJAVA

INTEGRATIVE LIGHTING

cie International Commission on Illumination
Commission Internationale de l'Éclairage
Internationale Beleuchtungskommission

Integrativna razsvetljava - povzetek



International Commission on Illumination
Commission Internationale de l'Éclairage
Internationale Beleuchtungskommission

POSITION STATEMENT ON NON-VISUAL EFFECTS OF LIGHT - RECOMMENDING PROPER LIGHT AT THE PROPER TIME



SLOVENSKO DRUŠTVO ZA RAZSVETLJAVO / SDR
LIGHTING ENGINEERING SOCIETY OF SLOVENIA

Izjava CIE o stališču o neslikovnih učinkih svetlobe IZBIRA USTREZNE SVETLOBE OB PRAVEM ČASU



pozor: CIE je svetloba in svetlobne učinke svetlobe

IZJAVA USTREZNE SVETLOBE OB PRAVEM ČASU

1. Izjava

2. Izjava (2019-2020) svetloba (2019) svetloba (2019)

3. Izjava

4. Izjava

5. Izjava

6. Izjava

7. Izjava

8. Izjava

9. Izjava

10. Izjava

11. Izjava

12. Izjava

13. Izjava

14. Izjava

15. Izjava

16. Izjava

17. Izjava

18. Izjava

19. Izjava

20. Izjava

21. Izjava

22. Izjava

23. Izjava

24. Izjava

25. Izjava

26. Izjava

27. Izjava

28. Izjava

29. Izjava

30. Izjava

31. Izjava

32. Izjava

33. Izjava

34. Izjava

35. Izjava

36. Izjava

37. Izjava

38. Izjava

39. Izjava

40. Izjava

41. Izjava

42. Izjava

43. Izjava

44. Izjava

45. Izjava

46. Izjava

47. Izjava

48. Izjava

49. Izjava

50. Izjava

51. Izjava

52. Izjava

53. Izjava

54. Izjava

55. Izjava

56. Izjava

57. Izjava

58. Izjava

59. Izjava

60. Izjava

61. Izjava

62. Izjava

63. Izjava

64. Izjava

65. Izjava

66. Izjava

67. Izjava

68. Izjava

69. Izjava

70. Izjava

71. Izjava

72. Izjava

73. Izjava

74. Izjava

75. Izjava

76. Izjava

77. Izjava

78. Izjava

79. Izjava

80. Izjava

81. Izjava

82. Izjava

83. Izjava

84. Izjava

85. Izjava

Integrativna razsvetljava - povzetek



International Commission on Illumination
Commission Internationale de l'Éclairage
Internationale Beleuchtungskommission

POSITION STATEMENT ON NON-VISUAL EFFECTS OF LIGHT - RECOMMENDING PROPER LIGHT AT THE PROPER TIME



SLOVENSKO DRUŠTVO ZA RAZSVETLJAVO / SDR
LIGHTING ENGINEERING SOCIETY OF SLOVENIA

Izjava CIE o stališču o neslikovnih učinkih svetlobe IZBIRA USTREZNE SVETLOBE OB PRAVEM ČASU

Povzetek:

- visoka melanopska EDO podnevi običajno povečuje pozornost in zbranost, podpira cirkadiani ritem in dober spanec.
- nizka melanopska EDO zvečer in ponoči omogoča, da lažje zaspimo, in da je spanec trden.

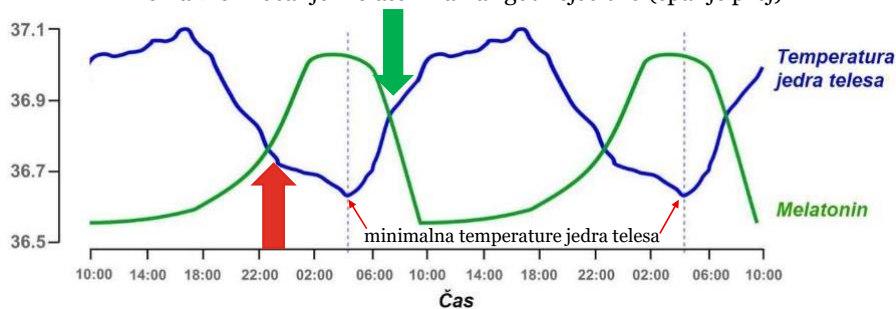
* EDO – ekvivalentna dnevna (D65) osvetljenost

Svetloba in človek

Jutranja svetloba „pospeši“ biološko uro (prejšnje spanje)

