

Czerwone światła, okulary i klasyczna żarówka pod spektrometrem

Protokół zbiorczy · Pomiar spektralny · 21.10.2026 · Protokół **ML-2026-10**

Data pomiaru	21.10.2026
Wykonawca	Mitochondriak® Lab, Easy Light s.r.o., Słowacja
Przyrządy	certyfikowany spektrometr OHSP-350UVF (230–900 nm, krok 1 nm) oraz drugi certyfikowany spektrometr UPRtek CV600 ze świadectwem kalibracji (380–780 nm, krok 1 nm)
Warunki	ciemne pomieszczenie bez innych źródeł światła
Odległość źródła od czujnika	żarówki E27, E14 i Warm Spectrum 50 cm; GU10 30 cm w osi wiązki; nocne światło z czujnikiem 10–15 cm; okulary: biała LED z 50 cm
Porównanie	zwykła biała żarówka LED (3700 K, 50 cm); słońce na zewnątrz 21.10.2026 o 12:16 (82 212 lx, 5050 K, OHSP-350UVF)
Jednostki	widmowe natężenie napromienienia w mW/m ² /nm, natężenie oświetlenia w lx

Podsumowanie

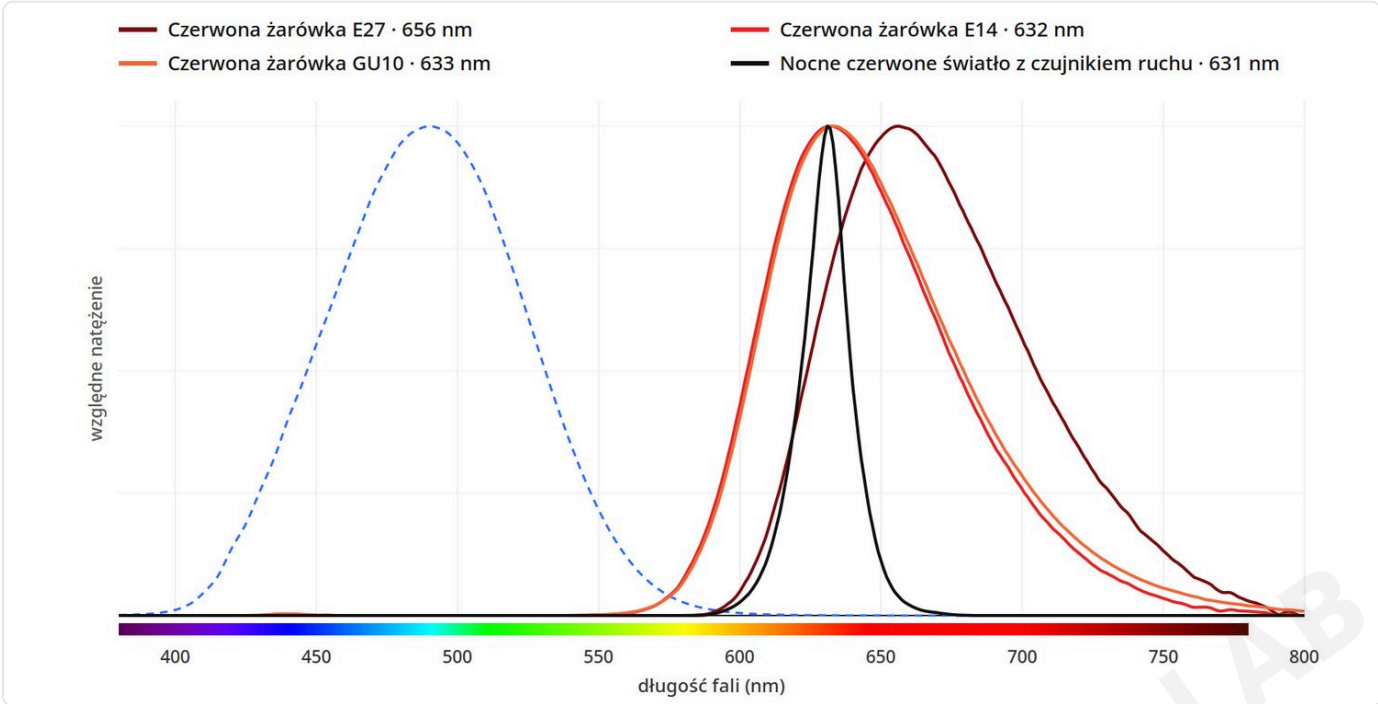
Mitochondriak® Lab zmierzył 21.10.2026 dwoma certyfikowanymi spektrometrami cztery czerwone światła Mitochondriak® (żarówki E27, E14, GU10 i nocne światło z czujnikiem ruchu), czerwone okulary i żarówkę żarową Warm Spectrum; dla porównania zwykłą białą żarówkę LED i słońce w południe. Czerwone światła mają szczyty 631–656 nm, a składową niebieską i zieloną praktycznie zerową (poniżej progu szumu przyrządu). Na każde 100 lx wysyłają do zegara biologicznego sygnał 0,2–0,9 lx melanopowego EDI – zwykła biała LED 61 lx, słońce 86 lx. Okulary obniżyły melanopowe EDI białej LED o 99,7 %. Żarówka żarowa ma ciągłe widmo, które sięga w podczerwień, i jest dziennym uzupełnieniem długich fal. Wszystkie czerwone światła są praktycznie bez migotania (flicker free).

