



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace a zvýšení atraktivity studia optiky reg. c.: CZ.1.07/2.2.00/07.0289

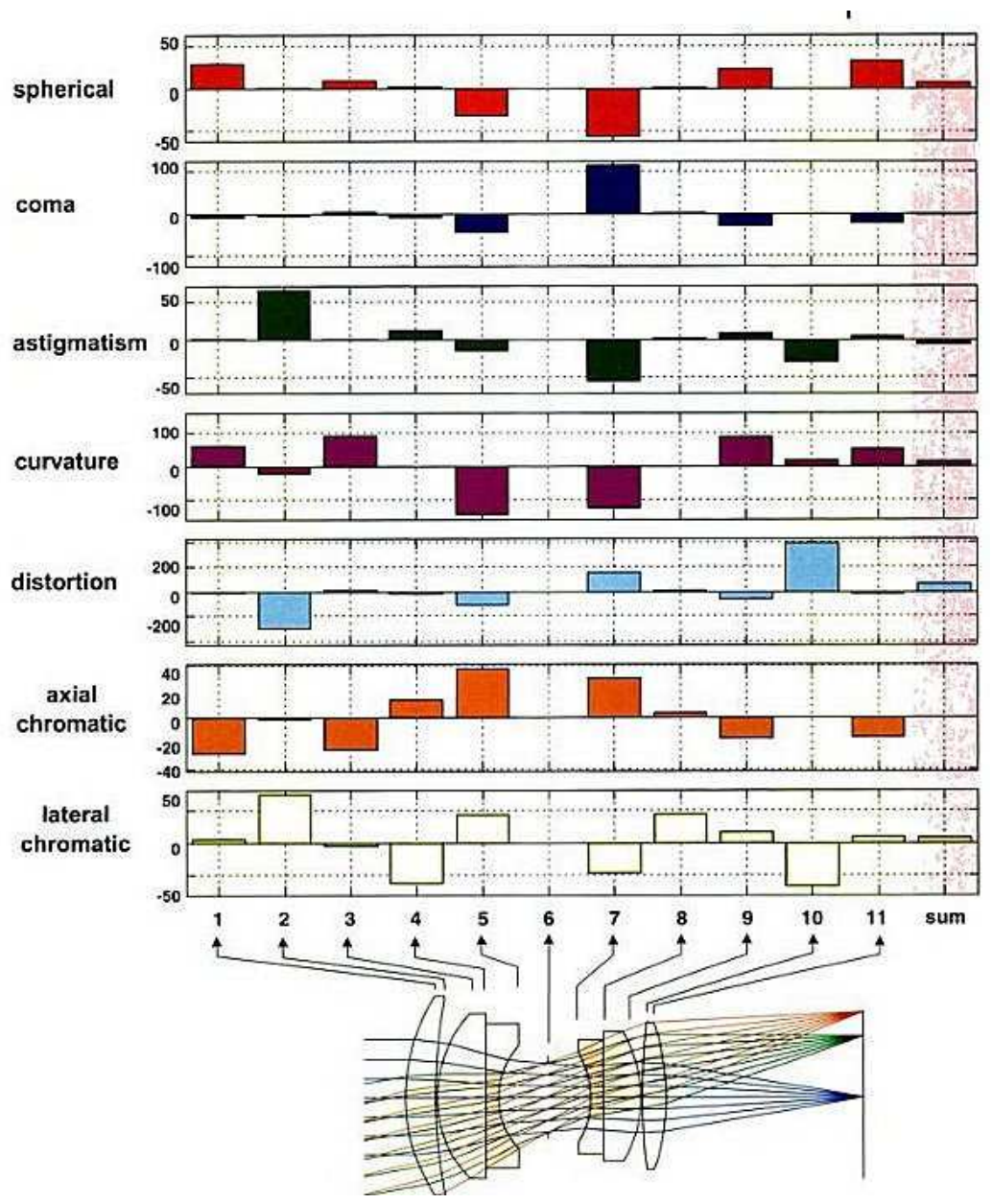
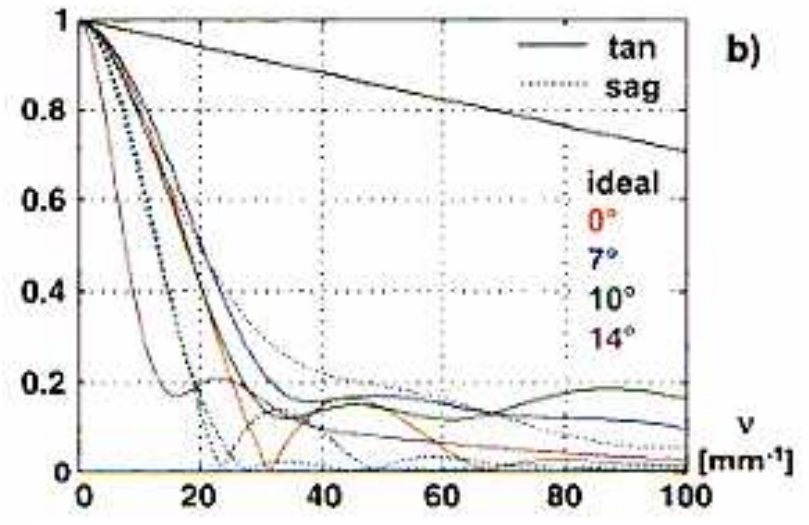
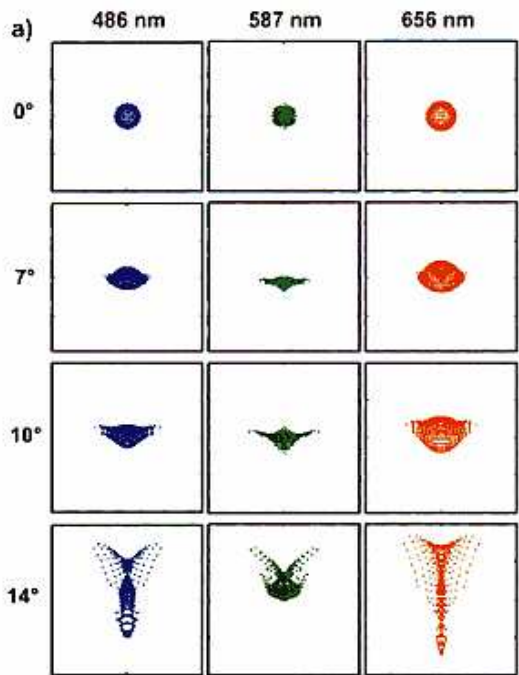
Přednášky - Metody Návrhu Zobrazovacích Soustav SLO/MNZS

Seidelovy koeficienty základních aberací.

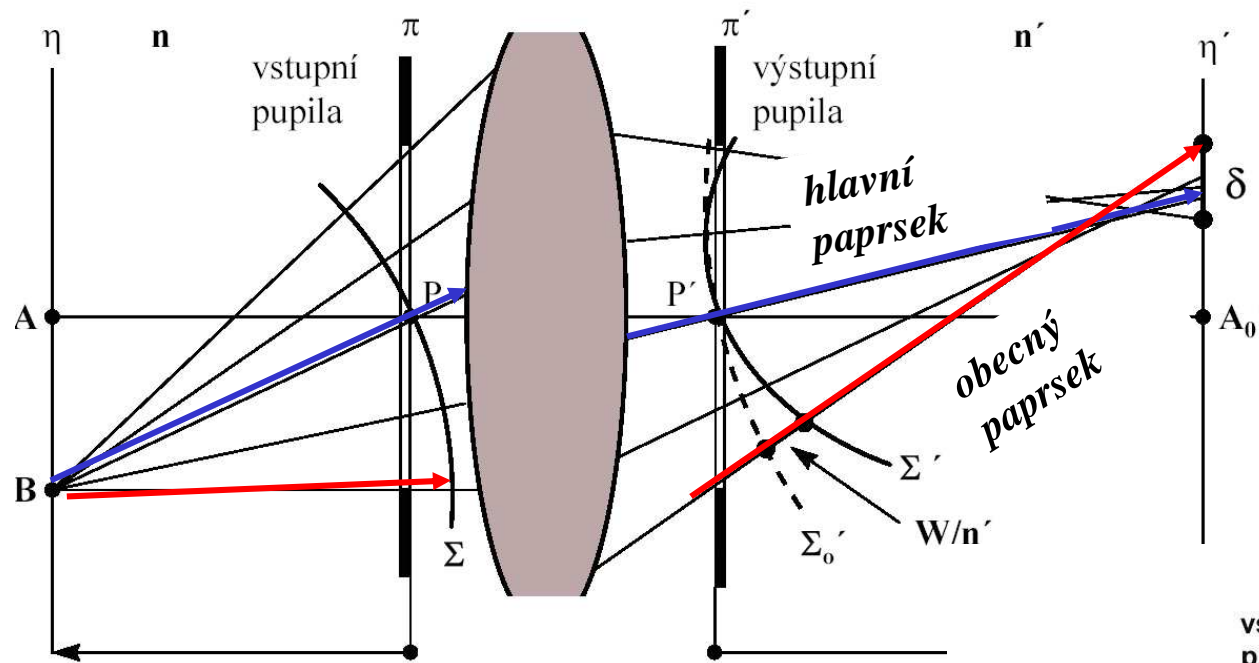
Miroslav Palatka

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Seidelovy koeficienty základních aberací.



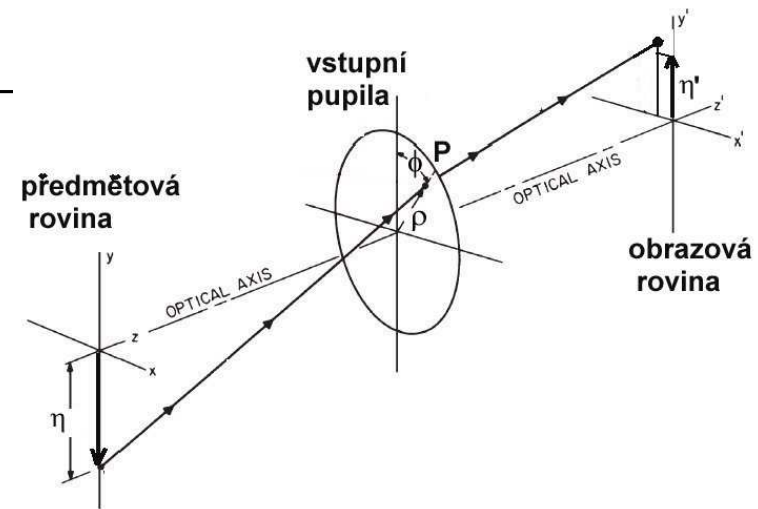
Rozvoj vlnové aberace do polynomu



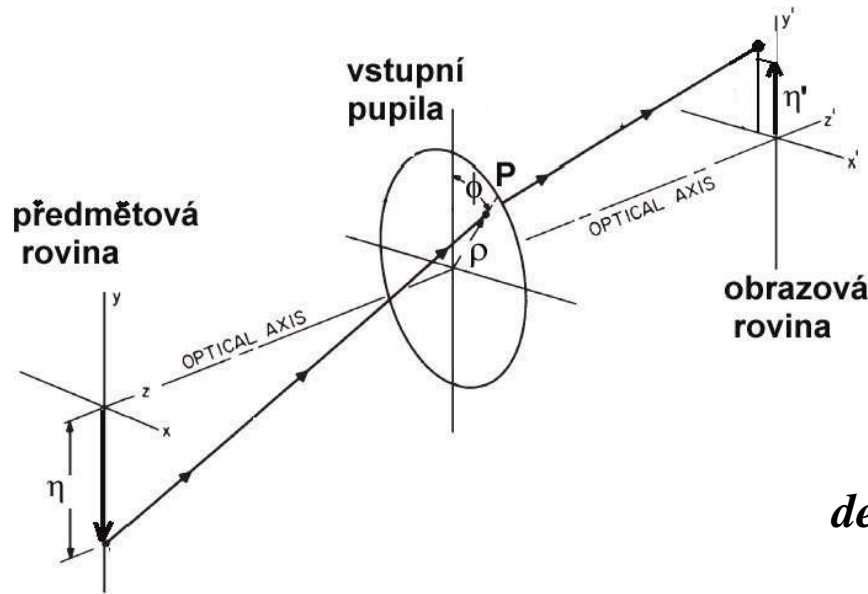
ODD

Vlnová aberace:

$$W = W_{ijk} \eta^i \rho^j \cos^k \varphi$$



Rozvoj vlnové aberace do polynomu



$$W = W_{ijk} \eta^i \rho^j \cos^k \varphi$$

Vlnovou aberaci v bodě P lze popsat polynomem, který má do 4. řádu následující tvar :

2. řádu

$$W(\eta, \rho, \varphi) = W_{000} + W_{200} \eta^2 + W_{020} \rho^2 + W_{111} \eta \rho \cos \varphi + W_{400} \eta^2$$

defokusace

příčný posuv

4. řádu

$$+W_{040} \rho^4$$

otvorová vada

$$+W_{131} \eta \rho^3 \cos \varphi$$

koma

$$+W_{222} \eta^2 \rho^2 \cos^2 \varphi + W_{220} \eta^2 \rho^2$$

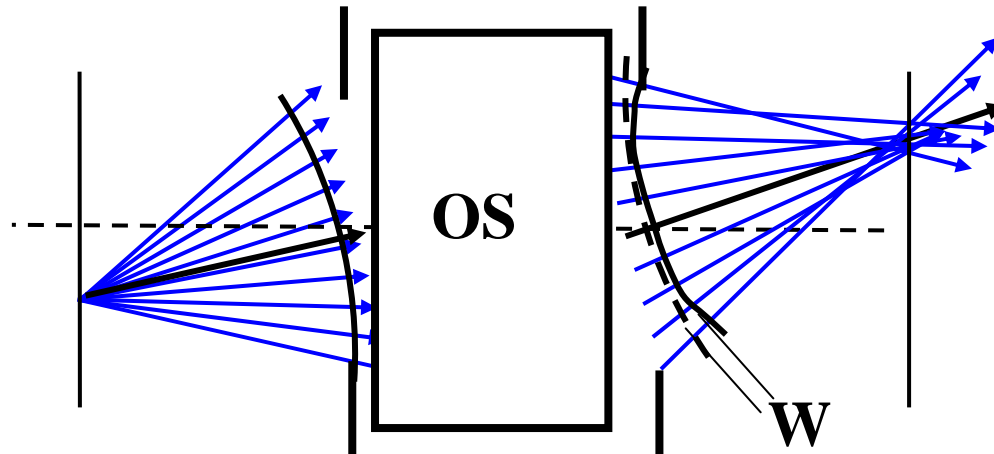
astigmatismus a křivost pole

$$+W_{311} \eta^3 \rho \cos \varphi$$

zkreslení

Rozvoj vlnové aberace do polynomu

(význam studia vlnových aberací)