Svetloba **po** minimumu temperature jedra telesa = jutranja svetloba

Premakne izločanje melatonina na zgodnejšo uro (spanje prej)



Večerna svetloba „zakasni“ biološko uro (kasnejše spanje)

Svetloba **pred** minimumom temperature jedra telesa = večerna svetloba

Premakne izločanje melatonina na kasnejšo uro (spanje kasneje)

Svetloba in človek

Dnevna svetloba (svetloba podnevi)

Okrepi biološko uro in zmanjša občutljivost na svetlobo pozno zvečer/ponoči



Svetloba in človek

Razmere pri dnevni in umetni svetlobi



Več večerne svetlobe:

zmanjša melatonin in zakasni biološko uro in začetek spanja



Manj dnevne svetlobe:

zmanjša melatonin ponoči + večja občutljivost na večerno svetlobo



Manj jutranje svetlobe:

zakasni biološko uro in začetek spanja



Svetloba in človek

Nekaj priporočil:

Tekom dneva spreminjajte spekter in intenziteto svetlobe

1. Povečajte osvetljenost in vsebnost modre svetlobe za povečanje pozornosti (zjutraj in tekom dneva)
2. Zmanjšajte osvetljenost in vsebnost modre svetlobe za sprostitve in spanje (zvečer in ponoči)
3. Svetloba tekom noči mora biti ustrezno načrtovana, da ne moti spanja in zdravja

Svetloba in človek

CIE standard

- Navodila
- Excel tabela za izračun

CIE S 026 Toolbox

CIE S 026 User Guide



CIE S 026/E:2018

CIE System for Metrology of Optical Radiation for ipRGC-Influenced Responses to Light

Système CIE de métrologie des rayonnements optiques dédié à la réponse à la lumière des cellules ganglionnaires photosensibles de la rétine (ipRGC)
CIE-System für die Metrologie optischer Strahlung für ipRGC-beeinflusste Antworten auf Licht

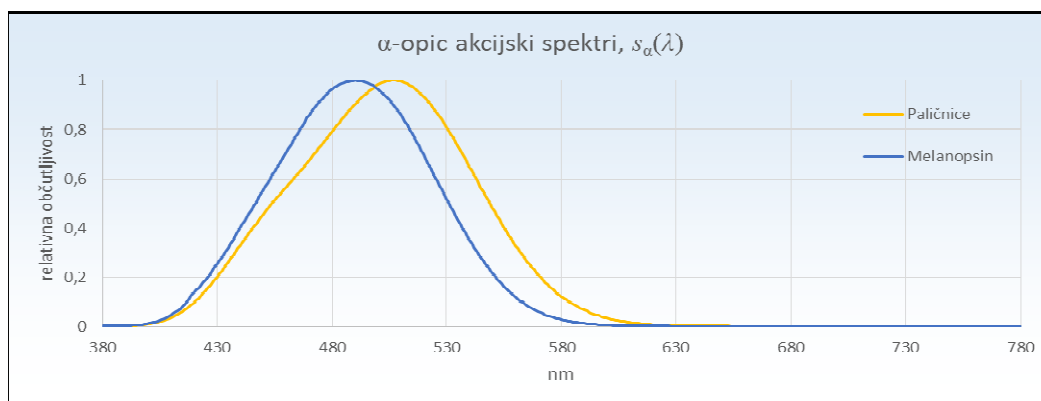
CIE International Standards are copyrighted and shall not be reproduced in any form, entirely or partly, without the explicit agreement of the CIE.

