

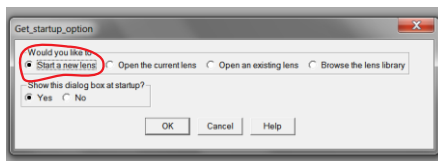
2.4 Preračun optičnega sistema s programom OSLO LT

Naloge:

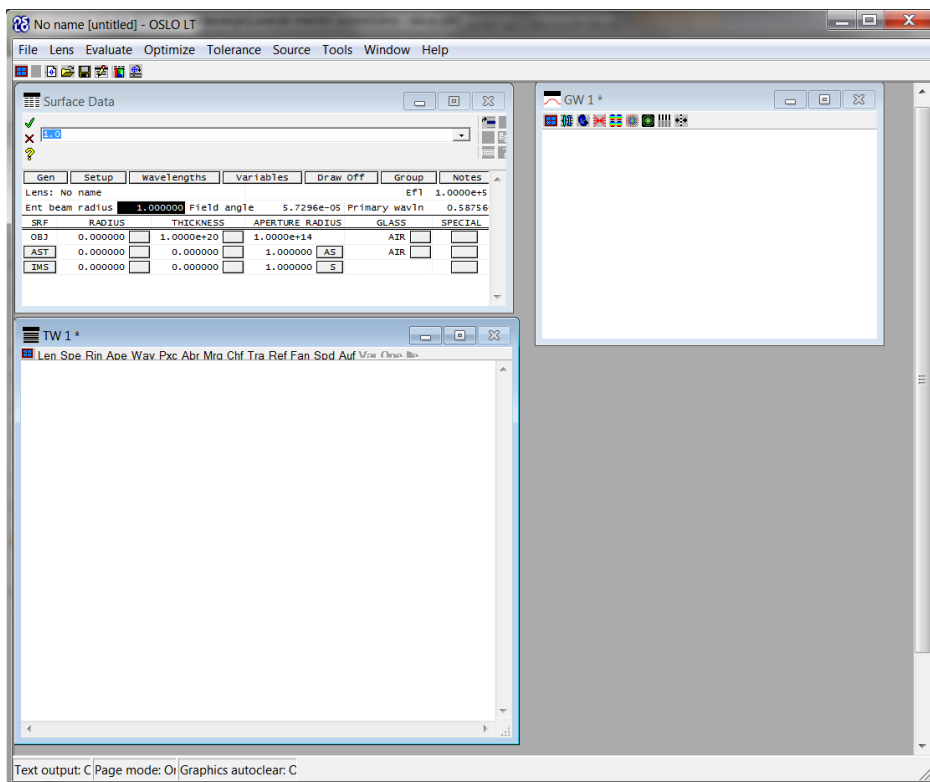
- 1) Optični sistem iz naloge 2.3 zmodelirajte v programu OSLO LT!
- 2) Vizualizirajte optični sistem ter izrišite potek žarkovnega stožca skozi optični sistem.
- 3) Okarakterizirajte kvaliteto preslikave točkovnega svetlobnega izvora.

2.4.1 Zagon programa

- 1) Ob zagonu izberite:



- 2) Po potrditvi (OK) se v programu pojavijo tri podokna (Surface Data, TW in TG):

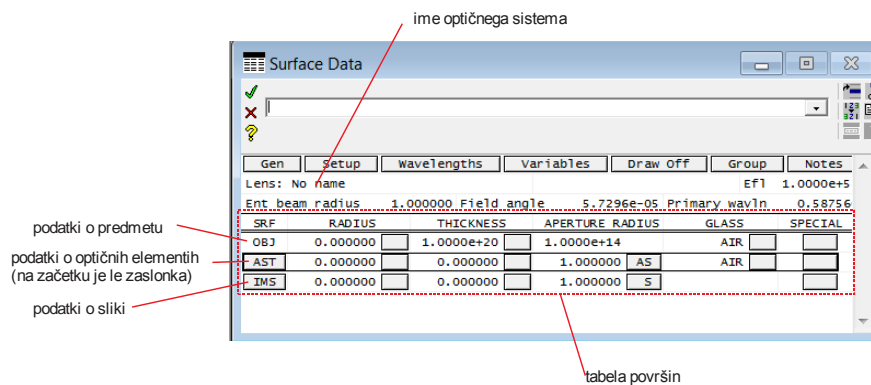


Zadnja dva služita tekstovnemu (TW) in grafičnemu prikazu rezultatov.

