

OKULARY ASTRONOMICZNE - przewodnik

Co warto wiedzieć?

Okulary obserwacyjne są po obiektywie teleskopu lub lustrze głównym drugim najważniejszym elementem, mającym bezpośredni wpływ na jakość obserwacji astronomicznych. Wbrew temu co może się wydawać, powiększenie nie jest najważniejsze dla okularów obserwacyjnych. Liczy się przede wszystkim jakość optyki oraz określone w stopniach pole widzenia. Biorąc pod uwagę te dwa główne czynniki, należy wybrać najlepszy okular astronomiczny na jaki nas stać.

Słowniczek niezbędnych terminów:

Średnica obsady – okulary astronomiczne produkowane są w trzech standardowych typach odnoszących się do średnicy ich obsady: 1" (25,4mm), 1¼" (31,75mm) oraz 2" (50,8mm). Parametr ten definiuje kompatybilność okularów z poszczególnymi typami wyciągów okularowych, które służą do regulowania ostrości obrazu i stanowią integralną część teleskopu.

Okulary 1" stosowane są jedynie w tańszych teleskopach, natomiast okulary 1¼" oraz 2" stanowią obecnie standard profesjonalnych obserwacji astronomicznych. Większość wysokiej klasy teleskopów posiada wyciąg okularowy przystosowany zarówno do okularów 2" jak również, dzięki zastosowaniu redukcji, do okularów w rozmiarze 1¼".

Powiększenie a ogniskowa okularu – zależność ogniskowej okularu od powiększenia jest taka, że im mniejsza ogniskowa stosowanego okularu tym większe uzyskujemy powiększenie i na odwrót. Ze względów technicznych okulary o mniejszym powiększeniu zapewniają małe, bardziej ostre i jasne obrazy obiektów, podczas gdy okulary o większym powiększeniu pozwalają uzyskiwać obrazy większe, ale bardziej rozmazane i stanowiąc ciemniejsze. Wynika to z faktu że okular o krótszej ogniskowej, a zatem o większym powiększeniu, rozkłada taką samą ilość docierającego do niego światła na większym polu. Drugim ważnym aspektem silnie powiększających okularów jest to, że tubus optyczny jest w stanie zebrać ilość światła uzależnioną od jego średnicy. Jeśli zatem spróbujemy uzyskać z pomocą okularu powiększenie przekraczające możliwości tubusu optycznego, otrzymane obrazy będą niewyraźne i rozmazane.

Aby wyliczyć powiększenie okularu dla danego tubusu optycznego należy zastosować prosty wzór:

$$\text{powiększenie teleskopu} = \frac{\text{ogniskowa teleskopu (mm)}}{\text{ogniskowa okularu (mm)}}$$

Dla przykładu: tubus optyczny o ogniskowej 2000mm przy zastosowaniu z okulem astronomicznym 20mm zapewni powiększenie 100x (2000 : 20 = 100x)

Dobór okularów dla poszczególnych teleskopów – aby odpowiednio dobrać okulary do teleskopu można wykorzystać poniższą tabelkę. Przedstawia ona zestawienie okularów obserwacyjnych pod względem możliwości zbierania światła różnych teleskopów (światło siła).

Powiększenie	Okular dla teleskopu o światosile f/4	Okular dla teleskopu o światosile f/8	Okular dla teleskopu o światosile f/10	Okular dla teleskopu o światosile f/15
BARDZO MAŁE	16 – 28mm	32-56mm	40 – 70mm*	60 – 105mm*
MAŁE	8 – 16mm	16 – 32mm	20 – 40mm	30-60mm
ŚREDNIE	4 – 8mm	8 - 16mm	10 – 20mm	15 – 30mm
DUŻE	2,8 – 4mm*	6 – 8 mm	7 – 10mm	10 – 15mm
BARDZO DUŻE	2.0 – 2,8mm*	4 – 6mm	5 – 7mm	7 – 10mm

*Okulary w tych zakresach nie są zwykle produkowane

Żrenica wyjściowa – jest to parametr optyczny określający jak duża jest wiązka światła wytwarzana tuż za okularzem, która wpada do oka obserwatora. Istnieje prosty sposób na obliczenie tego parametru, wystarczy zastosować jeden z poniższych wzorów.

$$\text{żrenica wyjściowa (mm)} = \frac{\text{apertura (średnica) teleskopu w mm}}{\text{powiększenie teleskopu}}$$

LUB

$$\text{żrenica wyjściowa (mm)} = \frac{\text{ogniskowa okularu w mm}}{\text{światłosiła teleskopu}}$$

Wartość parametru żrenicy wyjściowej musi być mniejsza niż żrenica oka. Żrenica ludzkiego oka zaadaptowana do ciemności ma średnicę 7mm. Niestety wartość ta zmienia się z wiekiem dla poszczególnych osób. Dla ludzi w średnim wieku wartość ta jest bliższa 5mm.