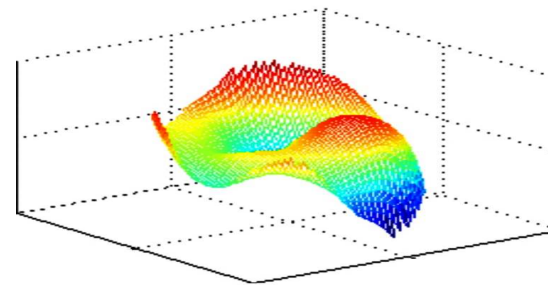
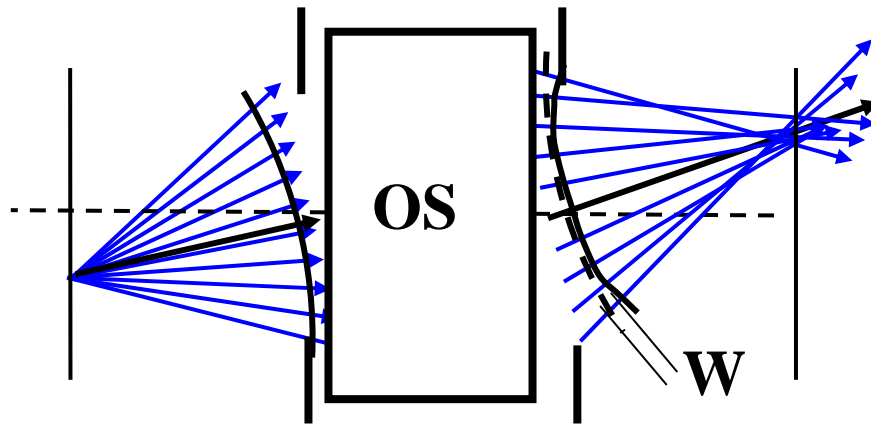


Pokud reálná OS transformuje ideální kulovou vlnoplochu s aberacemi, tak je tato na výstupu „deformována“. Přitom k deformaci původní vlnoplochy přispívá každá lámavá nebo odrazná optická plocha OS. Celková aberace W je pak dána sumou příspěvků od jednotlivých ploch. Sledovat příspěvky jednotlivých ploch do celkové aberace umožňuje vlnový popis aberací. Z paprskových aberací toto odvodit nelze.

Rozvoj vlnové aberace do polynomu

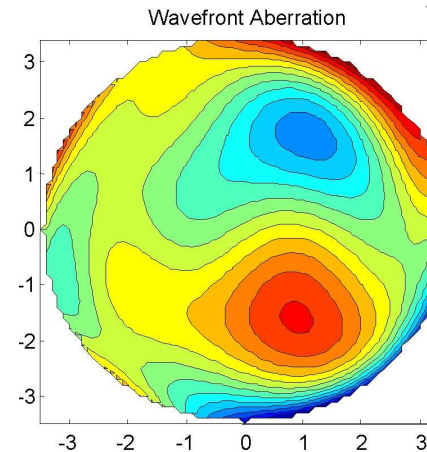
(význam studia vlnových aberací)

Vliv jednotlivých ploch OS na celkové aberace lze studovat již v prostoru 3. řádu, kdy se v polynomu W omezíme na členy 4. řádu.



Deformovaná vlnoplocha

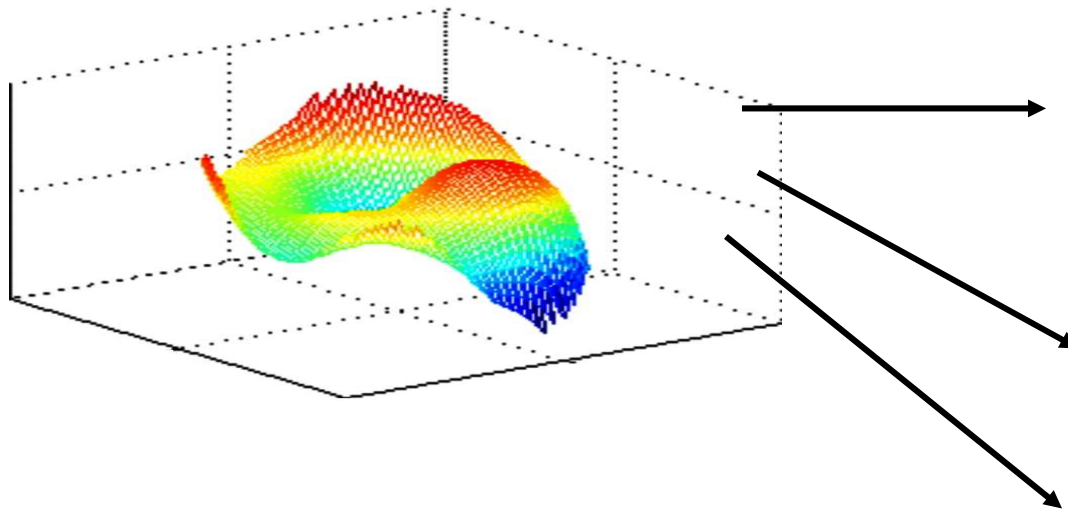
Vlnová aberace je v rovině výstupní pupily OS v rámci prostoru 3. řádu sumou základních aberací



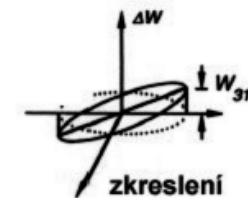
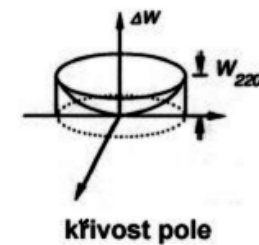
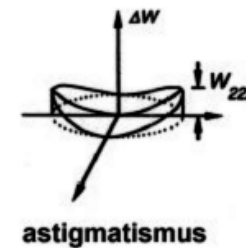
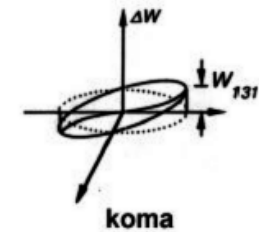
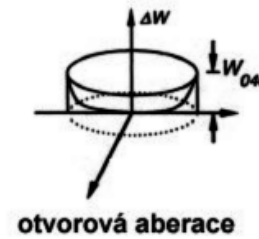
Rozvoj vlnové aberace do polynomu

(význam studia vlnových aberací)

Vlnoplocha v rovině výstupní pupily OS je v rámci prostoru 3. řádu „sumou“ vlnoploch základních aberací



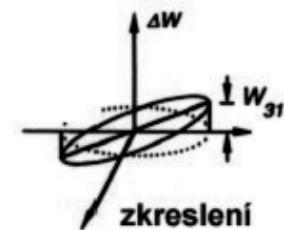
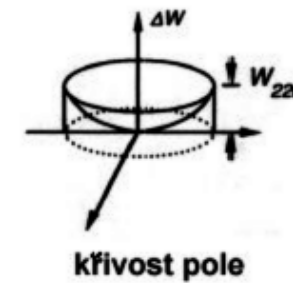
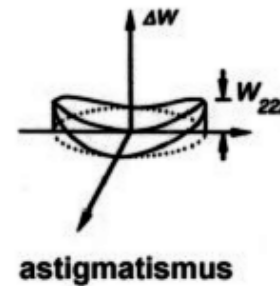
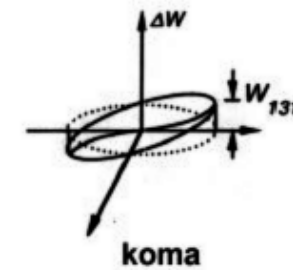
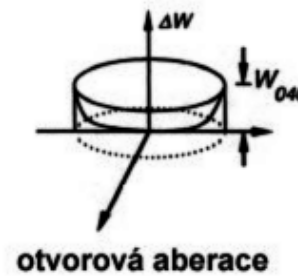
Aberovaná vlnoplocha na výstupu OS.



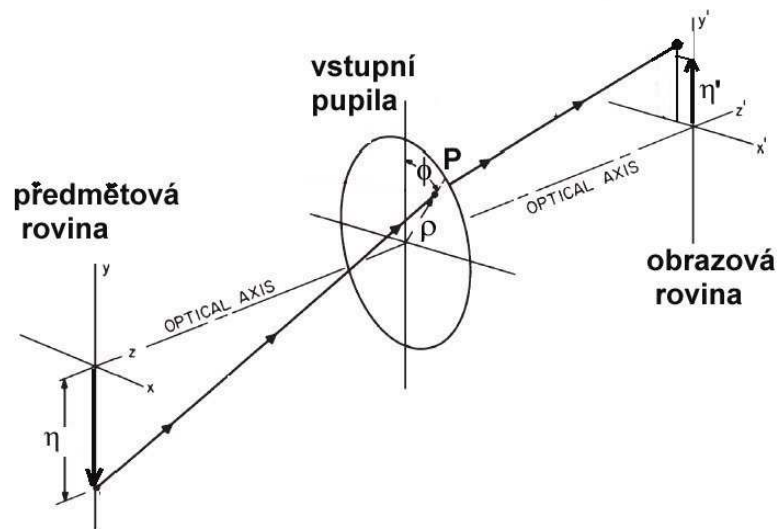
Rozvoj vlnové aberace do polynomu

(význam studia vlnových aberací)

$$\begin{aligned} W(\eta, \rho, \varphi) &= 2.\text{řád} \\ &+ W_{040} \rho^4 + W_{131} \eta \rho^3 \cos \varphi \\ &+ W_{222} \eta^2 \rho^2 \cos^2 \varphi + W_{220} \eta^2 \rho^2 \\ &+ W_{311} \eta^3 \rho \cos \varphi \end{aligned}$$



Rozvoj vlnové aberace do polynomu

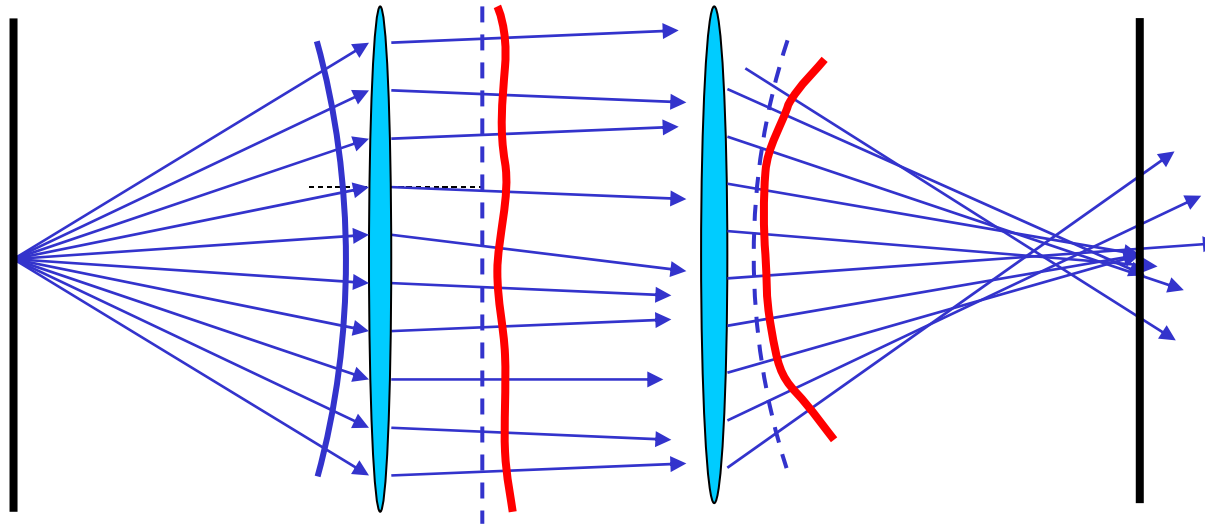


U jednotlivých členů polynomu je zřejmá jejich závislost na velikosti apertury ρ a velikosti předmětu η . Numerické koeficienty W_{ijk} mohou být kladné i záporné a udávají velikost podílu jednotlivých aberací na aberaci celkové. Jejich hodnoty jsou funkcí konstrukčních parametrů OS.

$$\begin{aligned}
 W(\eta, \rho, \varphi) &= 2. \text{řád} \\
 &+ W_{040} \rho^4 \\
 &+ W_{131} \eta \rho^3 \cos \varphi \\
 &+ W_{222} \eta^2 \rho^2 \cos^2 \varphi \\
 &+ W_{220} \eta^2 \rho^2 \\
 &+ W_{311} \eta^3 \rho \cos \varphi
 \end{aligned}$$

Příčné aberace	Velikost apertury	Velikost předmětu (pole)
otvorová	ρ^3	
koma	ρ^2	η
astigmatismus	ρ	η^2
křivost pole	ρ	η^2
zkreslení		η^3

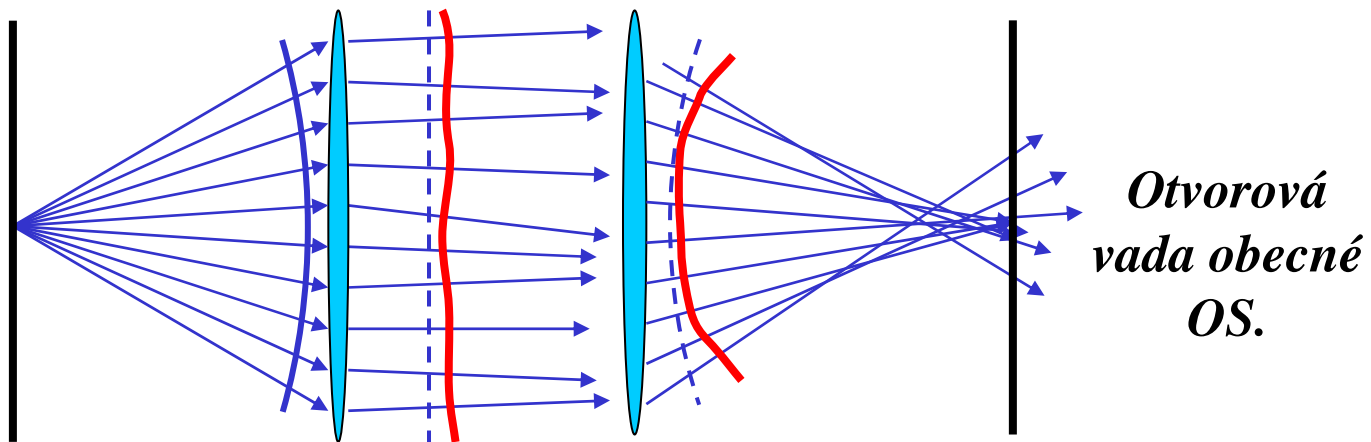
Otvorová vada - W040



Nejjednodušší je způsob odvození koeficientu v případě zobrazení osového bodu, kdy se v prostoru 3. řádu projevuje pouze otvorová vada.