Przegląd wszystkich pomiarów

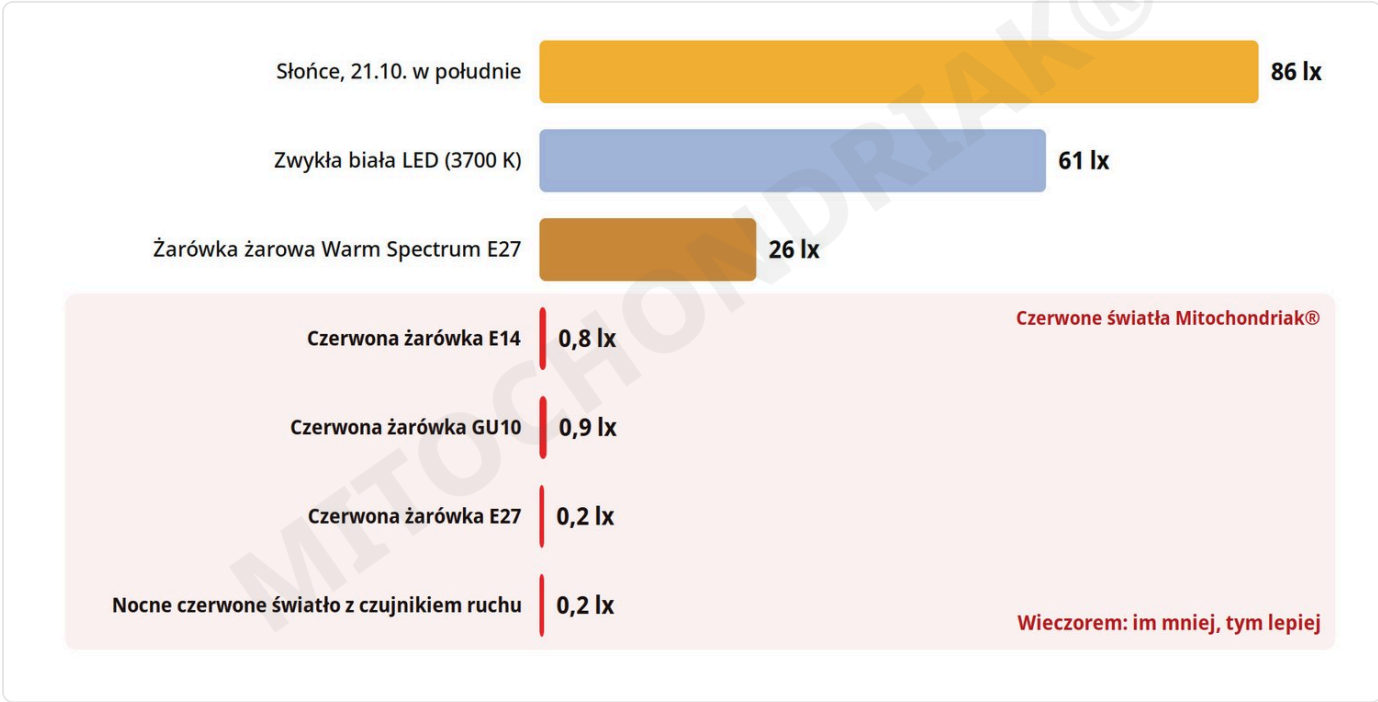
Źródło światła	Odległość	Natężenie oświetlenia OHSP / UPRtek (lx)	Szczyt (nm)	Poniżej 500 nm	Melanopowe EDI (lx)	mel-EDI na 100 lx	Flicker index / % flicker
Czerwona żarówka E27	50 cm	95,6 / 112,8	656	praktycznie 0*	0,22	0,2	0,01 / 3,53 %
Czerwona żarówka E14	50 cm	300,0 / 243,2	632	praktycznie 0*	2,33	0,8	0,01 / 4,68 %
Czerwona żarówka GU10	30 cm	2814 / 3341	633	praktycznie 0*	24,0	0,9	0,01 / 2,21 %
Nocne czerwone światło z czujnikiem ruchu	~10 cm	277,3 / 301,5	631	praktycznie 0*	0,69	0,2	0,00 / 1,21 %
Biała LED przez okulary Mitochondriak®	50 cm	210,3 / 212,9	620	praktycznie 0*	2,13	1,0	–
Żarówka żarowa Warm Spectrum E27	50 cm	120,3 / 123,5	> 900	1,5 %	31,3	26	0,02 / 8,78 %
Zwykła biała LED (3700 K)	50 cm	1018 / 1033	456	19,9 %	618	61	–
Słońce, 21.10.2026, 12:16	na zewnątrz	82 212 / –	585	25,3 %	70 924	86	–

