

NA CELOWNIKU

MYŚLIWSKIE PRZYRZĄDY OPTYCZNE – PRZEWODNIK



SWAROVSKI
OPTIK



OD WYDAWCY

SZANOWNI KOLEDZY MYŚLIWI!

Podobnie jak w poprzednich latach, także obecnie wiele osób, zarówno mężczyzn jak i kobiet, decyduje się na dołączenie do grona myśliwych. Ta utrzymująca się tendencja do podtrzymywania jakże starej tradycji świadczy wyraźnie o jednym: myślistwo nie poddaje się zmianom zachodzącym we współczesnym świecie. Jest ono prawdziwym, historycznym dziedzictwem kulturowym, a właśnie w dzisiejszym, skomputeryzowanym świecie nabiera nowej wartości jako wspaniały sposób na zbliżenie się do natury.

W firmie SWAROVSKI OPTIK, u wiodącego producenta myśliwskich przyrządów optycznych, tradycją jest nie tylko samo myślistwo, lecz również najwyższa z możliwych jakość. Dotyczy to w szczególności naszych produktów i stanowi jednocześnie najważniejszy motyw naszej broszury: jej celem jest przedstawienie mechanicznych i optycznych podstaw, co w przyszłości ułatwi Państwu dokonanie trafnego wyboru lornetki, teleskopu czy lunety celowniczej.

Podstawowymi wartościami myślistwa, pokrywającymi się w bardzo dużym stopniu z ideałami SWAROVSKI OPTIK, jest tradycja, miłość do przyrody oraz obowiązek jej ochrony. Hołdując tradycji, jesteśmy – jak dawniej – rodzinnym przedsiębiorstwem, wyznającymi zasadę najwyższej jakości.

Zrozumiałe jest, że czujemy się zobowiązani do angażowania się w różne projekty na całym świecie, mające na celu ochronę przyrody. Już założyciel firmy Daniel Swarovski z miłości do piękna przyrody przed ponad 100 laty zdecydował, że siedziba będzie znajdowała się wśród gór Tyrolu. Życzymy wielu doświadczeń pełnych wrażeń i niezapomnianych chwil na Państwa myśliwskiej drodze.

Darz bór!

SPIS TREŚCI

I. PODSTAWY KONSTRUKCJI LUNET

1.	BUDOWA UKŁADU OPTYCZNEGO	6
1.1	Obiektyw	6
1.2	Układ odwracający	6
1.3	Okular i przysłony	7
1.4	Żrenica wyjściowa	7
2.	PARAMETRY OPTYCZNE	8
2.1	Powiększenie	8
2.2	Pole widzenia	9
2.3	Sprawność zmierzchowa	9
3.	JAKOŚĆ OBRAZU I PRODUKCJI	10
3.1	Kontrast i uszlachetnienie	10
3.2	Przepuszczalność światła albo transmisja	11
3.3	Dystorsja	13
4.	SOLIDNOŚĆ I TRWAŁOŚĆ	14
4.1	Elementy obsługi	15

II. OBSERWACYJNE I CELOWNICZE PRZYRZĄDY OPTYCZNE

1.	LORNETKI	16
1.1	Budowa i parametry optyczne	16
1.2	Lornetki do zastosowania o zmierzchu / nocą ..	17
1.3	Lornetki uniwersalnego zastosowania	17
1.4	Obsługa	17
2.	LUNETY	18
3.	LUNETY CELOWNICZE	19
3.1	Budowa	20
3.2	Krzyże celownicze w lunetach celowniczych ..	20
3.3	Powiększenia stałe i zmienne	21
3.4	Współczynnik zoom	22
3.5	Regulacja krzyży celowniczych	23

III. SZCZEGÓLNE WŁAŚCIWOŚCI, WAŻNE DLA MYŚLIWEGO

1.	Paralaksa	24
2.	Czyszczenie przyrządów optycznych	26





I. PODSTAWY KONSTRUKCJI LUNET

Poniższe opracowanie dotyczy optycznych i mechanicznych podstaw optyki myśliwskiej. Dla uproszczenia nazywamy te przyrządy „lunetami“, nie wskazując na żaden określony typ. Lunety dzieli się na: przyrządy obserwacyjne (lornetki dwuokularowe/ lunety obserwacyjne jednookularowe) oraz przyrządy celownicze (lunety celownicze).

1. BUDOWA UKŁADU OPTYCZNEGO

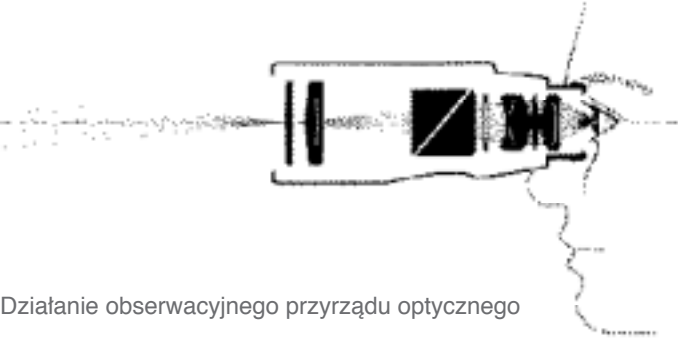
Jeśli chodzi o pracę z lunetą, należy uwzględnić dwa różne układy optyczne: układ techniczny, np. lornetka oraz układ biologiczny – oko. Oba układy tworzą w praktyce nierozłączną całość i muszą być do siebie doskonale dopasowane.

Pod pojęciem przyrządu optycznego typu luneta należy rozumieć różne układy soczewek i pryzmatów, a także ich opraw. Układ soczewek składa się z:

- obiektywu, zwróconego w kierunku obserwowanego obiektu,
- okularu, zwróconego w stronę oka oraz
- układu odwracającego, znajdującego się pomiędzy jednym a drugim elementem.

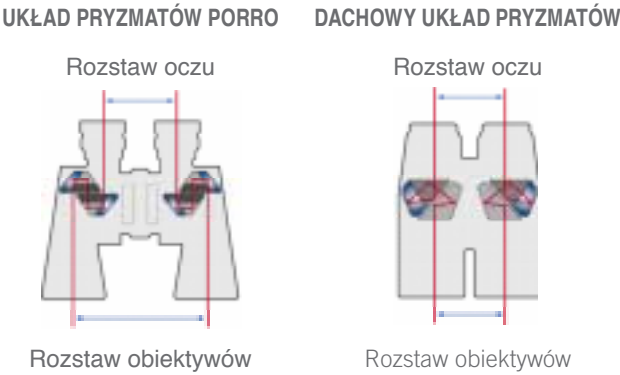
Zależnie od rodzaju i jakości lunety stosuje się w nich nie tylko pojedyncze soczewki, lecz również drobiazgowo dopasowane do siebie grupy soczewek i pryzmatów.

1.1 OBIEKTYW
Obiektyw w lunecie zbiera światło, tzn. promienie wysyłane przez obiekt padają na powierzchnię obiektywu, po czym następuje ich skupienie i w położonym za soczewką ognisku powstaje zgodny co do szczegółów, lecz wyraźnie zmniejszony rzeczywisty obraz obiektu. Zgodnie z prawami optyki obraz ten jest jednak odwrócony, zarówno w poziomie jak i pionie. Dlatego też musi zostać dostosowany do oka, czyli optycznie przestawiony.



Działanie obserwacyjnego przyrządu optycznego

1.2 UKŁAD ODWRACAJĄCY
Odwrócenie obrazu odbywa się w układzie odwracającym, składającym się w lornetkach z pryzmatów, a w lunetach – z soczewek. Rozróżniamy dwa układy pryzmatów: porro oraz dachowy. W układach tych następuje wielokrotne całkowite odbicie padającego światła.

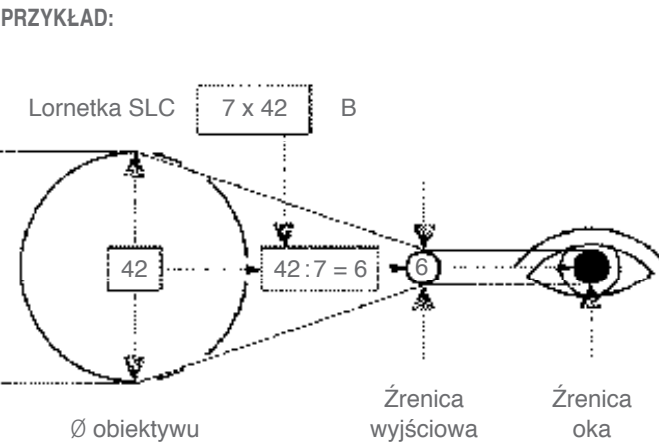


1.3 OKULAR I PRZYSŁONY
Okular na zasadzie lupy powiększa istniejący w płaszczyźnie obrazu zmniejszony obraz. Okulary lunet o wysokiej jakości odpowiadają pod względem konstrukcji wysokogatunkowym obiektywom fotograficznym.

