

# Oprogramowanie do obliczeń wstępnych w procesie projektowania układów optycznych

Damian Korbuszewski

Promotor: mgr inż. Arkadiusz Kuś

# Plan prezentacji

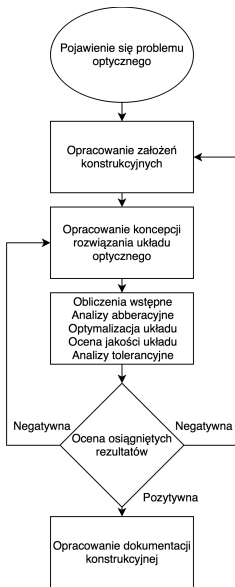
## Teoria

- Etapy projektowania układu optycznego
- Obliczenia wstępne/gabarytowe
- Gabar

## Motywacja

- Ograniczenia Gabara

## Zakres Pracy



Schemat blokowy procesu projektowania układów

# Proces projektowania układu optycznego

- ▶ Sformułowanie założeń konstrukcyjnych.
- ▶ Opracowanie koncepcji rozwiązania.
- ▶ Obliczenia wstępne.
- ▶ Fizyczna realizacja.
- ▶ Analiza aberracyjna, optymalizacja, itd. . .
- ▶ Dokumentacja konstrukcyjna.



Obiektywy fotograficzne

# Proces projektowania układu optycznego

- ▶ Sformułowanie założeń konstrukcyjnych.
- ▶ Opracowanie koncepcji rozwiązania.
- ▶ Obliczenia wstępne.
- ▶ Fizyczna realizacja.
- ▶ Analiza aberracyjna, optymalizacja, itd. . .
- ▶ Dokumentacja konstrukcyjna.



Teleskop

# Proces projektowania układu optycznego

- ▶ Sformułowanie założeń konstrukcyjnych.
- ▶ Opracowanie koncepcji rozwiązania.
- ▶ Obliczenia wstępne.
- ▶ Fizyczna realizacja.
- ▶ Analiza aberracyjna, optymalizacja, itd. . .
- ▶ Dokumentacja konstrukcyjna.

# Proces projektowania układu optycznego

- ▶ Sformułowanie założeń konstrukcyjnych.
- ▶ Opracowanie koncepcji rozwiązania.
- ▶ Obliczenia wstępne.
- ▶ Fizyczna realizacja.
- ▶ Analiza aberracyjna, optymalizacja, itd. . .
- ▶ Dokumentacja konstrukcyjna.

Number of Elems 3

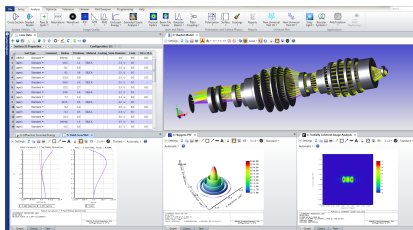
Elem.No.	0	1	2	3
f		26,250000	#####	
e	31,500000	26,250164	131,250820	
h	0,000000	4,725000	3,937525	0,000000
Alfa	-0,150000	0,030000	0,030000	
m		-5,000000	0,999999	
t		189,000000	-0,000131	
y	-1,600000	-1,600000	0,000000	8,000000
Beta	0,000000	-0,060952	-0,060952	
v		0,000006	1,000000	
q		#####	0,000000	

L-H Invariant 0,24

Screen z Gabara

# Proces projektowania układu optycznego

- ▶ Sformułowanie założeń konstrukcyjnych.
- ▶ Opracowanie koncepcji rozwiązania.
- ▶ Obliczenia wstępne.
- ▶ Fizyczna realizacja.
- ▶ Analiza aberracyjna, optymalizacja, itd. . .
- ▶ Dokumentacja konstrukcyjna.

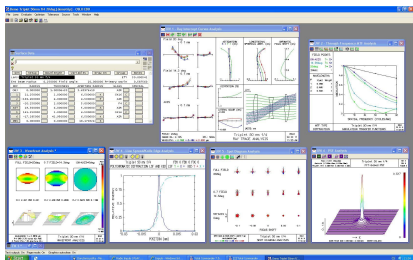


Screen z Zemaxa



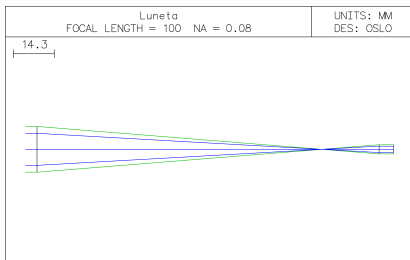
# Proces projektowania układu optycznego

- ▶ Sformułowanie założeń konstrukcyjnych.
- ▶ Opracowanie koncepcji rozwiązania.
- ▶ Obliczenia wstępne.
- ▶ Fizyczna realizacja.
- ▶ Analiza aberracyjna, optymalizacja, itd. . .
- ▶ Dokumentacja konstrukcyjna.



Screen z OSLO

- ▶ Sformułowanie założeń konstrukcyjnych.
- ▶ Opracowanie koncepcji rozwiązania.
- ▶ Obliczenia wstępne.
- ▶ Fizyczna realizacja.
- ▶ Analiza aberracyjna, optymalizacja, itd. . .
- ▶ Dokumentacja konstrukcyjna.