Z drugiej strony powiększenie, dla którego parametr żrenicy wyjściowej wyniesie 0,5 do 1mm wytwarza wiązkę światła nieprzystosowaną do prowadzenia skutecznych obserwacji ze względu na jakość obrazu.

Odstęp żrenicy wyjściowej – parametr ten określa maksymalną odległość oka obserwatora od soczewki okularu w jakiej nie traci on obrazu z pola widzenia. Jest to parametr istotny dla osób, które mają wadę wzroku zwaną astygmatyzmem. Osoby te nie powinny, patrząc przez lornetkę, zdejmować swoich okularów. Przez to jednak ich żrenice są odsunięte od okularu o około 15mm i jedynie okulary obserwacyjne o takim (bądź większym) parametrze odstepu żrenicy mogą być stosowane, by zapewnić tym użytkownikom pełne pole widzenia.

Pozorne pole widzenia – konstrukcja okularów optycznych definiuje również ich obszar pola widzenia. Pozorne pole widzenia okularu określa kąt pod którym oglądamy jego diafragmę.

Rzeczywiste pole widzenia – parametr ten określa rzeczywisty obszar nieba w stopniach widziany przez dany okular astronomiczny gdy jest on umieszczony w teleskopie. Istnieje prosty wzór na określenie jego wartości:

$$\text{rzeczywiste pole widzenia} = \frac{\text{pozorne pole widzenia}}{\text{powiększenie}}$$

Na przykład: Jeżeli posiadasz teleskop Maksutov-Cassegrain 152mm o ogniskowej 2000mm oraz okular o ogniskowej 20mm i 50 stopniowym pozornym polu widzenia uzyskasz powiększenie 100x (2000mm : 20mm = 100x). Rzeczywiste pole widzenia okularu w tym przypadku wyniesie 50 : 100 = 0,5 stopnia.

Okulary parafokalne - są to takie okulary, w przypadku których nie trzeba ponownie ustawiać ostrości po ich zamianie w wyciągu teleskopu. Jest to bardzo wygodne podczas prowadzenia obserwacji. Zwykle okulary jednego producenta będą ze sobą parafokalne.

Ilu okularów potrzebujesz?

Najlepiej jest mieć na początek co najmniej dwa dobrej jakości okulary a następnie w miarę możliwości rozszerzać ich kolekcję. Dla przykładu teleskop o światłosile $f/10$ oraz okulary o ogniskowej 25mm oraz 9mm będą stanowiły dobry zestaw obserwacyjny. Następnie można dodać do nich okulary 15mm oraz 6mm. Należy unikać okularów zapewniających graniczne powiększenia, tj. okularów, które oferują największe bądź najmniejsze możliwe powiększenie dla danego teleskopu.

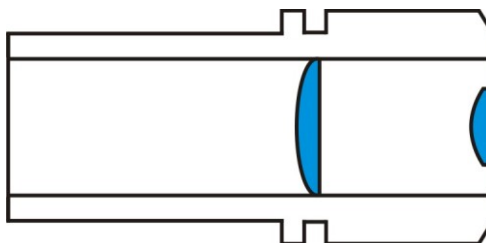
Obserwacje zaczynać należy z okulem oferującym najmniejsze powiększenie z naszego zestawu (np. 25-30mm). Pozwoli to łatwo wyśrodkować obiekt w polu widzenia. Następnie możemy użyć nieco większego powiększenia, wykorzystując okular o mniejszej ogniskowej (np. 18 – 15mm). Jeżeli obserwowany obiekt wygląda lepiej w większym powiększeniu możemy jeszcze je zwiększyć, stosując okular o jeszcze mniejszej ogniskowej.

W celu zwiększenia powiększenia można również zastosować soczewki Barlowa. Barlow 2x zredukuje ogniskową danego okularu o połowę: np. okular 6mm + soczewka Barlowa 2x sprawi, że rzeczywista ogniskowa okularu wynosić będzie 3mm. Aby uzyskać jak najlepsze rezultaty z soczewką Barlowa należy unikać sytuacji w której posiadamy zdublowane okulary. Jeżeli zastosujemy soczewkę Barlowa 2x z okularami 25mm, 15mm i 10mm uzyskamy powiększenia jak w przypadku okularów o ogniskowych odpowiednio: 12,5mm, 7,5mm oraz 5mm.

