

## Projekt rozmieszczenia elementów optycznych

Autor tekstu: **Marcin Klapczyński**

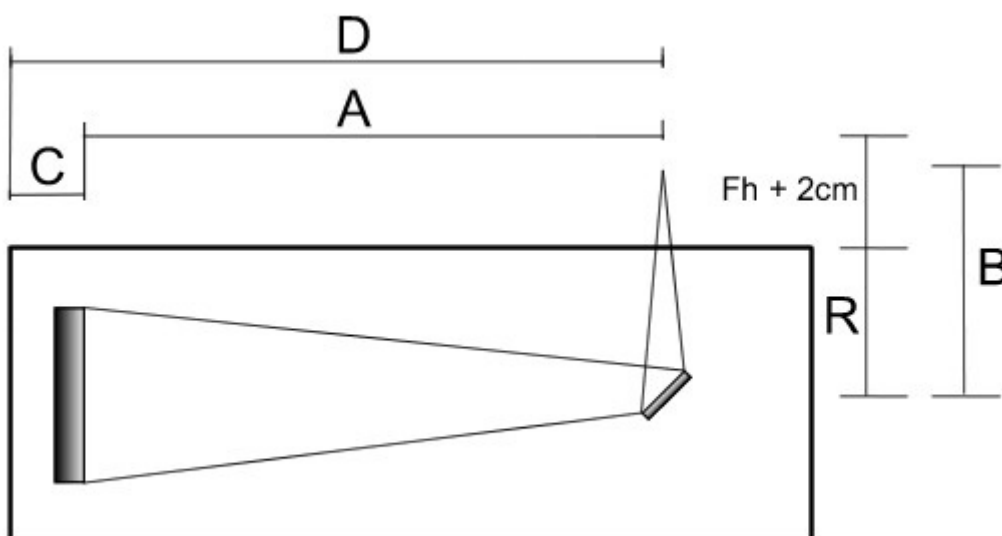
**P**o zakupieniu podstawowych elementów opisanych w poprzednim artykule, pozostaje nam do wykonania pięć podstawowych elementów naszego teleskopu:

1. **Tubus** – w którym umieszczone będą wszystkie elementy
2. **Pająk** - rusztowanie dla zwierciadła wtórnego
3. **Cela** - montaż zwierciadła głównego
4. **Wyciąg okularowy** - który posłuży do korekcji ostrości obrazu
5. **Statyw Dobsona** - na którym będzie obracać się tubus

Zanim jednak zabierzemy się za budowanie czegokolwiek, należy wykonać plany rozmieszczenia elementów optycznych w tubusie. Do tego celu można wybrać dwa programy *freeware*:

- [NEWT for Windows](#) - najbardziej rozbudowany i użyteczny program *freeware* do projektowania teleskopu.
- [Newtonian Telescope Design Planner](#) - aplikacja *web*, oprócz planów tubusu posiada kalkulatory dotyczące zwierciadła wtórnego i okularów.

Najważniejsze w całym układzie jest odpowiednie wycięcie w tubusie otworu na wyciąg okularowy oraz adekwatne umieszczenie pająka i celi. Do projektu wystarczy formuła poniżej, powyższych programów należy użyć w celu dodatkowej weryfikacji.



Rycina 73. Wymiary niezbędne podczas planowania rozmieszczenia zwierciadeł i wyciągu w teleskopie. (Na podstawie Cash-Le Pennec **[1]**). Patrz wyjaśnienia poniżej.

$A + B =$  długość ogniskowej,

$C =$  odległość od końca tubusu do powierzchni odblaskowej zwierciadła głównego, zależy od rozmiarów celi i grubości zwierciadła,

$D =$  odległość od końca tubusu do środka otworu na wyciąg okularowy,

$R =$  promień tubusu,

$Fh + 2 \text{ cm} =$  wysokość wsuniętego wyciągu okularowego plus 2 cm tolerancji (różne okulary, różne oczy obserwatorów).