* poniżej progu szumu przyrządu

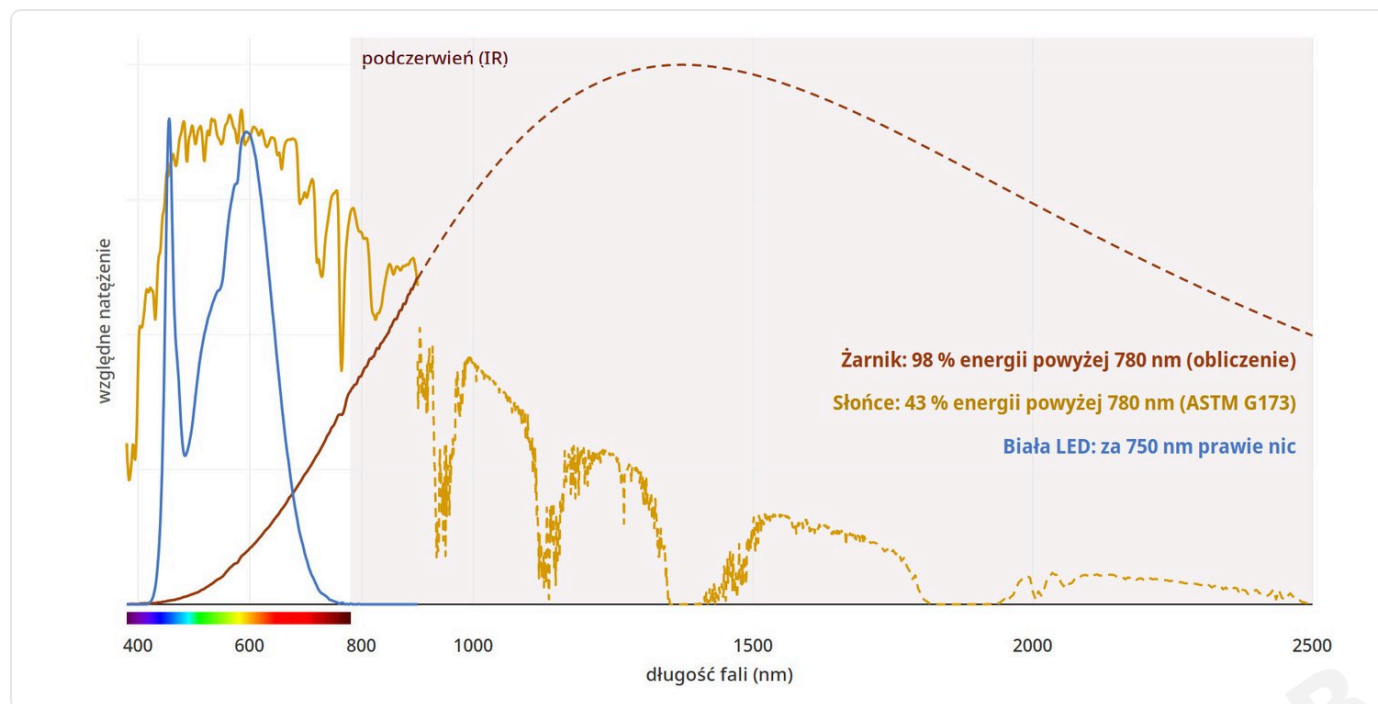
Wykresy



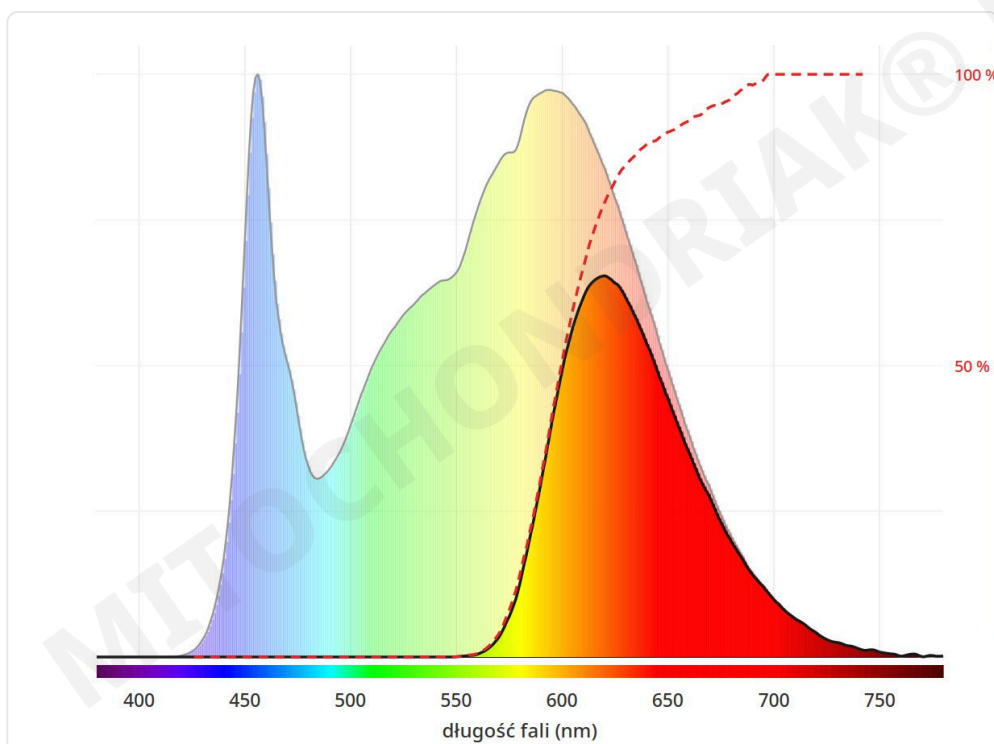
Znormalizowane widma czerwonych światel Mitochondriak® (OHSP-350UVF). Niebieska linia przerywana = czułość melanopsyny (CIE S 026).



Melanopowe EDI na każde 100 lx światła (CIE S 026, OHSP-350UVF): te same luksy, bardzo różny sygnał dla zegara biologicznego.