Wewnątrz układu optycznego znajduje się szereg przysłon, służących jako „zdefiniowane otwory“. Działają one jak przysłona, regulująca ilość światła (przysłona aperturowa; jest jednocześnie oprawą obiektywu), i redukują padające światło albo ograniczają powstający w lunecie obraz do „części użytecznej“ (przysłona pola widzenia). Ta „część użyteczna“ w lunetach o wysokiej jakości zaprojektowana jest tak perfekcyjnie, że uzyskuje się obraz ostry na krawędziach przy dużym polu widzenia. Celowe zastosowanie przysłon wpływa więc pozytywnie na jakość obrazu.

1.4 ŻRENICA WYJŚCIOWA
W lunecie dochodzi do skupienia padającego światła obiektu, po czym opuszcza ono lunetę przez okular, kierując się do oka przez otwór o średnicy tzw. żrenicy wyjściowej. Średnicę tę oblicza się ze stosunku „średnicy obiektywu i powiększenia“.

Żrenica wyjściowa w lornetce widoczna jest podczas patrzenia w okular z odległości ok. 30 cm. Widoczny tam jasny krążek – to żrenica wyjściowa. Jej średnica osiąga w lornetkach do 8 mm, w lunetach celowniczych / lunetach obserwacyjnych – zależnie od powiększenia i średnicy obiektywu – jest znacznie mniejsza albo większa. Żrenica wyjściowa świadczy jednocześnie o ilości światła, przechodzącej przez lunetę. Jest więc ona między innymi wskaźnikiem sprawności zmierzchovej.



Poza tym lunet dotyczą następujące wskazówki jakościowe:

- Ⓐ Do zadań myśliwskich krążek ten musi być regularnie okrągły, jasny i mieć neutralną barwę.
- Ⓑ Przyciemniony, czworokątny, szary albo wręcz kolorowy krążek świadczy o zastosowaniu „taniach pryzmatów“, a tym samym o złym kontraście i przebarwieniu obrazu.



2. PARAMETRY OPTYCZNE

2.1 POWIĘKSZENIE

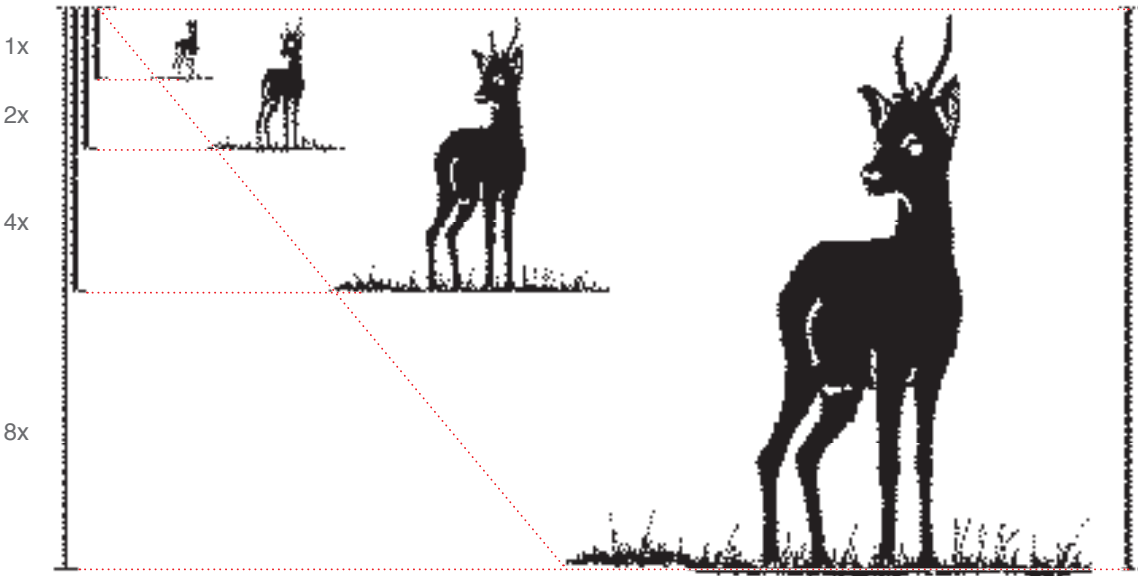
Ogólnie, jako najważniejszy parametr optyczny uznaje się powiększenie. Mówi ono o tym, ile razy bliżej wydaje się usytuowany dany obiekt. Na przykład stojący w odległości 100 m kozioł sarny, przez lornetkę o 10-krotnym powiększeniu wygląda jakby był obserwowany gołym okiem z odległości 10 m.

PRZYKŁAD:

Oddalony o 100 m kozioł sarny wygląda przy...

- ... 2-krotnym powiększeniu jakby się znajdował w odległości 50 m.
- ... 4-krotnym powiększeniu jakby się znajdował w odległości 25 m.
- ... 8-krotnym powiększeniu jakby się znajdował w odległości 12,5 m.

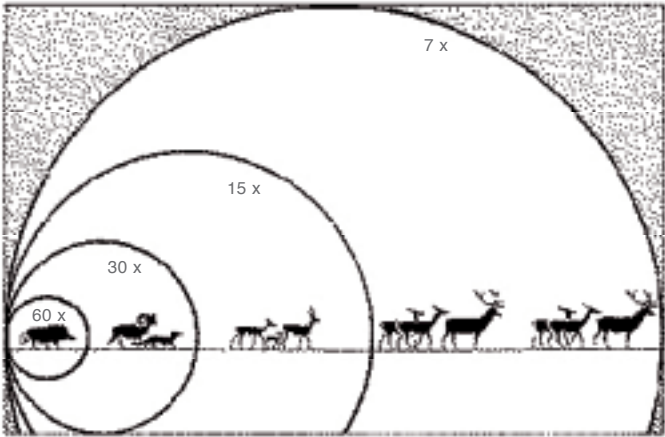
W przypadku lunet obserwacyjnych możliwe jest w wielu przypadkach uzyskanie za pomocą wymiennych okularów powiększeń stałych albo zmiennych. W lunetach celowniczych stosuje się najczęściej rozwiązania z powiększeniem zmiennym. Ze względu na różne rodzaje polowań, wybór właściwej lunety celowniczej wymaga fachowego doradztwa.



I. PODSTAWY KONSTRUKCJI LUNET

2.2 POLE WIDZENIA

Spoglądając przez nieruchomą lunetę, widzimy kołowy wycinek obrazu rzeczywistego. Wielkość tego wycinka nazywamy polem widzenia. W lornetkach i lunetach obserwacyjnych wielkość (średnicę) pola widzenia określa się w metrach dla odległości 1000 metrów, a więc m/1000 m. W lunetach celowniczych podaje się tę wielkość dla 100 m (m / 100 m). Alternatywą dla określania wielkości pola widzenia w metrach może być wartość wyrażona w stopniach (np. 6,6°). W przypadku lunet zawsze pożądane jest możliwie jak największe pole widzenia. Jednakże technicznie możliwa do uzyskania wielkość pola widzenia w ogromnym stopniu zależy od powiększenia. Im większe jest powiększenie, tym mniejsze jest pole widzenia! Dlatego wybór powiększenia zależy od zastosowania. W lunetach celowniczych stosowanych podczas polowań leśnych, szczególnie pędzonych, duże pole widzenia ma decydujące znaczenie, dlatego wtedy wybiera się małe powiększenie. Do polowań w górach, gdzie często strzela się z dużych odległości, konieczne jest większe powiększenie, pole widzenia ma znaczenie drugorzędne.



Zmiana pola widzenia w zależności od powiększenia

ŻRENICA WYJŚCIOWA

Im większa jest żrenica wyjściowa, tym większe jest natężenie światła. Teoretycznie, żrenica wyjściowa oraz żrenica oka nie tylko powinny się znajdować w jednej osi, lecz również mieć

jednakową średnicę. Praktycznie możliwe jest to tylko w ograniczonym stopniu, ponieważ żrenica oka nie tylko stale zmienia średnicę, lecz również stale przemieszcza się we wszystkich kierunkach. Ruchy te są nieuchronnie coraz wyraźniejsze wraz z czasem obserwacji.