Typy i rodzaje okularów astronomicznych.

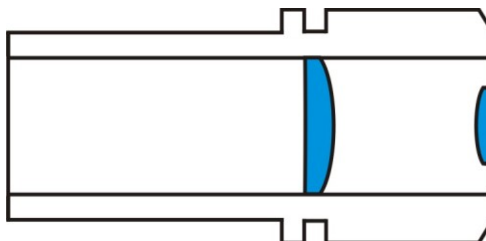
Wyróżniamy różne typy okularów obserwacyjnych do teleskopów. Głównym ich zadaniem jest powiększanie obrazu uzyskiwanego przez tubus optyczny.

Okular Huygensa



Okular ten składa się z dwóch soczewek płasko-wypukłych skierowanych stronami płaskimi w stronę oka. Odległość pomiędzy soczewkami wynosi połowę ich ogniskowych. Jest to niezbyt wydajny układ, który zapewnia niewielkie pole widzenia na poziomie 30-40 stopni. Konstrukcja ta pozwala na znaczne zmniejszenie aberracji chromatycznej w płaszczyźnie prostopadłej do osi optycznej a także na redukcję komy. W przeszłości okulary Huygensa miały zastosowanie w długoogniskowych refraktorach (o światłosile $f/10$ lub większej). Obecnie stosowane są bardzo często w tanich teleskopach i mikroskopach.

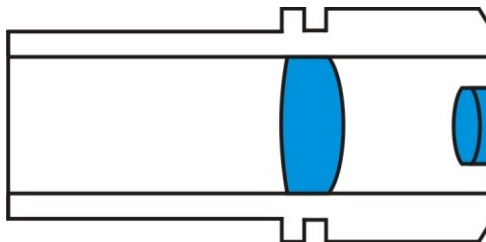
Okular Ramsdena



Okular Ramsdena składa się z dwóch soczewek płasko-wypukłych skierowanych do siebie powierzchniami zakrzywionymi. Odległość między soczewkami jest w przybliżeniu równa ogniskowej jednej z tych soczewek. Okular Ramsdena słabo radzi sobie z aberracją chromatyczną ponieważ pierwsza płaszczyzna ogniskowa wypada poza kolektywem. Pozwala on jednak na łatwe zamieszczenie np. pomocniczej podziałki

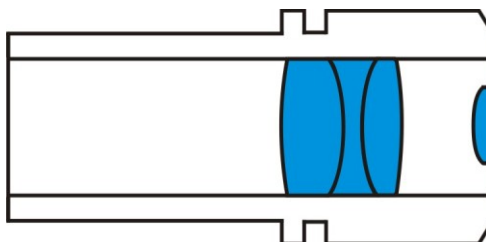
lub siatki. Układ ten zapewnia niewielkie pole widzenia na poziomie 30-40 stopni z czego rozsądnej jakości jest obszar o średnicy 25-30 stopni. Jest to nieco lepsze rozwiązanie niż okular Huygensa, jednak nadal nie spełnia wymagań dzisiejszej astronomii.

Okular Kellnera



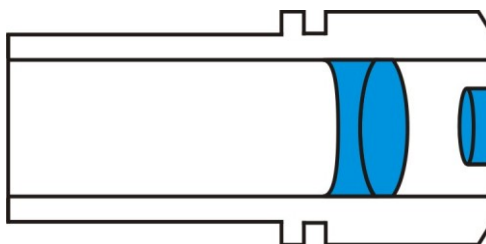
Jest to ulepszony projekt okularu Ramsdena. Zamiast pojedynczej soczewki okularowej zastosowano tu dwusoczewkowy achromat, pozwoliło to na znaczne zredukowanie aberracji chromatycznej. Pierwszą soczewką jest soczewka płasko-wypukła lub wypukło-wypukła. W celu efektywnego zminimalizowania aberracji chromatycznej oraz nieostrości na brzegu pola widzenia pierwsza soczewka znajduje się jak najbliżej płaszczyzny ogniskowej obiektywu. Powoduje to jednak problemy z utrzymaniem czystości pierwszej soczewki zwanej kolektywem. Zastosowanie trzech soczewek pozwoliło na uzyskanie pola widzenia na poziomie 40-50 stopni. Okulary Kellnera o dłuższej ogniskowej charakteryzują się ostrym i jasnym obrazem. Niestety krótkoogniskowe okulary tego typu posiadają bardzo małą wartość odstępu źrenicy, przez co w wypadku zastosowań astronomicznych stają się one właściwie bezużyteczne. Kolejną wadą tych okularów jest duża dystorsja pola.

