

Raport z przeprowadzonych badań spektralnych: transmisji i absorpcji w zakresie UV-VIS-IR filtrów optycznych.

Zamawiający: **EyeShield Sp. z o.o.**

Wykonawca: **Politechnika Śląska**

Zespół Projektowy:

mgr inż. Piotr Kałużyński

Łukasz Woźniak

Gliwice, 31 marca 2023 r.

Politechnika Śląska
Wydział Elektryczny, Katedra
Optoelektroniki
Sekretariat

ul. B. Krzywoustego 2, pok. A428, 44-100
Gliwice
+48 32 237 21 82 / +48 237 16 05
Erwin.Maciak@polsl.pl; RE4@polsl.pl



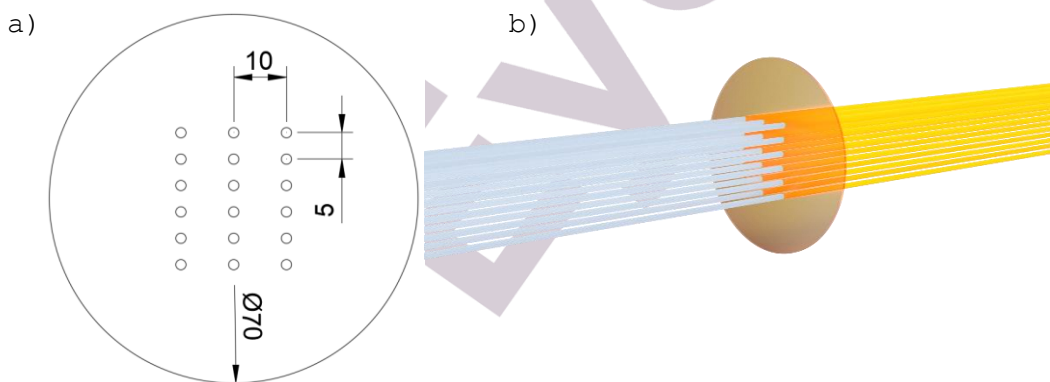
1. Spis treści

2. Metodyka pomiarów.	3
3. Wyniki pomiarów.	5
3.1. Próbka nr 1: soczewka EyeShield DayShield.	7
3.2. Próbka nr 2: soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy .	10
3.3. Próbka nr 3: soczewka z filtrem typu Blueblocker innej firmy .	14
3.4. Próbka nr 4: soczewka z filtrem typu Blueblocker innej firmy .	17
3.5. Próbka nr 5: soczewka z filtrem typu Blueblocker innej firmy .	21
3.6. Próbka nr 6: soczewka EyeShield NightShield	25
4. Zestawienia porównawcze	29
5. Spis rysunków	38
6. Spis tabel	38

2. Metodyka pomiarów.

Wykonano pomiary spektralne: transmisji i absorpcji promieniowania w zakresie UV-VIS-IR przy wykorzystaniu wysokorozdzielczego spektrofotometru Ocean Optics HR4000CG-UV-NIR. Zastosowano źródło światła UV-VIS-NIR - DT-MINI-2-GS firmy Micropack. W układzie pomiarowym zastosowano światłowody P400-2-UV/VIS firmy Ocean Optics wyposażone w kwarcowe kolimatory światłowodowe firmy Thorlabs, Inc.

Pomiary dla każdej badanej próbki wykonano w formie przestrzennej siatki punktów 3 x 6 o wymiarach 20x25 mm, odległościach między punktami: w pionie 5 mm, w poziomie 10 mm, przedstawionej obrazowo na schemacie (Rys 1. a) i zwizualizowanej na Rys. 1. b. Czas integracji dla pojedynczego pomiaru wynosił 0,02 sekundy, liczba uśrednień dla pojedynczej akwizycji wynosiła 10.



Rys. 1. a) schematyczne przedstawienie siatki punktów pomiarowych dla badanych próbek, b) wizualizacja przebiegu promieni dla pomiarów punktowych.

Pomiar transmisji wykonano odnosząc się do bezpośredniego sygnału ze źródła światła w wolnej przestrzeni. Następnie umieszczono badaną próbkę w torze optycznym pomiędzy światłowodem nadawczym a światłowodem

odbiorczym. Transmisja jest rozumiana jako procent energii przechodzącej przez próbkę w stosunku do pierwotnej ilości referencyjnej np. referencyjnego źródła światła. Jest ona obliczana przy użyciu następującego równania:

$$T_{\lambda} = \frac{S_{\lambda} - D_{\lambda}}{R_{\lambda} - D_{\lambda}} \cdot 100\%,$$

gdzie: S_{λ} - intensywność sygnału po przejściu przez próbkę dla długości fali λ , D_{λ} - wartość tła dla długości fali λ , R_{λ} - wartość referencji dla źródła światła dla danej długości fali λ .

Pomiary absorpcji wykonano w sposób analogiczny do pomiarów transmisji światła. Wartość absorpcji przeliczona została według następującej zależności:

$$A_{\lambda} = -\log_{10} \left(\frac{S_{\lambda} - D_{\lambda}}{R_{\lambda} - D_{\lambda}} \right),$$

gdzie: S_{λ} - intensywność sygnału po przejściu przez próbkę dla długości fali λ , D_{λ} - wartość tła dla długości fali λ , R_{λ} - wartość referencji dla źródła światła dla danej długości fali λ .

Wyniki dla każdej badanej próbki uśredniono za pomocą wzoru:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

gdzie: \bar{x} - wartość średnia, x_i - kolejny wykonany pomiar.

Obliczono odchylenie standardowe według wzoru:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}},$$

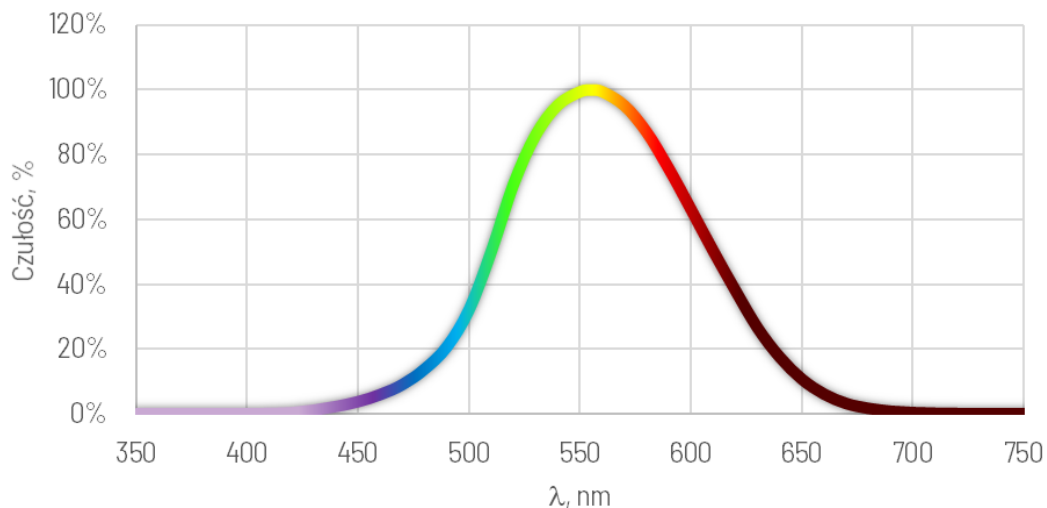
gdzie: x_i - kolejny pomiar, \bar{x} - wartość średnia.

Wyniki pomiarów przedstawiono w formie wykresów i zestawień tabelarycznych.

W celu korzystnego zobrazowania wyników pomiarowych obrano następujące długości fal odpowiadające przedstawionym kolorom:

375nm	405nm	455nm	495nm	532nm	580nm	610nm	632nm	660nm	700nm	740nm
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Należy tutaj zaznaczyć, że za światło widzialne (przetwarzane przez ludzkie oko, Rys. 2) przyjmuje się zakres fal od około 400 do 700 nm. Zakres poniżej 400 nm określa się jako światło ultrafioletowe, natomiast zakres powyżej 700 nm światłem podczerwonym (bliska podczerwienia). Z tego względu dla λ równej 375 i 740 nm nadano umowne kolory przedstawione powyżej.



Rys. 2. Czułość spektralna oka ludzkiego wg. normy ISO/CIE 1976 (Characterization of the performance of illuminance meters and luminance meters).

3. Wyniki pomiarów.

W rozdziale zebrano i przedstawiono otrzymane wyniki pomiarów transmitancji i absorbancji dla zbadanych próbek dostarczonych przez firmę EyeShield Sp. z o.o. Firma EyeShield Sp. z o.o dostarczyła pięć różnych soczewek okularowych z filtrem typu BlueBlocker i jedną soczewkę, która to w założeniu powinna filtrować światło niebieskie (λ w zakresie od około 300 do 500 nm). Wykreślono wykresy transmitancji i absorbancji dla poszczególnych próbek, a w formie wykresów słupkowych przedstawiono ich wartości dla wybranych długości fal.

3.1. Próbkę nr 1: soczewka EyeShield DayShield.

Wyniki pomiarowe transmitancji i absorbcji dla próbki nr 1 - soczewki EyeShield DayShield (Rys. 3) dla wyselekcjonowanych długości fal zebrano w Tab. 1.

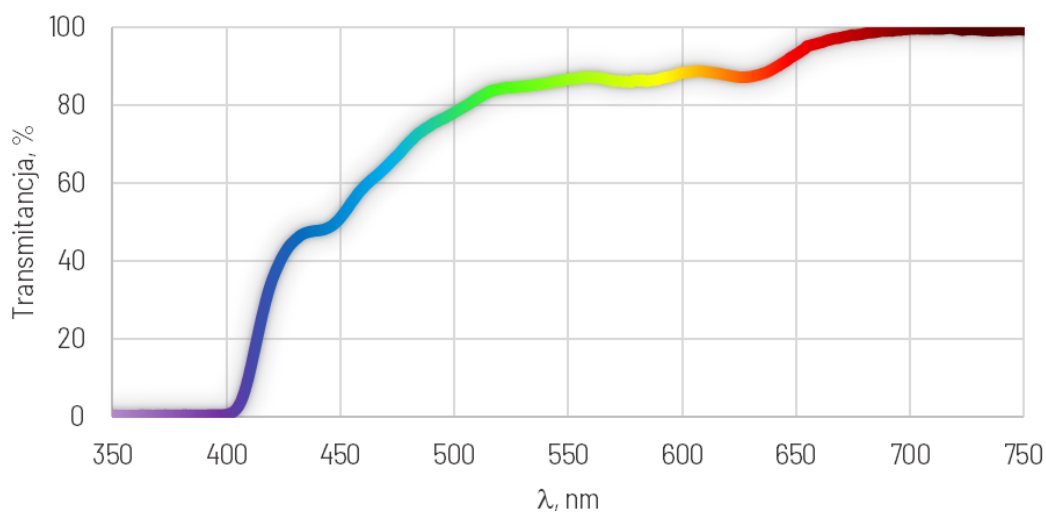


Rys. 3. Fotografia próbki nr 1 - soczewka EyeShield DayShield.