Otvorová vada - W_{040}

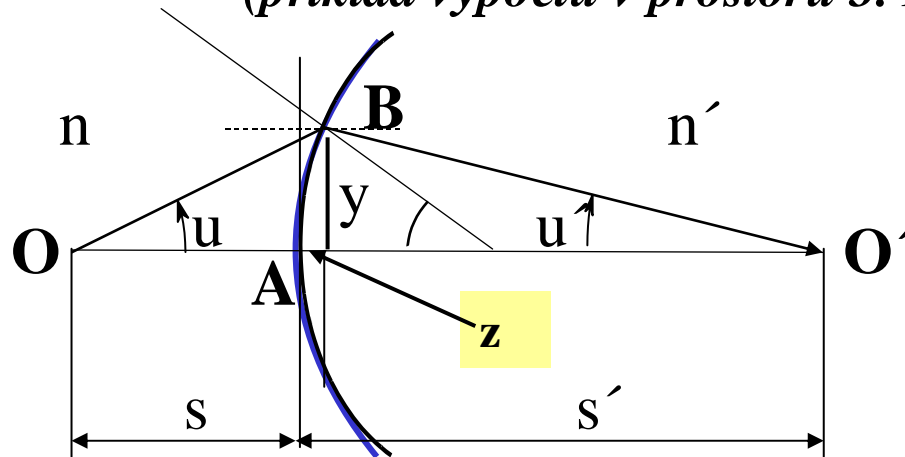
Zobrazení osového bodu.



Každá optická plocha OS nějak přispívá k celkové deformaci původně ideální kulové (rovinné) vlnoplochy.

Otvorová vada - W_{040}

(příklad výpočtu v prostoru 3. Řádu)



*Fermatův
princip*

ODD

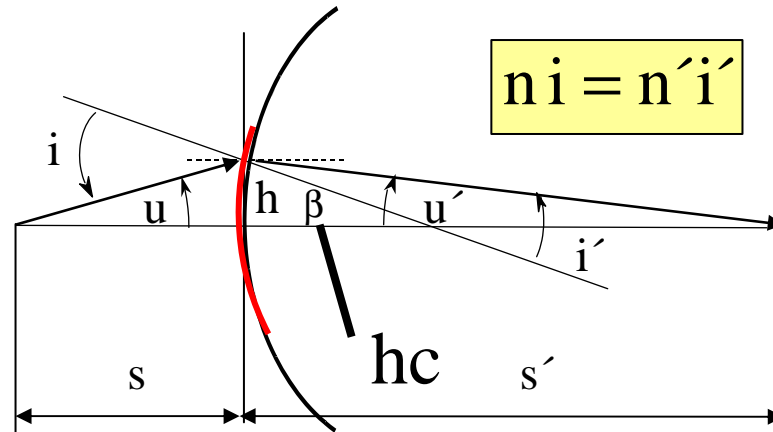
$$W = [OAO'] - [OBO'] = n(OA - OB) + n'(AO' - BO')$$

$$OB^2 = (z - s)^2 + y^2 \quad OB^2 = s^2 - scy^2 - \frac{1}{4}sc^3y^4 + \frac{1}{4}c^2y^2 + y^2$$

$$OB = -s + \frac{1}{2}y^2 \left(c - \frac{1}{s} \right) + \frac{1}{8}c^2y^4 \left(c - \frac{1}{s} \right) + \frac{1}{8s}y^4 \left(c - \frac{1}{s} \right)^2$$

$$W = \frac{1}{8}y^4 \left[\frac{n'}{s'} \left(c - \frac{1}{s'} \right)^2 - \frac{n}{s} \left(c - \frac{1}{s} \right)^2 \right]$$

Otvorová vada - W_{040}



úhel dopadu:

$$i = hc + u$$

zákon lomu:

$$ni = n'i' = A \quad (\textit{invariant lomu})$$

$$A = n(hc + u) = nh \left(c - \frac{1}{s} \right) = n'(hc + u') = n'h \left(c - \frac{1}{s'} \right)$$

Otvorová vada - W_{040}

$$\begin{aligned}
 A &= n(hc + u) = nh \left(c - \frac{1}{s} \right) \\
 &= n'(hc + u') = n'h \left(c - \frac{1}{s'} \right) \longrightarrow W = \frac{1}{8} y^4 \left[\frac{n'}{s'} \left(c - \frac{1}{s'} \right)^2 - \frac{n}{s} \left(c - \frac{1}{s} \right)^2 \right]
 \end{aligned}$$

Do rovnice pro vlnovou aberaci dosadíme invariant lomu A a upravujeme:

$$\begin{aligned}
 W &= + \frac{1}{8} h^4 \left[\frac{n'}{s'} \left(\frac{A}{n'h} \right)^2 - \frac{n}{s} \left(\frac{A}{nh} \right)^2 \right] \\
 &= \frac{1}{8} h^2 \left[\frac{A^2}{n's'} - \frac{A^2}{ns} \right] \\
 &= \frac{1}{8} A^2 h \left[\frac{h}{n's'} - \frac{h}{ns} \right] \\
 &= \frac{1}{8} A^2 h \left[\frac{u}{n} - \frac{u'}{n'} \right]
 \end{aligned}$$

$$W = \frac{1}{8} A^2 h \underbrace{\left[\frac{u}{n} - \frac{u'}{n'} \right]}_{?}$$

Kulová plocha - lom-stigmatické zobrazení

(*aplanatická podmínka*)

$$s_o = \frac{n_1 + n_2}{n_1} r$$

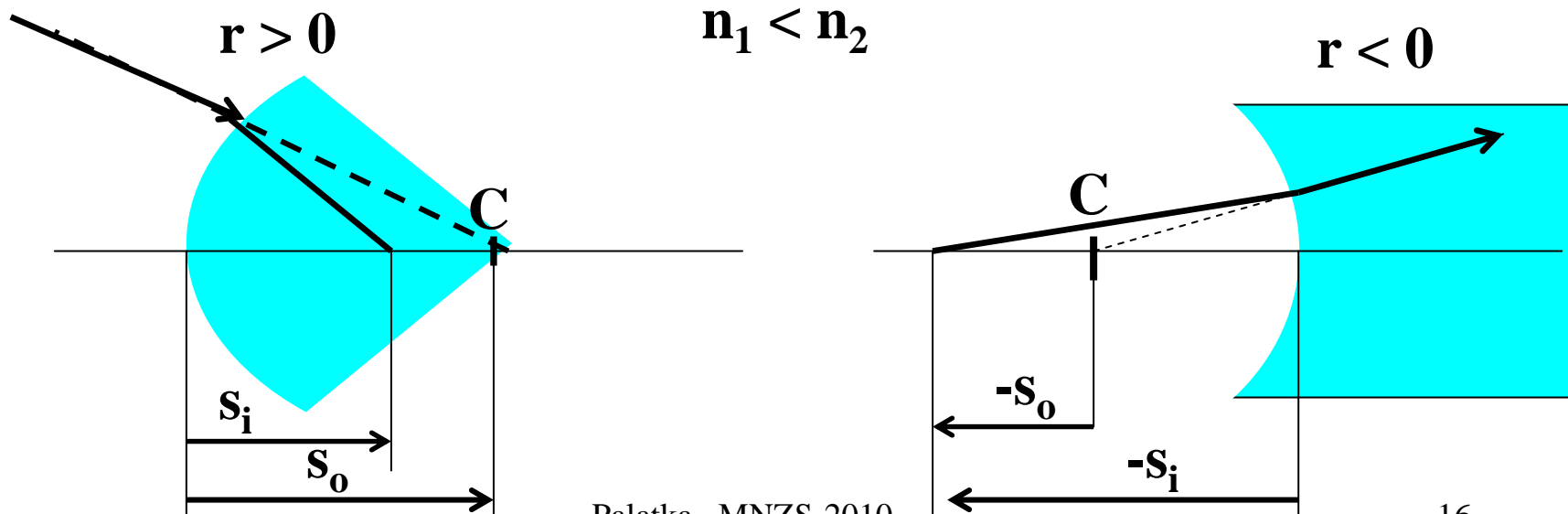
$$s_i = \frac{n_1 + n_2}{n_2} r$$



$$s_o n_1 = s_i n_2$$

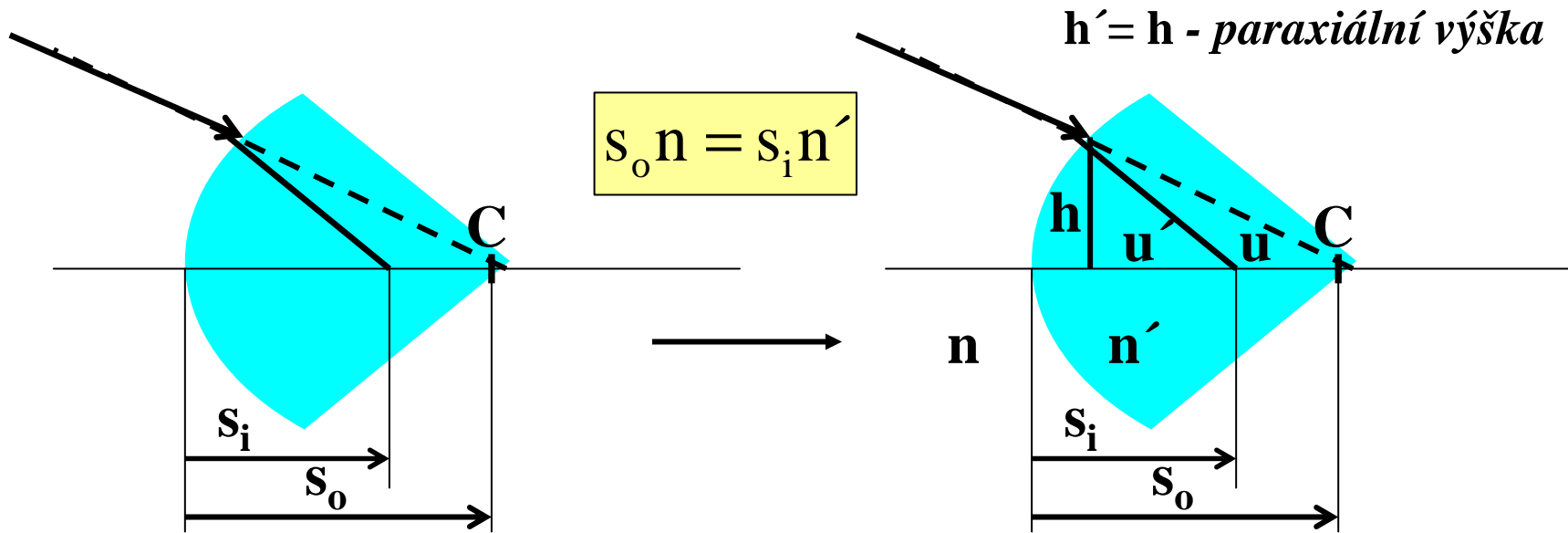
Stejná znaménka !

Předmět(bod) a jeho obraz musí ležet na stejné straně od plochy



Kulová plocha - aplanatická podmínka

$$n_1 ; n_2 \longrightarrow n ; n'$$



$$u = \frac{h}{s_o}$$

$$u' = \frac{h'}{s_i}$$

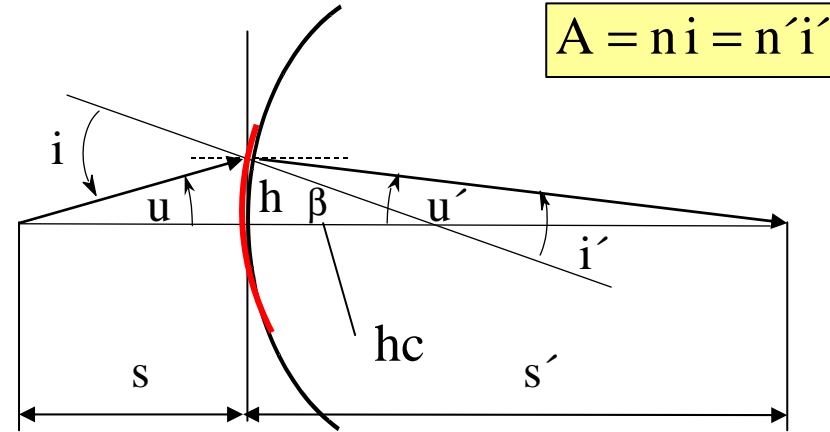
$$s_o n = s_i n' \Rightarrow \frac{n'}{u'} - \frac{n}{u} = 0$$

$$\delta \left(\frac{u}{n} \right) = \frac{u'}{n'} - \frac{u}{n}$$

aplanatická podmínka

Otvorová vada - W_{040}

$$W = \frac{1}{8} A^2 h \left[\frac{u}{n} - \frac{u'}{n'} \right]$$



Aplanatická podmínka

$$\delta \left(\frac{u}{n} \right) = \frac{u'}{n'} - \frac{u}{n}$$

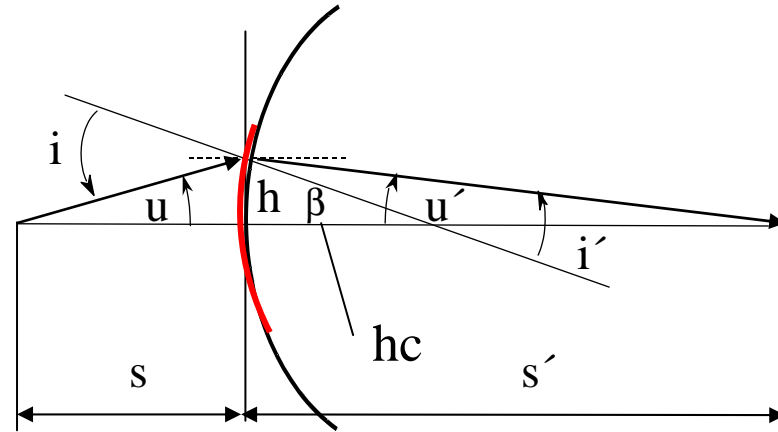
$$W = -\frac{1}{8} A^2 h \delta \left(\frac{u}{n} \right)$$