2.3 SPRAWNOŚĆ ZMIERZCHOWA

Badania wykazały, że dla jednakowych żrenic wyjściowych sprawność zmierzchowa lunet wzrasta wraz z powiększeniem. Dlatego wprowadzono pojęcie współczynnika sprawności zmierzchowej, określanego wzorem:
$$\sqrt{\text{powiększenie} \times \text{średnica obiektywu w mm.}}$$

	Współczynniki sprawności zmierzchowej	Przykłady
Lornetki	13 do 21	7 x 42 = 17
Lunety obserwacyjne	41 do 71	60 x 85 = 71
Lunety celownicze	4 do 35	8 x 56 = 21

Typowe współczynniki sprawności zmierzchowej dla lornetek, lunet obserwacyjnych i lunet celowniczych

Stwierdzenie „im większy jest współczynnik sprawności zmierzchowej, tym lepsza przydatność o zmierzchu” jest jednak prawdziwe tylko wtedy, gdy żrenica wyjściowa jest większa albo co najmniej równa żrenicy oka. Jeżeli żrenica wyjściowa jest mniejsza, to światło dociera tylko do części żrenicy oka. Oko otrzymuje zbyt mało światła i obraz wydaje się ciemny. Dotyczy to w szczególności lunet obserwacyjnych. Ze względu na duże powiększenie i duże średnice obiektywów ich współczynniki sprawności zmierzchowej są szczególnie wysokie, jednakże ze względu na małą żrenicę wyjściową nie nadają się one w ogóle do użycia o zmierzchu. Dlatego współczynniki sprawności zmierzchowej nie mają w praktyce żadnego znaczenia dla myśliwego, są wręcz mylące. Ważniejsza jest możliwie duża średnica żrenicy wyjściowej.



I. PODSTAWY KONSTRUKCJI LUNET

3. JAKOŚĆ OBRAZU I PRODUKCJI

Dla lepszego zrozumienia świadomie zrezygnowano do tego miejsca ze wzmianki na temat jakości optycznej obrazu, uzyskiwanego z lunety, a więc na temat jakości obrazu. W lunecie najwyższej klasy zależy ona od tego, w jaki sposób producent wykorzysta zasady optyki, materiał i jego uszlachetnienie. Konstrukcja układów optycznych opiera się na prawach optyki i fizyki. Podczas produkcji lunet konieczne jest podjęcie ogromnych starań w zakresie konstrukcji i technologii, aby uzyskać optymalny wynik końcowy, spełniający wszystkie stawiane wymagania.

W związku z powyższym jakość lunety to:

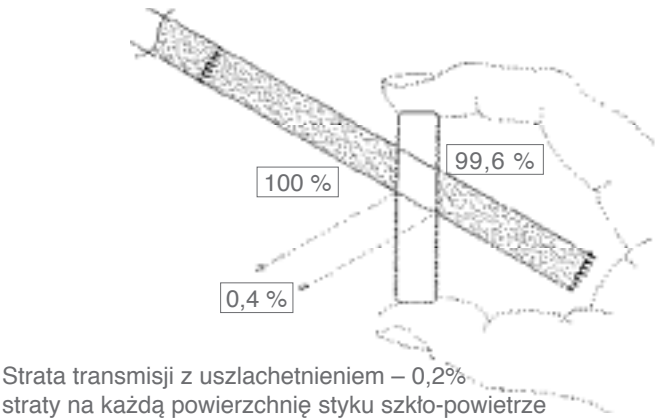
- Wysokiej jakości projekt układu optycznego
- Utrzymanie się w możliwie wąskich granicach tolerancji
- Doskonała obróbka
- Zastosowanie materiałów o wysokiej jakości
- Stała kontrola jakości
- Długi okres gwarancji, zobowiązujący do zachowania wysokiej jakości

Aby spełnić najwyższe wymagania jakościowe, tolerancje oraz etapy obróbki np. w zakresie optyki mieszczą się w granicach rzędu setnych części milimetra. O jakości obrazu decydują opisane poniżej szczegóły z zakresu optyki i mechaniki precyzyjnej.

3.1 KONTRAST I USZLACHETNIENIE

Jeżeli obserwator uzyskuje za pomocą lunety obraz ostry, z wyraźnym rozgraniczeniem przejść od partii jasnych do ciemnych, mówimy o obrazie o wysokim kontraście. Pod pojęciem kontrastu należy rozumieć stosunek luminancji do graniczących ze sobą powierzchni o różnej jasności. Obraz dobrej lornetki musi być nie tylko ostry, lecz również przyjemny, o klarownej strukturze. Obraz o małym kontraście sprawia na obserwatorze wrażenie matowego i bez wyrazu. Kontrast, z optycznego punktu widzenia, jest wynikiem dobrze wypolerowanych powierzchni szkła optycznych i ich dalszego ulepszania przez uszlachetnianie / nadawanie właściwości antyrefleksyjnych. Te ostatnie działają na zasadzie interferencji, za pomocą tzw. „cienkich warstw”. Aby to zrozumieć, musimy koniecznie omówić krótko podstawowe zasady optyki.

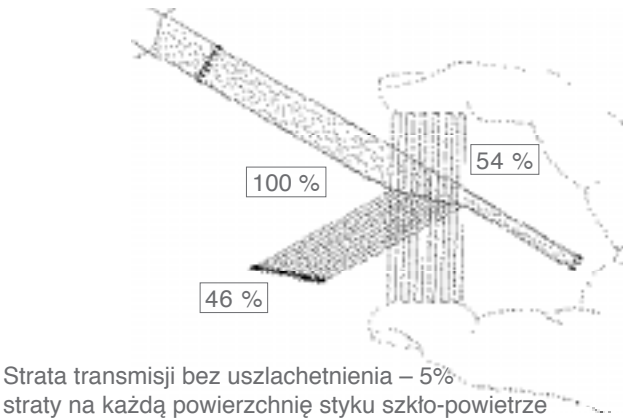
Strata transmisji na 2 powierzchniach styku szkło-powietrze z uszlachetnieniem



Promień światła odbija się od nieprzezroczystego medium, np. od lustra. W przypadku szkła dzieje się jednak inaczej: światło przenika przez szkło. Na każdej powierzchni styku szkła z powietrzem następuje odbicie ok. 5% padającego światła.

W miejscu, w którym promień światła opuszcza szkło, następuje kolejna strata 5% światła na skutek odbicia. Ta zredukowana ilość światła pada na następną soczewkę, gdzie znów następuje jej częściowe odbicie, zgodnie z powyższym opisem. W 6-soczewkowym, nieuszlachetnionym przyrządzie optycznym na 12 powierzchniach odbijających występuje strata światła (strata transmisji) rzędu 45%.

Strata transmisji na 12 powierzchniach styku szkło-powietrze bez uszlachetnienia



3.2 PRZEPUSZCZALNOŚĆ ŚWIATŁA ALBO TRANSMISJA

Przepuszczalność światła w lunecie jest wielkością względną. Należy zawsze rozpatrywać wydajność świetlną kompletnego układu optycznego od wejścia do wyjścia światła. Lunety najwyższej klasy osiągają przepuszczalność ok. 90%, większe przepuszczalności są prawie niewykonalne przy realnych nakładach produkcji. Jeśli reklamuje się lepsze wartości, to odnosi się to często tylko do jednej soczewki lub grupy soczewek albo też chodzi o porównanie układu pryzmatów porro z układem dachowym. Faktem jest, że układy porro, dzięki ich elementom optycznym, uzyskują nieco lepszą transmisję niż układy dachowe. W dobrych lornetkach z układem pryzmatów dachowych, dzięki niezwykle dużym nakładom pracy oraz zastosowaniu wysokiej jakości luster interferencyjnych (SWAROBRIGHT) przewaga ta zostaje skompensowana z nawiązką.

SWAROVSKI OPTIK stosuje układy pryzmatów dachowych Schmidta-Pechana, pozwalające zasadniczo na zmniejszenie długości konstrukcji. W porównaniu z układem porro, układ dachowy wymaga, ze względu na rodzaj odbicia światła, przeprowadzenia dodatkowych procesów technicznych. Na jednej z powierzchni pryzmatów konieczne jest lustrzenie, żeby odbicie światła nastąpiło w tym właśnie miejscu. Zależnie od producenta, stosuje się różne sposoby lustrzenia.

Rewolucyjne lustro interferencyjne SWAROBRIGHT odbija 99,5 % światła! Umożliwia ponadto celowe sterowanie barwami światła tak, aby uzyskać dokładnie zdefiniowane długości fal. Transmisję i wierność odzwierciedlenia barw zwiększono przez to do granic możliwości technicznych.

Naniesiona w tym celu „warstwa lustrzana“

- ma grubość tylko 0,002 mm (dla porównania: grubość włosa wynosi 0,07 mm)
 - składa się z ponad 30 (!) „cieniutkich warstw“, z których każda ma grubość od 10 do 130 milionowych części milimetra.
- Ten stosunek wielkości można obrazowo porównać do ułożenia kartki papieru (warstwy uszlachetniającej) na wielopiętrowym domu (soczewce).