Tab. 1. Zestawienie transmitancji i absorbcji dla wybranych długości fal, próbka nr 1 - soczewka EyeShield DayShield.

Długość fali, nm	374,90	405,05	454,89	494,81	531,80	579,92	610,19	632,24	660,06	700,24	740,21
Transmitancja, %	0,38	2,64	55,21	76,56	84,97	86,41	88,65	87,71	96,07	99,65	99,31
Absorbancja	2,43	1,60	0,26	0,11	0,07	0,06	0,05	0,06	0,02	0,00	0,00

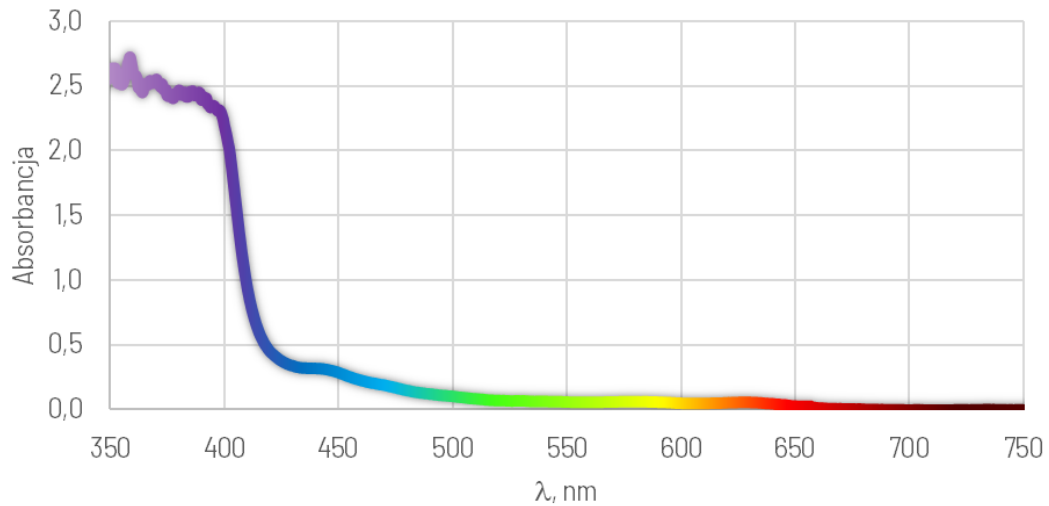
Soczewka EyeShield DayShield w zmierzonym zakresie widmowym od 200 do 1100 nm, w małym stopniu transmituje światło do około 400 nm – wartości transmitancji poniżej 1%, a dla długości fali λ równej 405 nm (linia widmowa tzw. laserów fioletowych) wartość transmitancji wynosi 2,64% (Rys. 4). Następnie krzywa transmitancji narasta osiągając wartość 50% transmisji dla długości fali równej 448 nm. Dla λ równej 455 nm (charakterystyczna linia widmowa źródeł światła niebieskiego – np. niebieskie diody LED, lasery niebieskie) transmitancja przyjmuje wartość 55,21%. W zakresie widmowym od około 520 do 640 nm (kolory: zielony, żółty, pomarańczowy i czerwony) wartość transmitancji mieści się w przedziale 85 – 90 %, a powyżej 640 nm wartość transmitancji zawiera się w przedziale 90 – 100%.



Rys. 4. Wykres transmitancji światła przez próbkę nr 1 - soczewka EyeShield DayShield.

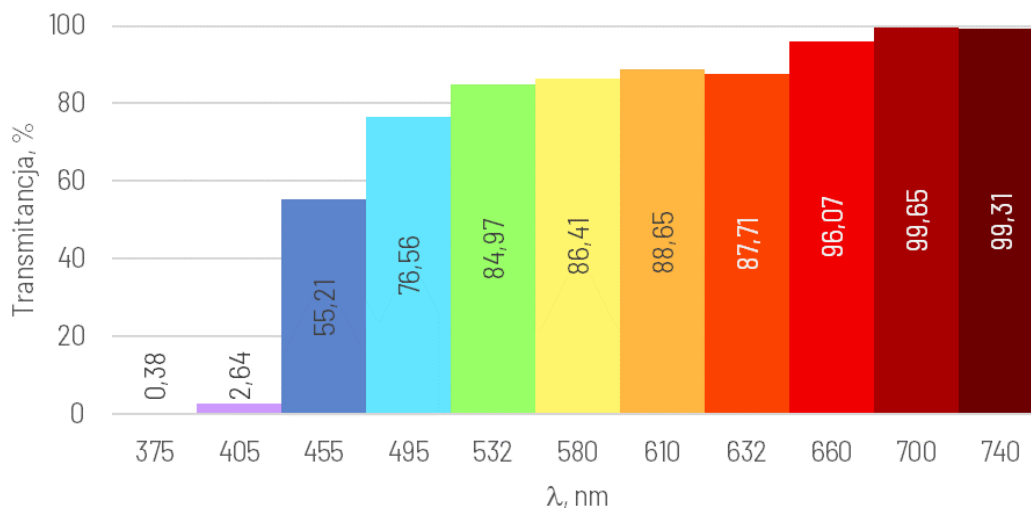
Zmierzone wartości absorbancji zostały zestawione w Tab. 1 i zaprezentowane na Rys. 5. W zakresie od 350 do 400 nm przyjmuje ona wartości powyżej 2,2, osiągając wartość równą 2 dla 402 nm i wartość

równą 1 dla 409 nm. Badana soczewka wykazuje się ponad 100 krotnym spadkiem sygnału w zakresie od około 300 do około 402 nm, a w zakresie 402 do 409 nm wykazuje ponad 10x spadek sygnału.



Rys. 5. Wykres absorbancji światła przez próbkę nr 1 – soczewka EyeShield DayShield.

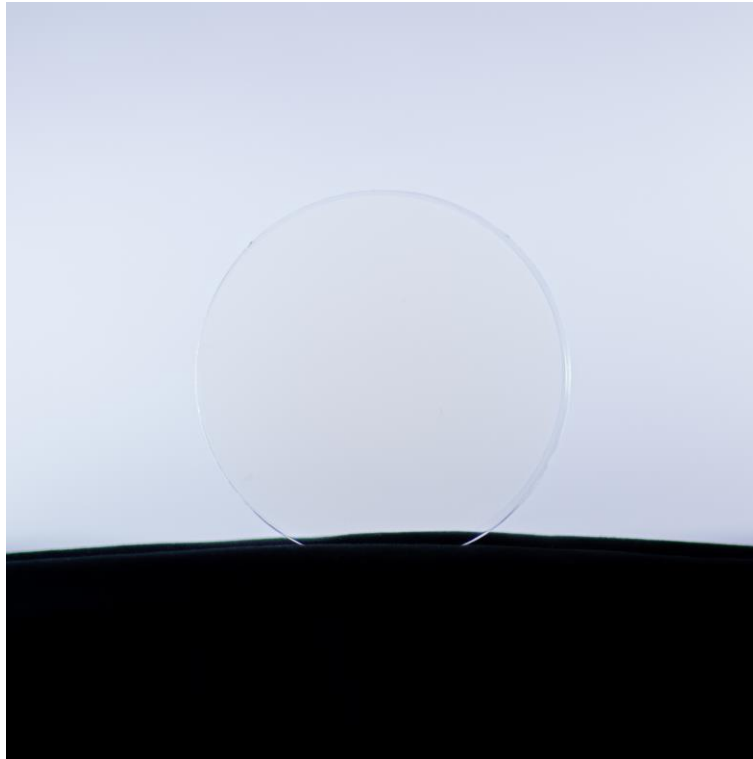
Na Rys. 6 zestawiono wartości transmitancji dla wybranych długości fal w formie wykresu słupkowego.



Rys. 6. Wartości transmitancji dla wybranych długości fal - próbka nr 1, soczewka EyeShield DayShield.

3.2. Próbkę nr 2: soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy

Wyniki pomiarowe transmitancji i absorbancji dla próbki nr 2 - soczewki z filtrem typu BlueBlocker innej firmy (Rys. 7) dla wyselekcjonowanych długości fal zebrano w Tab. 2.

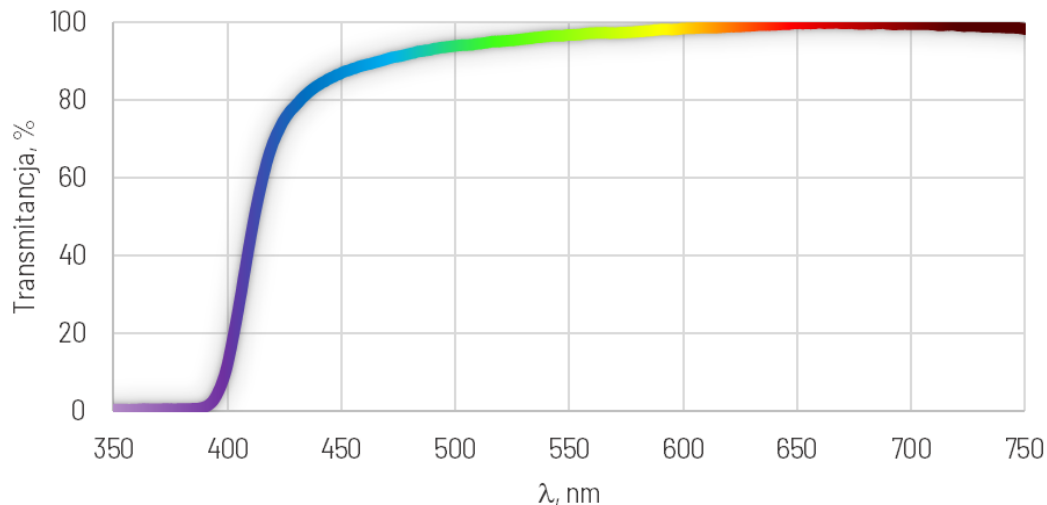


Rys. 7. Fotografia próbki nr 2 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

Tab. 2. Zestawienie transmitancji i absorbancji dla wybranych długości fal, próbka nr 2 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

Długość fali, nm	374,90	405,05	454,89	494,81	531,80	579,92	610,19	632,24	660,06	700,24	740,21
Transmitancja, %	0,47	27,60	88,16	93,60	95,86	97,65	98,67	99,28	99,92	99,54	98,73
Absorbancja	2,33	0,56	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01