Okno Surface Data pa je v prvi fazi modeliranja najpomembnejši, saj vanj vnašamo geometrijske in optične podatke proučevanega sistema lečja.

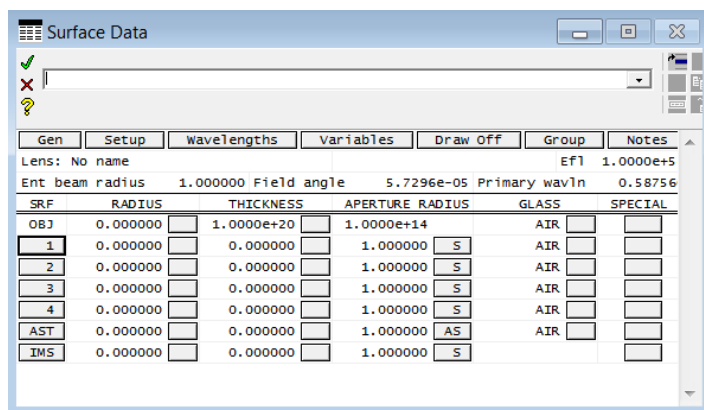
2.4.2 Vnos geometrijskih podatkov

- 1) V oknu Surface Data so torej shranjeni podatki optičnega sistema:

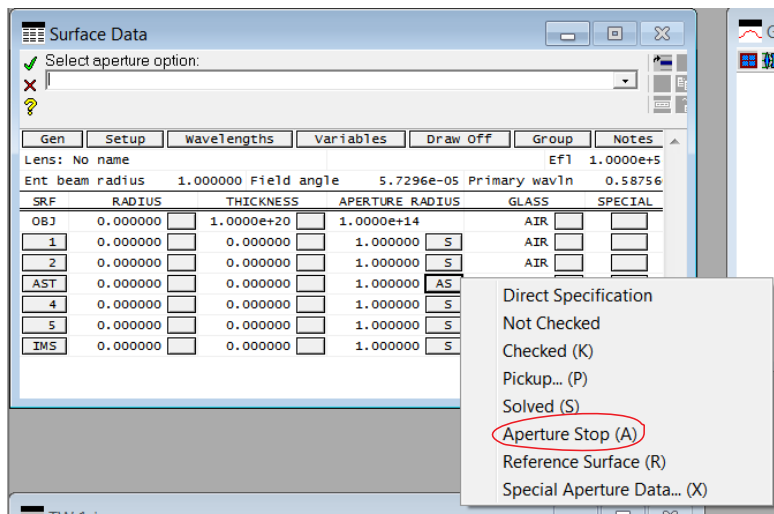


V tabeli površin so ob pričetku že tri površine in sicer: objektna površina, zaslonka ter slikovna ravnina.

2) Nove površine vnesemo z desnim klikom in ukazom Insert Before oziroma Insert After. Tako vnesite štiri nove površine med OBJ in AST. Tabela mora ob koncu imeti sledeč izgled:



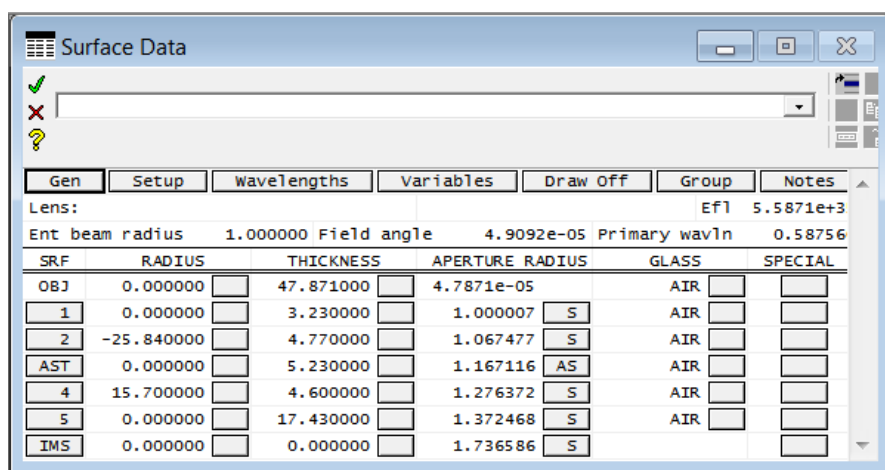
3) Določite 3. površino za zaslonko. To storite z desnim klikom na gumb v stolpcu APERTURE RADIUS:



4) Vnesite razdalje med posameznimi površinami tako, da spremenite vrednosti v stolpcu THICKNESS. Razdaljo med objektno ravnino in 1. lečo vnesete v prvo vrstico (OBJ). Debelino 1. leče vnesete kot debelino 1. površine. Tako nadaljujete z vsemi debelinami, vključno z debelino 5. površine, ki popisuje razdaljo med zadnjo optično površino in slikovno ravnino.