W efekcie końcowym uszlachetnienie i lustrzenie układu optycznego świadczą o ogromnych nakładach poniesionych na produkcję i zastosowaniu absolutnie najlepszych technologii. Niech przykładem będzie ponownie lornetka SLC 7x42 B. W każdej jej połówce znajduje się:

- 14 powierzchni szkła uszlachetnionych za pomocą SWAROTOP albo SWARODUR
- 2 powierzchnie pryzmatów z warstwą fazową (warstwa P)
- 1 powierzchnia pryzmatu lustrzana za pomocą SWAROBRIGHT

Jeżeli liczby te pomnożyć przez nałożone w różny sposób na poszczególne soczewki/pryzmaty „cieniutkie warstwy“, okaże się, że pakiet warstw składa się z ponad 80 różnych warstw w każdej połówce lunety. Przy tak złożonym wykończeniu produkcja nisko- albo średniobudżetowa jest niemożliwa.

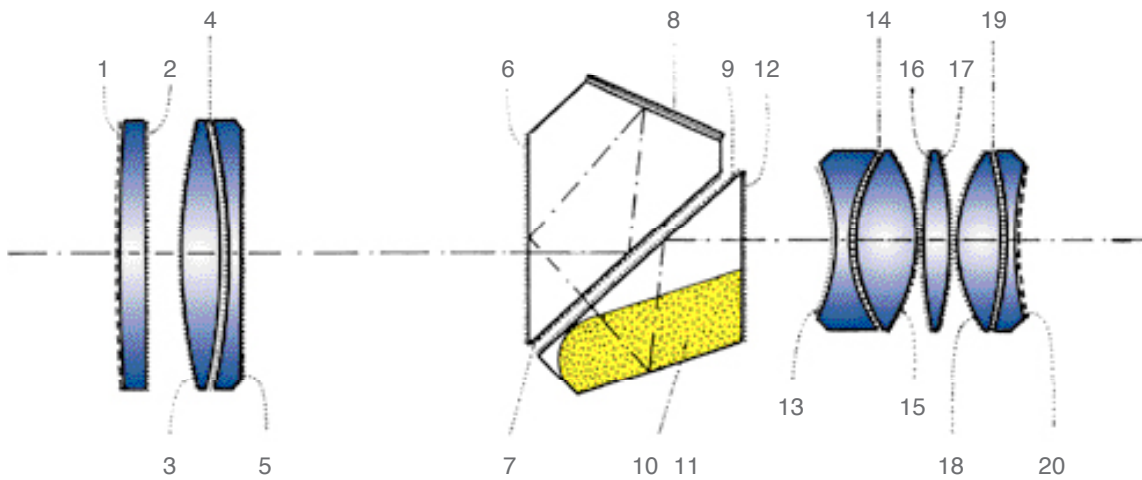
Porównanie uszlachetnienia SWAROBRIGHT z powszechnie stosowanym lustrem srebrnym





I. PODSTAWY KONSTRUKCJI LUNET

„Pakiet warstw“ w lornetce Habicht SLC 7x42 B



Nazwa	Numeracja na rysunku	Liczba warstw
SWARODUR	1 + 20 =	2 x 4 = 8
SWAROTOP	2 + 3 + 5 + 6 + 7 + 9 + 12 + 13 + 15 + 16 + 17 + 18 .. =	12 x 3 = 36
SWAROBRIGHT	8 =	1 x ca. 30 = 30
Powłoka fazowa	10 + 11 =	2 x 3 = 6
Warstwa kitu	4 + 14 +19 =	3 x 1 = 3
Nazwa	Numeracja na rysunku	Razem = 83

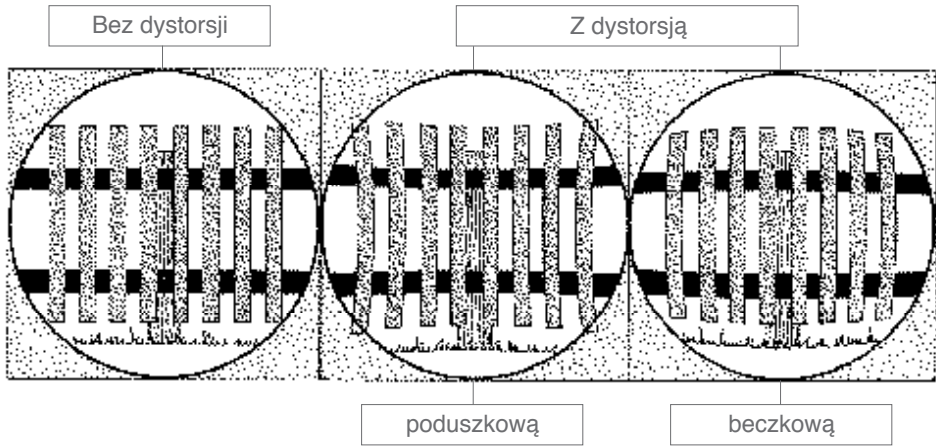
SWAROCLEAN

SWAROCLEAN jest powłoką, nakładaną na zewnętrzne powierzchnie soczewek, znacznie ułatwiającą czyszczenie soczewek obiektywu i okularu, przede wszystkim w przypadku kontaktu z zasuszonymi pozostałościami substancji mineralnych (plam po wodzie), środkami ochronnymi przeciw owadom oraz żywicą drzew. Dzięki polepszonej odporności na brud, aby uzyskać optymalną klarowność, soczewki te należy czyścić mniej intensywnie. Zwiększa to istotnie trwałość wyrobów optycznych.

3.3 DYSTORSJA

Podczas patrzenia przez lunetę, pośrodku obrazu, a więc tam, gdzie znajduje się punkt ostrego widzenia, obiekt taki, jak np. krzyż, wygląda zgodnie z rzeczywistością, czyli ma odpowiednie kąty oraz linie pionowe i poziome. Pośrodku obrazu powstaje odwzorowanie bez przerysowań. W przeciwieństwie do tego, kontur zewnętrzny obiektu np. prostokątnego nie ma linii prostych, lecz lekko skrzywione (w kształcie poduszki).

Taką, niewielką dystorsję zaplanowano celowo w konstrukcji lunety. Dzięki temu przy przesuwaniu lunety na boki, wywołany przez perspektywę efekt toczenia zostaje skorygowany. Powstały obraz pozostaje dla obserwatora płaski. W lunetach bez efektu dystorsji poduszkowej obraz wydaje się wypukły jak beczka.





4. SOLIDNOŚĆ I TRWAŁOŚĆ

Myślistwo w ekstremalnych warunkach jest wskaźnikiem obciążalności lunet. Są one pełnowartościowymi przyrządami myśliwskimi dopiero wtedy, gdy długo wytrzymują wszystkie, duże obciążenia mechaniczne. W tanich przyrządach optycznych w celu obniżania kosztów produkcji stosuje się pasowania obrotowe elementów mechanicznych o dużych luzach. To powoduje, że bez nadmiaru smaru poszczególne elementy mechaniczne „grzechoczą”.

„Lekkie” poruszanie się mechanizmu jest możliwe poprzez świadomie stosowanie intensywnego smarowania. Smary te tężeją w niskich temperaturach, w wysokich zaś nie stawiają niezbędnego oporu i topnieją, nie powracając do swoich pasowań. Z czasem jakiegokolwiek, przydatne w praktyce ustawienie staje się niemożliwe.



Wodoszczelne lornetki umożliwiają, oprócz stosowania podczas deszczu, także optymalne czyszczenie z brudu i kurzu pod strumieniem wody

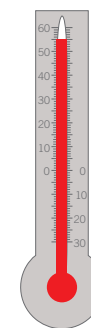
Niskotemperaturowe badanie porównawcze lunet celowniczych, wykonane w temperaturze -20°C , wykazało, że – z wyjątkiem wyrobów o wysokiej jakości – wszystkie lunety celownicze o niższej jakości wykazywały bardzo ograniczoną możliwość poruszania elementami regulacyjnymi. W takim przypadku lunetami tymi nie można bezpiecznie manipulować, co czyni je bezużytecznymi!

Lunet obserwacyjnych teleskopowych nie da się, ze względów technicznych, hermetycznie uszczelnić przed działaniem wilgoci, z powodu ruchu rozsuwającego i związanego z tym efektu ssania. Jednakże w tym wypadku pierścienie prowadzące muszą być na tyle precyzyjne, żeby mimo długiego roz- i zsuwania zachować prawidłowe centrowanie.

I. PODSTAWY KONSTRUKCJI LUNET

W lornetkach konieczne jest stabilne mechaniczne połączenie obu połówek, ponieważ miejsce to narażone jest na szczególnie duże obciążenia mechaniczne. Dlatego ważne jest wykonanie wysokogatunkowego mostka z metalu, gwarantującego stabilność mechaniczną na długie lata.

Obciążenia mechaniczne lunety celowniczej podczas strzelania są niezwykle duże, strzelcy podczas polowania rzadko je jednak tak mocno odczuwają z powodu skupienia uwagi na zwierzyźnie. Dlatego nieodzowne jest nadzwyczaj kosztowne i odporne na wstrząsy ułożyskowanie elementów optycznych w obudowie lunety celowniczej. Wszystkie soczewki są przykręcone i ułożone na specjalnie ukształtowanych powierzchniach tak, aby podczas strzału nie nastąpiło wytłamanie szkła przez ostre krawędzie itp.