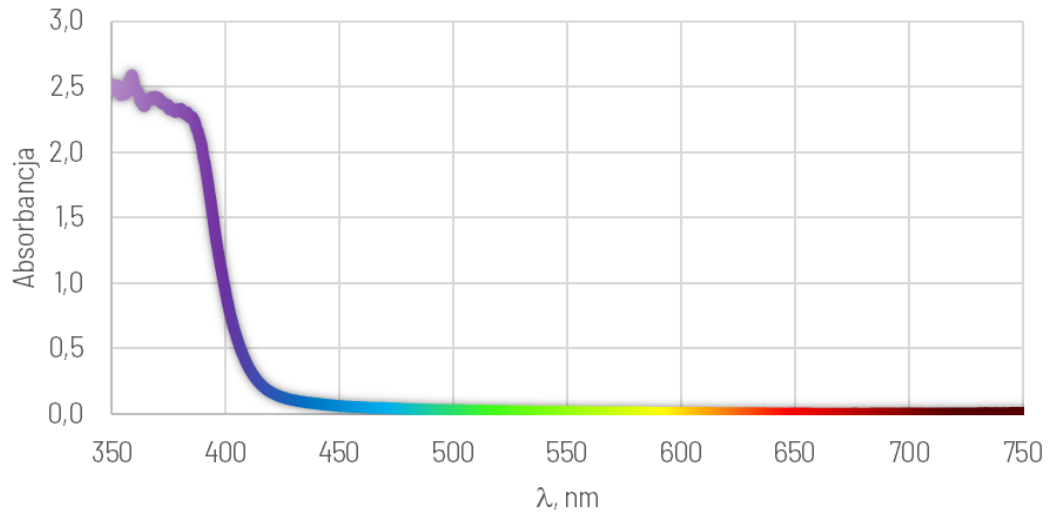
Transmitancja dla soczewki nr 2 z filtrem typu BlueBlocker innej firmy w zakresie fal od 350 do 390 nm nie przekracza wartości 1%, następnie wartość zaczyna narastać osiągając 10% dla długości fali równej 399 nm (Rys. 8). Transmitancja wynosi 50% dla długości fali równej 411 nm. Dla λ równej 455 nm transmitancja przyjmuje wartość 88,16%. W zakresie widmowym od około 520 do 640 nm wartość transmitancji mieści się w przedziale 95 - 99 %, a powyżej 640 nm wartość transmitancji przekracza 99%.



Rys. 8. Wykres transmitancji dla próbki nr 2 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

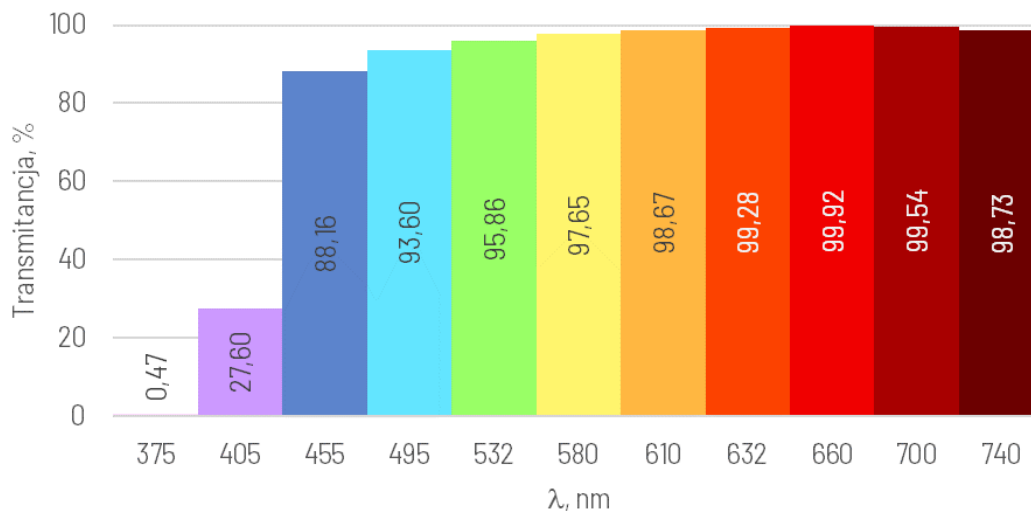
Zmierzone wartości absorbancji zostały zestawione w Tab. 2 i zaprezentowane na

Rys. 9. W zakresie od 350 do 389 nm przyjmuje ona wartości powyżej 2. Od 390 do 399 nm wartość absorbancji spada do wartości równej 1. Dla długości fal powyżej 430 nm wartość absorbancji nie przekracza 0,1.



Rys. 9. Wykres absorbancji dla próbki nr 2 – soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

Na Rys. 10 zestawiono wartości transmitancji dla wybranych długości fal w formie wykresu słupkowego.



Rys. 10. Wartości transmitancji dla wybranych długości fal – próbka nr 2, soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

3.3. Próbkę nr 3: soczewka z filtrem typu Blueblocker innej firmy

Wyniki pomiarowe transmitancji i absorbancji dla próbki nr 3 - soczewki z filtrem typu BlueBlocker innej firmy (Rys. 11) dla wyselekcjonowanych długości fal zebrano w Tab. 3.

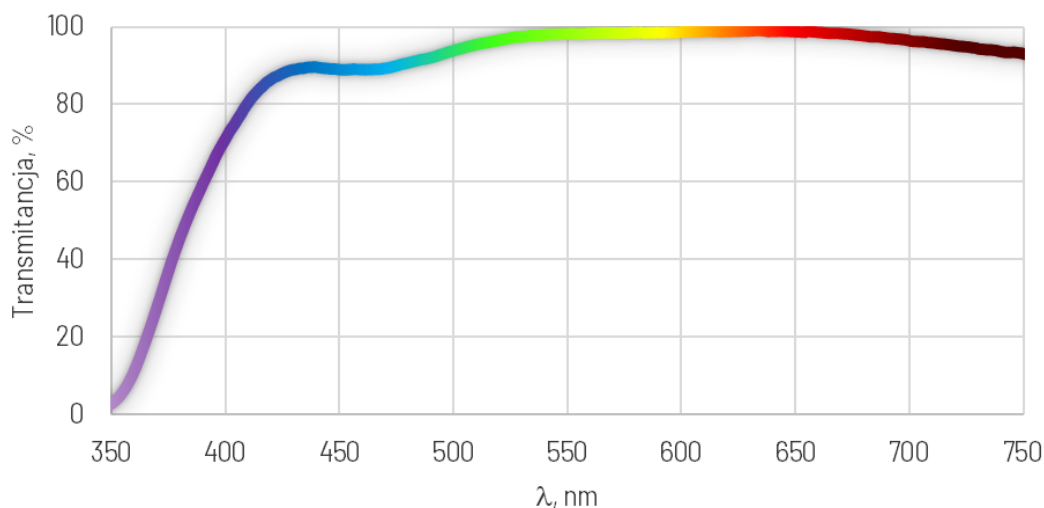


Rys. 11. Fotografia próbki nr 3 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

Tab. 3. Zestawienie transmitancji i absorbancji dla wybranych długości fal, próbka nr 3 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

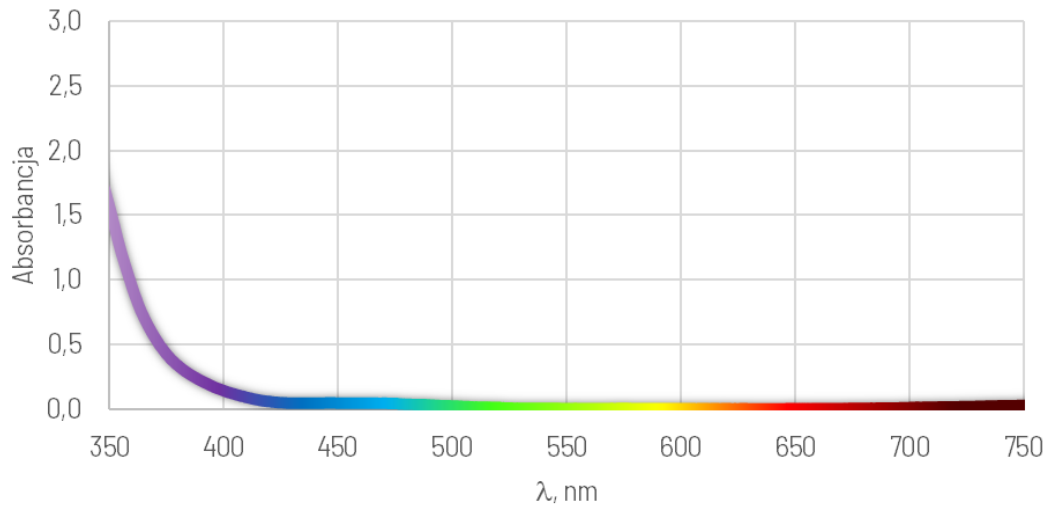
Długość fali, nm	374,90	405,05	454,89	494,81	531,80	579,92	610,19	632,24	660,06	700,24	740,21
Transmitancja, %	37,00	76,00	88,92	92,84	97,43	98,45	98,77	98,98	98,49	96,30	93,52
Absorbancja	0,43	0,12	0,05	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03

Transmitancja dla soczewki nr 3 z filtrem typu BlueBlocker innej firmy w zakresie fal od 350 do 360 nm nie przekracza wartości 10% i osiąga wartość 50% dla λ równej 383 nm (Rys. 12). Dla linii widmowej 405 nm (charakterystyczna linia widmowa dla półprzewodnikowych źródeł światła fioletowego, np. lasery czytników BlueRay) transmitancja wynosi 76%, a dla 455 nm osiąga wartość równą 88,92%. W zakresie widmowym od około 500 do 640 nm wartość transmitancji mieści się w przedziale 93 – 98%, a powyżej 640 nm wartość transmitancji nieznacznie spada i utrzymuje się w przedziale od 95 do 98% dla zakresu światła widzialnego.