Założmy, że długość ogniskowej wynosi  $A + B = 1200 \text{ mm}$ , wysokość wyciągu okularowego  $Fh + 2 \text{ cm} = 40 \text{ mm} (+20 \text{ mm})$ , promień tubusu  $R = 128 \text{ mm}$ , a odległość od końca tubusu do powierzchni odblaskowej zwierciadła głównego  $C = 100 \text{ mm}$ . Należy użyć następującego wzoru:

$$A = (A+B) - [R + (Fh + 2\text{cm})]$$

Czyli w tym przypadku:

$$A = 1200 - [128 + (40 + 20)] = 1012 \text{ mm}$$

Aby uzyskać odległość **od końca tubusu do środka otworu na wyciąg okularowy**:

$$D = A + C$$

$$D = 1012 + 100 = 1112 \text{ mm}$$

Należy kilka razy przeliczyć tę wartość, aby nie wyciąć otworu w złym miejscu, warto również zachować wycięty krążek. Aby upewnić się, czy projekt nie ma żadnych negatywnych skutków na działanie optyki, należy użyć wspomnianego wyżej oprogramowania. Ja przedstawiam projekt teleskopu wykonany za pomocą NEWT, gdyż oprócz wymiarów daje on wiele użytecznych informacji, włączając w to rozmieszczenie ewentualnych przesłon, użyteczne wydruki i skaluje w rzeczywistości wykres w zależności od danych.

Optics	
Primary Diameter	203
Focal Ratio	5.872
Diagonal Minor Axis	39

Fixed Diameter Baffles

Tube	
Tube Inside Diameter	250
Tube Thickness	3
Focuser To Front Of Tube	125
Mirror Face To Back Of Tube	100

Unit of Measure

inch  
 cm  
 mm

Accept Cancel

Rycina 74. Aby wprowadzić dane planowego teleskopu należy kliknąć na 'Edit', potem na 'Specifications'. Wybieramy jednostkę pomiarową w milimetrach. Opis poniżej.

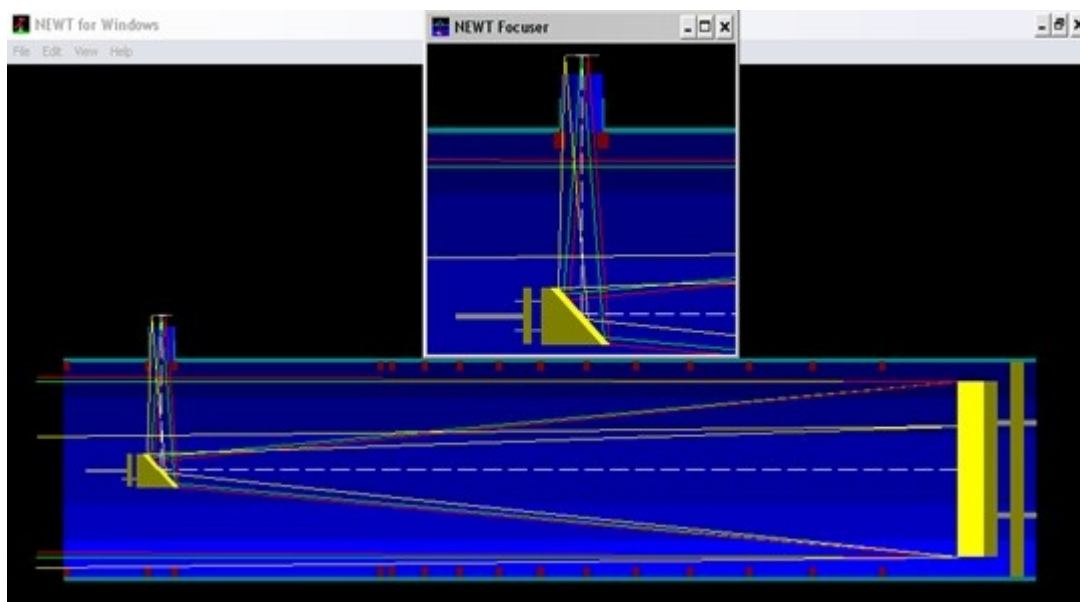
Wpisujemy w każde pole:

*Optics* (Optyka)  
*Primary Diameter* — średnica zwierciadła głównego  
*Focal Ratio* — światłota — podzieli długość ogniskowej przez średnicę zwierciadła głównego  
*Diagonal Minor Axis* — mniejsza przekątna zwierciadła wtórnego

*Tube* (Tubus)  
*Tube Inside Diameter* — wewnętrzna średnica tubusu  
*Tube Thickness* — grubość ściany tubusu  
*Focuser to Front of Tube* — odległość środka wyciągu do przodu tubusu  
*Mirror Face To Back of Tube* — odległość powierzchni odbłaskowej zwierciadła głównego od końca tubusu

*Focuser* (Wyciąg Okularowy)  
*Focuser Height* — wysokość wsuniętego wyciągu okularowego  
*Spare Focuser in Travel* — dodatkowa tolerancja dla wyciągu  
*Additional Height for Camera* — dodatkowa wysokość dla mocowania aparatu fotograficznego  
*Focuser Inside Diameter* — wewnętrzna średnica wyciągu okularowego

Jeśli chcemy wykonać przesłony o takiej samej średnicy wybieramy opcję 'Fixed Diameter Baffles'. Kwestia wykonania przesłon zostanie omówiona później.