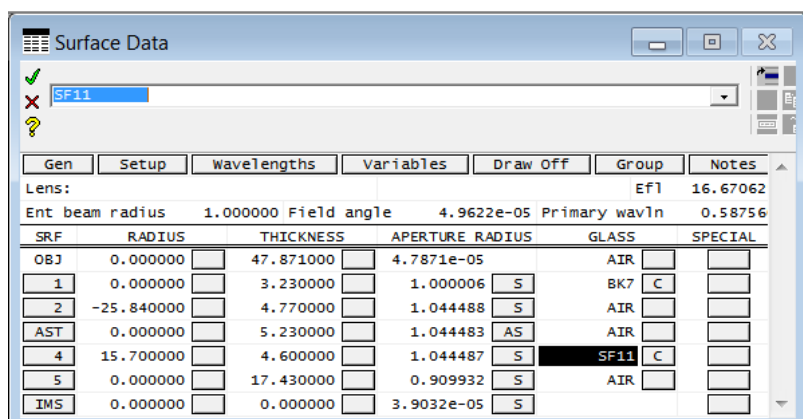
5) Vnesite tudi krivinske radije posameznih površin. Zato spremenite vrednosti v stolpcu RADIUS. Pri tem upoštevajte dogovor o predznaku: pozitiven, če je center sfere na desni strani površine!

Ob koncu mora imeti tabela sledeč izgled:

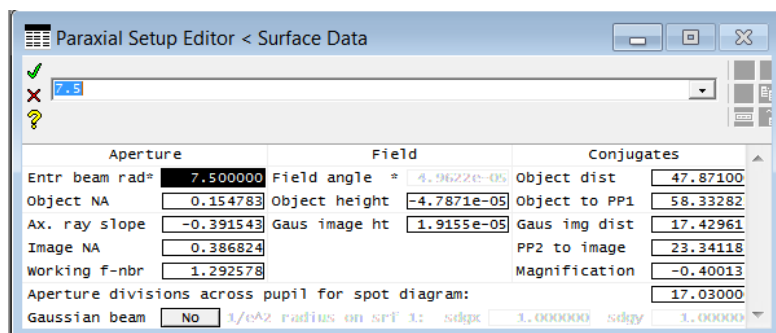


6) Dodajte še materialne podatke in sicer v stolpec GLASS. Prva leča je iz stekla z oznako BK7, zato v celico 1. površine vpišite BK7. Ob tem opazimo, da se je na gumbu desno pojavila oznaka

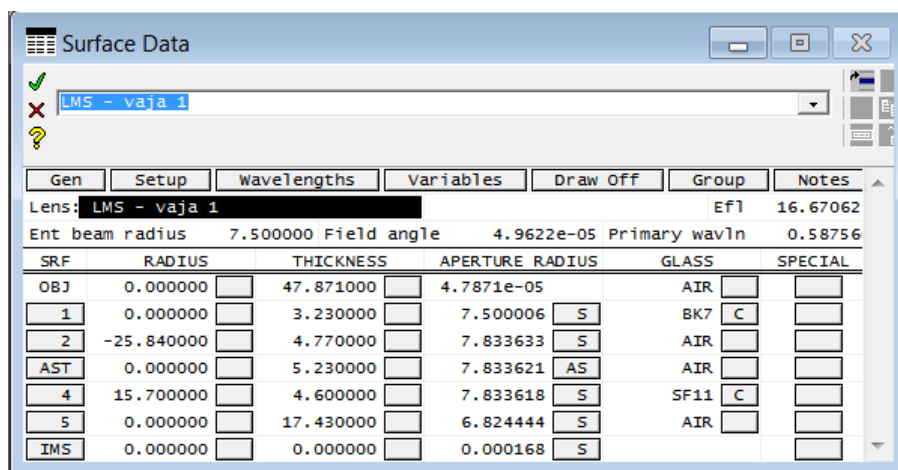
'C', kar pomeni, da je program oznako prepoznal in podatke črpa iz knjižnice o različnih steklih. Enako storimo tudi za drugo lečo, ki je iz stekla SF11:



7) Nastavite polmer žarka na vstopu v prvo lečo. Pritisnite na gumb SETUP in spremenite parameter »Entr beam rad« na vrednost 7.5:



8) Poimenujte optični sistem, tako da v okno Surface Data, v polje »Lens« vpišete LMS – vaja 1.