## Schemat cienkosoczewkowy w OSLO

# Proces projektowania układu optycznego

- ▶ Sformułowanie założeń konstrukcyjnych.
- ▶ Opracowanie koncepcji rozwiązania.
- ▶ Obliczenia wstępne.
- ▶ Fizyczna realizacja.
- ▶ Analiza aberracyjna, optymalizacja, itd. . .
- ▶ Dokumentacja konstrukcyjna.

# „Projektowanie układów optycznych” – dr inż. M. Leśniewski

*Obliczenia gabarytowe, z uwagi na różnorodność typów układów optycznych, wymagają specyficznego podejścia do każdego przypadku. Stąd, w inżynierskiej praktyce obliczeniowej utarło się powiedzenie, że obliczeń tych można nauczyć się jedynie przez długoletnią praktykę, bowiem nie ma ogólnej procedury postępowania.*

## Tablica parametrów przyosiowych

- ▶ Jej wypełnienie jest celem obliczeń wstępnych.
- ▶ Bazuje na modelu cienko-soczewkowym, przyosiowym.
- ▶ Po sformułowaniu założeń konstrukcyjnych znamy część parametrów w tabeli.

	0	1	2	...	N
f					
d					
H					
$\alpha$					
y					
$\beta$					

# Tablica parametrów przyosiowych

- ▶ Jej wypełnienie jest celem obliczeń wstępnych.
- ▶ Bazuje na modelu cienko-soczewkowym, przyosiowym.
- ▶ Po sformułowaniu założeń konstrukcyjnych znamy część parametrów w tabeli.

$$\alpha_2 - \alpha_1 = H_2/f_2$$

	0	1	2	...	N
f			X		
d					
H			X		
$\alpha$		X	X		
y					
$\beta$					

## Tablica parametrów przyosiowych

- ▶ Jej wypełnienie jest celem obliczeń wstępnych.
- ▶ Bazuje na modelu cienko-soczewkowym, przyosiowym.
- ▶ Po sformułowaniu założeń konstrukcyjnych znamy część parametrów w tabeli.

$$H_2 = H_1 - \alpha_1 \cdot d_1$$

	0	1	2	...	N
f					
d		X			
H		X	X		
$\alpha$		X			
y					
$\beta$					

# Metoda poszukiwania parametrów

- ▶ Metoda prof. T. Kryszczyńskiego z 1977, rozwinięta w 2005.
- ▶ Pierwsze usystematyzowane podejście do obliczeń wstępnych.
- ▶ Zestaw równań zgrupowanych w kategorie, związane z promieniem aperturowym, połowym oraz z oboma promieniami.
- ▶ Sprawdzanie czy na podstawie obecnych danych o układzie da się obliczyć inne parametry układu.
- ▶ Uproszczoną wersję można stawać ręcznie.
- ▶ Zaimplementowania w Gabarze w 1979.

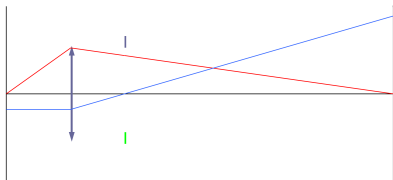


# Metoda macierzowa prof. T. Kryszczyńskiego

- ▶ Układ optyczny opisany trzema macierzami.
- ▶ Określenie liczby stopni swobody układu.
- ▶ Obliczenie macierzy systemowej i obliczenie brakujących parametrów.

# Informacje

- ▶ Realizuje obliczenia wstępne metodą prof. Kryszczyńskiego z 1977,
- ▶ Pierwsza wersja działająca w DOS-ie z 1979,
- ▶ Obecna wersja napisana w VBA i działa w excelu do wersji 2003,
- ▶ Zastosowanie głównie dla optyki obrazującej oraz elementów obrotowo-symetrycznych.



Przykładowy schemat układu w Gabarze

## Ograniczenia Gabara

- ▶ Vendor lock na starą wersję MS Office,
- ▶ Brak możliwości cofnięcia wprowadzonych danych,
- ▶ Niejednoznaczność wyniku – kolejność wprowadzanych danych ma wpływ na wynik,
- ▶ Niepoprawnie wpisanie danych może spowodować zakończenie działania programu,
- ▶ Problemy z rysowaniem układu.

## Zakres pracy

- ▶ Przegląd rozwiązań oprogramowania do obliczeń gabarytowych układów optycznych.
- ▶ Przygotowanie modułu oprogramowania służącego do przeprowadzania obliczeń wstępnych w języku Python.
- ▶ Opracowanie interfejsu użytkownika wraz z tablicą parametrów i graficzną prezentacją schematu układu.
- ▶ Weryfikacja poprawności działania programu na podstawie przykładowych, cienko-soczewkowych układów optycznych.

# Bibliografia

Leśniewski, M., i W. Magdziarz. "GABAR—an interactive tool for dimensional predesign of arbitrary optical systems". *Optik* 75 (1979): 135–137.

Leśniewski, M. *Projektowanie układów optycznych*. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, 1990.

Kryszczyński, T., i M. Leśniewski. "Method of the initial optical design and its realization". *Optical Security Systems* 5954, numer 4 (2005): 1–12.

Kryszczyński, T., M. Leśniewski i J. Mikucki. "New approach to the method of the initial optical design based on the matrix optics". *Proc. of SPIE Vol 7141* (2008): 1–7.