*konečný vztah pro
vlnovou aberaci*

Otvorová vada - W_{040}

$$W = -\frac{1}{8} A^2 h \delta \left(\frac{u}{n} \right) = W_{040}$$

konečný vztah pro vlnovou aberaci v prostoru 3. řádu



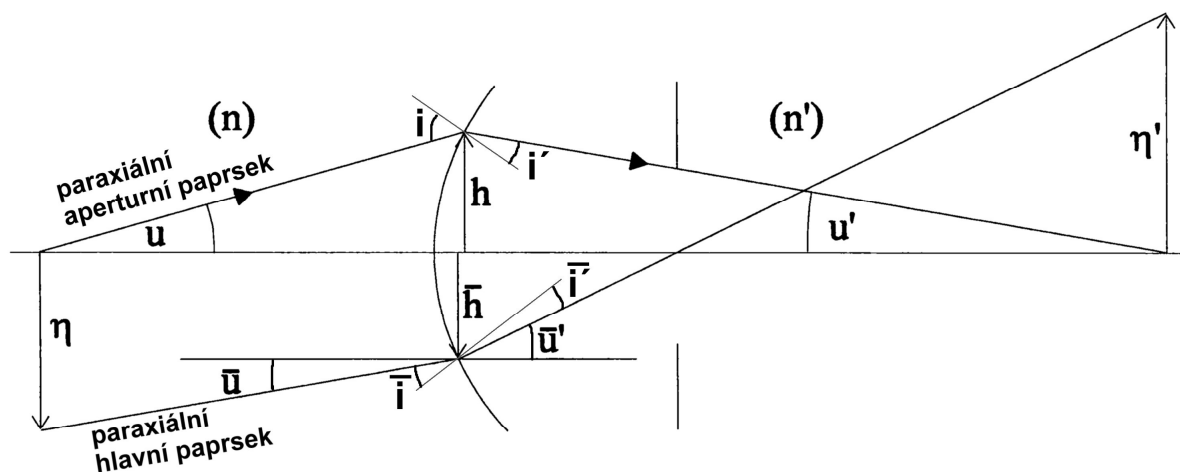
$$W_{040} = -\frac{1}{8} A^2 h \delta \left(\frac{u}{n} \right) = \frac{S_1}{8}$$

Vztah mezi vlnovou aberací a tzv. Seidelovým koeficientem S_1

S_1 - Seidelův koeficient otvorové vady

Seidelovy koeficienty základních aberací OS

Na příkladu zobrazení osového bodu optickou plochou byl odvozen Seidelův koeficient S1. Podobným způsobem jdou odvodit i koeficienty ostatních vad, ale je třeba trasovat ještě jeden paprsek, který se vztahuje k zobrazení mimo-osových bodů - hlavní paprsek.

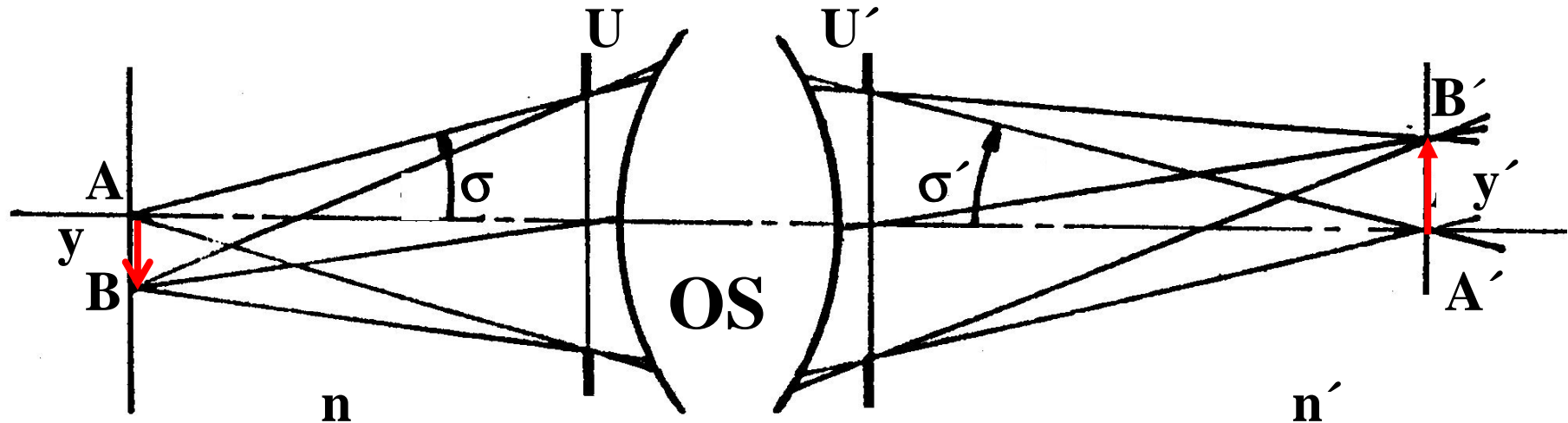


Parametry hlavního paprsku jsou pro odlišení doplněny pruhem.

Pro odvození ostatních koeficientů je ještě důležitá znalost Lagrangeova invariantu pro dva paprsky - hlavní a okrajový.

Lekce stigmatické zobrazení - sinova podmínka

(opakování – „české“)



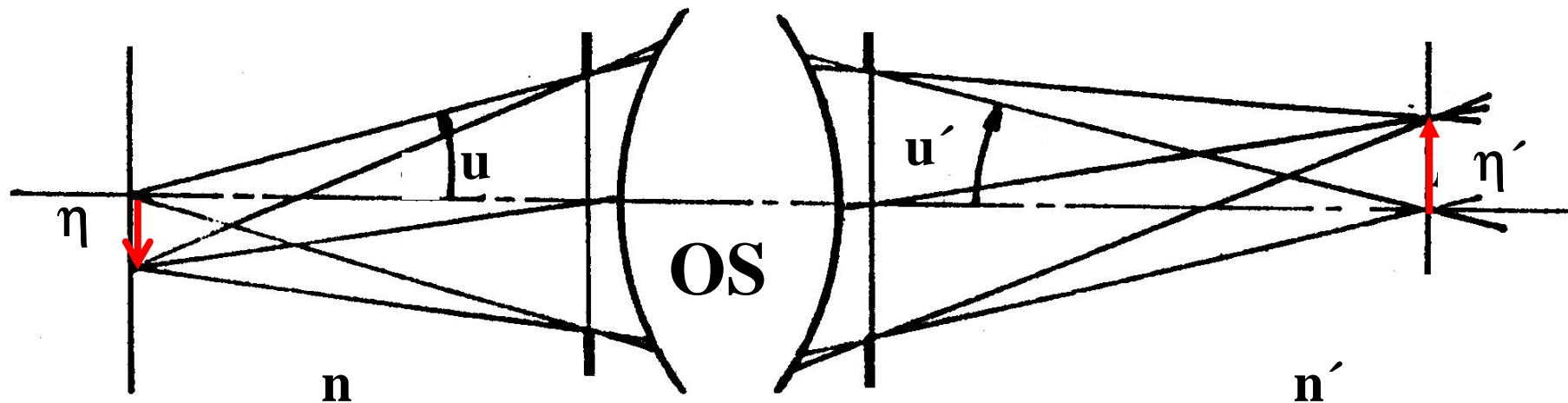
$$n(BU-AU) - n'('B'U'-A'U') = n' y' \sin(\sigma') - n y \sin(\sigma) = 0$$

Paraxiální aproximace \longrightarrow *Lagrange-Helmholtz invariant*

$$n' y' \sigma' = n y \sigma$$

Lekce stigmatické zobrazení - sinova podmínka

(jiné označení veličin – „anglické“)

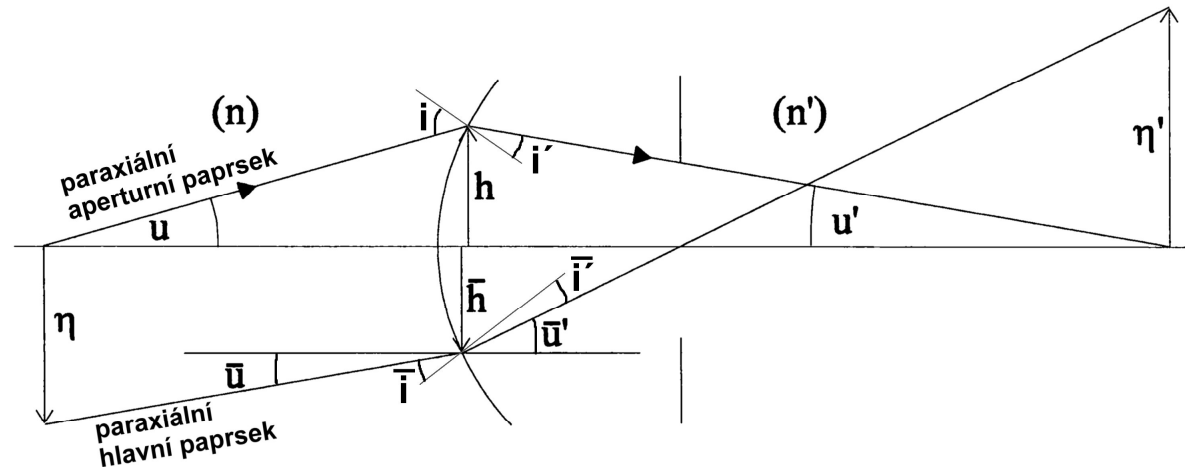


$$n' \eta' \sin(u') - n \eta \sin(u) = 0$$

Paraxiální aproximace → *Lagrange-Helmholtz invariant*

obrazová rovina ← $n' u' \eta' = n u \eta$ → *předmětová rovina*

Lagrangeův invariant - pro dva paprsky.



Paraxiální rovnice lomu pro aperturní paprsek: $n' u' = n u - h c(n' - n)$

Paraxiální rovnice lomu pro hlavní paprsek: $n \bar{u}' = n \bar{u} - \bar{h} c(n' - n)$

Eliminujeme v rovnicích člen s konstrukčními parametry: $\longrightarrow (n u - n' u') \bar{h} = (n \bar{u} - n' \bar{u}') h$

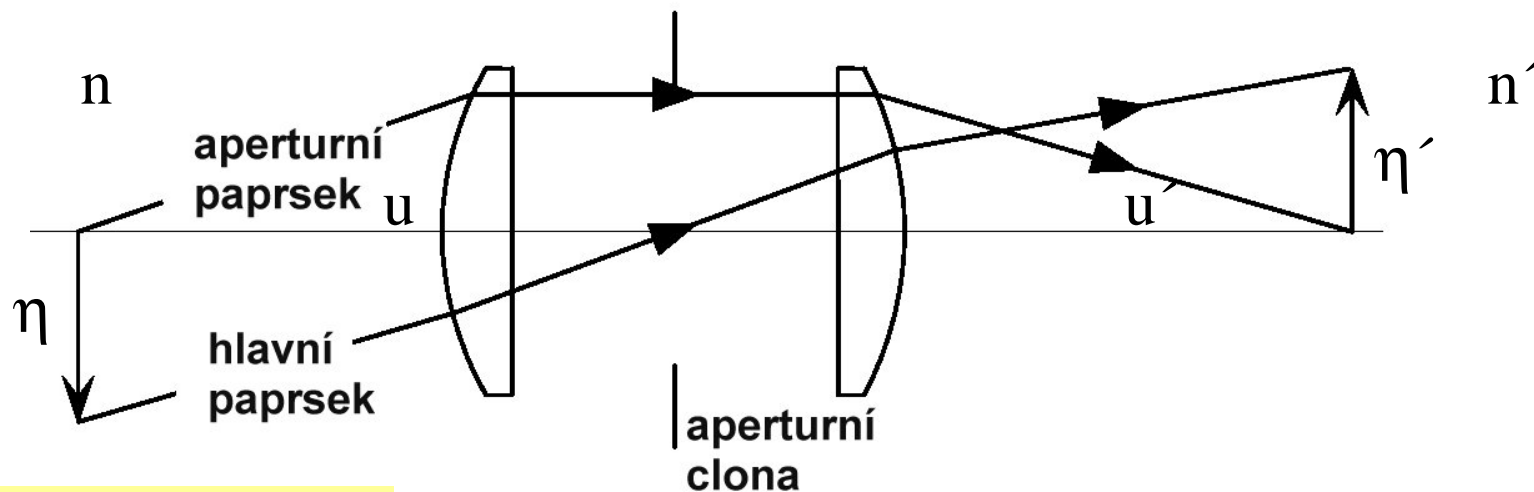
nebo: $n(u \bar{h} - \bar{u} h) = n'(u' \bar{h} - \bar{u}' h) = H$

$c(n' - n)$

H - Lagrangeův invariant (dva paprsky)

Lagrangeův invariant - dva paprsky.