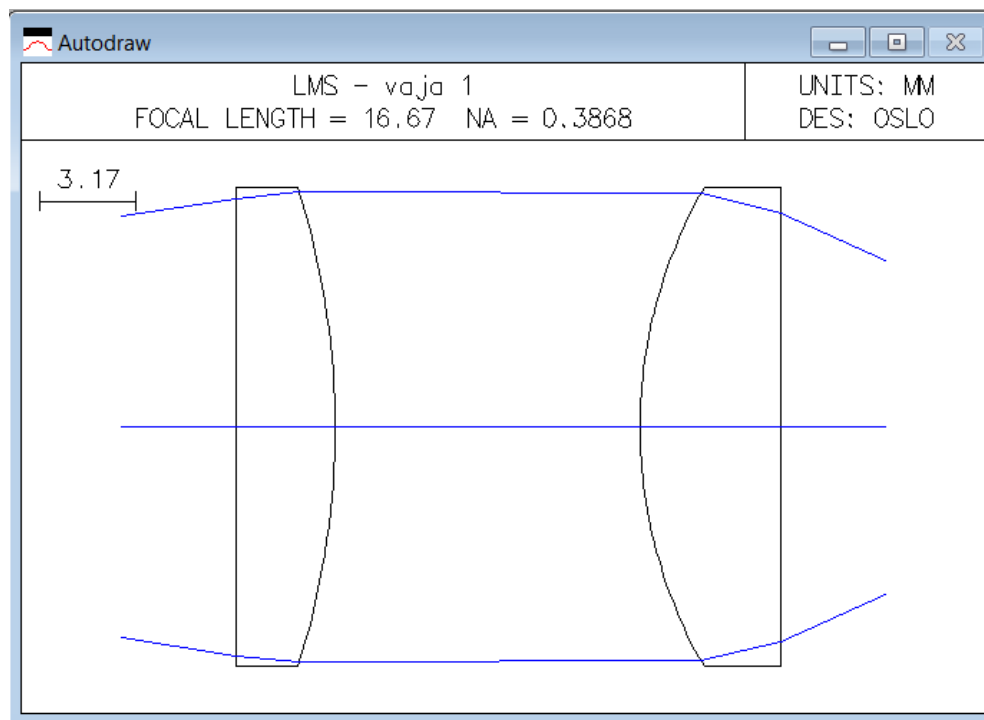
Vidimo, da tabela poleg stolpcev RADIUS, THICKNESS in GLASS vsebuje tudi stolpca APERTURE RADIUS in SPECIAL. Prvi stolpec, torej APERTURE RADIUS, določa polmer posamezne optične površine, ki se ob privzetem načinu samodejno izračuna glede na polmer žarkovnega stožca. Zato je na gumbih znak 'S', ki pomeni »Solved«. Stolpec SPECIAL pa služi

za dodatne nastavitve posamezne površine, kot so na primer asferičnost, reflektivnost, ekscentričnost in, kot bomo videli v nadaljevanju, način grafičnega prikaza.

2.4.3 Izris optičnega sistema

Tako smo vnesli večino geometrijskih in materialnih podatkov. Čas je, da sistem izrišemo in vizualno preverimo ustreznost podatkov.

1) V ta namen pritisnemo gumb Draw Off, ki se nahaja v oknu Surface Data. Po pritisku se gumb preimenuje v Draw On, izriše pa se tudi okno »Autodraw«:



V oknu se v osrednjem delu izriše stranski pogled na optični sistem ter centralni in marginalna žarka. V glavi okna (zgoraj) je izpisano ime optičnega sistema ter goriščna razdalja in numerična odprtina slikovnega prostora (NA). Pri tem se numerična odprtina izračuna po enačbi:

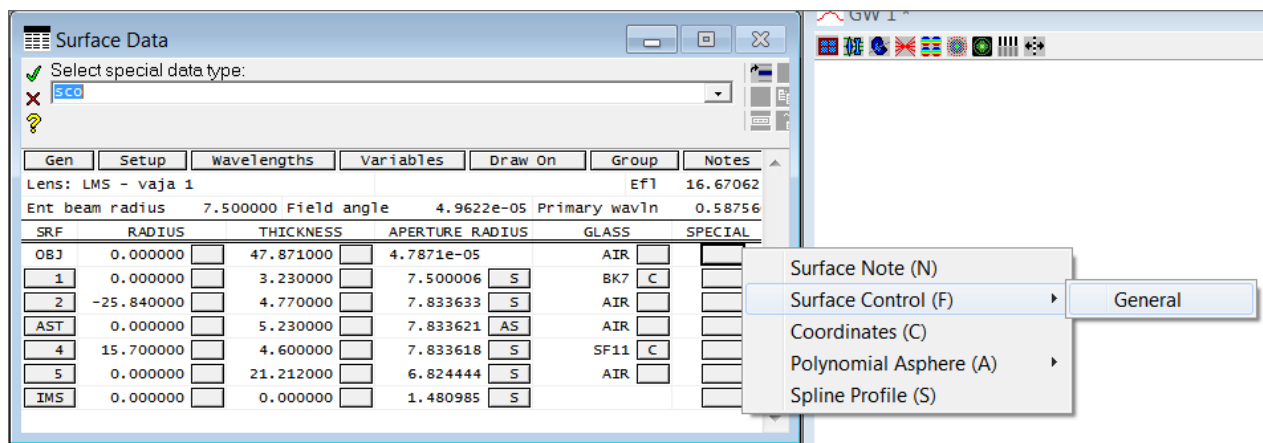
$$NA' = n' \sin \phi'$$

n' ... lomni količnik medija med zadnjo lečo in slikovno ravnino.

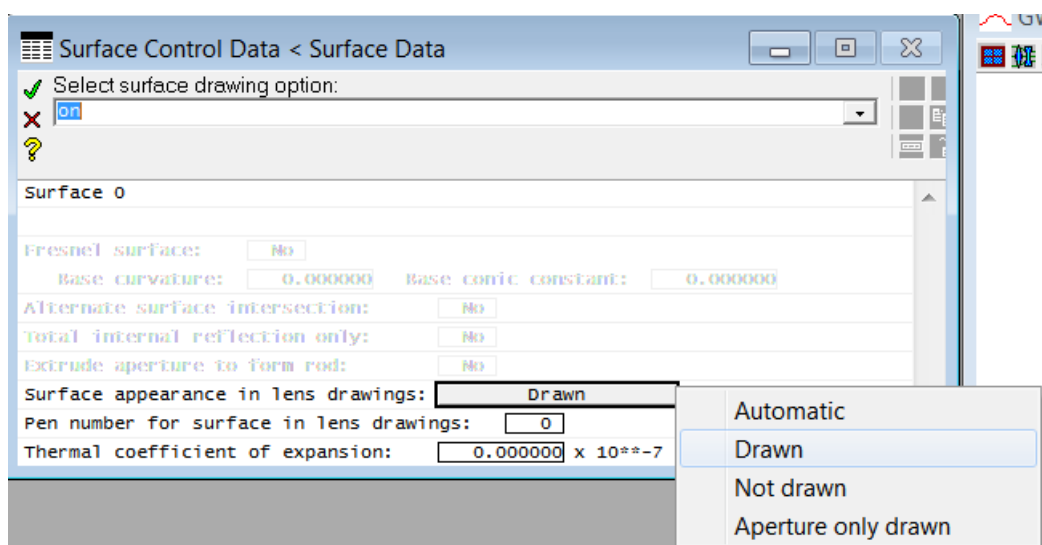
ϕ' ... prostorski kot žarkovnega snopa na izhodu iz optičnega sistema

Okno Autodraw osveži geometrijo ob vsaki spremembi podatkov, ki so shranjeni v Surface Data. Kot vidimo, je privzet način izrisa takšen, da vidimo zgolj stranski pogled leč, brez zaslonke ter objektne in slikovne ravnine.