Słońce, żarówka z żarnikiem i biała LED. Linia ciągła: pomiar 380–900 nm (OHSP-350UVF); przerywana: widmo wzorcowe ASTM G173 i obliczenie wg prawa Plancka (~2110 K).



Biała LED z 50 cm bez okularów (szara) i przez okulary (kolorowa), OHSP-350UVF. Czerwona linia przerywana = przepuszczalność szkła.

Stanowisko pomiarowe



Wszystkie mierzone źródła światła i oba spektrometry, Mitochondriak® Lab, 21.10.2026.

Migotanie

Źródła światła zasilane z sieci prądu przemiennego 50 Hz delikatnie pulsują z częstotliwością 100 Hz. Nie jest to widoczne migotanie, lecz drobna fluktuacja światła, którą opisują dwie wielkości: procent migotania (% flicker) i flicker index.

Czerwone żarówki E27, E14 i GU10 oraz nocne światło z czujnikiem: flicker index 0,00–0,01, procent migotania 1,21–4,68 % (UPRtek CV600); OHSP-350UVF w trybie migotania (próbkiowanie 50 kHz) pokazał przy czerwonych żarówkach płaską linię z głębokością wahań 0,0 %. Wszystkie czerwone światła są praktycznie bez migotania (flicker free), poniżej progu niskiego ryzyka wg IEEE 1789 (przy 100 Hz < 8 %). Żarówka żarowa: flicker index 0,02, 8,78 % przy 100 Hz – bezwładność cieplna żarnika wygładza światło.

Procent migotania zmienia się przy powtórnych pomiarze o dziesiąte części procenta w zależności od ustawienia przyrządu.

Metodyka

- **Widma:** certyfikowany spektrometr OHSP-350UVF (230–900 nm) oraz drugi certyfikowany spektrometr UPRtek CV600 ze świadectwem kalibracji (380–780 nm), oba z krokiem 1 nm. Wynik: widmowe natężenie napromienienia $E(\lambda)$ w $\text{mW}/\text{m}^2/\text{nm}$.
- **Natężenie oświetlenia:** $E_v = 683 \text{ lm}/\text{W} \cdot \sum E(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot \Delta\lambda$, gdzie $V(\lambda)$ to fotopowa czułość oka wg CIE, a $\Delta\lambda = 1 \text{ nm}$. Wynik obliczenia z widma zgadza się ze wskazaniem przyrządu.
- **Melanopowe EDI** (równoważne natężenie oświetlenia dziennego) wg CIE S 026:2018: $E_{\text{mel}} = \sum E(\lambda) \cdot s_{\text{mel}}(\lambda) \cdot \Delta\lambda / 1,3262 \text{ mW}/\text{lm}$. Prościej: ile luksów światła dziennego wysłałoby zegarowi biologicznemu taki sam sygnał. Fachowo: natężenie oświetlenia światłem dziennym D65 o takiej samej odpowiedzi melanopsyny w komórkach ipRGC siatkówki. mel-DER = melanopowe EDI / natężenie oświetlenia. Międzynarodowy konsensus ekspertów (Brown i in., PLoS Biology 2022) zaleca w ciągu dnia co najmniej 250 lx, wieczorem najwyżej 10 lx, a podczas snu najwyżej 1 lx melanopowego EDI.