Temperatura działania wysokiej jakości lornetek mieści się w zakresie -25°C do $+55^{\circ}\text{C}$

4.1 ELEMENTY OBSŁUGI

Niezakłócone działanie elementów regulacyjnych w lunetach jest niezbędne w czasie eksploatacji w ekstremalnych warunkach, w szczególności w niskich i wysokich temperaturach.

Ustawieniu podlegają ...

- | | |
|---------------------------------|---|
| w lornetkach: | rozstaw oczu, ostrość, kompensacja dioptrii |
| w lunetach: | rozciąganie i zsuwanie, ostrość, powiększenie w okularach o zmiennej ogniskowej |
| w lunetach celowniczych: | nastawienie krzyża „na kliki”, kompensację dioptrii, powiększenie w wersjach ze zmienną ogniskową, ew. odległość/wyrównanie paralaksy |

Wszystkie elementy regulacyjne muszą przesuwać się płynnie przy niewielkim nakładzie siły. Elementy regulacyjne nie mogą ani sprężynować, ani też powodować „ruchu jałowego”. Opisane działanie elementów regulacyjnych nie może się pogarszać w zakresie temperatur między $+55^{\circ}\text{C}$ a -20°C w przypadku lunet i lunet celowniczych, a w przypadku lornetek do -25°C (temperatura robocza). Aby zapewnić spełnienie tych wymagań, konieczne jest zastosowanie wysokogatunkowych smarów, nietwardniejących, niewypływających ani też nieulegających zżyczeniu w zakresie temperatur od -25°C do $+85^{\circ}\text{C}$ (temperatura składowania). W różnych podzespołach lunet stosuje się do 10 (!) różnych smarów, zgodnie ze szczegółowym planem smarowania. Wysokogatunkowe smary zapewniają długoletnią, nienaganną pracę również bez dosmarowywania.



1. LORNETKI

Lornetka jest niezbędnym sprzętem optycznym w rękach myśliwego, bez którego nie może on prawidłowo wykonywać swoich zadań w dzisiejszych warunkach w obwodach łowieckich. Szczególnie wysokie wymagania co do jakości obrazu stawia się lornetkom w przypadku polowań o zmiernych oraz nocnych, np. na zwierzęcą ciemną czy podczas polowań w górach, gdzie strzela się na duże odległości. Aby w sposób pewny i bezbłędny zlokalizować w tych warunkach zwierzę, potrzeba lornetki wysokiej

jakości, o wspaniałej jakości obrazu, na której można polegać w każdym warunkach. W przeciwnym razie, na skutek złej jakości optycznej sprzętu, dojść może do błędnego strzału. Charakterystyka lornetki jest prosta: 8x56 oznacza 8-krotne powiększenie i średnicę obiektywu równą 56 mm. „B” oznacza wykonanie przeznaczone dla osób noszących okulary, a „W” lornetkę szeroką.

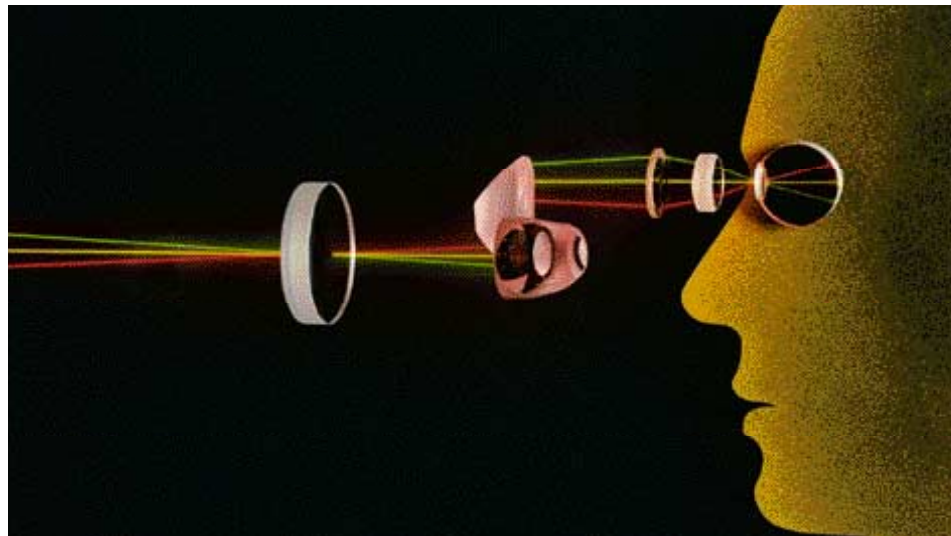
1.1 BUDOWA I PARAMETRY OPTYCZNE

Lornetki składają się z dwóch pojedynczych połówek (lunet binokularowych), połączonych ze sobą mechanicznie, co umożliwia widzenie przestrzenne. Każda połówka lornetki stanowi sama w sobie układ optyczny. Zawierają one skierowany w stronę celu obiektyw, układ odwracający oraz skierowany w stronę oka okular.

Układy pryzmatów porro można rozpoznać po uwarunkowanej konstrukcyjnie, większej szerokości. Ich przepuszczalność światła jest wysoka, co nie stanowi jednakże cechy jakościowej. W nowoczesnych konstrukcjach lornetek używa się układów pryzmatów dachowych, które jednak są dużo bardziej kosztowne

w produkcji. Układy pryzmatów dachowych umożliwiają generalnie bardziej smukłą konstrukcję.

Dziedziny zastosowań w łowiectwie są na tyle różne, że poszczególne lornetki, pod względem optyki, wielkości i masy nie zawsze będą w sposób optymalny spełniać dane wymagania. Zasadniczo obowiązuje reguła: polowanie wymagające dużo ruchu, wymaga odpowiednio lekkiej lornetki. W przeciwieństwie do tego, w polowaniu z zaskoki masa lornetki nie jest czynnikiem decydującym. Jednakże wybór odpowiedniej lornetki oznacza często kompromis, którego należy być świadomym w momencie zakupu. Decyduje główny rodzaj polowania!



Na poniższej ilustracji przedstawiono rzeczywisty przebieg promieni światła (promieni głównych) na obrazie rzeczywistym, z układem pryzmatów porro.

II. PRZYRZĄDY OPTYCZNE OBSERWACYJNE I CELOWNICZE

1.2 LORNETKI DO ZASTOSOWANIA O ZMIERNICH / NOCĄ

W tego typu lornetkach źrenica wyjściowa musi być co najmniej tak duża, jak źrenica oka, dzięki czemu do oka może się dostać jak najwięcej światła. Należy jednak wybierać jak największą średnicę źrenicy wyjściowej tak, aby oko mogło obserwować bez napięcia również w niedogodnych warunkach oświetleniowych. Do tego rodzaju myślistwa nadają się szczególnie dobrze wszelkie lornetki o średnicy obiektywu co najmniej 42 mm i 7-krotnym lub wyższym powiększeniu. Klasycznym przykładem jest lornetka 8x56, przy czym, wraz z wiekiem, dobrym rozwiązaniem okazuje się bardzo jasna lornetka 8x50 albo 7x42.

1.3 LORNETKI UNIERSALNEGO ZASTOSOWANIA

Są to wszystkie lornetki, które z racji swojej wielkości, masy, ale także parametrów optycznych nadają się do stosowania we wszystkich typowych dla myślistwa warunkach. Decyduje indywidualne spektrum zastosowań. Do myślistwa górskiego zaleca się lornetkę o powiększeniu 10-krotnym, do zastosowań na co dzień – lornetki o 7- do 8-krotnym powiększeniu. Powiększenia większe niż 10-krotne można – zgodnie z doświadczeniem – stosować bez statywu tylko w ograniczonym zakresie. Powodem jest naturalne drżenie rąk, wzmacnione wielkością powiększenia.

1.4 OBSŁUGA

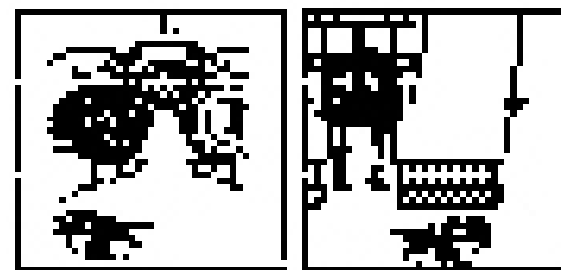
KOMPENSACJA DIOPTRII

Aby uzyskać jak najlepszy obraz, należy dostosować lornetkę do obu oczu.

Różną sprawność lewego i prawego oka można skompensować za pomocą regulacji dioptrii.