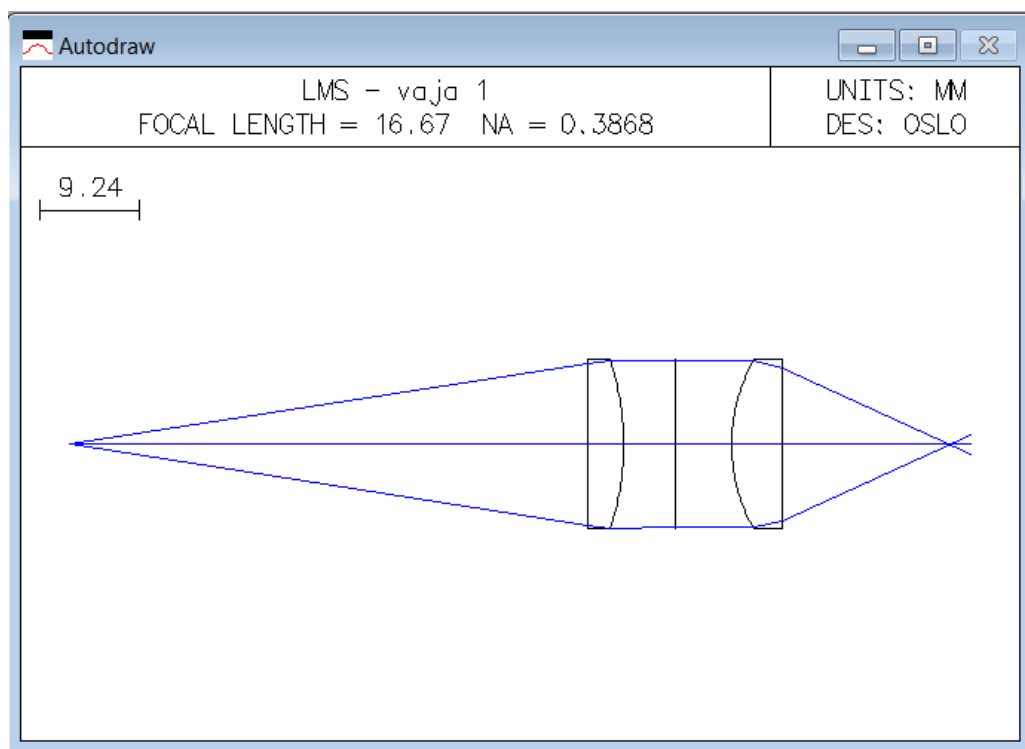
2) Manjkajoče optične površine (zaslonko in objektno ter slikovno ravnino) izrišemo tako, da pritisnemo na gumb izbrane površine, v stolpcu SPECIAL, in izberemo Surface Control:



V oknu Surface Data poiščemo polje »Surface appearance in lens drawings:« in izberemo možnost »Drawn«:

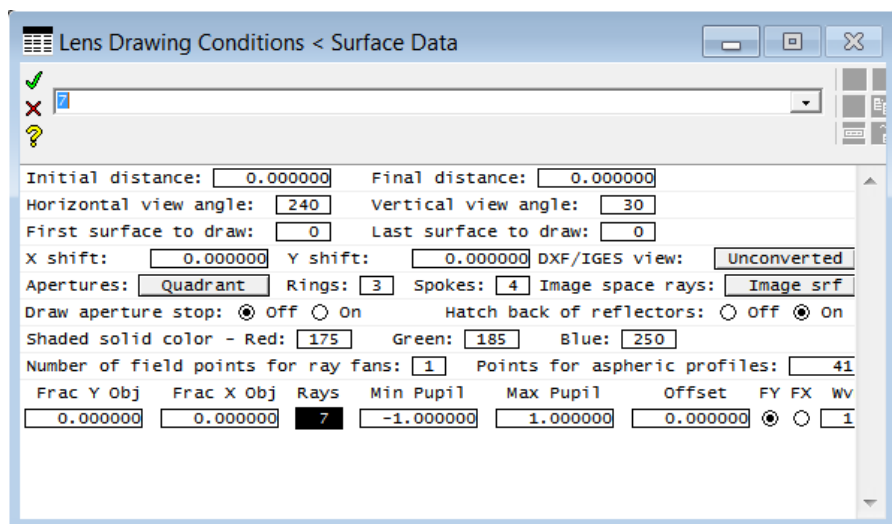


Isti postopek ponovimo za ostali dve površini. Na koncu mora se mora v Autodraw oknu izrisati sledeča slika:



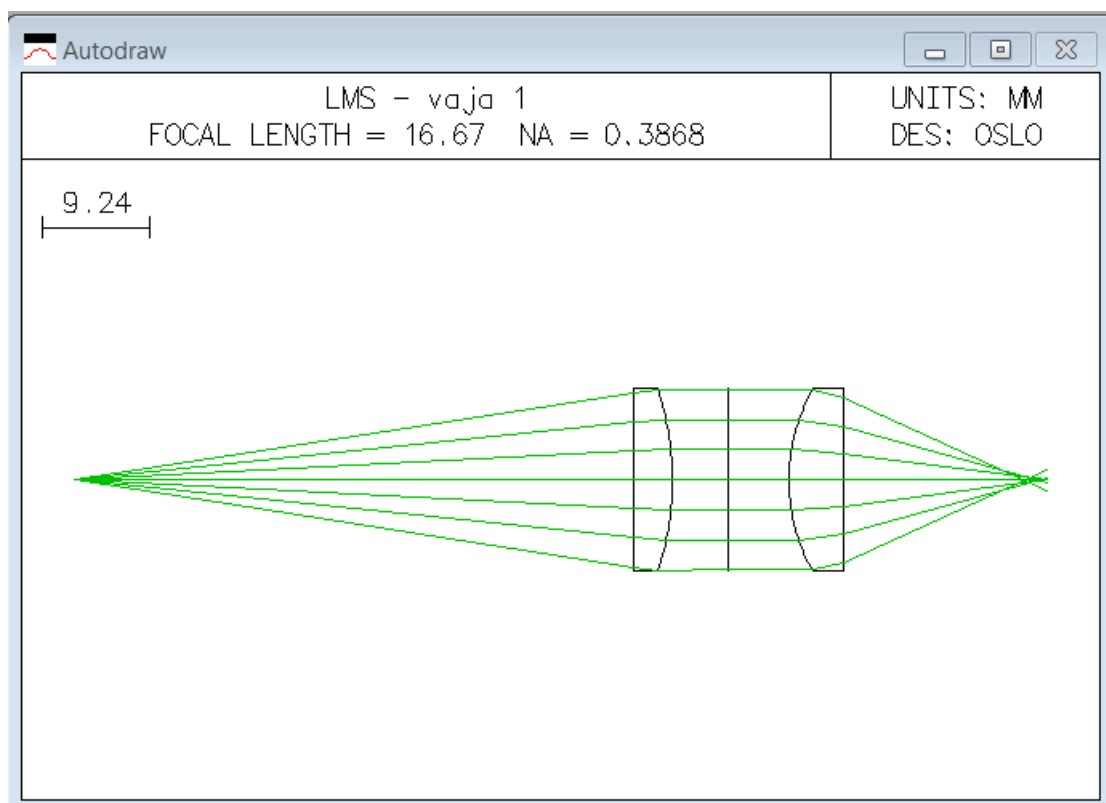
Sedaj vidimo, da se žarki širijo iz objektne točke, ki leži na optični osi, proti optičnemu sistemu, tako da ima snop na vstopu v 1. lečo premer 15 mm. Skozi sistem se žarki lomijo in imajo na izhodu skupno sečišče nekaj milimetrov pred slikovno ravnino. To sečišče ne sovпада s slikovno ravnino, ker smo njeno lego izračunali na osnovi paraksialne aproksimacije, marginalna žarka pa oklepata že relativno velik kot z optično osjo.

3) Nastavimo izris tako, da bomo poleg omenjenih treh žarkov videli še štiri vmesne. Izberemo meni Lens->Lens drawing Conditions... Nato v oknu Surface Data nastavimo število objektnih točk (Nuber of field points for ray fans), iz katerih se širijo žarkovni snopi na 1. Naš optični sistem uporabljamo zgolj za preslikavo točkovnega svetlobnega izvora, ki leži na optični osi, zato je ena objektna dovolj. Nato pa v polju pod Rays vnesemo željeno število izrisanih žarkov, torej 7:



Spremenljivki Min pupil in Max Pupil določata relativno višino zgornjega in spodnjega žarka na vstopni odprtini in sicer glede na njen polmer.

Po potrditvi sprememb se mora v Autodraw oknu izrisati sledeča slika:

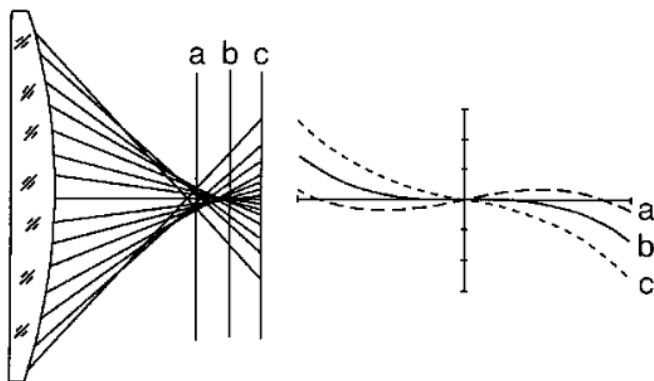


Vidimo, da se žarki, ki so blizu optične osi, dejansko sekajo na slikovni ravnini, tisti bolj oddaljeni pa se zaradi sferične aberacije sekajo bližje sistemu.