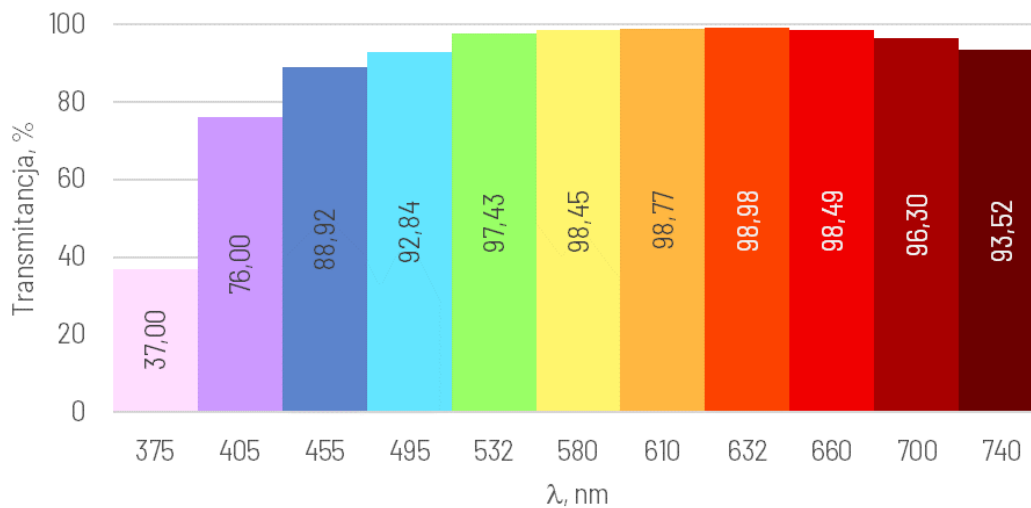
Rys. 12. Wykres transmitancji dla próbki nr 3 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

Zmierzone wartości absorbancji zostały zestawione w Tab. 3 i zaprezentowane na Rys. 13. W zakresie od 350 do 359 nm wartość absorbancji spada odpowiednio od wartości 1,6 do wartości równej 1. Dla długości fal powyżej 410 nm absorbancja nie przekracza wartości równej 0,1.



Rys. 13. Wykres absorbancji dla próbki nr 3 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

Na Rys. 14 zestawiono wartości transmitancji dla wybranych długości fal w formie wykresu słupkowego.



Rys. 14. Wartości transmitancji dla wybranych długości fal - próbka nr 3, soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

3.4. Próbkę nr 4: soczewka z filtrem typu Blueblocker innej firmy

Wyniki pomiarowe transmitancji i absorbancji dla próbki nr 4 - soczewki z filtrem typu BlueBlocker innej firmy (Rys. 15) dla wyselekcjonowanych długości fal zebrano w Tab. 4.

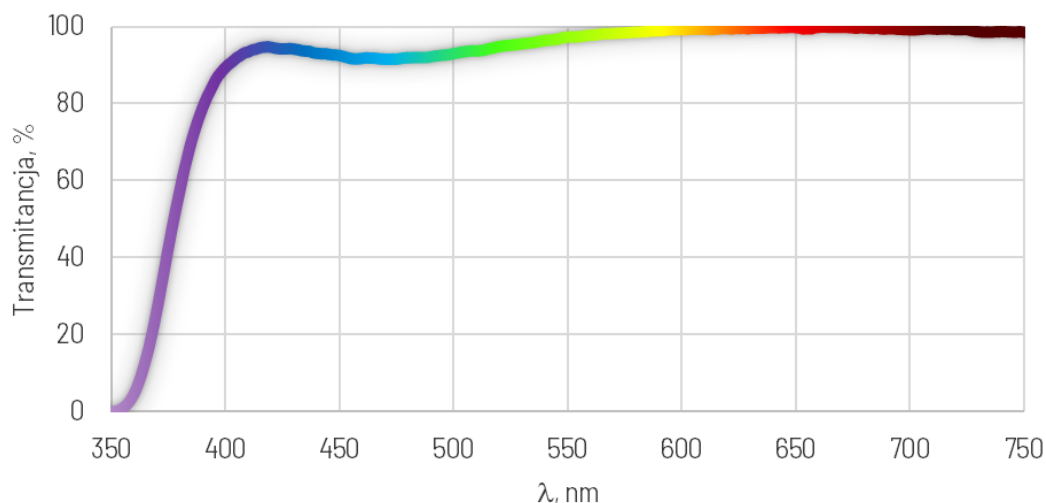


Rys. 15. Fotografia próbki nr 4 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

Tab. 4. Zestawienie transmitancji i absorbancji dla wybranych długości fal, próbka nr 4
- soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

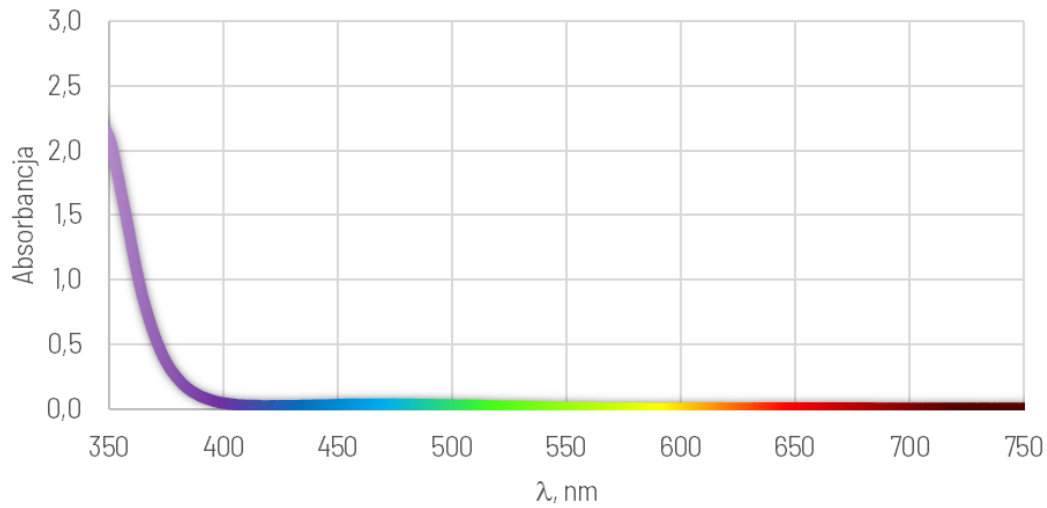
Długość fali, nm	374,90	405,05	454,89	494,81	531,80	579,92	610,19	632,24	660,06	700,24	740,21
Transmitancja, %	42,75	92,16	91,85	92,70	95,80	98,68	99,51	99,70	99,97	99,32	98,90
Absorbancja	0,36	0,03	0,03	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Transmitancja dla soczewki nr 4 z filtrem typu BlueBlocker innej firmy w zakresie fal od 350 do 363 nm nie przekracza wartości 10%, a dla λ równej 377 nm jej wartość wynosi 50% (Rys. 16). W otrzymanej charakterystyce widoczne są dwa maksima lokalne, z czego pierwsze przypada dla λ równej 419 nm (transmitancja równa 94,8%), natomiast drugie dla λ równej 661 nm (transmitancja równa 99,9%). W przedziale λ od 419 nm (pierwsze maksimum lokalne) do λ równej 661 nm (drugie maksimum lokalne) najniższą wartość transmitancji wynoszącą 91,64% notuje się dla λ równej 471 nm. W zakresie światła widzialnego transmitancja badanej soczewki zawiera się w zakresie około 90 - 100%.



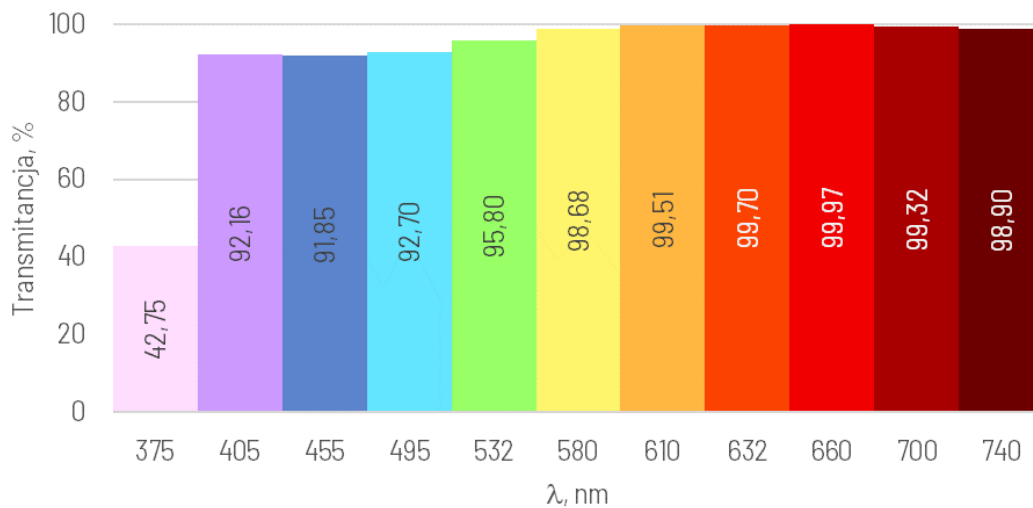
Rys. 16. Wykres transmitancji dla próbki nr 4 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

Zmierzone wartości absorbancji zostały zestawione w Tab. 4 i zaprezentowane na Rys. 17. W zakresie od 350 do około 363 nm spada ona od wartości 2,1 do 1. Zmierzona absorbancja nie przekracza wartości równej 0,1 dla zakresu światła widzialnego.



Rys. 17. Wykres absorbancji dla próbki nr 4 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

Na Rys. 18 zestawiono wartości transmitancji dla wybranych długości fal w formie wykresu słupkowego.



Rys. 18. Wartości transmitancji dla wybranych długości fal - próbka nr 4, soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

3.5. Próbkę nr 5: soczewka z filtrem typu Blueblocker innej firmy

Wyniki pomiarowe transmitancji i absorbancji dla próbki nr 5 - soczewki z filtrem typu BlueBlocker innej firmy (Rys. 19) dla wyselekcjonowanych długości fal zebrano w Tab. 5.