CIE Central Bureau, Vienna
Babenbergstrasse 9, A-1010 Vienna, Austria

CIE S 026/E:2018

UDC: 612.014.481-08 Descriptor: Optical radiation effects on humans

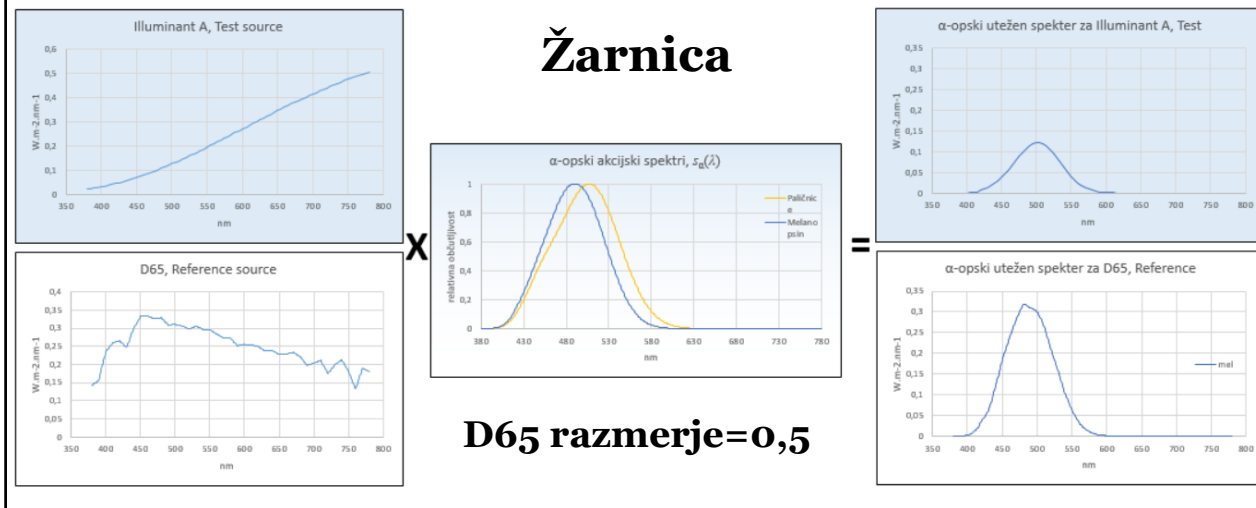
Ekvivalentna dnevna (D65) osvetljenost



- visoka melanopska EDO podnevi običajno povečuje pozornost in zbranost, podpira cirkadiani ritem in dober spanec.
- nizka melanopska EDO zvečer in ponoči omogoča, da lažje zaspimo, in da je spanec trden.

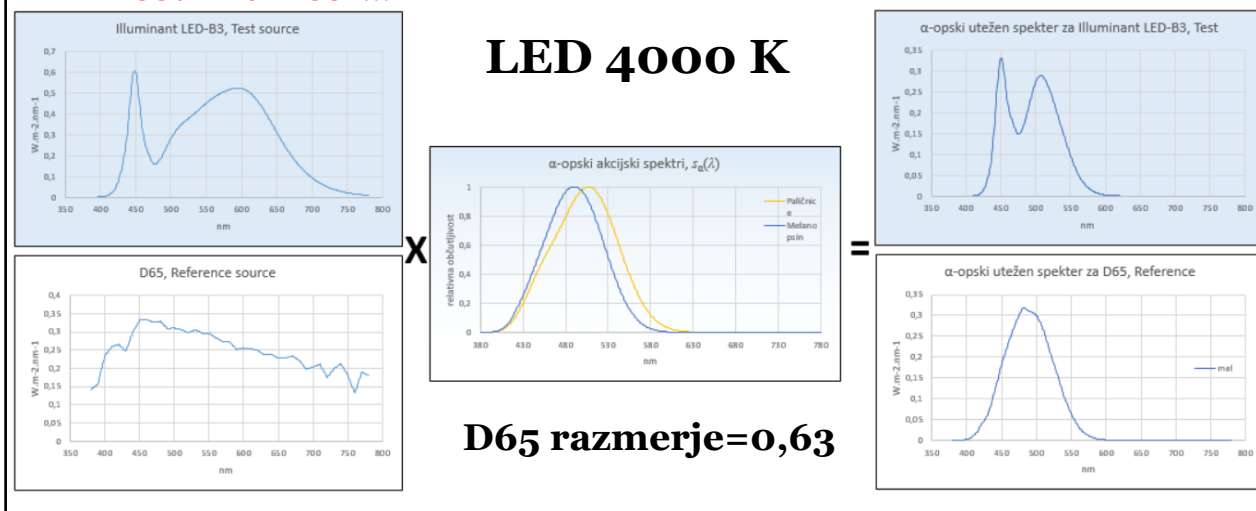
Ekvivalentna dnevna (D65) osvetljenost

ENAKA OSVETLJENOST!!!



Ekvivalentna dnevna (D65) osvetljenost

ENAKA OSVETLJENOST!!!