Kompensacja dioptrii na przykładzie lornetki EL:

1. Spojrzeć lewym okiem przez lewy okular i ustawić za pomocą pokrętła regulacji ostrości ostrość obrazu wybranego obiektu.
2. Wyciągnąć pokrętło regulacji ostrości.
3. Spojrzeć prawym okiem przez prawy okular na ten sam obiekt i ustawić optymalną ostrość obrazu za pomocą pokrętła regulacji ostrości.
4. Następnie z powrotem wcisnąć pokrętło.



ZASTOSOWANIE DLA OSÓB NOSZĄCYCH OKULARY

W lornetkach SWAROVSKI OPTIK serii SLC i EL muszle oczne można odkręcić i wymienić na inne lub specjalne muszle, zabezpieczające przed wpadaniem światła bocznego. Odkręcane muszle oczne są zaletą, jeśli chodzi o czyszczenie, ze względu na wodoszczelną konstrukcję okularu.

Splukanie brudu pod bieżącą wodą nie stanowi problemu. Do używania lornetki bez okularów muszle należy wykręcić do oporu, dzięki czemu można ustawić optymalną odległość między źrenicą wyjściową a źrenicą oka. Osoby, używające okularów, muszą wkręcić muszle do oporu.



Pełne pole widzenia z i bez okularów

II. PRZYRZĄDY OPTYCZNE OBSERWACYJNE I CELOWNICZE

2. LUNETY OBSERWACYJNE

Lunety w rękach myśliwych są skutecznymi przyrządami optycznymi, służącymi do zlokalizowania zwierzyny z dużych odległości, oraz rozpoznawania szczegółów. Przy 30-krotnym powiększeniu niejedna koza przeistacza się w rogacza! Nawet jeśli lunety, z racji wysokiej rachunkowo wydajności zmierzchowej, wydają się teoretycznie najlepsze do obserwacji w nocy, są one w tym wypadku bezużyteczne.

Średnica źrenicy wyjściowej w spektywach jest bowiem znacznie mniejsza i wynosi np. przy 60-krotnym powiększeniu tylko 1,7 mm. Przepuszczalność światła jest więc odpowiednio mniejsza. Poza tym, orientacja w ciemności jest prawie niemożliwa.

Często możliwa jest wymiana okularów na inne, o innym powiększeniu. Szczególnie popularne są lunety ze zmiennym powiększeniem, ponieważ nadają się lepiej do orientacji z wykorzystaniem najmniejszego z możliwych powiększenia, a następnie do obserwacji szczegółów w dużym powiększeniu.

Nowoczesne lunety o dobrych parametrach umożliwiają myśliwym również fotografowanie. Za pomocą dobrego sprzętu fotograficznego, jak adapter do aparatów cyfrowych DCA, podstawa do aparatów cyfrowych DCB i TeleLensSystem (TLS), można łączyć z lunetami prawie wszystkie, dostępne aparaty kompaktowe i lustrzanki, zarówno analogowe, jak i cyfrowe.



3. LUNETY CELOWNICZE

Lunety celownicze stanowią standardowe wyposażenie broni myśliwskiej. Umożliwiają one precyzyjne strzelanie z typowych dla polowań odległości. Wbudowany do lunety celowniczej drobny krzyż celowniczy zastępuje muszkę i szczerbinę oraz umożliwia, w połączeniu z powiększeniem, kontrolowane oddanie strzału. Pod pojęciem **krzyża celowniczego** należy rozumieć różnego rodzaju siatki celownicze w lunetach celowniczych, umożliwiające e oku jednocześnie, ostre widzenie celu i krzyża.



Spotyka się lunety celownicze o powiększeniu stałym bądź zmiennym.

Modele o zmiennym powiększeniu mają większy zakres zastosowania. Tak więc, pewne lunety celownicze nadają się zarówno do stosowania o zmierzchu, jak i do szybkiego strzelania podczas polowania pędzonego, czy też do precyzyjnego strzelania z dużej odległości. Lunety celownicze nie mogą jednak czynić rzeczy niemożliwych, szczególnie zaś zamieniać nocy w dzień. Tak więc, duże powiększenie, np. lunety 2-12x50 można najlepiej wykorzystać podczas polowań w dzień, w nocy jednak obraz w lunetach celowniczych o powiększeniu ponad 8-krotnym jest zbyt ciemny. W przypadku większych powiększeń źrenica wyjściowa jest bowiem mniejsza, co redukuje ilość światła wpadającego do oka. Możliwie duże powiększenie nie jest podczas celowania żadnym panaceum, ponieważ pole widzenia podczas obserwacji staje się znacznie mniejsze. Przy 12-krotnym powiększeniu jego wielkość wynosi tylko ok. 3,5 m na 100 m.



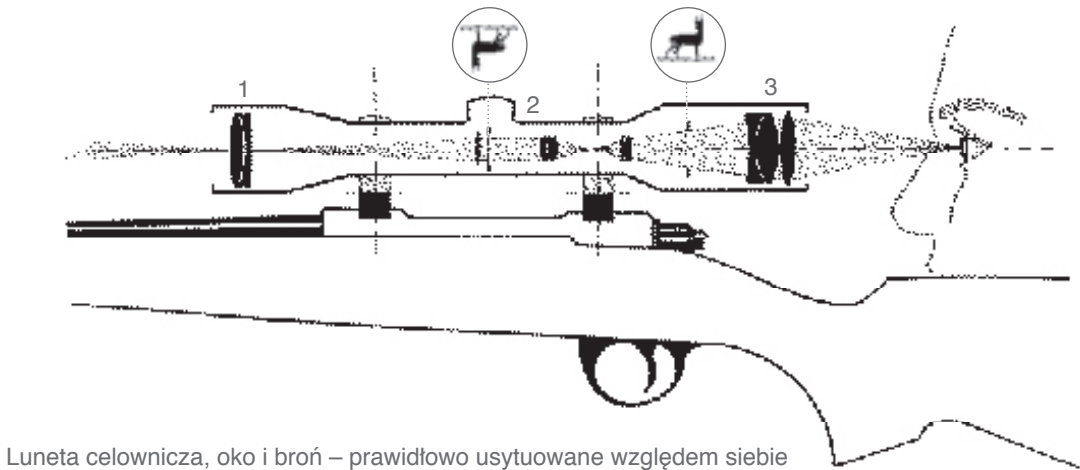
II. PRZYRZĄDY OPTYCZNE OBSERWACYJNE I CELOWNICZE

3.1 BUDOWA

Podstawowe elementy optyczne lunety celowniczej to soczewki obiektywu (1), system odwracający (2) z soczewkami odwracającymi (w przeciwieństwie do lornetek gdzie stosowane są pryzmaty) oraz soczewki okularu (3). W związku z budową układu optycznego (upicie soczewek odwracających) w lunecie celowniczej wyróżnia się dwa płaszczyzny obrazu (płaszczyzny) obrazu (plany na których pojawia się rzeczywisty obraz). Za soczewkami obiektywu obraz jest odwrócony i przenoszony osiowo na pierwszy plan (plan soczewek obiektywu).

Pod względem optycznym układ odwracający ma następujące zadania:

- Wyprostowanie obrazu
- Sterowanie zmiennym powiększeniem w lunetach o zmiennym powiększeniu
- Pozycjonowanie krzyża celowniczego względem broni
- Przemieszczenie źrenicy wyjściowej o 8–9 cm na zewnątrz.



Luneta celownicza, oko i broń – prawidłowo usytuowane względem siebie

3.2 KRZYŻE CELOWNICZE W LUNETACH CELOWNICZYCH

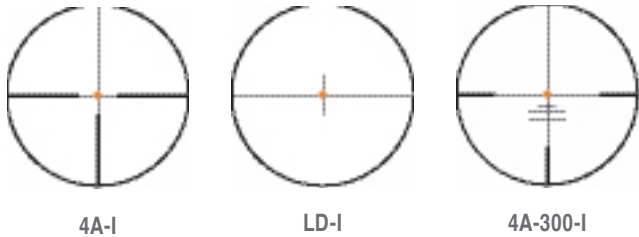
Pod pojęciem krzyża celowniczego myśliwy rozumie maskę siatki celowniczej w lunecie. Są różne formy krzyży, takie jak krzyże nitkowe, groty, punkty, okręgi albo ich kombinacje.

Krzyże celownicze są zasadniczo dostępne w dwóch wersjach:

1. bez podświetlenia
2. z podświetleniem

Do podświetlenia krzyża służy zainstalowana dioda, świecąca na określone części krzyża. Przy czym podświetlane mogą być zarówno części poziome, jak i pionowe. Niepodświetlane lunety celownicze od pewnych wersji można doposażyć w podświetlenie.

Bez włączonego podświetlenia, w lunetach celowniczych SWAROVSKI OPTIK pozostaje dotychczasowy krzyż dzienny, co pozwala na używanie go w stanie niepodświetlonym (np. w przypadku wyładowania się baterii).