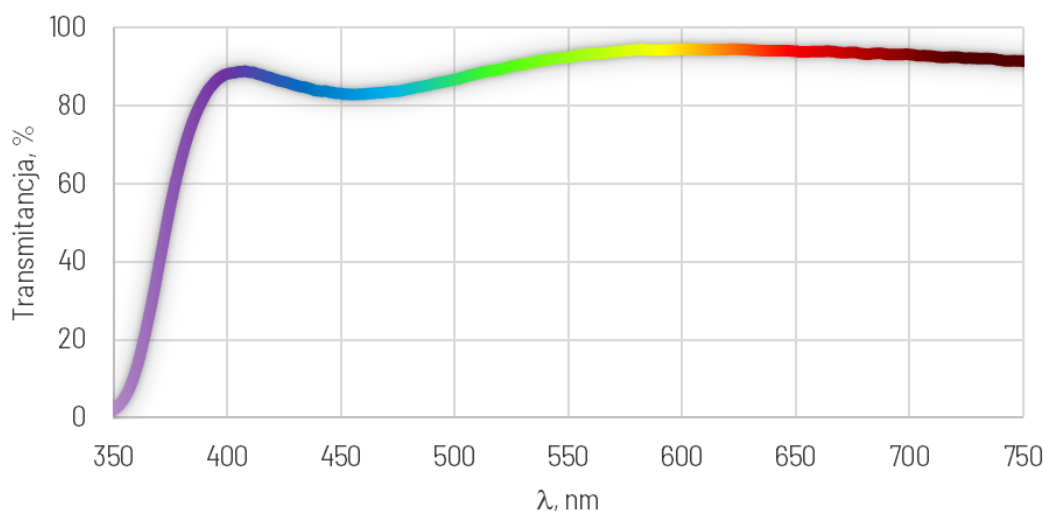


Rys. 19. Fotografia próbki nr 5 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

Tab. 5. Zestawienie transmitancji i absorbancji dla wybranych długości fal, próbka nr 5 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

Długość fali, nm	374,90	405,05	454,89	494,81	531,80	579,92	610,19	632,24	660,06	700,24	740,21
Transmitancja, %	54,21	88,79	82,90	86,11	90,83	94,38	94,35	94,23	93,92	93,14	91,69
Absorbancja	0,27	0,06	0,08	0,07	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04

Transmitancja dla soczewki nr 5 z filtrem typu BlueBlocker innej firmy, podobnie jak w przypadku soczewki nr 4, posiada dwa maksima i jedno minimum lokalne (Rys. 20). Pierwsze maksimum lokalne występuje dla λ równej 408 nm, dla której transmitancja wynosi 88,9%. Kolejne maksimum lokalne rejestruje się dla λ równej 600 nm, i w tym przypadku wartość transmitancji wynosi 94,5%. Wartość transmitancji dla wspomnianego minimum lokalnego wynosi 82,9% ($\lambda = 455$ nm). W zakresie światła widzialnego wartość transmitancji mieści się w przedziale od około 82 do 94,5%.

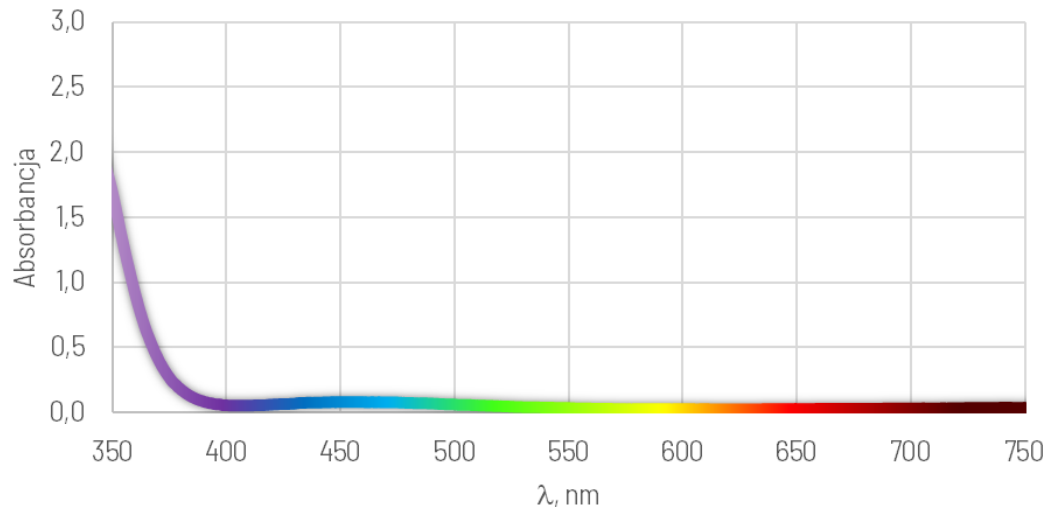


Rys. 20. Wykres transmitancji dla próbki nr 5 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

Zmierzone wartości absorbancji zostały zestawione w Tab. 5 i zaprezentowane na

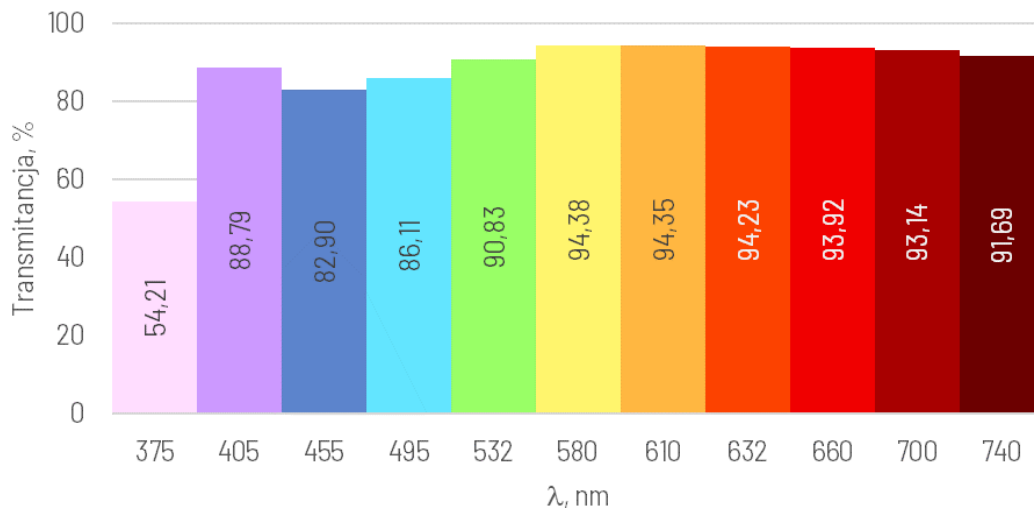
Rys. 21. Krzywa absorbancji, począwszy od wartości 1,7 dla λ równej 350 nm spada i osiąga wartość 1 dla λ równej 358 nm. Od λ większej od

388 nm wartość absorpcji nie przekracza 0,1 w całym zakresie światła widzialnego.



Rys. 21. Wykres absorpcji dla próbki nr 5 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

Na Rys. 22 zestawiono wartości transmitancji dla wybranych długości fal w formie wykresu słupkowego.



Rys. 22. Wartości transmitancji dla wybranych długości fal - próbka nr 5, soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.

3.6. Próbka nr 6: soczewka EyeShield NightShield

Wyniki pomiarowe transmitancji i absorbancji dla próbki nr 6 – soczewki EyeShield NightShield (Rys. 23) dla wyselekcjonowanych długości fal zebrano w Tab. 6.

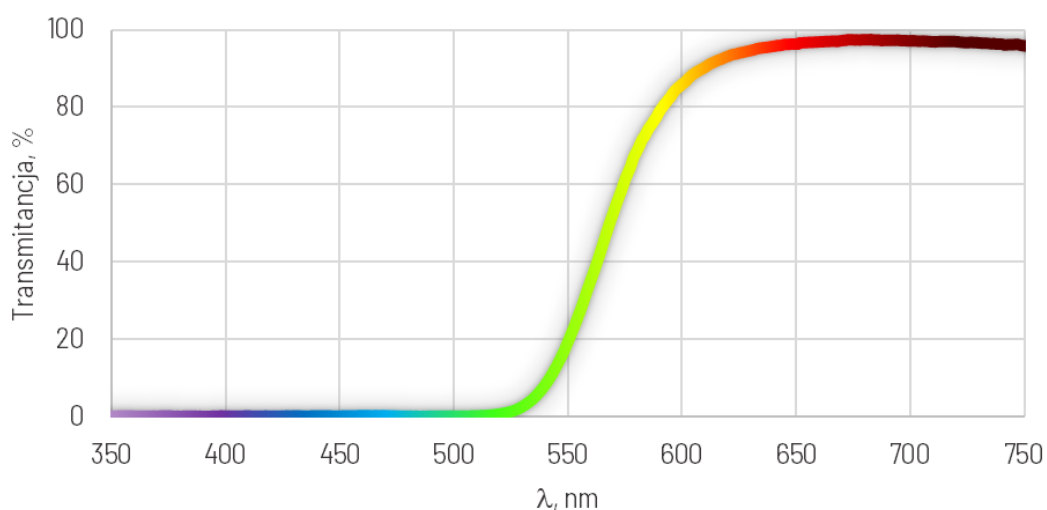


Rys. 23. Fotografia próbki nr 6 – soczewka EyeShield NightShield.

Tab. 6. Zestawienie transmitancji i absorbancji dla wybranych długości fal, próbka nr 6 – soczewka EyeShield NightShield.

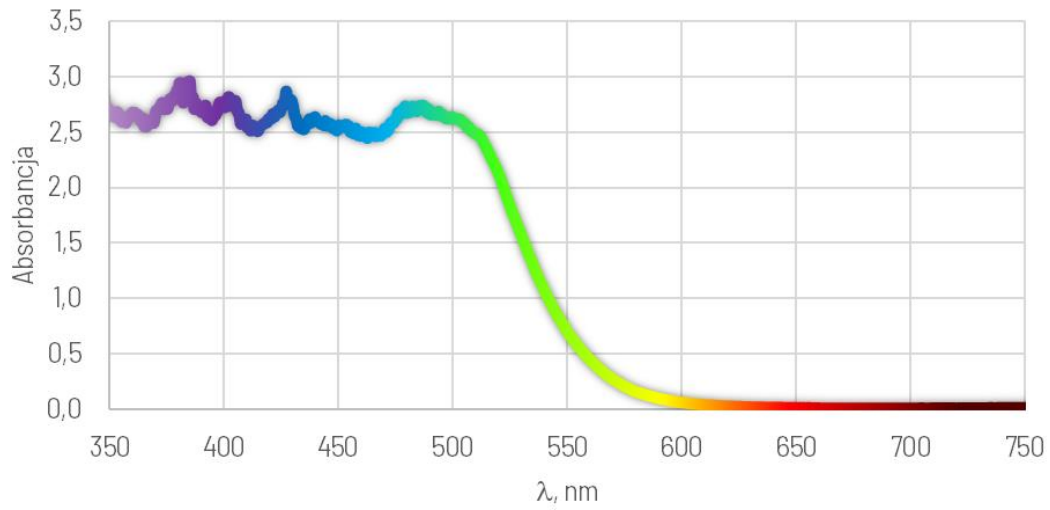
Długość fali, nm	374,90	405,05	454,89	494,81	531,80	579,92	610,19	632,24	660,06	700,24	740,21
Transmitancja, %	0,30	0,25	0,34	0,26	3,47	68,67	90,56	95,15	96,99	97,26	96,39
Absorbancja	2,72	2,78	2,52	2,66	1,47	0,16	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02

Transmitancja dla próbki nr 6, soczewki EyeShield NightShield dla zakresu fal od 350 do 515 nm nie przekracza wartości 0,5%. Osiąga ona wartość równą 50% dla λ równej 568 nm (Rys. 24). Od 609 nm do 700 nm transmitancja mieści się w zakresie 90 - 98%.