- **Wartości melanopowe** liczymy z widma OHSP-350UVF (niższy szum w zakresie niebieskim, szerszy zakres). UPRtek CV600 ma w zakresie niebieskim tło szumu ok. $0,02 \text{ mW}/\text{m}^2/\text{nm}$, które przy świetle bez składowej niebieskiej dałoby w sumie niewielki sztuczny wkład. Oba przyrządy zgadzają się co do kształtu widma i położenia szczytu (różnica 2–4 nm).
- **Pasma:** udziały energii poniżej 500 nm (niebieskie), poniżej 550 nm (niebieskie i zielone), 600–700 nm i powyżej 620 nm liczymy z widmowego natężenia napromienienia w zakresie 380–780 nm; udziały 700–900 nm i 780–900 nm z zakresu 380–900 nm (OHSP-350UVF). FWHM to szerokość widma w połowie wysokości szczytu, środek ciężkości to średnia długość fali ważona energią.
- **Migotanie:** procent migotania = $(\text{max} - \text{min}) / (\text{max} + \text{min}) \cdot 100 \%$; flicker index = pole przebiegu światła powyżej poziomu średniego / pole całkowite w okresie (IES). UPRtek CV600 w trybie Flicker, OHSP-350UVF w trybie Flick z próbkiowaniem 50 kHz.
- **Powyżej 900 nm:** kształt zmierzonego widma 450–900 nm dopasowaliśmy do prawa Plancka dla ciała doskonale czarnego. Najlepsze dopasowanie daje ~2110 K (obliczenie); wynika z niego szczyt przy ~1370 nm i ~98 % energii powyżej 780 nm. Wzorcowe widmo słoneczne przy powierzchni Ziemi (ASTM G173, 280–4000 nm) ma powyżej 780 nm ~43 % energii. Temperatura barwowa 1965–1986 K opisuje barwę światła widzialnego, temperatura z obliczenia Plancka – kształt całego widma. Rodzaj podstawy: pomiar 380–900 nm, obliczenie powyżej 900 nm, norma wzorcowa dla słońca.
- **Okulary:** ta sama biała żarówka LED (3700 K) z 50 cm, zmierzona raz bez okularów i raz przez szkło okularów tuż przed czujnikiem. Przepuszczalność $T(\lambda) = E \text{ przez okulary}(\lambda) / E \text{ bez okularów}(\lambda)$, liczona tam, gdzie światło referencyjne ma co najmniej 1 % maksimum; przepuszczalność pasma = $\sum E \text{ przez okulary} / \sum E \text{ bez okularów}$. Przepuszczalność i wartości melanopowe liczymy z widma OHSP-350UVF (niższy szum w zakresie niebieskim).
- **Natężenie oświetlenia** mierzymy w jednym punkcie w podanej odległości, a nie jako strumień świetlny w lumenach (ten mierzy się w kuli całkującej). Przy świetle kierunkowym zależy ono od dokładnego położenia i ustawienia czujnika, dlatego podajemy wartości z obu przyrządów. Wartości dotyczą mierzonego egzemplarza; ujemne wartości szumu są obcięte do 0.