4A-I

LD-I

4A-300-I

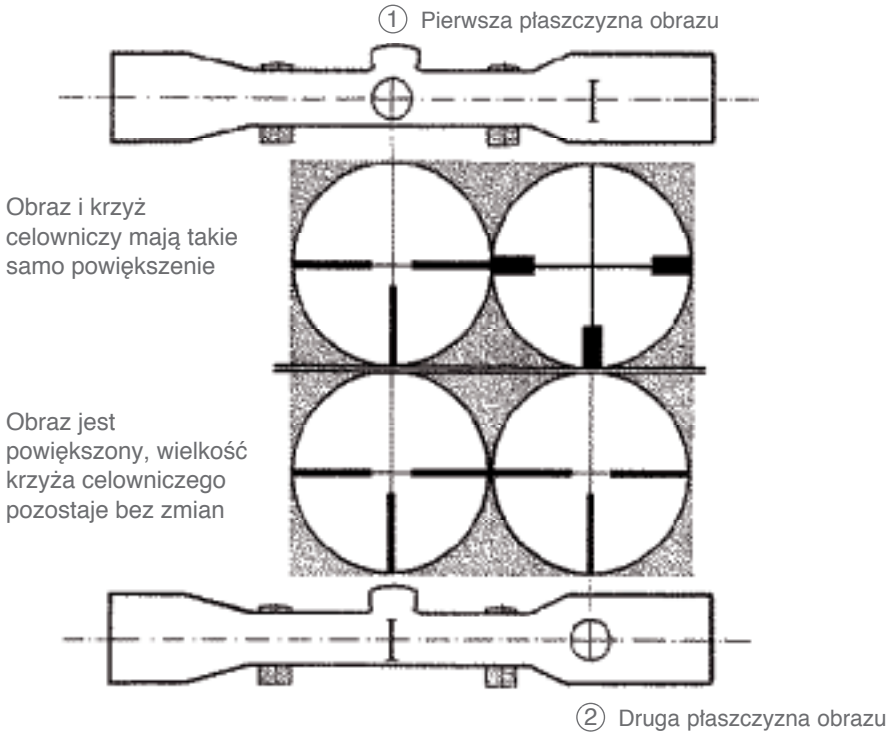
3.3 POWIĘKSZENIA STAŁE I ZMIENNE

Jeśli chodzi o wykorzystanie krzyża celowniczego, znaczące jest rozróżnienie na lunety o stałym i zmiennym powiększeniu.

W lunetach o stałym powiększeniu nie można zmienić wartości powiększenia. Można to jednak z powodzeniem wykonać w lunetach o powiększeniu zmiennym. Myśliwy może przy tym zmieniać powiększenie płynnie w określonym zakresie.

W lunetach celowniczych krzyż może się znajdować zarówno w pierwszej płaszczyźnie (1) (płaszczyzna obrazu obiektywu), jak i w drugiej płaszczyźnie obrazu (2) (płaszczyzna okularu). Jeżeli krzyż znajduje się w pierwszej płaszczyźnie, następuje jego powiększenie wraz ze zwiększaniem powiększenia, tj. krzyż rośnie razem z powiększonym obrazem.

Powiększany wraz z obrazem krzyż może – w przypadku większych powiększeń – zastąpić w pewnych okolicznościach zbyt dużą część celu. Jako rozwiązanie alternatywne oferuje się lunety celownicze z krzyżem w drugiej płaszczyźnie obrazu. Dzięki temu rozwiązaniu następuje powiększenie obrazu, ale nie krzyża, tj. przy zmianie powiększenia wielkość krzyża nie zmienia się!



Obraz i krzyż celowniczy mają takie samo powiększenie

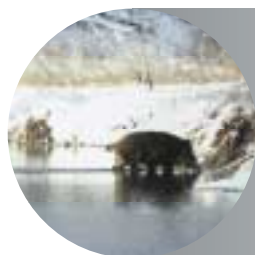
Obraz jest powiększony, wielkość krzyża celowniczego pozostaje bez zmian

② Druga płaszczyzna obrazu

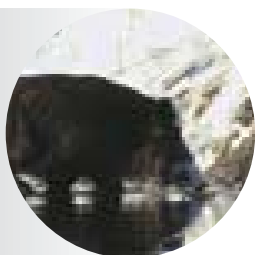


3.4 WSPÓŁCZYNNIK ZOOM

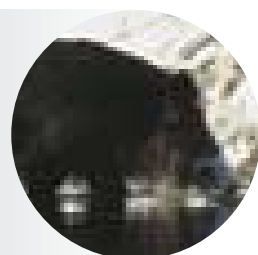
Zoom – to zmienny zakres powiększenia urządzeń optycznych. Im większy współczynnik zoom, tym większy jest ten zakres. Najmniejsze powiększenie charakteryzuje się szerokim polem widzenia, natomiast maksymalne powiększenie pozwala na wierne odzwierciedlenie szczegółów obiektu. Większość lunet celowniczych o zmiennym powiększeniu charakteryzuje się współczynnikiem zoom 3 albo 4. Lunety celownicze Z6 z 6-krotnym zoomem pozwalają na maksymalne wykorzystanie obydwu tych cech jednocześnie: maksymalnie szerokiego pola widzenia i maksymalnego powiększenia detalu.



4-KROTNY ZOOM



6-KROTNY ZOOM



LEPSZA ORIENTACJA

WIĘCEJ SZCZEGÓŁÓW

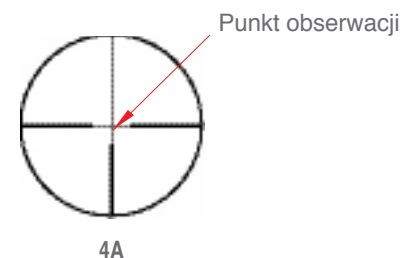
małe powiększenie

duże powiększenie

II. PRZYRZĄDY OPTYCZNE OBSERWACYJNE I CELOWNICZE

3.5 REGULACJA KRZYŻY CELOWNICZYCH

Aby trafić w punkt celowania, szczerbina i muszka w przyrządach celowniczych typu otwartego muszą pokrywać się z tym punktem (punktem na obserwowanym obiekcie). W lunetach celowniczych szczerbina i muszka, mówiąc obrazowo, skupione są w jednym punkcie krzyża, punkcie obserwacji.

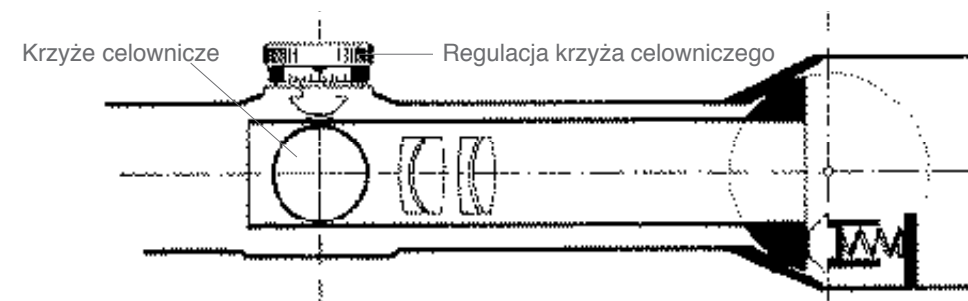


Podczas celowania za pomocą lunety celowniczej myśliwy musi doprowadzić do pokrycia się tylko dwóch punktów – obserwacji i celowania. Krzyż nie może się przesunąć na skutek oddziaływań czynników zewnętrznych, np. odrzutu, ponieważ powoduje to niekontrolowane przesunięcie punktu trafienia przestrzelanej broni.

Jednak do przestrzelania broni krzyż musi być we wnętrzu lunety ruchomy i posiadać możliwość regulacji. Regulacja krzyża celowniczego pokrętkami przy lunecie celowniczej odbywa się za pomocą mechanizmu zapadkowego – „na klik”. Każde kliknięcie zmienia położenie punktu trafienia z odległości 100 m np. o 1 cm. Zapadkowy mechanizm regulacyjny może mieć, w zależności od producenta, różną konstrukcję. Występujące przy tym przemieszczenia krzyża celowniczego w układzie odwracającym mają wielkość rzędu setnych części mm.

Jeżeli pominiemy czas trwania oddziaływania przyspieszenia, to przyspieszenie przy strzelaniu pociskami .460 Weatherby Magnum można przedstawić następująco: broń, łącznie z lunetą celowniczą, przyspiesza ok. 770x szybciej od samochodu Formuły 1.

W praktyce oznacza to, mówiąc obrazowo, że powstający odrzut odpowiada w przybliżeniu uderzeniu kuli stalowej o średnicy 10 cm, o masie 4,5 kg, spadającej z wysokości 2,5 m na ziemię.



Elementy sprężyste i precyzyjny przegub kulisty do ułożyskowania krzyża celowniczego ew. układu odwracającego bez luzów.