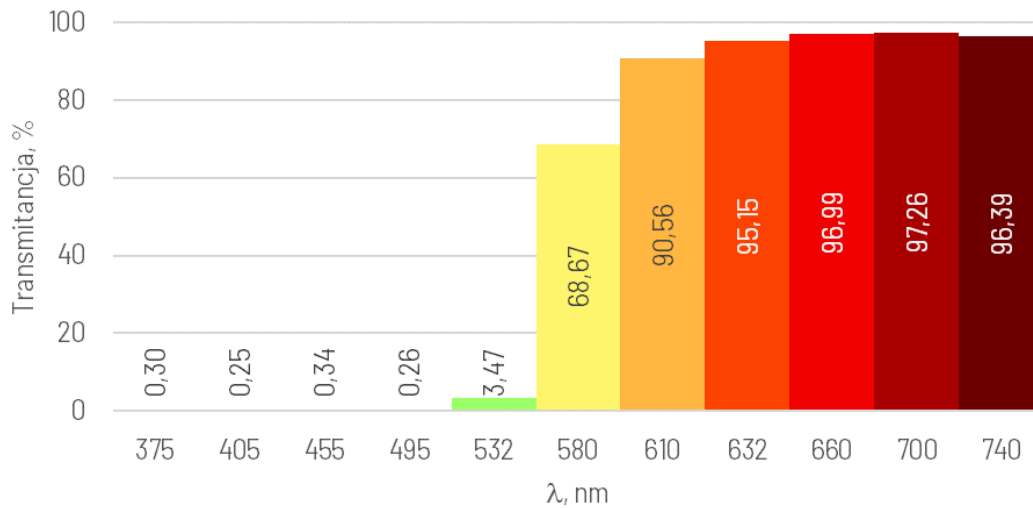
Rys. 24. Wykres transmitancji dla próbki nr 6 - soczewka soczewka EyeShield NightShield.

Zmierzone wartości absorbancji zostały zestawione w Tab. 6 i zaprezentowane na Rys. 25. W zakresie bliskiego ultrafioletu i światła niebieskiego (od 350 do około 500 nm) wartość absorbancji jest większa od 2,5. Dla λ równej 523 nm absorbancja wynosi 2, następnie jej wartość maleje i osiąga 1 dla λ równej 543 nm. W zakresie od 590 do 700 nm absorbancja nie przekracza 0,1.



Rys. 25. Wykres absorbancji dla próbki nr 6 - soczewka EyeShield NightShield.

Na Rys. 26 zestawiono wartości transmitancji dla wybranych długości fal w formie wykresu słupkowego.



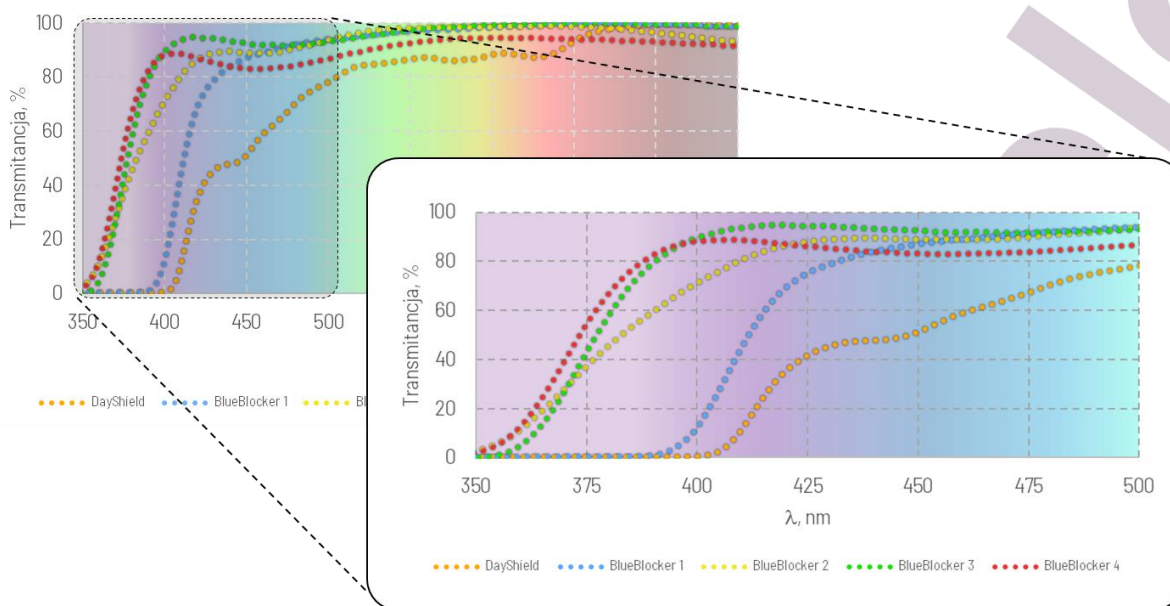
Rys. 26. Wartości transmitancji dla wybranych długości fal - próbka nr 6, soczewka EyeShield NightShield.

4. Zestawienia porównawcze

W rozdziale przedstawiono zestawienia porównawcze wyników dla zbadanych próbek. Dla korzystnej prezentacji graficznej wykresów słupkowych, zakres widmowy podzielono na dwa przedziały: pierwszy od 375 do 495 nm i drugi od 532 do 700 nm. W zestawieniu przyjęto następujące nazewnictwo próbek (Tab. 7):

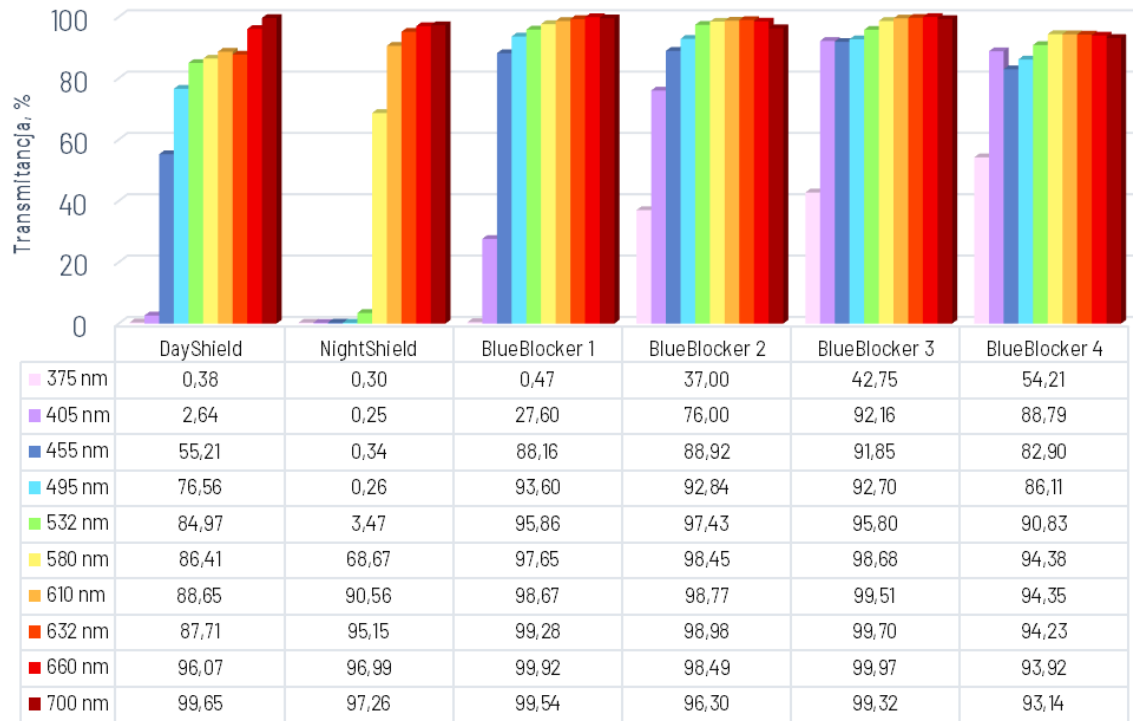
Tab. 7. Zestawienie przyjętego nazewnictwa dla zbadanych próbek.

Próbka	Przyjęte nazewnictwo
Soczewka nr 1 EyeShield DayShield	DayShield
Soczewka nr 2 z filtrem BlueBlocker innej firmy	BlueBlocker 1
Soczewka nr 3 z filtrem BlueBlocker innej firmy	BlueBlocker 2
Soczewka nr 4 z filtrem BlueBlocker innej firmy	BlueBlocker 3
Soczewka nr 5 z filtrem BlueBlocker innej firmy	BlueBlocker 4
Soczewka nr 6 EyeShield NightShield	NightShield

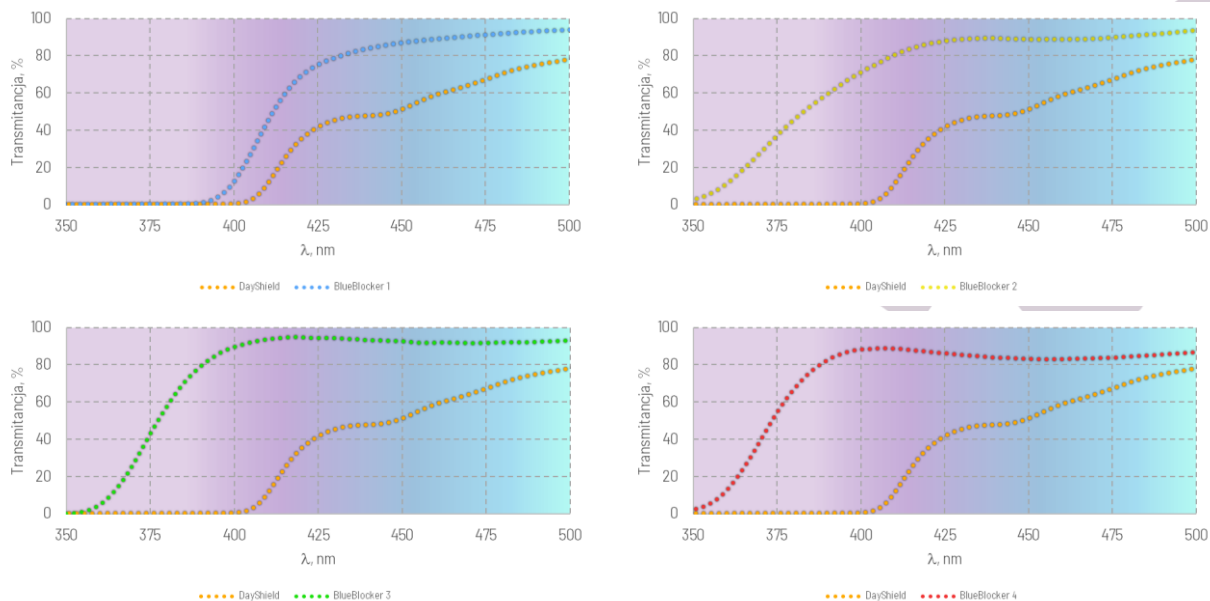


Rys. 27. Zestawienie transmitancji dla zbadanych próbek – soczewek z filtrem typu BlueBlocker.