Tabela widmowa (krok 5 nm)

λ (nm)	E27	E14	GU10	Czujnik	Warm Spectrum	Biała LED	LED + okulary	Ślōńce
380	0	0	0	0	0,016	0	0	385,7
385	0	0	0	0	0,013	0	0	298,8
390	0	0	0	0	0,023	0	0	366,2
395	0	0	0	0	0,017	0	0	346,1
400	0	0	0	0	0,010	0	0	549,1
405	0	0	0	0	0,038	0	0	664,8
410	0	0	0	0	0,043	0	0	686,6
415	0	0	0	0	0,039	0	0	751,3
420	0	0	0	0	0,054	0,045	0	748,4
425	0	0	0,000	0	0,049	0,185	0	752,2
430	0	0	0,200	0	0,058	0,574	0	691,8
435	0	0,045	0,620	0	0,080	1,465	0	790,8
440	0	0,058	0,806	0	0,089	3,273	0	845,1
445	0	0,039	0,551	0	0,117	7,103	0	935,6
450	0	0	0,234	0	0,133	13,85	0	1012
455	0	0,012	0,072	0	0,167	19,28	0	1027
460	0	0	0	0	0,184	16,74	0	1064
465	0	0	0	0	0,201	11,77	0	1064
470	0	0	0	0	0,240	9,830	0	1061
475	0	0	0	0	0,263	8,036	0	1118
480	0	0	0	0	0,313	6,359	0	1147
485	0	0	0	0	0,351	5,942	0	1110
490	0	0	0	0	0,389	6,264	0	1096
495	0	0	0	0	0,437	6,835	0	1135
500	0	0	0	0	0,482	7,715	0	1124
505	0	0	0	0	0,528	8,737	0	1113
510	0	0	0	0	0,586	9,637	0	1140
515	0	0	0	0	0,663	10,34	0	1118
520	0	0	0	0	0,729	10,91	0	1072
525	0	0	0	0	0,813	11,40	0	1133
530	0	0	0	0	0,898	11,75	0	1146
535	0	0	0	0	0,985	12,11	0	1156
540	0	0	0,037	0	1,083	12,40	0	1135
545	0	0	0,221	0	1,159	12,54	0	1113
550	0	0,014	0,378	0	1,238	12,80	0,008	1101
555	0	0,052	0,667	0	1,372	13,73	0,041	1137
560	0	0,094	1,299	0	1,522	14,93	0,094	1154
565	0	0,237	2,553	0	1,666	15,83	0,279	1170
570	0	0,489	4,813	0	1,777	16,45	0,652	1146
575	0	0,972	8,866	0	1,858	16,80	1,357	1126
580	0,000	1,811	15,99	0	1,963	17,28	2,456	1118
585	0,015	3,157	28,01	0,008	2,175	18,48	4,069	1183
590	0,092	4,957	44,13	0,178	2,283	18,78	5,825	1107
595	0,348	7,403	66,48	0,752	2,406	18,87	7,776	1107
600	0,838	10,37	93,69	1,859	2,536	18,79	9,546	1120
605	1,731	13,67	124,9	4,053	2,655	18,41	10,97	1139
610	2,991	16,85	156,2	8,252	2,791	17,90	11,98	1139
615	4,738	19,75	185,0	16,13	2,941	17,11	12,53	1125
620	6,806	21,99	207,5	28,81	3,086	16,28	12,69	1134
625	9,048	23,43	222,8	47,47	3,254	15,25	12,45	1117
630	11,20	24,11	230,9	67,25	3,402	14,18	11,97	1095
635	13,13	24,06	231,8	57,98	3,537	13,06	11,27	1106
640	14,75	23,41	226,7	32,20	3,715	11,84	10,42	1117
645	15,97	22,37	217,5	16,81	3,890	10,71	9,514	1109
650	16,68	20,96	205,1	7,707	4,041	9,546	8,602	1075
655	17,06	19,42	190,8	3,228	4,236	8,426	7,668	1057
660	16,97	17,77	175,7	1,484	4,399	7,385	6,801	1075
665	16,51	16,03	159,7	0,679	4,580	6,392	5,943	1107
670	15,89	14,42	143,8	0,390	4,815	5,592	5,279	1112
675	14,94	12,70	128,5	0,144	4,961	4,722	4,480	1114
680	13,90	11,17	113,9	0,031	5,151	3,991	3,829	1112
685	12,91	9,762	100,1	0,000	5,341	3,371	3,284	1073
690	11,78	8,406	87,54	0	5,539	2,783	2,732	958,0
695	10,76	7,339	76,29	0	5,753	2,367	2,343	971,3
700	9,642	6,236	66,22	0	5,940	1,897	1,911	978,8
705	8,566	5,255	57,01	0	6,122	1,517	1,562	988,5
710	7,590	4,428	48,76	0	6,319	1,202	1,280	1013
715	6,727	3,759	41,58	0	6,542	0,981	1,059	987,4