Ułożyskowanie układu odwracającego ew. krzyża celowniczego w lunetach celowniczych firmy SWAROVSKI OPTIK

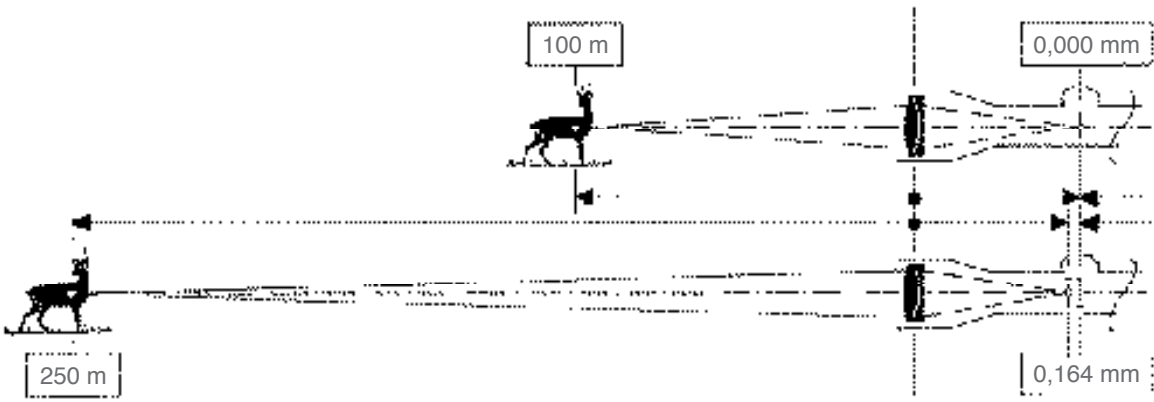


III. SZCZEGÓLNE WŁAŚCIWOŚCI, WAŻNE DLA MYŚLIWEGO

1. PARALAKSA

Paralaksą nazywa się błąd celowania, powstający podczas strzelania na dużą lub małą odległość przy nieosiowym patrzeniu przez lunetę. Dochodzi przy tym do przesunięcia celu i krzyża celowniczego. Paralaksa występuje tylko w przypadku ustawienia oka poza oś optyczną, np. podczas skośnego patrzenia w okular. Z małymi wyjątkami broń myśliwską przestreliwuje się dziś na odległość 100 m. Producenci lunet celowniczych przyjmują również tę odległość i nastawiają lunety fabrycznie w taki sposób, żeby dla danej odległości podstawowej obraz obiektu znajdował się dokładnie w płaszczyźnie krzyża celowniczego. Dla tej odległości obraz obiektu oraz krzyż zawsze się pokrywają, również wtedy, gdy strzelec patrzy przez lunetę skośnie względem osi optycznej. W takim przypadku luneta celownicza jest ustawiona na odległość 100 m bez paralaksy.

Dla odległości większych albo mniejszych od odległości bez paralaksy obraz obiektu w lunecie celowniczej znajduje się kilka setnych części milimetra przed albo za krzyżem. Dopóki strzelec patrzy przez lunetę nadal dokładnie prosto, prawidłowe położenie punktu trafienia pozostaje zachowane. Jeżeli jednak strzelec celuje przez lunetę „skośnie“, punkt celowania wydaje się nieznacznie przesunięty względem krzyża. Dla celów oddalonych o 250 m obraz obiektu przesuwa się w ten sposób o 0,164 mm od krzyża (patrz rysunek poniżej). Odpowiada to w przybliżeniu grubości dwóch kartek z zeszytu i powoduje błąd wskazania (błąd paralaksy) 3,7 cm przy odległości celu wynoszącej 250 m.



Odpowiada to w przybliżeniu normalnemu rozrzutowi broni myśliwskiej dla odległości 100 m. Jeżeli rozpatrzmy obniżenie toru pocisku w odległości 250 m, wyniesie ono w przypadku naboju 7x64 ok. 25 cm. Z danych tych można wywnioskować, że przy strzelaniu na dużą odległość, dokładne określenie odległości celu jest o wiele ważniejsze, dla skompensowania odchylenia, uwarunkowanego torem pocisku. Poza tym, przy tak dużych odległościach nakłada się na siebie wiele czynników, powodujących błędny strzał, takich jak:

- rozrzut broni i amunicji
- boczny wiatr
- rozrzut ze strony strzelca
- nieprawidłowe określenie odległości
- paralaksa, spowodowana błędem popełnionym przez strzelca

Zasadniczo wyróżnia się cztery typy połączeń:

- montaż wahliwy
- montaż wsuwany/rozkładany
- montaż specyficzny dla producenta
- montaż jednohakowy Suhler

Dobry montaż lunety celowniczej zapewnia również długotrwałą wytrzymałość na niezwykle silne obciążenia od strzałów, bez pogorszenia celności. Kto tutaj oszczędza na jakości – co dla laików jest ledwo zauważalne – oszukuje sam siebie. Montaż lunety celowniczej jest kwestią zaufania. Złe właściwości strzeleckie broni myśliwskiej można w bardzo wielu przypadkach przypisać marnie wykonanym przez rzemieślników montażom.



2. CZYSZCZENIE PRZYRZĄDÓW OPTYCZNYCH

Suchy kurz usuwa się najlepiej za pomocą małego pędzla z włosia, ponieważ tylko w ten sposób można usunąć ziarenka kurzu z soczewki bez jej dociskania. Silnie zakurzone soczewki dobrych lunet celowniczych wytrzymują ostrożne zmywanie delikatnym strumieniem bieżącej wody. Końcowego czyszczenia powierzchni soczewek dokonuje się czystą ściereczką. Do czyszczenia soczewek najlepiej nadaje się aceton, ponieważ nie zawiera on dodatków chemicznych i wyparowuje, nie pozostawiając żadnych śladów. Płyn do mycia okien nie nadaje się, ponieważ zostawia ślady. Uwaga: Pod żadnym pozorem nie wolno „polerować” suchych soczewek!!! Przeważnie wystarczy chuchnięcie na soczewki i lekkie ich wytarcie za pomocą ściereczki do czyszczenia szkła optycznych.

Generalnie „polerowanie” albo wycieranie soczewek palcami czy używanymi chusteczkami do nosa jest dla powierzchni soczewek „zabójcze”. Niewidoczny kurz zostaje przy tym rozarty na powierzchni soczewki i pozostawia początkowo niewidoczne zadrapania, zwiększające się wraz z dalszym polerowaniem i wyraźnie pogarszające jakość obrazu. Twardego, krystalicznego kurzu nie wytrzymają nawet najodporniejsze powłoki uszlachetniające soczewek. Wbrew obiegowej opinii, zadrapań na soczewkach nie da się „wypolerować”.

Uwaga: Nigdy nie wolno wycierać powierzchni soczewek bez uprzedniego usunięcia kurzu!!!

Właściwości nieprawidłowo konserwowanych i czyszczonych powierzchni soczewek można wykazać na poniższym, zaczerpniętym z życia przykładzie lornetki. Niektórzy myśliwi odsyłają swoje lunety firmy Swarovski do naprawy w zakładzie wytwórcy. Zgodnie z myśliwską praktyką, przyrządy są najczęściej dość mocno zanieczyszczone lub wykazują normalne ślady użytkowania. Po czyszczeniu stwierdzono następujące, zmierzalne różnice:

	W stanie tuż po dostawie	Po czyszczeniu
Transmisja	77 %	86 %
Udział światła fałszywego	6 %	1 %

6% udział światła fałszywego zmniejsza kontrast o ok. 12%. Tak zmniejszona transmisja i zwiększony udział światła fałszywego obniżają w sposób widoczny jakość obrazu!

Przyrząd optyczny odpowiedzialnego myśliwego musi wykazywać najwyższą jakość, zwłaszcza że codziennie narażany jest na szczególne obciążenia. Kto w tej dziedzinie dokonuje tanich zakupów albo zadowala się średnią jakością – która też nie jest tania – działa krótkowzrocznie. Dlatego zakupu lunet należy dokonywać, mając to zawsze na uwadze. Myśliwy musi wymagać najlepszej jakości obrazu dla bezbłędnego zlokalizowania zwierzyny, a także wytrzymałości mechanicznej, tak aby przyrząd nie stał się bezużyteczny, również podczas eksploatacji w ciężkich warunkach. Wymaganiom tym może sprostać tylko precyzyjnie wykonane urządzenie, które – rzecz jasna – ma swoją cenę. W zamian za to nabywca uzyskuje jednak produkt najwyższej klasy o trwałej wartości i z długim okresem gwarancji. Kto więc, wybierając przyrządy optyczne, oszczędza w źle pojęty sposób, na dłuższą metę traci na tym, a dodatkowo przysparza sobie kłopotów z powodu niskiej jakości.





SWAROVSKI OPTIK KG
6067 Absam
Austria
Tel. +43/52 23/511-0
Fax +43/52 23/41 860
info@swarovskioptik.at
WWW.SWAROVSKIOPTIK.COM

PL 10/2008