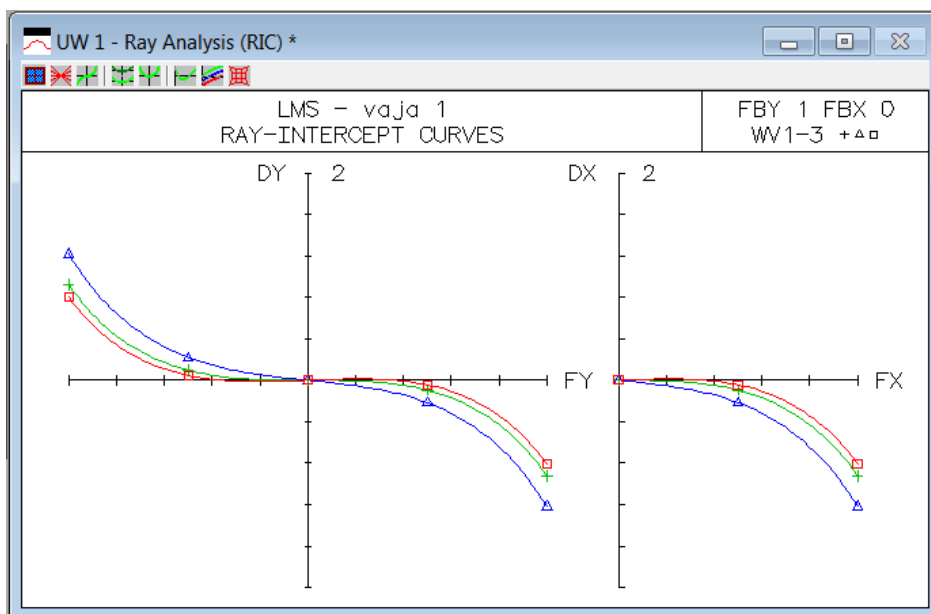
2.4.4 Karakterizacija preslikave točkovnega svetlobnega izvora

Oddaljenost med sečiščema opazovanega in glavnega žarka s slikovno ravnino se spreminja v odvisnosti od višine opazovanega žarka na vstopni odprtini. To odvisnost lahko prikažemo grafično s takoimenovano žarkovno presečno krivuljo (Ang.: ray intercept curve), kjer abscisna os predstavlja relativno višino žarka na vstopni odprtini (imenovana FX oziroma FY), ordinatna os pa oddaljenost (DX oziroma DY).

Spodnja slika prikazuje primer treh žarkovnih presečnih krivulj, ki pripadajo trem legam slikovne ravnine. Vidimo, da se s spreminjanjem lege slikovne ravnine spreminja naklon presečne krivulje, ne pa tudi njena ukrivljenost. Krivulja b predstavlja potek oddaljenosti, kadar je slikovna ravnina na mestu paraksialnega nastanka slike. V tem primeru sekajo žarki, ki imajo na izhodu iz leče pozitivno višino, pod glavnim žarkom (zato ima krivulja negativno vrednost). Žarki, ki izhajajo iz spodnje strani leče, pa sekajo slikovno ravnino nad glavnim žarkom.



1) V programu OSLO LT izrišemo žarkovno presečno krivuljo v oknu UW 1 (za grafični prikaz) tako, da izberemo »Ray Analysis« v meniju »Setup Window« (skrajno levi gumb, zgoraj). Nato pa izberemo »RIC Plot«. V oknu se nam izriše sledeč diagram:



Dejansko sta prikazana dva diagrama: $DY(FX)$ in $DX(FX)$, ki pa se za primer osno postavljene objektne točke medsebojno ne razlikujeta. Poleg tega so na vsakem diagramu tri krivulje, ki predstavljajo žarkovna presečišča za različne valovne dolžine: modra barva za modro svetlobo, zelena za zeleno in rdeča za rdečo barvo svetlobe. Natančne vrednosti valovnih dolžin posamezne barve lahko spreminjate v oknu Surface Data s klikom na gumb Wavelengths.

Iz diagrama vidimo, da se s povečevanjem vstopnega premera žarkovnega snopa vedno hitreje (po kubični odvisnosti) povečuje tudi razdalja DY oziroma DX . Maksimalna vrednost znaša približno 1 mm.

Takšen način prikazovanja optične napake je zelo učinkovit, saj lahko enostavno vidimo kakšen je še sprejemljiva velikost vstopne odprtine oziroma zaslonke.