(příčné zvětšení)



$$h = \eta ; h' = \eta'$$

$$H = n'u'\eta' = nu\eta$$

předmětový prostor:

$$H = n(u\eta - \bar{u}h) = n(u\eta - \bar{u}'0) = nu\eta$$

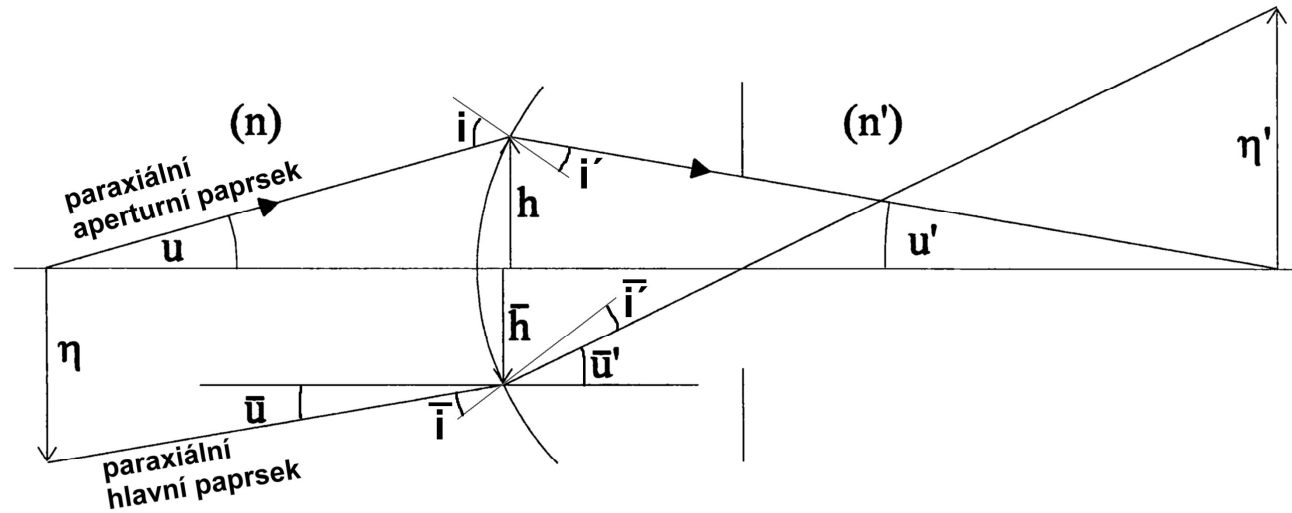
$$H = n'(u'\eta' - \bar{u}'0) = n'u'\eta'$$



$$m = \frac{\eta'}{\eta} = \frac{nu}{n'u'}$$

obrazový prostor

Invariant lomu - pro dva paprsky.



$$A = n i = n (u + h c)$$

$$A = n' i' = n' (u' + h c)$$

okrajový paprsek

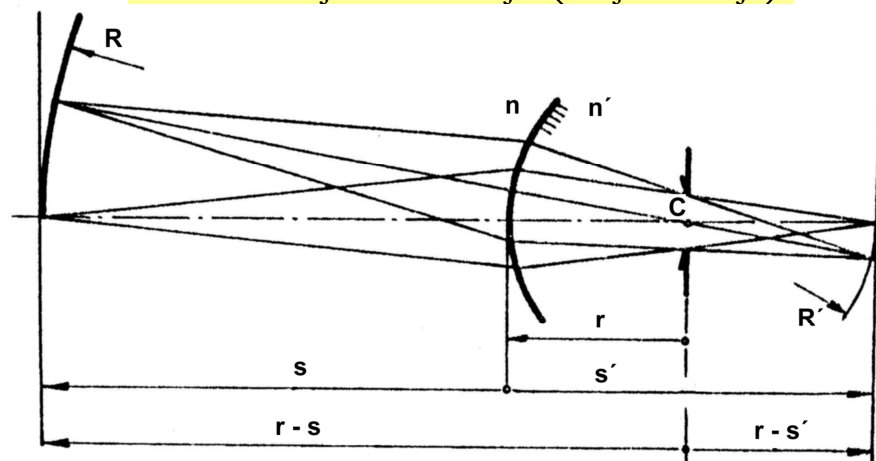
$$\bar{A} = n \bar{i} = n (\bar{u} + \bar{h} c)$$

$$\bar{A} = n' \bar{i}' = n' (\bar{u}' + \bar{h} c)$$

hlavní paprsek

Petzvalova křivost – zkrácený zápis

$$P = -\frac{1}{R_j'} = \sum_1^j \frac{1}{r_j} \left(\frac{1}{n_j'} - \frac{1}{n_j} \right)$$



$$P = -c \left(\frac{1}{n'} - \frac{1}{n} \right) = -c \delta \left(\frac{1}{n} \right)$$

vztah pro případ jedné lámavé optické plochy.

Seidelovy koeficienty 5 monochromatických vad

Otvorová vada

$$S_1 = - A^2 h \delta \left(\frac{u}{n} \right)$$

koma

$$S_2 = - A \bar{A} h \delta \left(\frac{u}{n} \right)$$

astigmatismus

$$S_3 = - \bar{A}^2 h \delta \left(\frac{u}{n} \right)$$

křivost pole

$$S_4 = - H^2 c \delta \left(\frac{1}{n} \right)$$

zkreslení

$$S_5 = \left(\frac{\bar{A}}{A} \right) (S_3 + S_4)$$

Vztah mezi Seidlovými koeficienty a vlnovými monochromatickými aberacemi.

Otvorová vada

$$W_{040} = \frac{1}{8}S_1$$

koma

$$W_{131} = \frac{1}{2}S_2$$

astigmatismus

$$W_{222} = \frac{1}{2}S_3$$

křivost pole

$$W_{220} = \frac{1}{4}S_4$$

zkreslení

$$W_{311} = \frac{1}{2}S_5$$

Seidelovy koeficienty 5 monochromatických vad OS s N optickými plochami.

otvorová vada

$$S_1 = \sum_1^N A^2 h \delta \left(\frac{u}{n} \right)$$

koma

$$S_2 = \sum_1^N A \bar{A} h \delta \left(\frac{u}{n} \right)$$

astigmatismus

$$S_3 = \sum_1^N \bar{A}^2 h \delta \left(\frac{u}{n} \right)$$

křivost pole

$$S_4 = \sum_1^N H^2 c \delta \left(\frac{1}{n} \right)$$

zkreslení

$$S_5 = \sum_1^N \left(\frac{\bar{A}}{A} \right) (S_3 + S_4)$$

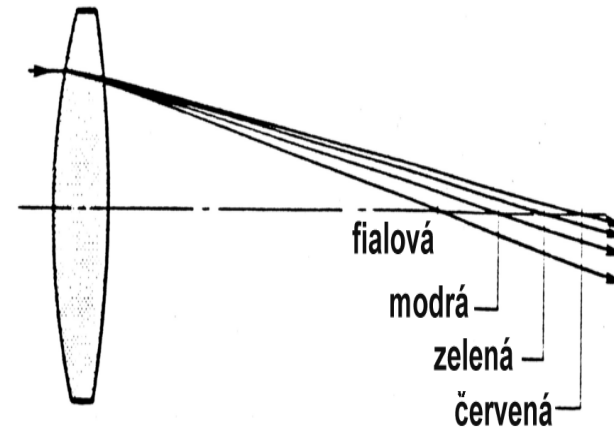
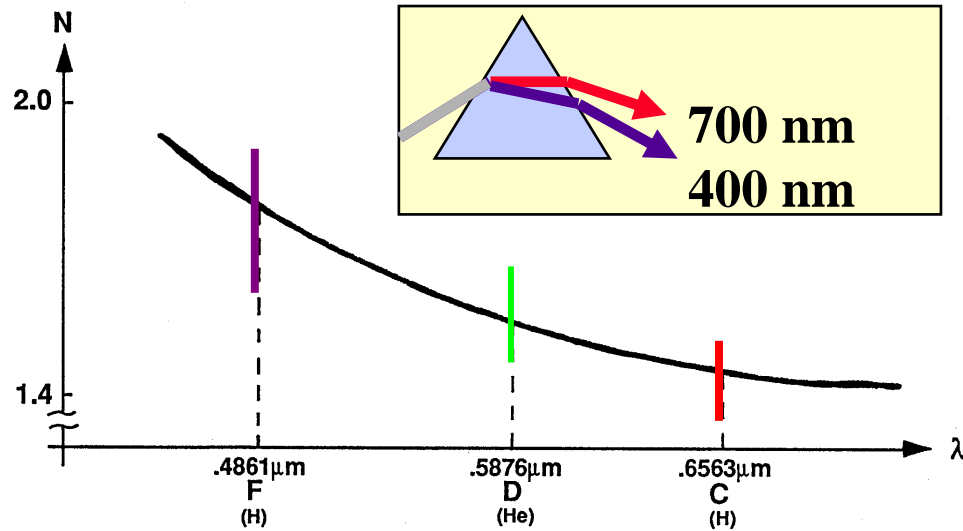
Seidelovy koeficienty 5 monochromatických vad OS s N optickými plochami.

$$\begin{aligned} S_1 &= \sum_1^N A^2 h \delta \left(\frac{u}{n} \right) \\ S_2 &= \sum_1^N A \bar{A} h \delta \left(\frac{u}{n} \right) \\ S_3 &= \sum_1^N \bar{A}^2 h \delta \left(\frac{u}{n} \right) \\ S_4 &= \sum_1^N H^2 c \delta \left(\frac{1}{n} \right) \\ S_5 &= \sum_1^N \left(\frac{\bar{A}}{A} \right) (S_3 + S_4) \end{aligned}$$

Seidelovy koeficienty (aberace) umožňují sledovat příspěvky jednotlivých ploch v OS do celkových aberací .

Aberační křivky , spot diagram, deformace vlnoplochy (vlnové aberace) i optická funkce přenosu přesně celkové aberace OS popisují, ale nedávají klíčové informace jaké konstrukční parametry ty které aberace ovlivňují. Nelze z nich tedy zjistit jak OS upravit, aby aberace byly menší, což je předpoklad návrhu OS. Toto umožní znalost Seidelovy teorie. Bez těchto znalostí je prakticky nemožné porozumět základním principům návrhu (korekce) OS.

Disperze optického materiálu



n - index lomu tzv. střední vlnové délky
(zpravidla D -zelená)

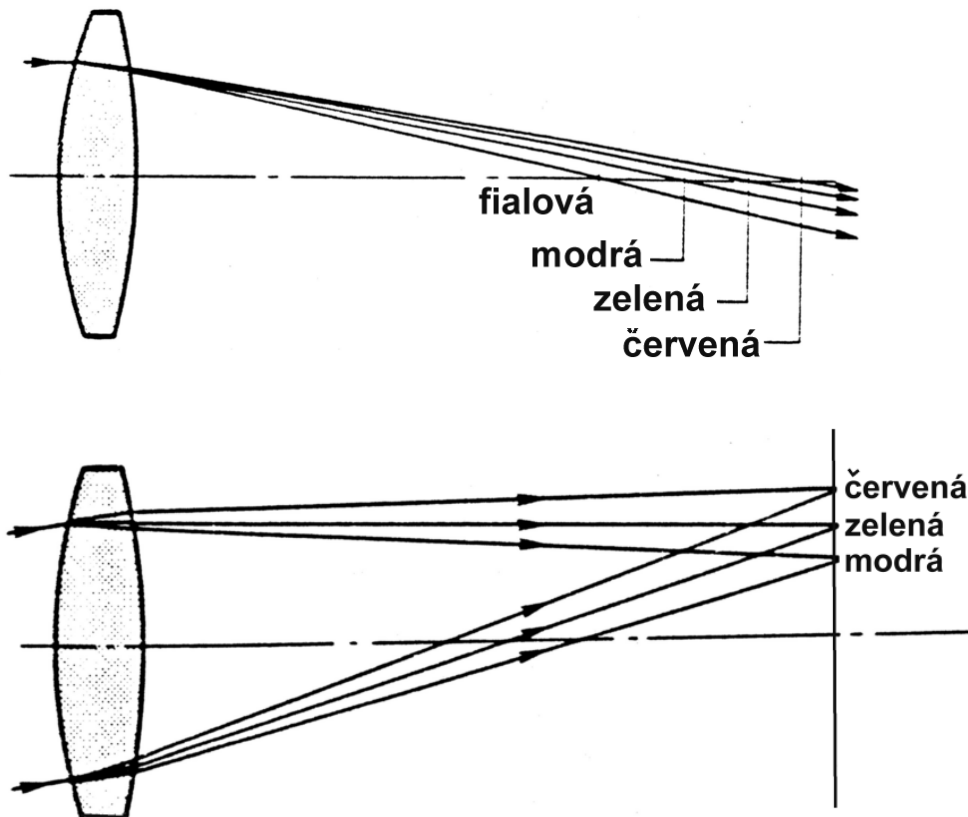
δn - disperze materiálu; rozdíl indexů lomu pro krajní vlnové délky
(F - fialová; C - červená)

$$\delta \left(\frac{\delta n}{n} \right)_i = \frac{\delta n_{i+1}}{n_{i+1}} - \frac{\delta n_i}{n_i}$$

Seidelovy koeficienty 2 barevných vad.

$$\delta_\lambda W = \delta_\lambda W_{020} \rho^2 + \delta_\lambda W_{111} \eta \rho \cos \varphi$$

(monochromaticky nejde o „pravé“ aberace)



barevná vada polohy
(λ - závislá defokusace)

$$\delta_\lambda W_{020C} = C_1 / 2$$

$$C_1 = A h \delta \left(\frac{\delta n}{n} \right)$$

barevná vada velikosti
(λ - závislé zvětšení)

$$\delta_\lambda W_{111} = C_2$$

$$C_2 = \bar{A} h \delta \left(\frac{\delta n}{n} \right)$$

Seidelovy koeficienty shrnutí.

monochromatické
3. řádu

otvorová vada

koma

astigmatismus

křivost pole

zkreslení

$$S_1 = - A^2 h \delta \left(\frac{u}{n} \right)$$

$$S_2 = - A \bar{A} h \delta \left(\frac{u}{n} \right)$$

$$S_3 = - \bar{A}^2 h \delta \left(\frac{u}{n} \right)$$

$$S_4 = - H^2 c \delta \left(\frac{1}{n} \right)$$

$$S_5 = \left(\frac{\bar{A}}{A} \right) (S_3 + S_4)$$

barevné
1. řádu

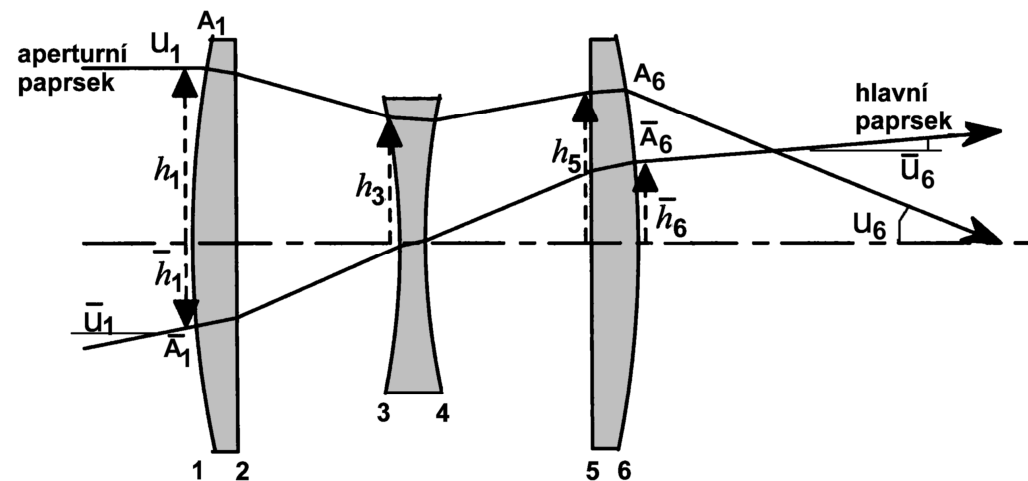
barevná polohy

barevná velikosti

$$C_1 = A h \delta \left(\frac{\delta n}{n} \right)$$

$$C_2 = \bar{A} h \delta \left(\frac{\delta n}{n} \right)$$

Seidelovy koeficienty - výpočet



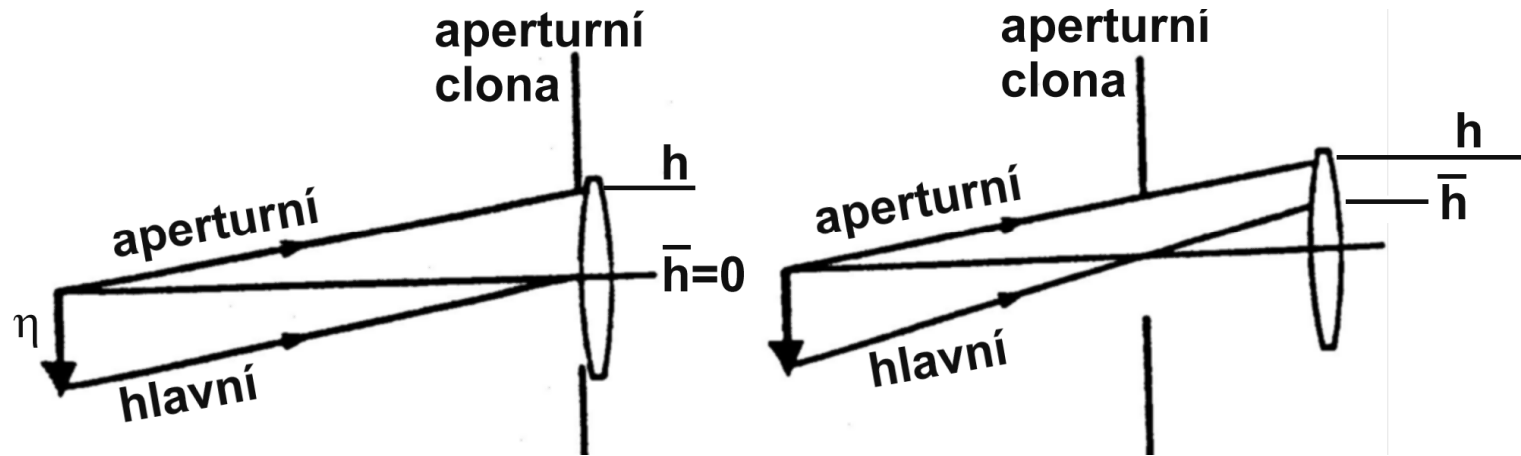
Optickou soustavou se přes všechny plochy propočítají pomocí paraxiálního trasování dva paprsky - okrajový (aperturní) a hlavní.