Rycina 75. Po wprowadzeniu danych pojawi się schemat teleskopu. Powiększenie wyciągu można uzyskać klikając na 'View', następnie na 'Create focuser window'. Wymiary można wyświetlić również klikając na 'View', następnie na 'Dimensions'.

Promień środkowy oznaczony jest na zielono, promień na granicy w 100% oświetlonej strefy na czerwono, promień na granicy w 75% oświetlonej strefy — na żółto. Schemat oprócz symulacji odbicia promieni pokazuje również rozmieszczenie przestłon. Na dole ekranu pojawi się tabela, która powinna wyglądać w ten sposób:

NEWT Status	
<b>Newtonian 203 mm F5.872</b>	
Diagonal too small to admit 100% ray:	NO
Vignetting of 75% ray at front aperture:	None
Vignetting at focuser of 100% ray:	None
Vignetting at focuser of 75% ray:	None

Rycina 76. Jeśli wymiary są odpowiednie, dane w tabeli będą pokazane w czarnym kolorze. Czerwony kolor pojawi się, gdy elementy zostaną rozmieszczone w zły sposób. Opis poniżej.

*Diagonal too small to admit 100% ray: NO/YES* Zwierciadło wtórne zbyt małe, aby odbić promienie z w 100% oświetlonej strefy: NIE/TAK

Jeśli pojawi się *YES*, należy zastosować większe zwierciadło wtórne, albo umiejscowić pająka bliżej początku tubusu.

*Vignetting of 75% ray at front aperture: None/YES* Winietowanie promieni w 75% oświetlonej strefy na początku tubusu: NIE/TAK

Jeśli pojawi się *YES*, należy wykonać tubus o większej średnicy.

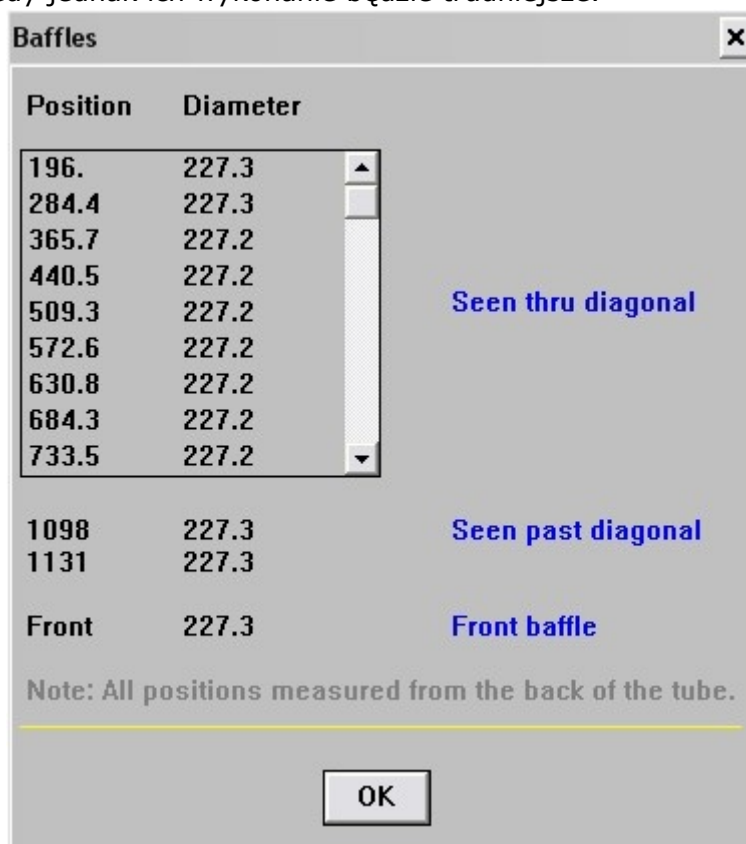
*Vignetting at focuser of 100% ray: None/Yes* Winietowanie promieni w 100% / 75% oświetlonej strefy na wyciągu: NIE/TAK

Jeśli pojawi się *YES* w którymkolwiek przypadku, należy zastosować krótszy wyciąg (najlepiej niskoprofilowy) albo/i wyciąg o większej średnicy wewnętrznej. Można wypróbować również różne średnice tubusu.