λ (nm)	E27	E14	GU10	Czujnik	Warm Spectrum	Biała LED	LED + okulary	Słońce
720	5,874	3,091	35,40	0	6,760	0,729	0,808	817,9
725	5,060	2,505	29,98	0	6,959	0,523	0,581	807,4
730	4,429	2,084	25,52	0	7,192	0,422	0,483	786,8
735	3,792	1,696	21,56	0	7,437	0,345	0,375	872,1
740	3,201	1,378	18,27	0	7,691	0,253	0,280	920,4
745	2,705	1,074	15,40	0	7,936	0,170	0,235	966,4
750	2,253	0,847	12,99	0	8,113	0,124	0,162	982,9
755	1,844	0,636	11,12	0	8,387	0,083	0,106	990,1
760	1,410	0,426	9,238	0	8,600	0,011	0,027	789,8
765	1,175	0,417	7,537	0	8,592	0,067	0,097	570,2
770	0,843	0,222	6,492	0	8,937	0,002	0,011	793,1
775	0,744	0,274	5,546	0	9,440	0,010	0,049	893,2
780	0,511	0,214	4,590	0	9,671	0,022	0,037	938,2
785	0,349	0,157	4,018	0	9,860	0	0,006	948,3
790	0,062	0,010	3,058	0	9,970	0	0	920,9
795	0,145	0,055	2,643	0	10,29	0,016	0,021	893,4
800	0	0	2,069	0	10,39	0	0	888,7
805	0,000	0,000	1,535	0	10,69	0	0	874,3
810	0	0	1,192	0	10,84	0	0	872,6
815	0	0	0,981	0	11,14	0	0	780,8
820	0	0	0,432	0	11,22	0	0	695,5
825	0	0	0,139	0	11,47	0	0	681,0
830	0	0	0,012	0	11,58	0	0	696,1
835	0	0	0	0	11,84	0	0	712,1
840	0	0	0	0	12,01	0	0	756,9
845	0	0	0	0	12,20	0	0	792,6
850	0	0	0	0	12,47	0	0	814,2
855	0	0	0	0	12,72	0	0	794,7
860	0	0	0	0	12,94	0	0	801,7
865	0	0	0	0	13,11	0	0	807,4
870	0	0	0	0	13,34	0	0	799,2
875	0	0	0	0	13,62	0	0	809,3
880	0	0	0	0	13,76	0	0	812,6
885	0	0	0	0	14,06	0	0	816,2
890	0	0	0	0	14,29	0	0	826,2
895	0	0	0	0	14,54	0	0	815,0
900	0	0	0	0	14,82	0	0	762,0

Wszystkie kolumny: OHSP-350UVF, widmowe natężenie napromienienia w mW/m²/nm w odległości zgodnej z przeglądem na stronie 1. Wartości UPRtek CV600 są w protokołach produktów i w CSV. Słońce: OHSP-350UVF, na zewnątrz 21.10.2026 o 12:16; ultrafioletowa część światła słonecznego nie jest przedmiotem tego pomiaru.

Dane i cytowanie

Pełne dane co 1 nm (CSV, oba przyrządy):

<https://mitochondriak-media.fsn1.your-objectstorage.com/blog/science/lab-2026-10/mitochondriak-lab-2026-10-spectrum-data.csv>

Protokoły poszczególnych produktów:

Czerwona żarówka E27: <https://mitochondriak-media.fsn1.your-objectstorage.com/products/e27-red-bulb/measurements/mitochondriak-e27-red-bulb-measurement-protocol-pl.pdf>

Czerwona żarówka E14: <https://mitochondriak-media.fsn1.your-objectstorage.com/products/e14-red-bulb/measurements/mitochondriak-e14-red-bulb-measurement-protocol-pl.pdf>

Czerwona żarówka GU10: <https://mitochondriak-media.fsn1.your-objectstorage.com/products/gu10-red-bulb/measurements/mitochondriak-gu10-red-bulb-measurement-protocol-pl.pdf>

Nocne czerwone światło z czujnikiem ruchu: <https://mitochondriak-media.fsn1.your-objectstorage.com/products/red-night-light-sensor/measurements/mitochondriak-red-night-light-sensor-measurement-protocol-pl.pdf>

Czerwone okulary Mitochondriak®: <https://mitochondriak-media.fsn1.your-objectstorage.com/products/blue-light-glasses/measurements/mitochondriak-blue-light-glasses-measurement-protocol-pl.pdf>

Żarówka żarowa Warm Spectrum E27: <https://mitochondriak-media.fsn1.your-objectstorage.com/products/warm-spectrum-bulb/measurements/mitochondriak-warm-spectrum-bulb-measurement-protocol-pl.pdf>

Cytowanie: Mitochondriak® Lab (2026). Czerwone światła, okulary i klasyczna żarówka pod spektrometrem – protokół pomiaru ML-2026-10, 21.10.2026. www.mitochondriak.pl. Cytowanie z podaniem źródła dozwolone.