U každé optické plochy se zaznamenají hodnoty invariantů lomu A, \bar{A} ; dopadové výšky h, \bar{h} ; úhly s optickou osou u, \bar{u} ; dopočítá se aplanatická podmínka a Lagrangeův invariant H .

Potom se už spočítají koeficienty $S1, S2, S3, S4, S5$.

Po dopočítání disperze materiálu také koeficienty $C1, C2$.

Vliv polohy clony na velikost Seidelových koeficientů - velikost aberací 3. řádu

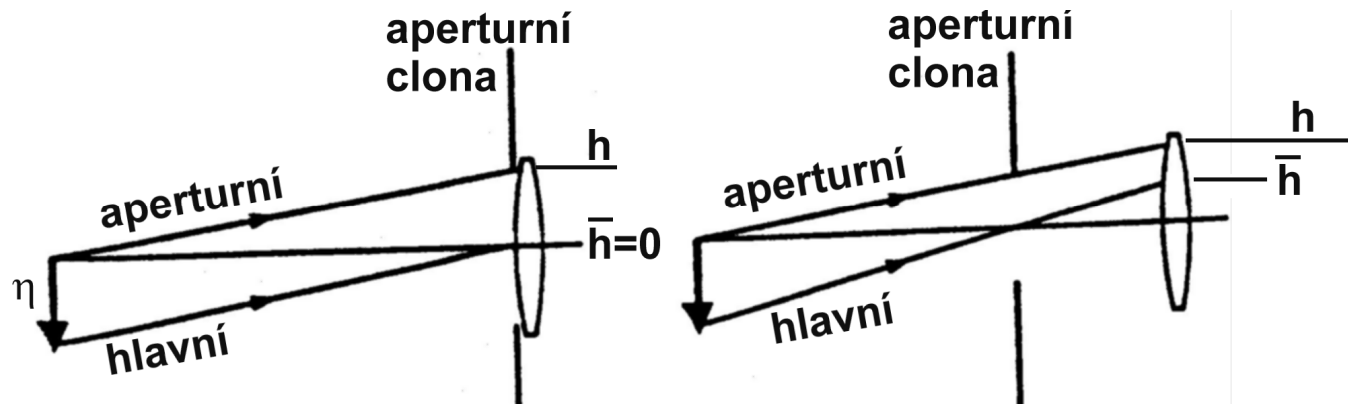


Při posunu clony zůstává dopadová výška aperturního paprsku stejná, ale u paprsku hlavního se mění. Tím se mění podmínky lomu pro hlavní paprsek a také hodnoty Seidelových koeficientů.

Zavedeme pomocný parametr - tzv. koeficient výstřednosti :

$$E = \frac{\bar{h}}{h} \quad \text{nebo} \quad \delta E = \frac{\delta \bar{h}}{h}$$

Vliv polohy clony na velikost Seidelových koeficientů - velikost aberací 3. řádu



změna jednotlivých koeficientů - bez odvození

$$\delta S_2 = H \delta E S_1$$

$$\delta S_3 = (H \delta E)^2 S_1 + 2 (H \delta E) S_2$$

$$\delta S_5 = (H \delta E)^3 S_1 + 3 (H \delta E)^2 S_2 + (3S_3 + S_4) (H \delta E)$$

$$\delta C_2 = H \delta E C_1$$

Vliv polohy clony na velikost Seidelových koeficientů - velikost aberací 3. řádu

(Seidelovy koeficienty pro případ posunu clony)

$$S_1^* = S_1$$

$$S_2^* = S_2 + \delta S_2 = S_2 + H \delta E S_1$$

$$S_4^* = S_4$$

$$S_3^* = S_3 + \delta S_3 = S_3 + (H \delta E)^2 S_1 + 2(H \delta E) S_2$$

$$S_5^* = S_5 + \delta S_5 = S_5 + (H \delta E)^3 S_1 + 3(H \delta E)^2 S_2 + (3S_3 + S_4)(H \delta E)$$

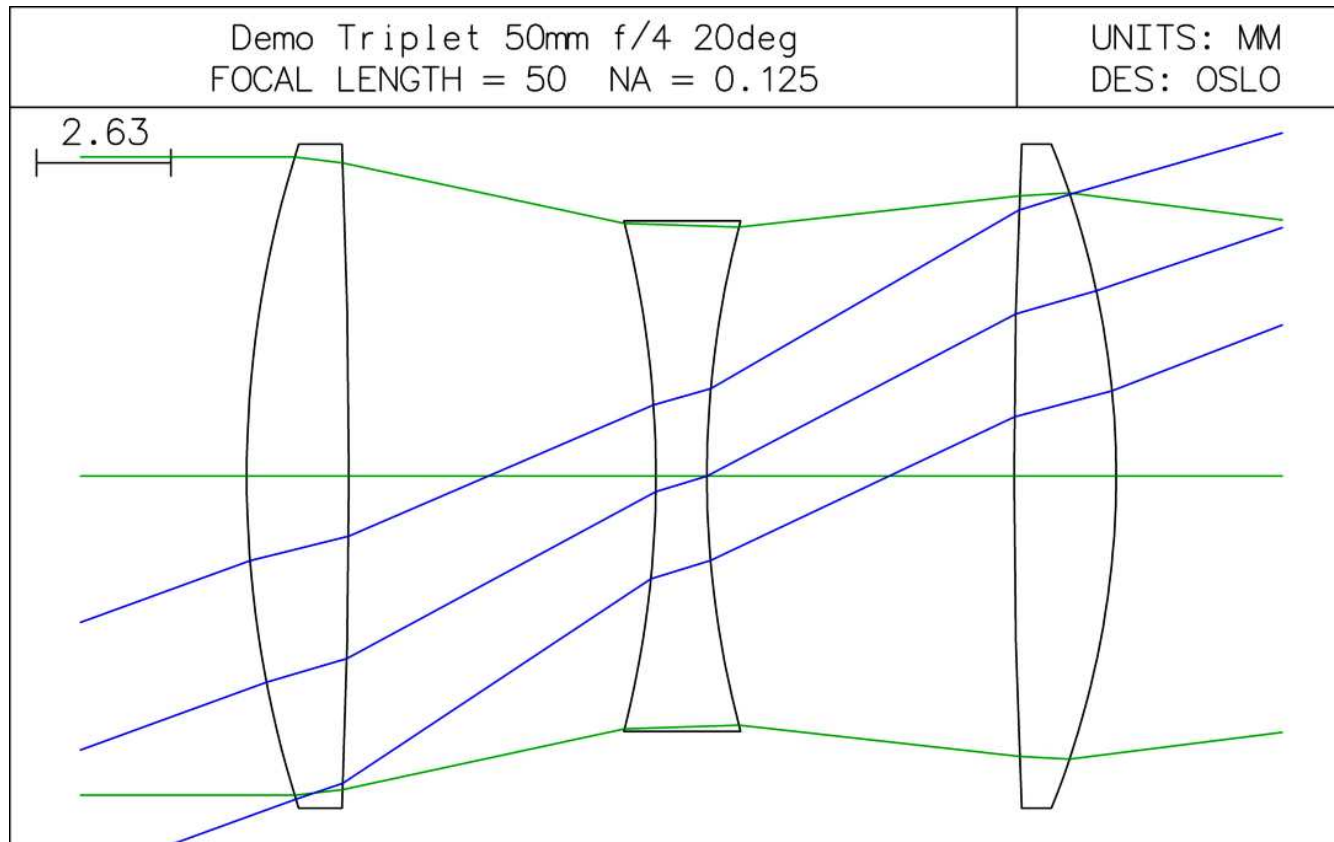
$$C_1^* = C_1$$

$$C_2 = C_2 + \delta C_2 = C_2 + H \delta E C_1$$

kde

$$H = n\bar{u}h - n\bar{u}h$$

Výpočet Seidelových koeficientů v programu OSLO-LT.



Označení Seidelových koeficientů v programu OSLO-LT.

Otvorová vada

$$S_1 = SA3$$

koma

$$S_2 = CMA3$$

astigmatismus

$$S_3 = AST3$$

křivost pole

$$S_4 = PTZ3$$

zkreslení

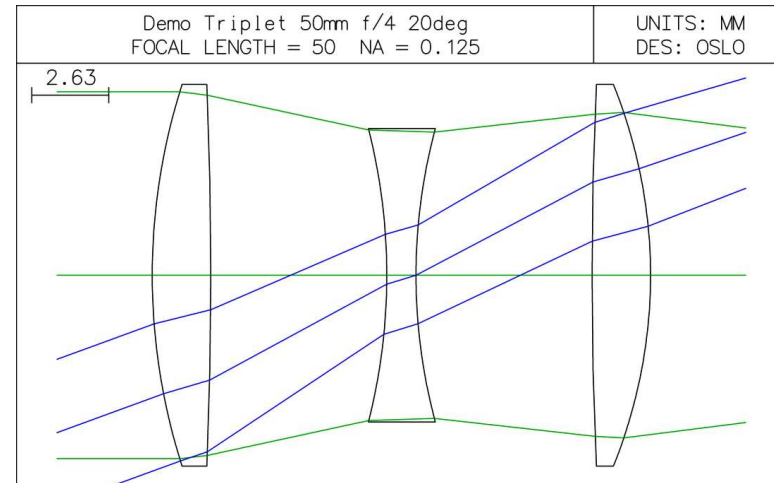
$$S_5 = DIS3$$

Výpočet Seidelových koeficientů v programu OSLO-LT.

Cooke triplet

Monochromatické vady

Výpis z programu:

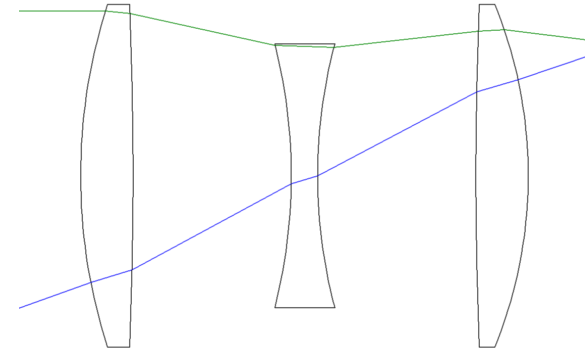


*SEIDEL ABERRATIONS

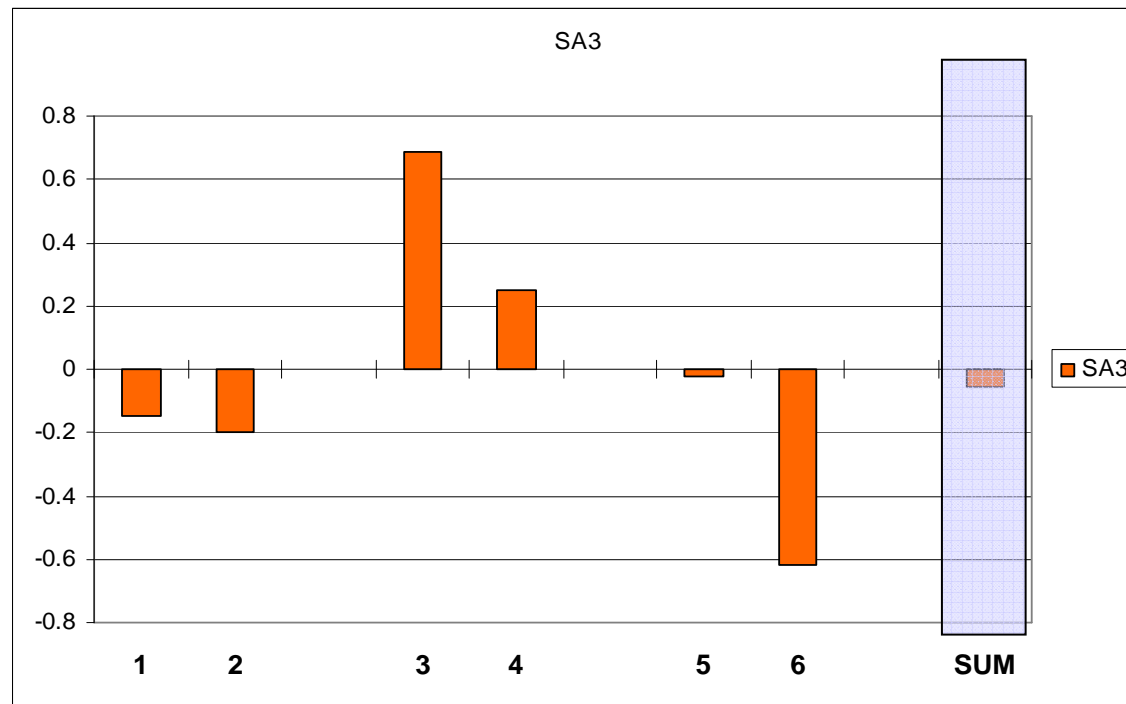
SRF	SA3	CMA3	AST3	PTZ3	DIS3
1	-0.150292	-0.094382	-0.059271	-0.372951	-0.271431
2	-0.195919	0.407967	-0.849522	-0.049954	1.873006
3	0.686332	-0.779255	0.884759	0.389878	-1.447211
4	0.248488	0.352242	0.499317	0.409069	1.287675
5	-0.023167	-0.089569	-0.346294	-0.056108	-1.555782
6	-0.619859	0.202934	-0.066438	-0.458502	0.171859
SUM	-0.054416	-6.2549e-05	0.062550	-0.138567	0.058116

Výpočet Seidelových koeficientů v programu OSLO-LT.