Winietowanie to przyciemnienie obrazu, które zachodzi za każdym razem, gdy stożek światła zatrzymuje się na przeszkodach zanim dotrze do okularu. Najczęstszym problemem jest wyciąg okularowy; wysokie i wąskie wyciągi zwiększają ryzyko odcinania promieni. Użycie szerokiego, niskoprofilowego wyciągu może być najlepszym rozwiązaniem w tym przypadku.

Winiotowanie może nastąpić również, gdy tubus posiada zbyt małą średnicę bądź gdy przesłony są zbyt wysokie.

Gdy klikniemy na 'Edit', następnie 'Display Baffle List' pojawi się okno przedstawiające rozmieszczenie przesłon. Przesłony mogą mieć tą samą średnicę, bądź sukcesywnie zmniejszającą się ku zwierciadłu. W drugim przypadku należy usunąć tą opcję ze 'Specifications', wtedy jednak ich wykonanie będzie trudniejsze.



Position	Diameter
196.	227.3
284.4	227.3
365.7	227.2
440.5	227.2
509.3	227.2
572.6	227.2
630.8	227.2
684.3	227.2
733.5	227.2
1098	227.3
1131	227.3
Front	227.3

Seen thru diagonal

Seen past diagonal

Front baffle

Note: All positions measured from the back of the tube.

OK

Rycina 77. Umieszczenie przesłon **mierzone od końca tubusu** oraz ich średnica. W tabeli przedstawiono przesłony od końca tubusu do zwierciadła wtórnego (*seen thru diagonal*), poniżej przesłony od zwierciadła wtórnego ku początkowi tubusu (*seen past diagonal*) oraz średnicę przesłony początkowej (*front baffle*).

Do czego potrzebne są przesłony? Ich zadaniem jest redukcja odbicia światła wewnątrz tubusu, które może spowodować utratę kontrastu obrazów. Niepożądane światło może pochodzić np. z pobliskiej lampy ulicznej czy samochodów. Nadmierna ilość światła może pochodzić nawet z Księżyca w pełni albo z jasnych planet. Tak więc oprócz wyczernienia tubusu matową farbą, warto zainstalować przesłony, zwłaszcza gdy będziemy obserwować niebo w mieście. Odpowiednio umieszczone zapewnią, że odbite światło nie będzie docierało do zwierciadła wtórnego. Nieprawidłowo rozmieszczone mogą spowodować powstawanie zawirowań powietrza, dlatego też powinny znajdować się relatywnie blisko siebie. Wystarczy postępować według planów NEWT, można również poeksperymentować dodając dodatkowe przesłony ponad otworem wyciągu.

Istnieje wiele sposobów zamontowania przesłon. Wykonać je można z cienkiego drewna lub metalu, muszą być przy tym matowe i wyczernione. Najłatwiejszym jednak sposobem, który przedstawiam również w moim artykule, jest wykonanie przesłon z matowej pianki izolacyjnej służącej do uszczelniania okien.

Jeśli nie jesteście przekonani co do przesłon, możecie spróbować wpierw z tylko wyczernionym tubusem i zainstalować je później. W Internecie toczy się od dawna debata na temat użyteczności przesłon. Ja jestem ich zwolennikiem i również polecam ich zainstalowanie. Nigdy nie miałem problemów z kontrastem, a większość obserwacji prowadziłem w rozświetlonym mieście.