Ekvivalentna dnevna (D65) osvetljenost

$$EDO = E_{D65} / D65 \text{ razmerje}$$

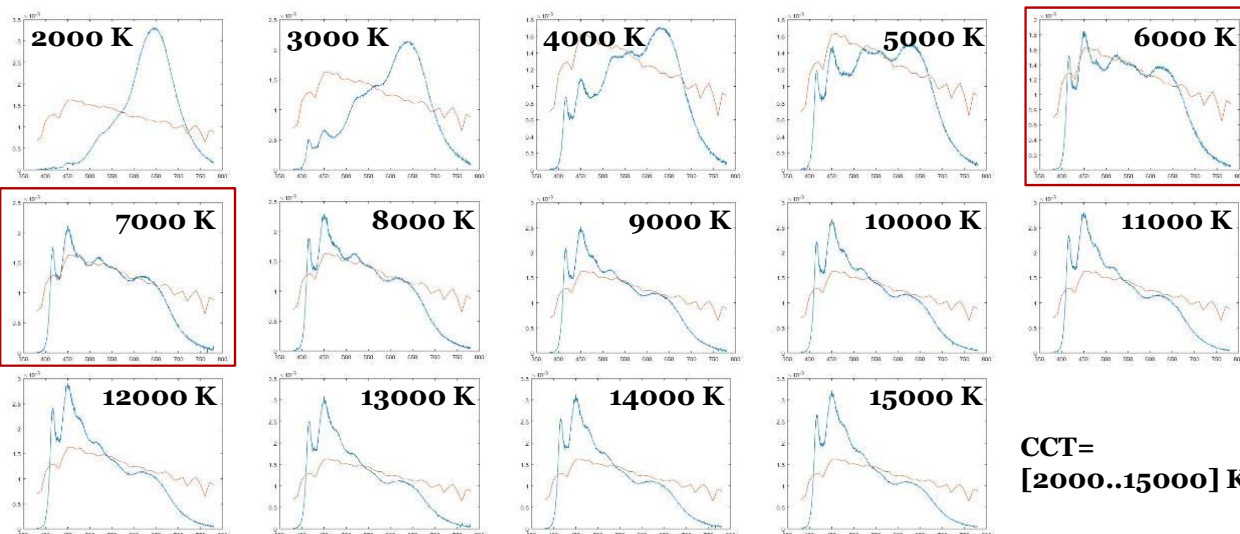
$$E_{D65} = 1000 \text{ lx}$$

LED 4000 K:	D65 razmerje=0,63	EDO= 1590 lx
Žarnica:	D65 razmerje=0,5	EDO= 2000 lx

Za enak „melanopski“ učinek potrebujemo:

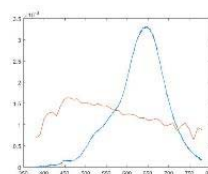
1000 lx	dnevne svetlobe (6500 K)
1590 lx	LED 4000 K
2000 lx	žarnica 2700 K

Svetilka „XX“

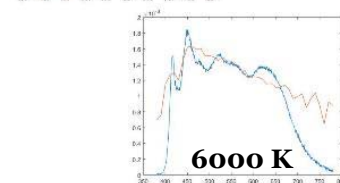


Svetilka „XX“

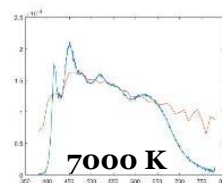
CCT	Melanopic daylight (D65) razmerje	EDO (lx)
2.000 K	0,278	3593
3.000 K	0,522	1915
4.000 K	0,691	1448
5.000 K	0,824	1214
6.000 K	0,951	1052
7.000 K	1,041	961
8.000 K	1,108	902
9.000 K	1,177	850
10.000 K	1,228	814
11.000 K	1,275	784
12.000 K	1,306	766
13.000 K	1,347	743
14.000 K	1,368	731
15.000 K	1,401	714



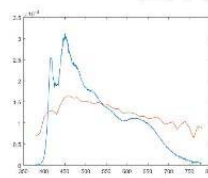
2000 K



6000 K



7000 K



15.000 K

Ekvivalentna dnevna (D65) osvetljenost

$$EDO = E_{D65} / D65 \text{ razmerje}$$

$$E_{D65} = 1000 \text{ lx}$$

LED 4000 K:	D65 razmerje=0,63	EDO= 1590 lx
Žarnica:	D65 razmerje=0,50	EDO= 2000 lx
XX (2000 K):	D65 razmerje=0,28	EDO= 3593 lx
XX (6000 K):	D65 razmerje=0,95	EDO= 1052 lx
XX (15000 K):	D65 razmerje=1,40	EDO= 714 lx



Svetloba in človek

Nekaj priporočil:

Tekom dneva spreminjajte spekter in intenziteto svetlobe

1. Povečajte osvetljenost in vsebnost modre svetlobe za povečanje pozornosti (zjutraj in tekom dneva)
2. Zmanjšajte osvetljenost in vsebnost modre svetlobe za sprostitev in spanje (zvečer in ponoči)
3. Svetloba tekom noči mora biti ustrezno načrtovana, da ne moti spanja in zdravja



Hvala