Otvorová vada
příspěvky jednotlivých
ploch

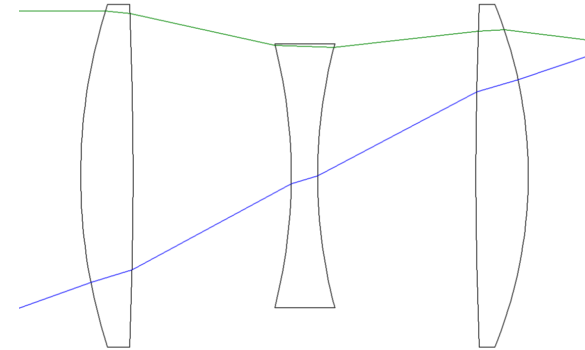


	SA3
1	-0.150292
2	-0.195919
3	0.686332
4	0.248488
5	-0.023167
6	-0.619859
SUM	-0.054416

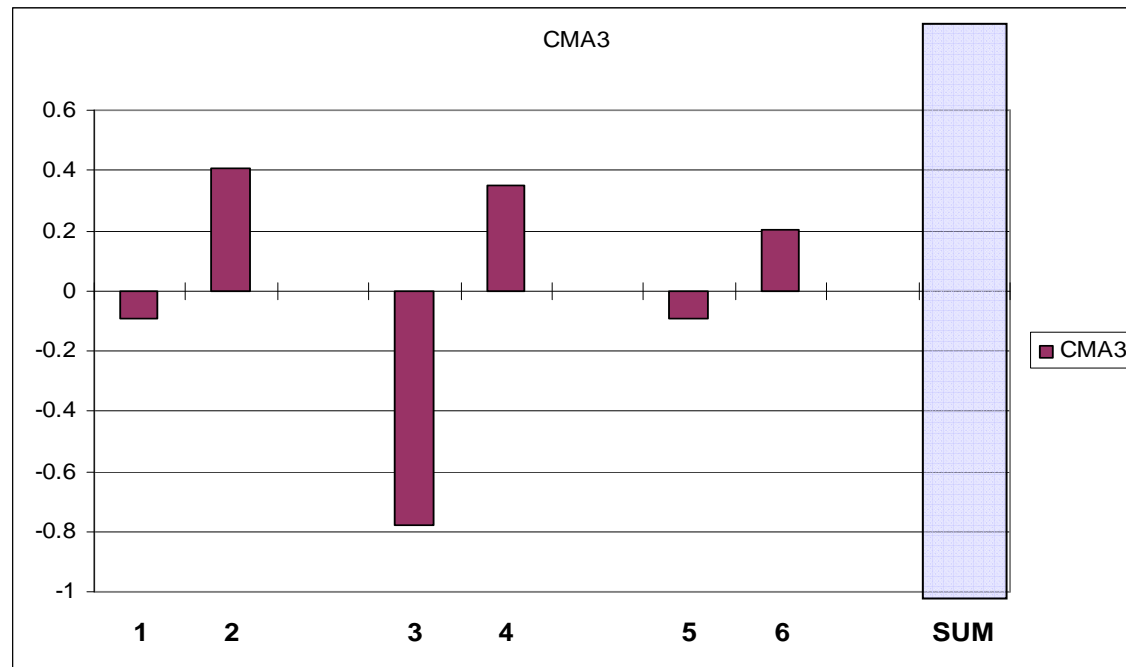


Výpočet Seidelových koeficientů v programu OSLO-LT.

Koma
*príspevky jednotlivých
ploch*

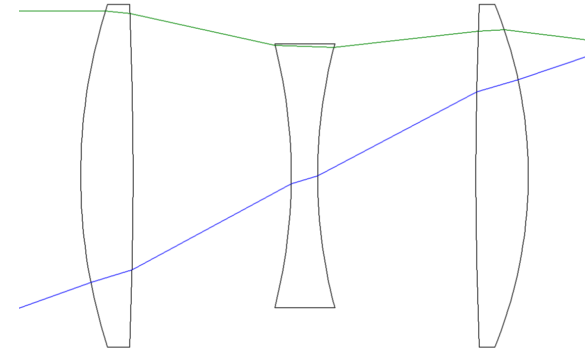


	CMA3
1	-0.094382
2	0.407967
3	-0.779255
4	0.352242
5	-0.089569
6	0.202934
SUM	-6.25e-05

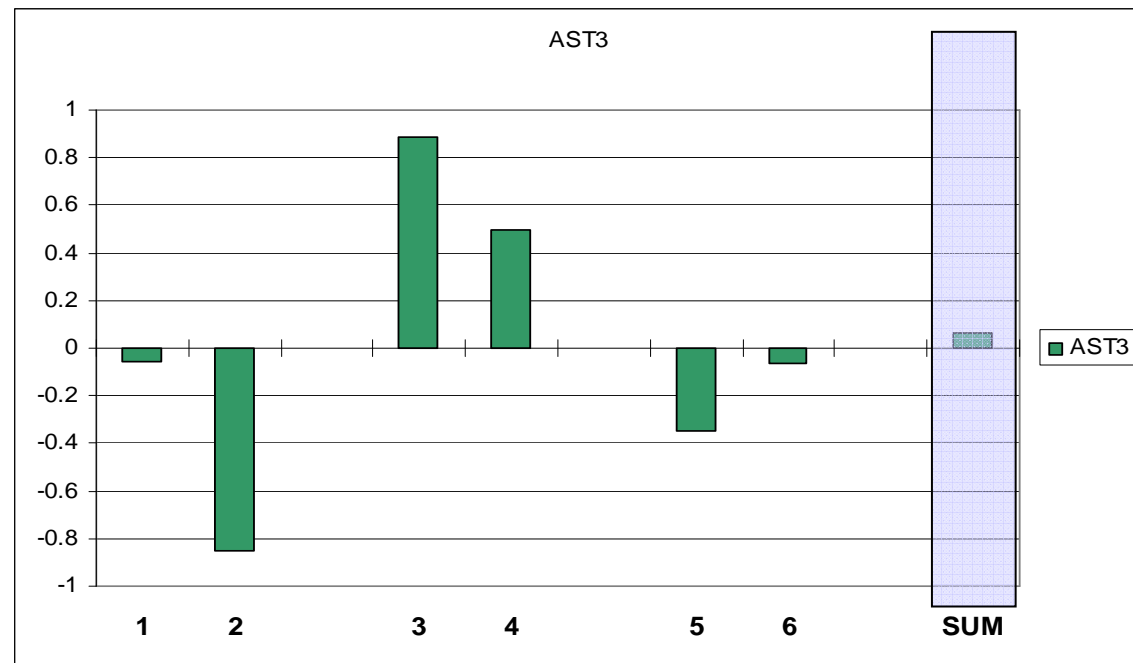


Výpočet Seidelových koeficientů v programu OSLO-LT.

Astigmatismus
*příspěvky jednotlivých
ploch*

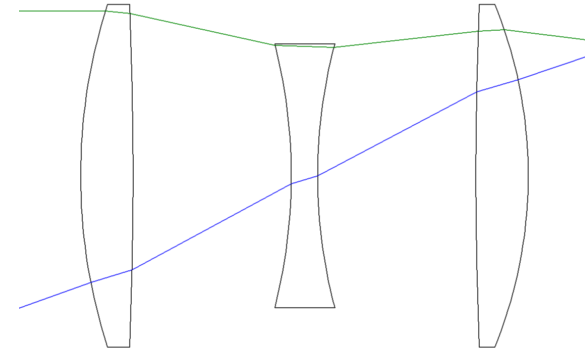


AST3	
1	-0.059271
2	-0.849522
3	0.884759
4	0.499317
5	-0.346294
6	-0.066438
SUM	0.062550

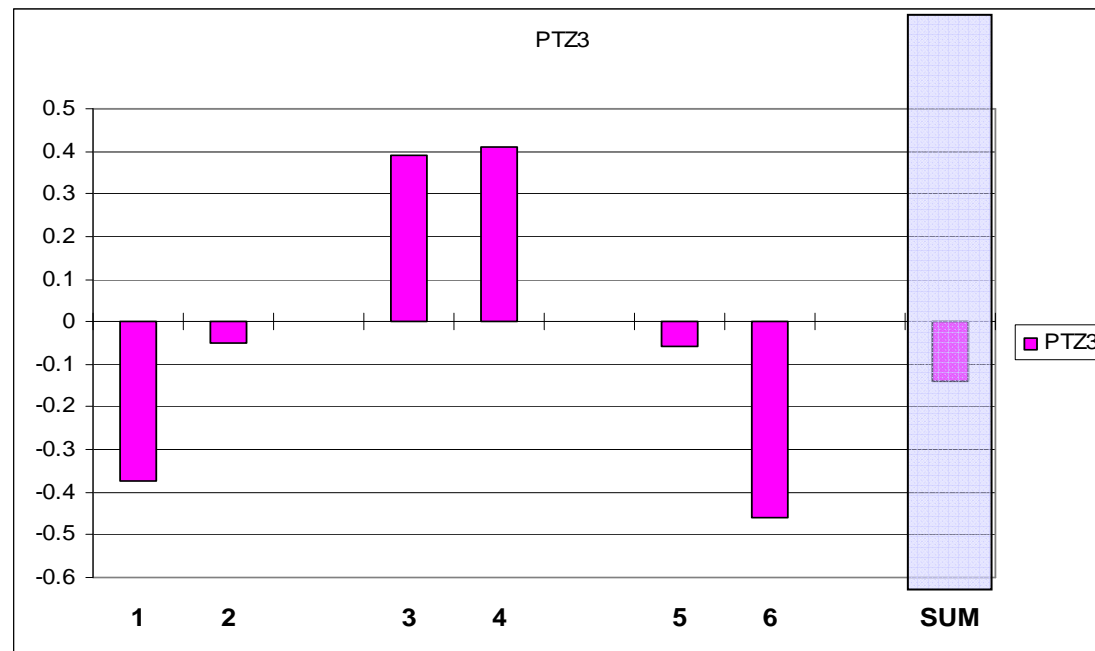


Výpočet Seidelových koeficientů v programu OSLO-LT.

Petzvalova křivost
příspěvky jednotlivých
ploch

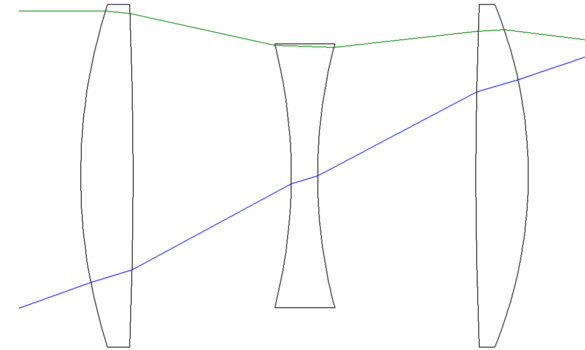


PTZ3	
1	-0.372951
2	-0.049954
3	0.389878
4	0.409069
5	-0.056108
6	-0.458502
SUM	-0.138567

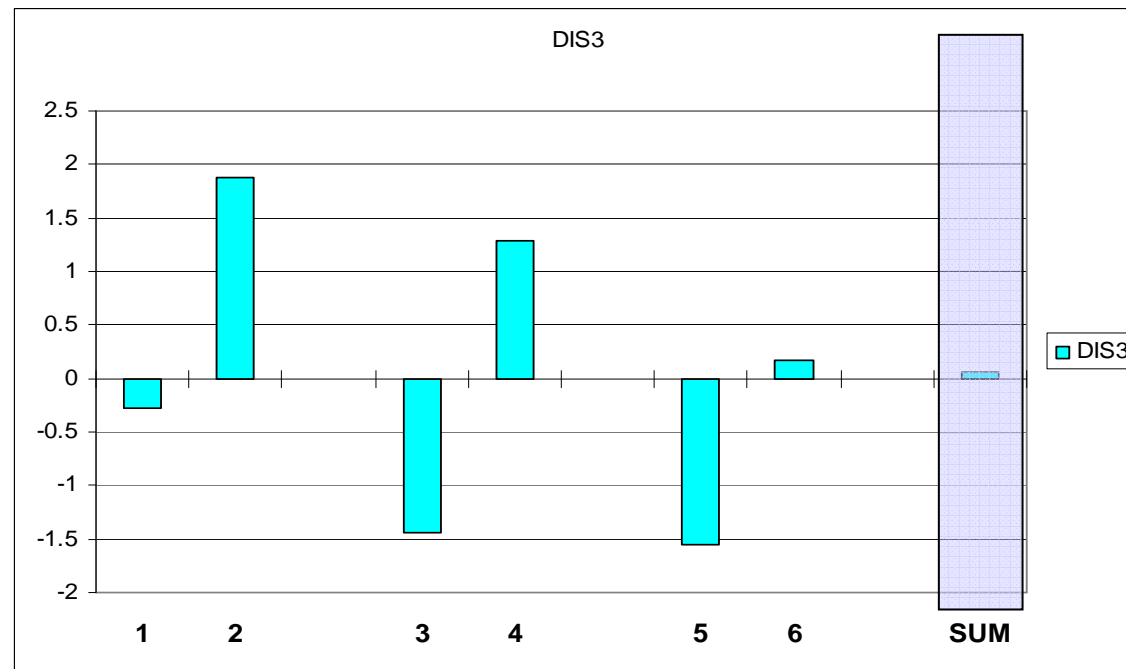


Výpočet Seidelových koeficientů v programu OSLO-LT.