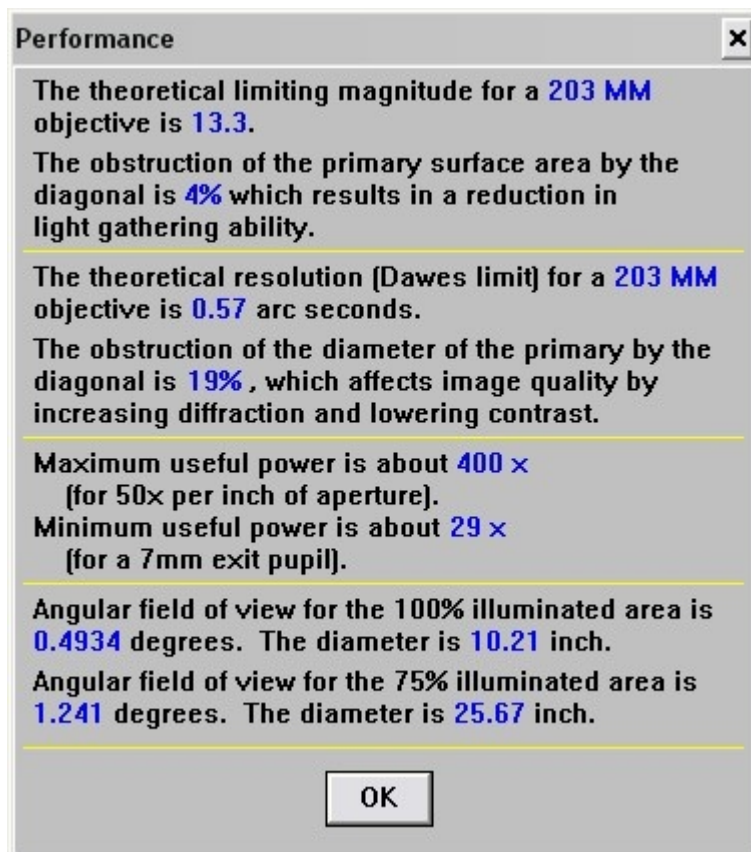
Rycina 78. Przesłony zapobiegają wewnętrznym odbiciom światła, które mogą zdarzyć się nawet w dobrze wyczernionym tubusie. Zauważcie, że na zdjęciu po lewej, mimo że było ono wykonane w jasnym pokoju, widać tylko dwie przesłony, wewnątrz teleskopu jest ciemne. Zdjęcie po prawej przedstawia widok przez otwór wyciągu okularowego – zauważcie jak ciemnieje tubus po każdej przesłonie (w środku widać zwierciadło wtórne). Jeśli powrócicie do artykułu [Teleskop newtonowski – co to jest?](#), zwróćcie uwagę na Rycinę 2, gdzie widać przesłony oświetlone lampą błyskową.

NEWT daje również możliwość obliczenia powiększenia zastosowanych okularów. Można również pokombinować z różnymi wariantami, klikając na 'Edit', następnie na 'Eyepieces'.

Eyepieces				
Eyepiece (mm)	Power	Exit Pupil	Apparent Field	True Field
25	47.68	4.257	50	1.048
10	119.2	1.703	50	0.419
12.5	95.36	2.128	0	0
8.3	143.6	1.413	0	0
5	238.4	0.851	0	0
3.3	361.2	0.561	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Rycina 79. Wpisując długość ogniskowej okularu i jego pole widzenia możemy uzyskać jego powiększenie (*power*) oraz średnicę źrenicy wyjściowej (*exit pupil*).

Aby wyświetlić możliwości teleskopu należy kliknąć na 'View', następnie na 'Display Performance Info'.



Rycina 80. Teoretyczne właściwości teleskopu. Przetłumaczone poniżej.

Teoretyczna wykrywalna wielkość gwiazdowa dla obiektywu o średnicy 203 mm wynosi 13.3<sup>m</sup>.

Zasłonięcie powierzchni zwierciadła głównego przez zwierciadło wtórne wynosi 4%, co powoduje redukcję w zdolności do zbierania światła.

Teoretyczna rozdzielczość obiektywu o średnicy 203 mm wynosi 0,57 sekundy kątovej. Zasłonięcie średnicy zwierciadła głównego przez zwierciadło wtórne wynosi 19%, co ma wpływ na jakość obrazów poprzez zwiększenie dyfrakcji i obniżenie kontrastu.

Maksymalne użyteczne powiększenie wynosi 400x (50x na każdy cal średnicy). Minimalne użyteczne powiększenie wynosi 29x (dla źrenicy wyjściowej o średnicy 7mm).

Kątowe pole widzenia dla w 100% oświetlonej strefy wynosi 0,4934 stopnia (porównaj z artykułem opisującym wybór zwierciadła wtórnego).

Jej średnica wynosi 10,21 cala.

Kątowe pole widzenia dla w 75% oświetlonej strefy wynosi 1,241 stopnia. Jej średnica wynosi 25,67 cala.

Po przeanalizowaniu planów i ewentualnych poprawkach w projekcie, można wszystkie dane wydrukować w jednym dokumencie za pomocą opcji 'Print'. Po ukończeniu planów można zabrać się za budowę poszczególnych elementów.