Rys. 27 przedstawia wykres dla zmierzonych transmitancji badanych próbek z filtrami typu BlueBlocker. Otrzymane wyniki przedstawiono w formie wykresu słupkowego wraz z tabelą zbiorczą na . Najmniejsza wartość transmitancji w zakresie λ od 350 do 500 nm została zarejestrowana dla próbki DayShield.

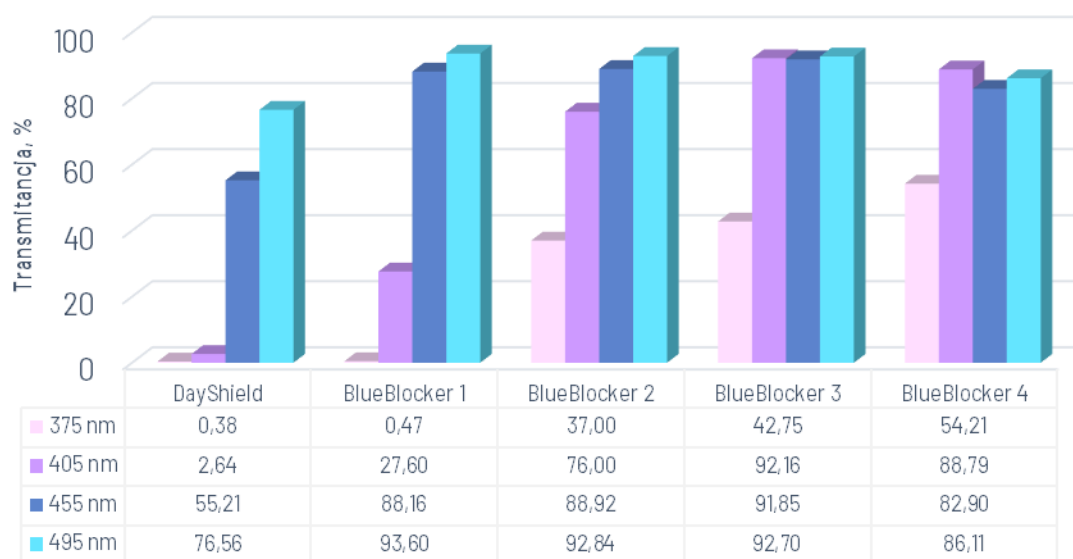


Rys. 28. Zestawienie wyników transmitancji dla zbadanych próbek.



Rys. 29. Zestawienie porównawcze transmitancji poszczególnych próbek soczewek z filtrem typu BlueBlocker względem soczewki EyeShield DayShield.

Na Rys. 29 przedstawiono porównanie transmitancji zmierzonych dla soczewek z filtrem typu BlueBlocker względem soczewki EyeShield DayShield. Otrzymane wyniki pokazują, że wartości transmitancji w zakresie światła widzialnego dla soczewki EyeShield DayShield są mniejsze, niż dla pozostałych zbadanych próbek. Rys. 30 przedstawia transmitancję zbadanych próbek dla wybranych długości fal. Najniższe wartości w zakresie od około 400 do 480 nm zostały zmierzone dla próbki numer 1 (soczewki EyeShield DayShield), następnie dla próbki numer 2 (BlueBlocker 1). Największe wartości transmitancji dla linii widmowych 405, 455 i 495 nm zostały zmierzone dla próbki numer 4 (BlueBlocker 3).



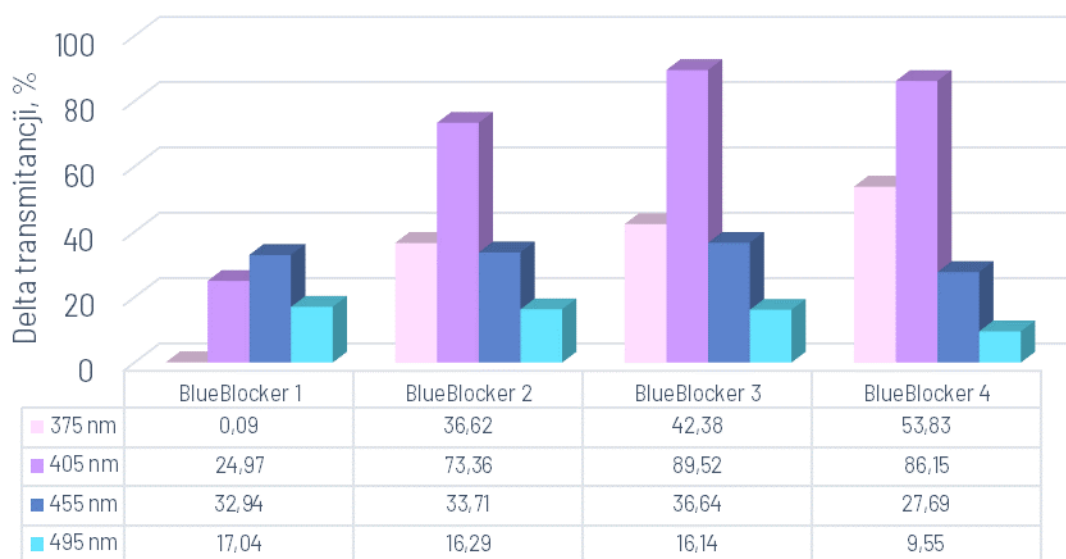
Rys. 30. Zestawienie wartości transmitancji dla zbadanych próbek z filtrem typu BlueBlocker dla wybranych długości fal (375, 405, 455 i 495 nm).

Na prośbę firmy EyeShield obliczono różnicę (deltę) transmitancji pomiędzy soczewką EyeShield DayShield a pozostałymi próbkami z filtrem BlueBlocker według następującego równania:

$$\Delta T = |T_{ES\lambda} - T_{S\lambda}|,$$

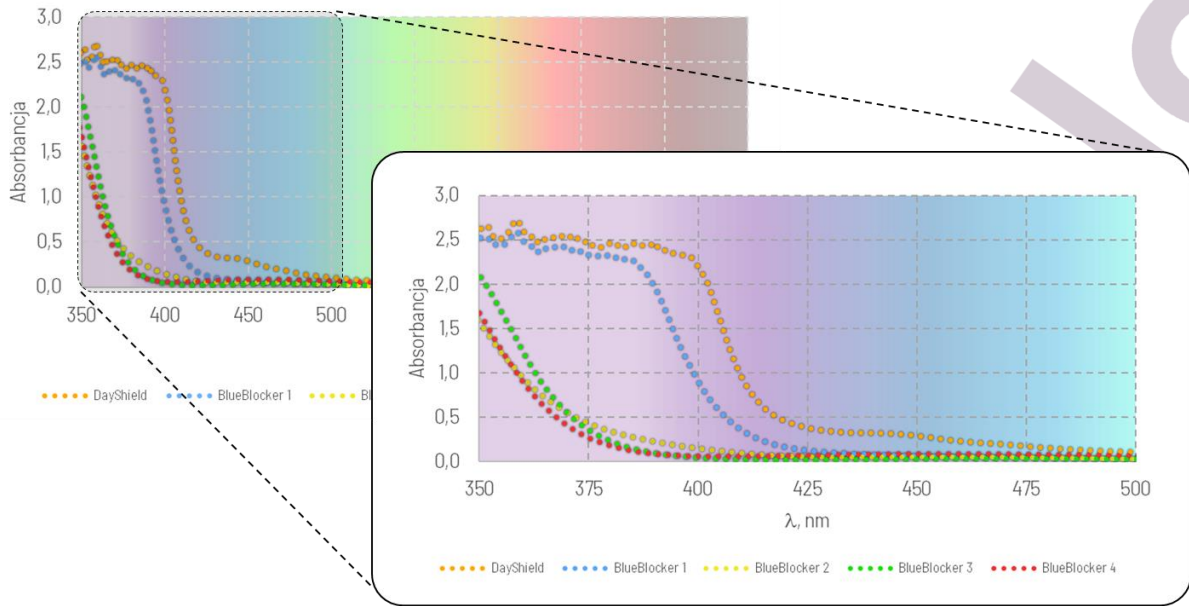
gdzie: ΔT - delta transmitancji, $T_{ES\lambda}$ - transmitancja dla danej długości fali dla próbki EyeShield DayShield, $T_{S\lambda}$ - transmitancja dla danej długości fali analizowanej próbki.

Delta będzie tu rozumiana jako względna (w odniesieniu do soczewki EyeShield DayShield) procentowa różnica transmitancji dla wybranej długości fali, którą dana próbka transmituje. Wyniki, w formie wykresu słupkowego, zaprezentowano na Rys. 31.

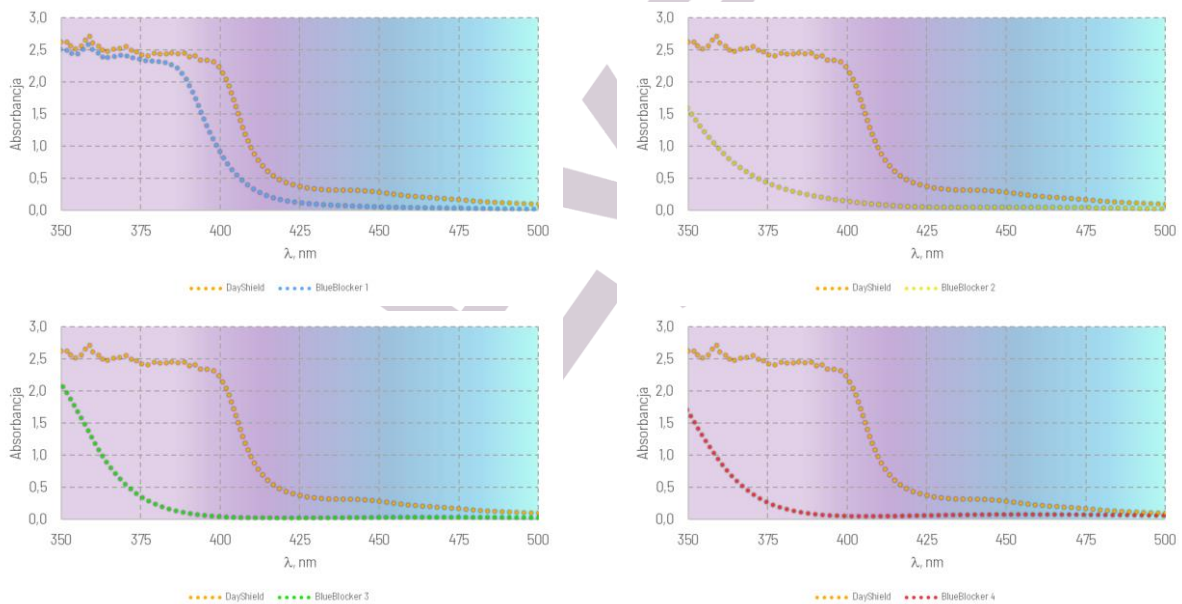


Rys. 31. Zestawienie delty transmittancji próbek z filtrem BlueBlocker względem próbki EyeShield DayShield.