Zkreslení
*příspěvky jednotlivých
ploch*



DIS3	
1	-0.271431
2	1.873006
3	-1.447211
4	1.287675
5	-1.555782
6	0.171859
SUM	0.058116

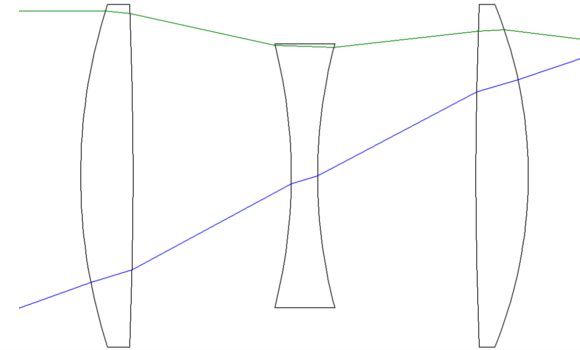


Výpočet Seidelových koeficientů v programu OSLO-LT.

Monochromatické aberace

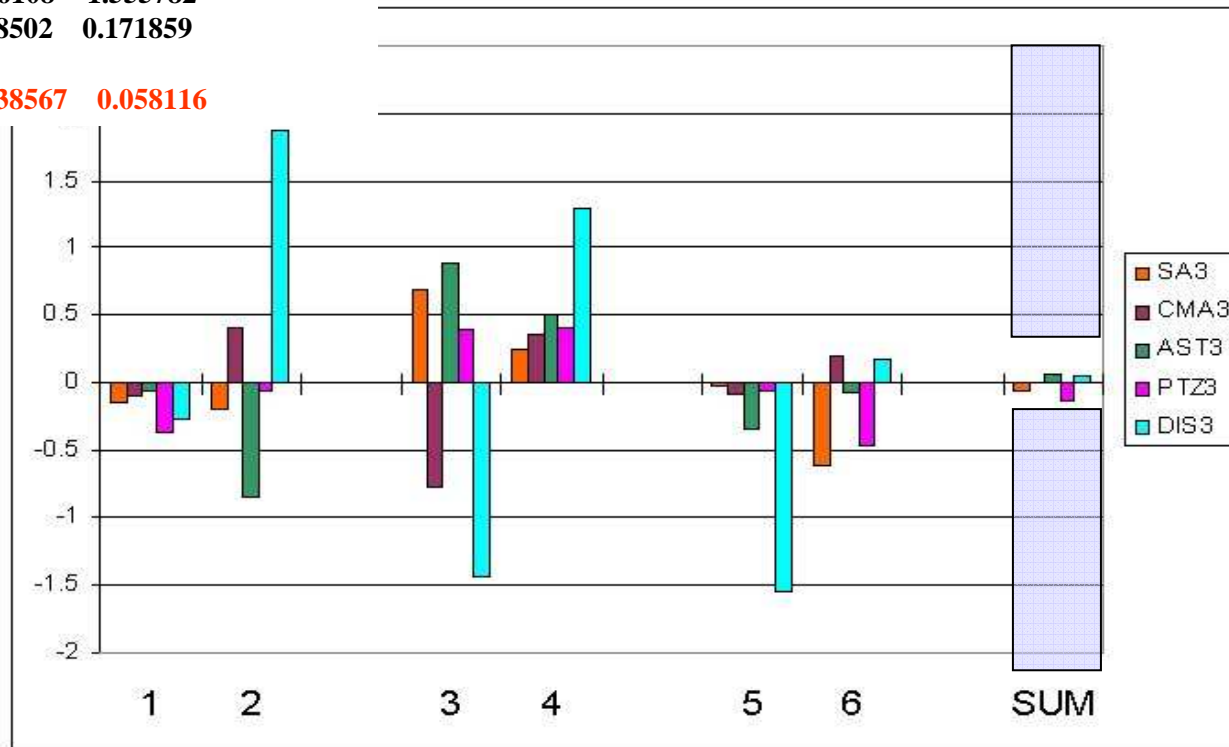
příspěvky jednotlivých ploch

SRF	SA3	CMA3	AST3	PTZ3	DIS3
1	-0.150292	-0.094382	-0.059271	-0.372951	-0.271431
2	-0.195919	0.407967	-0.849522	-0.049954	1.873006
3	0.686332	-0.779255	0.884759	0.389878	-1.447211
4	0.248488	0.352242	0.499317	0.409069	1.287675
5	-0.023167	-0.089569	-0.346294	-0.056108	-1.555782
6	-0.619859	0.202934	-0.066438	-0.458502	0.171859
SUM	-0.054416	-6.2549e-05	0.062550	-0.138567	0.058116



**Souhrn
aberací
na plochách**

**relativní
hodnoty**

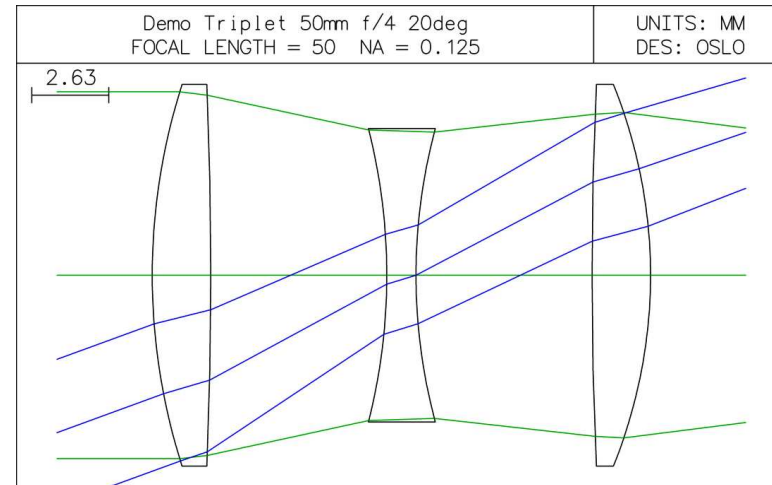


Výpočet Seidelových koeficientů v programu OSLO-LT.

Cooke triplet

Barevné vady

Výpis z programu:



*CHROMATIC ABERRATIONS

SRF	PAC	SAC	PLC	SLC
1	-0.093340	-0.064858	-0.058617	-0.040731
2	-0.074647	-0.051870	0.155440	0.108010
3	0.176527	0.124657	-0.200427	-0.141534
4	0.133689	0.094406	0.189510	0.133824
5	-0.034747	-0.024144	-0.134339	-0.093347
6	-0.119366	-0.082943	0.039079	0.027154
SUM	-0.011884	-0.004752	-0.009354	-0.006623

$$C_1 = PAC$$

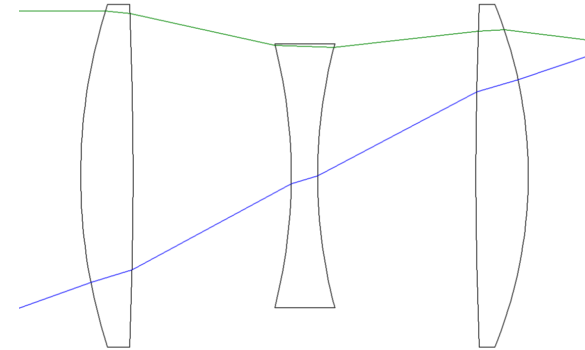
barevná vada polohy

$$C_2 = PLC$$

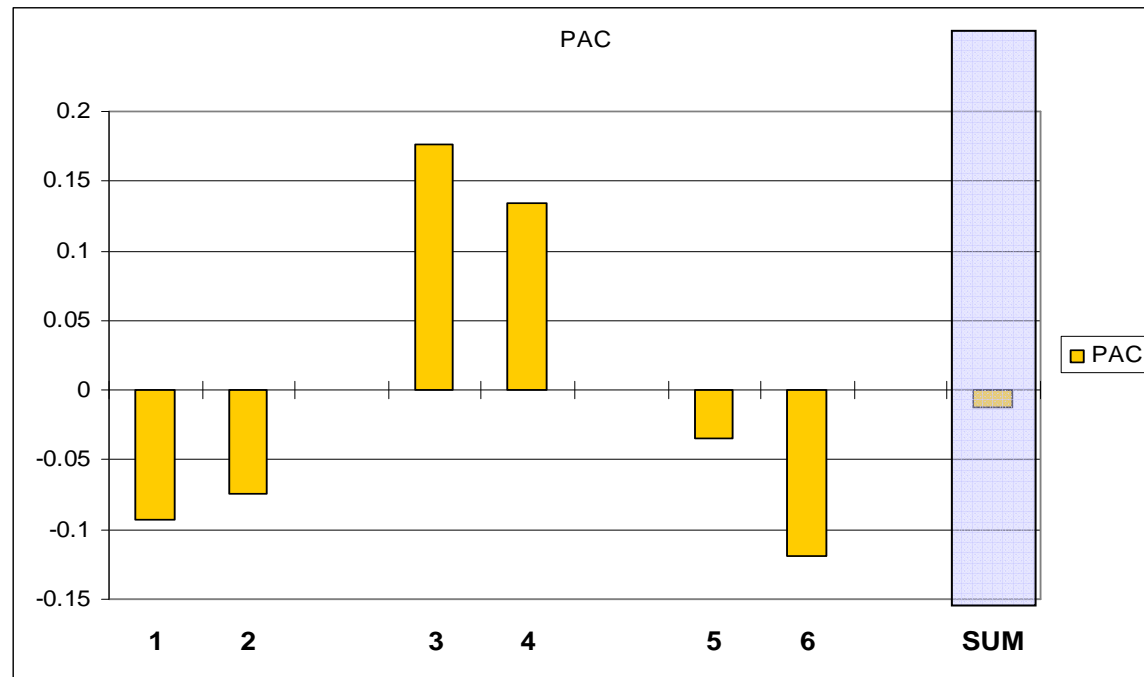
barevná vada velikosti

Výpočet Seidelových koeficientů v programu OSLO-LT.

Barevná vada polohy
příspěvky jednotlivých
ploch

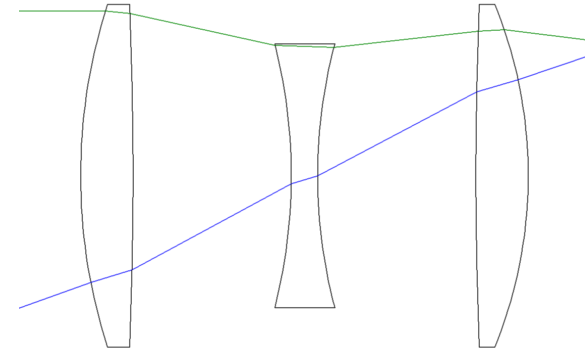


	PAC
1	-0.093340
2	-0.074647
3	0.176527
4	0.133689
5	-0.034747
6	-0.119366
SUM	-0.011884

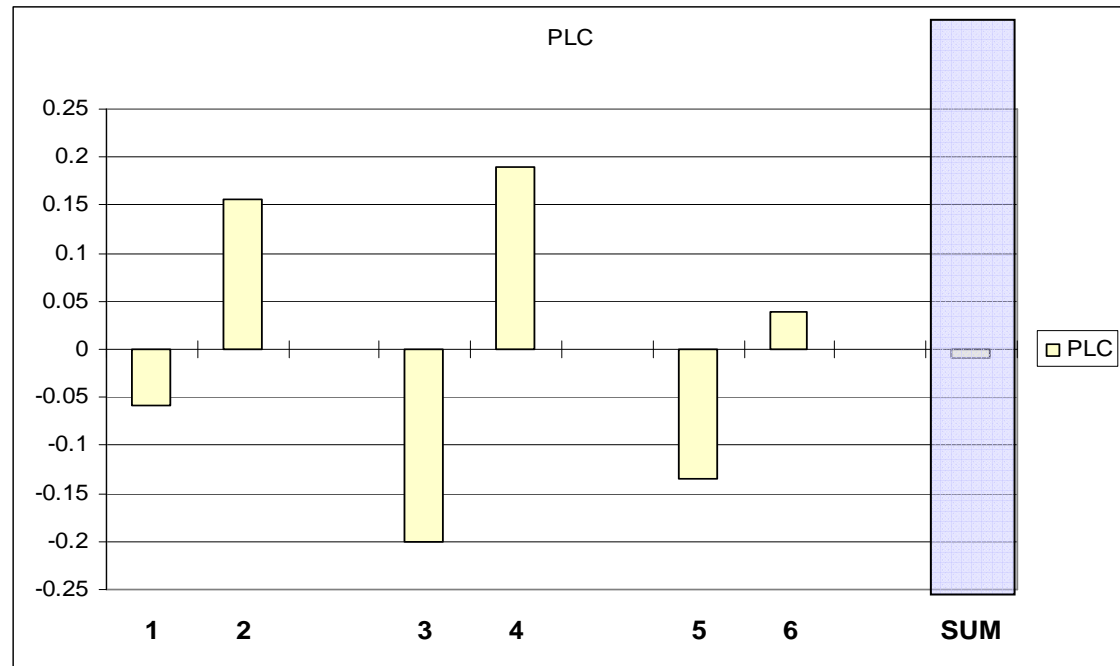


Výpočet Seidelových koeficientů v programu OSLO-LT.

Barevná vada velikosti
příspěvky jednotlivých
ploch

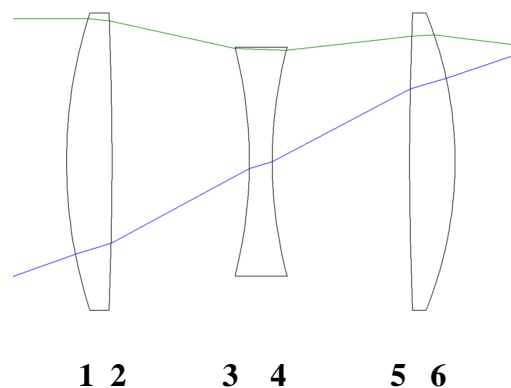


PLC	
1	-0.058617
2	0.155440
3	-0.200427
4	0.189510
5	-0.134339
6	0.039079
SUM	-0.009354



Význam znalosti Seidelových aberací (koeficientů) při návrhu OS.

Seidelovy koeficienty (aberace) umožňují sledovat vliv jednotlivých ploch v OS na velikost základních aberací a ukazují tím „směr“ kterým je třeba při korekci aberací OS postupovat. U náročnějších soustav hrají často významnou roli aberace vyšších řádů, ale obecně platí, že korekce základních aberací je nutnou podmínkou pro dobrou korekci jakékoli OS.



Význam znalosti Seidelových aberací (koeficientů) při návrhu OS.

*„ It is almost impossible to understand the
principles of lens design without using Seidel
aberration theory“*

M.J. Kidger

LITERATURA :

M.J. Kidger : Fundamental optical design, SPIE Press, 2001

P. Mouroulis : Geometrical optics and optical design, Oxford Press, 1997

http://www.lambdares.com/pub/Optics_Reference.pdf

http://www.winlens.de/en/wl43_install.html