[<<< Wybór dodatkowych elementów ||| Wykonanie celi, pająka, tubusu i wyciągu >>>](#)

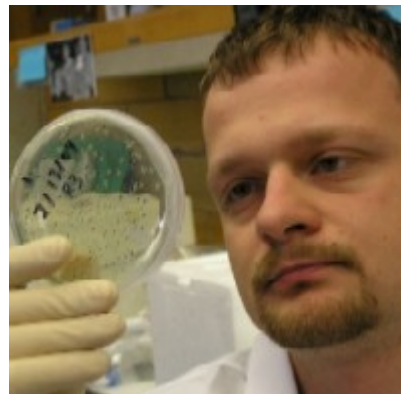
Przypisy:

[1] Ray Cash-Le Pennec jest aktywnym działaczem *The San Francisco Sidewalk Astronomers* ([Chodnikowi Astronomowie z San Francisco](#)), klubu który zrzesza

entuzjastów popularyzujących eksplorację nieba wśród przypadkowych przechodniów miejskich chodników. Jednym z założycieli SFSA jest John Dobson - twórca statywu, który rozpowszechnił teleskopy na niespodziewaną wcześniej skalę. Autorzy wyrazili życzliwą zgodę na przetłumaczenie, reprodukcję i modyfikację planów w serwisie Racjonalista.pl.

### **Marcin Kłapczyński**

Ukończył biologię molekularną na Uniwersytecie Adama Mickiewicza w Poznaniu. Pracuje jako Research Specialist in Health Science w Department of Anatomy and Cell Biology na University of Illinois w Chicago. Zajmuje się molekularnymi podstawami rozwoju komórek receptorowych w błędniku. Jego laboratorium współpracuje z NASA, badając wpływ stanu nieważkości na funkcjonowanie narządu percepcji równowagi. Specjalizuje się w ekspresji białek 'od zera', hodowlach linii komórkowych, symulacji in vitro procesów zachodzących w komórkach. Jego pasją jest teoria ewolucji, w szczególności ewolucja systemów biochemicznych i pochodzenie życia we Wszechświecie.



[Pokaż inne teksty autora](#)

(Publikacja: 30-06-2006 Ostatnia zmiana: 10-07-2006)

[Oryginał..](http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,4887) (<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,4887>)

Contents Copyright © 2000-2008 by Mariusz Agnosiewicz

Programming Copyright © 2001-2008 Michał Przech

Autorem tej witryny jest Michał Przech, zwany niżej Autorem.

Właścicielem witryny są Mariusz Agnosiewicz oraz Autor.

Żadna część niniejszych opracowań nie może być wykorzystywana w celach komercyjnych, bez uprzedniej pisemnej zgody Właściciela, który zastrzega sobie niniejszym wszelkie prawa, przewidziane

w przepisach szczególnych, oraz zgodnie z prawem cywilnym i handlowym, w szczególności z tytułu praw autorskich, wynalazczych, znaków towarowych do tej witryny i jakiegokolwiek ich części.

Wszystkie strony tego serwisu, wliczając w to strukturę podkatalogów, skrypty JavaScript oraz inne programy komputerowe, zostały wytworzone i są administrowane przez Autora. Stanowią one wyłączną własność Właściciela. Właściciel zastrzega sobie prawo do okresowych modyfikacji zawartości tej witryny oraz opisu niniejszych Praw Autorskich bez uprzedniego powiadomienia. Jeżeli nie akceptujesz tej polityki możesz nie odwiedzać tej witryny i nie korzystać z jej zasobów.

Informacje zawarte na tej witrynie przeznaczone są do użytku prywatnego osób odwiedzających te strony. Można je pobierać, drukować i przeglądać jedynie w celach informacyjnych, bez czerpania z tego tytułu korzyści finansowych lub pobierania wynagrodzenia w dowolnej formie. Modyfikacja zawartości stron oraz skryptów jest zabroniona. Niniejszym udziela się zgody na swobodne kopiowanie dokumentów serwisu Racjonalista.pl tak w formie elektronicznej, jak i drukowanej, w celach innych niż handlowe, z zachowaniem tej informacji.

Plik PDF, który czytasz, może być rozpowszechniany jedynie w formie oryginalnej, w jakiej występuje na witrynie. **Plik ten nie może być traktowany jako oficjalna lub oryginalna wersja tekstu, jaki zawiera.**

Treść tego zapisu stosuje się do wersji zarówno polsko jak i angielskojęzycznych serwisu pod domenami Racjonalista.pl, TheRationalist.eu.org oraz Neutrum.eu.org.

Wszelkie pytania prosimy kierować do [redakcja@racjonalista.pl](mailto:redakcja@racjonalista.pl)