Okular ortoskopowy



Okular ortoskopowy nazywany jest też „okulem Abbego”. Konstrukcja tego okularu zakłada że pierwsza soczewka (kolektor) składa się z trzech elementów. Współpracują one z soczewką okularową znajdującą się nieco dalej. W wyniku tego uzyskuje się obraz jasny o dobrej ostrości i kontraście o zredukowanej niepożądaną dystorsji. Okular tego typu bardzo skutecznie likwiduje też aberrację chromatyczną. Niestety skutkuje to również stosunkowo niedużym polem widzenia (40-50 stopni). Krótkoogniskowe okulary tego typu, tak jak okulary Kellnera, charakteryzują się także niewielką wartością odstępu źrenicy. Okulary ortoskopowe wykorzystywane są jednak jako wysokiej jakości okulary krótkoogniskowe przeznaczone do obserwacji planetarnych.

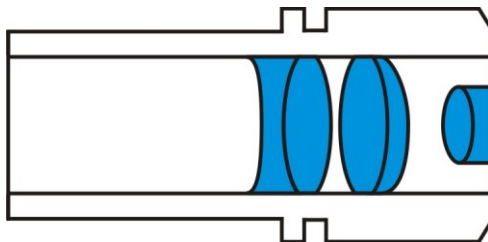
Okular Plossl



Jest to obecnie najbardziej popularny typ okularów achromatycznych. Plossl to okular w którym zarówno kolektyw oraz soczewka okularowa są dwuelementowymi soczewkami achromatycznymi. Do stworzenia

wewnętrznych soczewek obu tych elementów zastosowano szkło typu „kron”. Okulary Plossl zapewniają pole widzenia rzędu 40-50 stopni i komfortową wartość źrenicy wyjściowej. Okular Plossl cechuje się także dużym i jasnym polem widzenia o dobrej ostrości. Jego wadą jest jednak zauważalna dystorsja.

Okular Erfla



Okular Erfla to zaawansowany i złożony okular obserwacyjny, na który składa się 5-6 elementów. Głównym celem konstrukcji tego okularu jest uzyskanie obszernego pola widzenia rzędu 70 stopni przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej jakości obrazów. Wadą tej konstrukcji optycznej jest jednak nieznacznie rozmyty obraz na brzegach pola widzenia. Tańsze, a zatem mniej dokładnie wykonane okulary Erfla cechują się też zauważalnym astygmatyzmem. Dobrej jakości okulary Erfla stosuje się także w drogich lornetkach renomowanych producentów.

Inne typy okularów astronomicznych.

Okular lantanowy

Jest to profesjonalny okular obserwacyjny do zastosowań astronomicznych. Zbudowany jest z pięciu lub sześciu soczewek, doskonale redukujących powstawanie widma wtórnego i aberracji chromatycznej. W okularze zastosowano również soczewkę ze szkła z domieszką lantanu. Pole widzenia uzyskiwane przez okulary lantanowe wynosi 45-65 stopni. Spotykane są okulary lantanowe o ogniskowych od 2 do 40mm. Wartość odstępów źrenicy wyjściowej jest rzędu 20mm i zapewnia komfort obserwacji. Polecany jest do obserwacji Księżyca, gromad gwiazd. Jego krótkoogniskowe modele znajdują zastosowanie do obserwacji planetarnych. Jakość obrazu jest bliska doskonałości.

Okular Ultra Wide Angle

Okulary posiadające w nazwie określenie Ultra-Wide (Ultra-Szerokie) to różne typy okularów astronomicznych składające się z sześciu do ośmiu elementów. Zapewniają one pozorne pole widzenia wynoszące nawet 85 do 100 stopni. Jest to tak szerokie pole widzenia, że konieczne jest poruszanie gałką oczną by objąć wzrokiem całą panoramę obrazu. Transmisja światła ze względu na dużą ilość elementów soczewkowych jest delikatnie obniżona, jednak generowany obraz jest zwykle najwyższej jakości.

Okular z podświetlanym celownikiem

Okulary tego typu posiadają podświetlony krzyż celowniczy (podobny do krzyża lunet strzeleckich) lub inny wzór ułatwiający wyśrodkowywanie obiektów w polu widzenia. Siatka celownicza jest przy tym podświetlana zapewniając podczas prowadzenia obserwacji odpowiedni kontrast z ciemnym nocnym niebem.

© Copyright 2012 by AstroClassic R.N. All Rights Reserved.