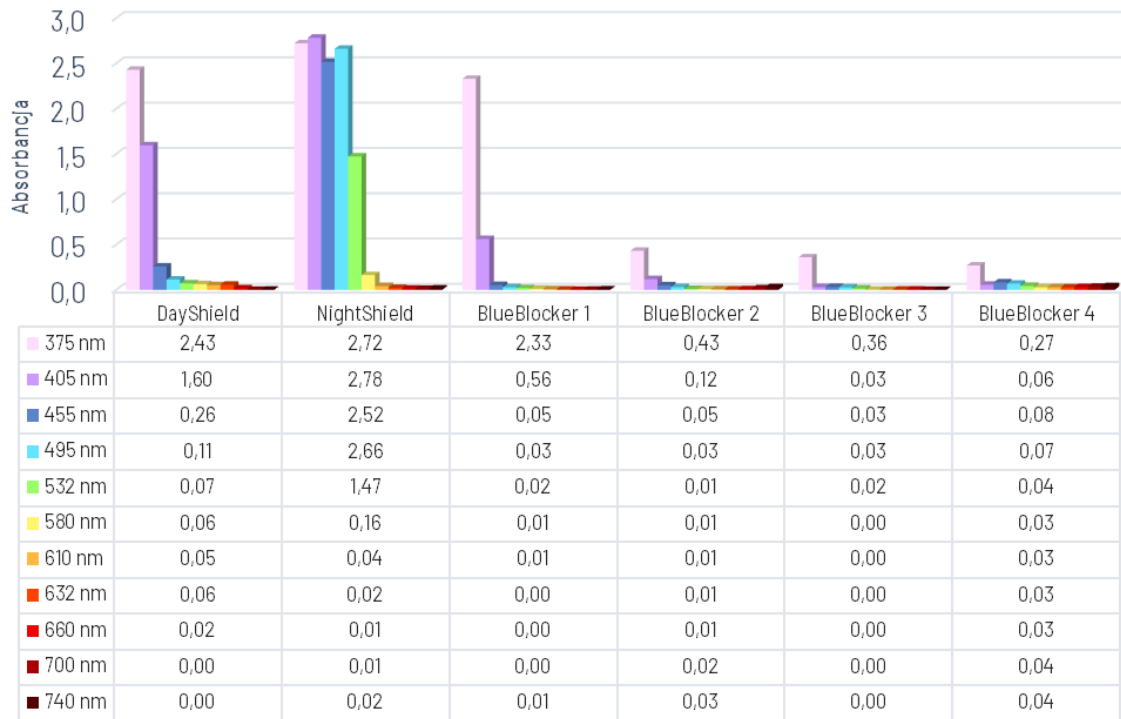
Rys. 32 przedstawia zbiorczy wykres absorbancji dla zbadanych próbek z filtrami typu BlueBlocker. Najwyższe wartości absorbancji zarejestrowano dla próbki nr 1 (soczewka EyeShield DayShield). Najniższe wartości absorbancji zarejestrowano dla próbki nr 5 (BlueBlocker 4). Poszczególne wykresy porównawcze zostały przedstawione na Rys. 33.



Rys. 32. Zestawienie absorancji dla zbadanych próbek – soczewek z filtrem typu BlueBlocker

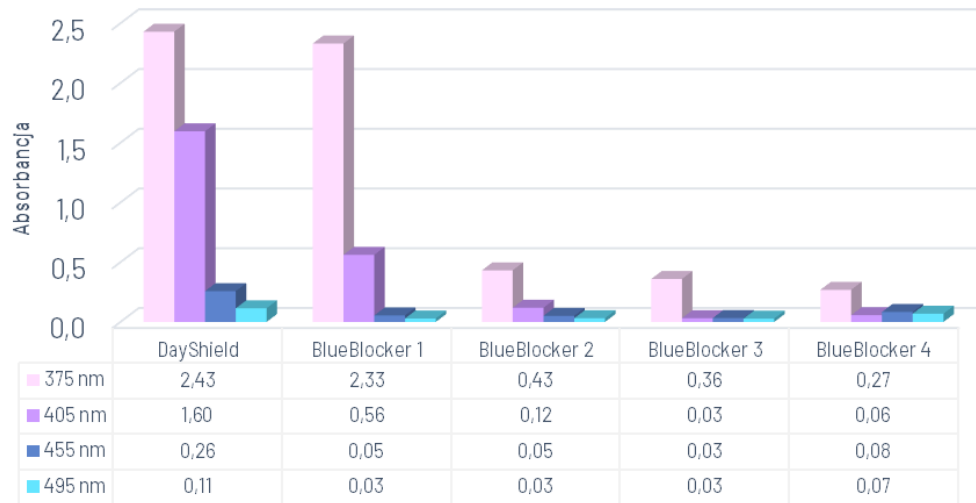


Rys. 33. Zestawienie porównawcze absorancji poszczególnych próbek soczewek z filtrem typu BlueBlocker względem soczewki EyeShield DayShield.



Rys. 34. Zestawienie wyników absorbcji dla zbadanych próbek

Rys. 34 przedstawia zestawienie absorbcji dla wszystkich zbadanych próbek dla wybranych długości fal. Na Rys. 35 przedstawiono w formie wykresu słupkowego wartości absorbcji dla wybranych długości fal (375, 405, 455 i 495 nm). Najwyższe wartości absorbcji wśród soczewek z filtrem typu BlueBlocker zarejestrowano dla próbki nr 1 (soczewka EyeShield DayShield).



Rys. 35. Zestawienie wartości absorbancji dla próbek z filtrem typu BlueBlocker dla wybranych długości fal (375, 405, 455 i 495 nm).

5. Spis rysunków

Rys. 1. a) schematyczne przedstawienie siatki punktów pomiarowych dla badanych próbek, b) wizualizacja przebiegu promieni dla pomiarów punktowych.	3
Rys. 2. Czułość spektralna oka ludzkiego wg. normy ISO/CIE 19476 (Characterization of the performance of illuminance meters and luminance meters).	5
Rys. 3. Fotografia próbki nr 1 - soczewka EyeShield DayShield.	7
Rys. 4. Wykres transmitancji światła przez próbkę nr 1 - soczewka EyeShield DayShield.	8
Rys. 5. Wykres absorbancji światła przez próbkę nr 1 - soczewka EyeShield DayShield.	9
Rys. 6. Wartości transmitancji dla wybranych długości fal - próbka nr 1, soczewka EyeShield DayShield.	10
Rys. 7. Fotografia próbki nr 2 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	11
Rys. 8. Wykres transmitancji dla próbki nr 2 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	12
Rys. 9. Wykres absorbancji dla próbki nr 2 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	13
Rys. 10. Wartości transmitancji dla wybranych długości fal - próbka nr 2, soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	13
Rys. 11. Fotografia próbki nr 3 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	14
Rys. 12. Wykres transmitancji dla próbki nr 3 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	15
Rys. 13. Wykres absorbancji dla próbki nr 3 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	16
Rys. 14. Wartości transmitancji dla wybranych długości fal - próbka nr 3, soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	16
Rys. 15. Fotografia próbki nr 4 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	17
Rys. 16. Wykres transmitancji dla próbki nr 4 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	19
Rys. 17. Wykres absorbancji dla próbki nr 4 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	20
Rys. 18. Wartości transmitancji dla wybranych długości fal - próbka nr 4, soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	20
Rys. 19. Fotografia próbki nr 5 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	21
Rys. 20. Wykres transmitancji dla próbki nr 5 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	23
Rys. 21. Wykres absorbancji dla próbki nr 5 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	24
Rys. 22. Wartości transmitancji dla wybranych długości fal - próbka nr 5, soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	24
Rys. 23. Fotografia próbki nr 6 - soczewka EyeShield NightShield.	25
Rys. 24. Wykres transmitancji dla próbki nr 6 - soczewka soczewka EyeShield NightShield.	27
Rys. 25. Wykres absorbancji dla próbki nr 6 - soczewka EyeShield NightShield.	28
Rys. 26. Wartości transmitancji dla wybranych długości fal - próbka nr 6, soczewka EyeShield NightShield.	28
Rys. 27. Zestawienie transmitancji dla zbadanych próbek - soczewek z filtrem typu BlueBlocker.	30
Rys. 28. Zestawienie wyników transmitancji dla zbadanych próbek.	31
Rys. 29. Zestawienie porównawcze transmitancji poszczególnych próbek soczewek z filtrem typu BlueBlocker względem soczewki EyeShield DayShield.	32
Rys. 30. Zestawienie wartości transmitancji dla zbadanych próbek z filtrem typu BlueBlocker dla wybranych długości fal (375, 405, 455 i 495 nm).	33
Rys. 31. Zestawienie delty transmitancji próbek z filtrem BlueBlocker względem próbki EyeShield DayShield.	34
Rys. 32. Zestawienie absorbancji dla zbadanych próbek - soczewek z filtrem typu BlueBlocker	35
Rys. 33. Zestawienie porównawcze absorbancji poszczególnych próbek soczewek z filtrem typu BlueBlocker względem soczewki EyeShield DayShield.	35
Rys. 34. Zestawienie wyników absorbancji dla zbadanych próbek	36
Rys. 35. Zestawienie wartości absorbancji dla próbek z filtrem typu BlueBlocker dla wybranych długości fal (375, 405, 455 i 495 nm).	37

6. Spis tabel

Tab. 1. Zestawienie transmitancji i absorbancji dla wybranych długości fal, próbka nr 1 - soczewka EyeShield DayShield.	7
Tab. 2. Zestawienie transmitancji i absorbancji dla wybranych długości fal, próbka nr 2 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	11
Tab. 3. Zestawienie transmitancji i absorbancji dla wybranych długości fal, próbka nr 3 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	14
Tab. 4. Zestawienie transmitancji i absorbancji dla wybranych długości fal, próbka nr 4 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	18

Tab. 5. Zestawienie transmitancji i absorbancji dla wybranych długości fal, próbka nr 5 - soczewka z filtrem typu BlueBlocker innej firmy.	21
Tab. 6. Zestawienie transmitancji i absorbancji dla wybranych długości fal, próbka nr 6 - soczewka EyeShield NightShield.	26
Tab. 7. Zestawienie przyjętego nazewnictwa dla zbadanych próbek.	29

EyeShield®