

Objektiv Merz 160/1790 refraktoru Hvězdárny v Úpici

Zdeněk Rail¹, Bohdan Šrajer², Vít Lédl¹, Daniel Jareš¹,
Pavel Oupický¹, Radek Melich¹, Zbyněk Melich¹

¹Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i., oddělení Optická diagnostika,

Skálova 89, 511 01 Turnov, tel. 481 549 441, fax. 481 322 913, email: vod@ipp.cas.cz

²Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i., Vývojová optická dílna, Skálova 89, 511 01 Turnov,
tel. 481 549 441, fax. 481 322 913, email: vod@ipp.cas.cz

V příspěvku jsou uvedeny základní parametry historického objektivu výroby fy Merz, který je umístěn v hlavní kopuli Hvězdárny v Úpici. Během rekonstrukce paralaktické montáže, zajišťované počátkem letošního roku, došlo k vyčištění a seřízení tohoto objektivu. Přitom byly změněny jeho opticko-mechanické parametry – tyto údaje předkládáme.

Refractor telescope objective of Upice observatory - Merz 160/1790

In this paper, basic optical characteristic of historic objective lens manufactured by Merz are presented. This objective lens has been in use in main dome of Upice observatory since 1960. The lens was cleaned up and adjusted, during reconstruction work of paralactic mount in beginning of this year. Opto-mechanical parameters of the lens were measured. Measured values of optical parameters are presented.

1. Úvod

Jedním z nejoblíbenějších a často využívaným dalekohledem Hvězdárny v Úpici je refraktor Merz 160/1790, který se řediteli hvězdárny panu Vladimíru Mlejnkovi podařilo zapůjčit na jaře roku 1960 [1, 3, 4]. Tento historický dalekohled pochází z majetku soukromé observatoře barona Krause z Pardubic, který jej zakoupil od mnichovské firmy G. & S. Merz München .

Z pardubické observatoře dalekohled roku 1931 získala Česká astronomická společnost. Ta dalekohled zapůjčila a později převedla do majetku Úpické hvězdárny.

2. Měření objektivu

Na přelomu ledna a února roku 2008 bylo ve Vývojové optické dílně v Turnově provedeno čištění a justáž vstupní čočky - achromatického objektivu - tohoto dalekohledu. Objektiv má klasickou Fraunhoferovu stavbu dubletu, bikonvexní nesymetrická spojná čočka je z korunového, nesymetrická bikonkávní rozptylka je zhotovena z flintového skla – obr 1. Práce na objektivu umožnila přeměření všech jeho základních parametrů a vyčíslení jeho optických vad.

Měření a analýza měly následující etapy:

- 1) Proměření objektivu jako celku – změření obrazových sečných vzdáleností pro různé vlnové délky viditelného spektra, pro celý viditelný spektrální rozsah. Tak se získala křivka podélné chromatické aberace. K tomu bylo nutno objektiv nejprve dokonale justovat. Distanční podložky vkládané mezi čočky zřejmě nebyly původní, neboť jevíly rozdílnou tloušťku. Byla nalezena optimální vzdálenost čoček.
- 2) Po proměření objektivu jako celku byly čočky opět vyňaty z mechanické objímky a na souřadnicovém měřicím stroji byly kontaktním způsobem změřeny poloměry křivosti všech čtyřech poloměrů křivosti a středové tloušťky čoček. Metoda umožňuje měření s přesností +/- 0.05 mm
- 3) Proměření spojných čoček objektivu – na optické lavici byla proměřena předmětová i obrazová sečná vzdálenost vstupní spojných čoček c celým spektrálním viditelným obor. Přesnost těchto subjektivních měření je relativně nízká, v oblasti zelené lze dosáhnout přesnosti +/- 0.1 mm, pro fialovou a červenou oblast jenom přesnosti +/- 1 mm, pro měřenou čočku. Bylo zjištěno, že materiál čočky velmi přesně odpovídá hodnotám sklu BK7, což bylo možné předpokládat. Výsledky jsou uvedeny na obr. 2.
- 4) Následně byl proveden výpočet indexů lomu rozptylky tak, aby sférochromatická vada objektivu jako celku co nejlépe odpovídala naměřeným hodnotám. Na základě tohoto propočtu bylo zjištěno, že materiál rozptylky má hodnotu indexu lomu $n_d=1.613927$ a Abbeho číslo $v_d=40.63$. K těmto simulacím byl použit optický program Zemax [2]. S tabulkovými hodnotami skla BK7 a vypočítanými hodnotami skla rozptylky byla přesnost simulace následující: Chyba v obrazové sečné vzdálenosti pro vlnovou délku $\lambda=670$ nm byla 0.75 mm (simulovaný objektiv ji měl kratší). Chyba v sečných vzdálenostech

spojky: sečná vzdálenost spočítaná podle tabulkové hodnoty indexu lomu spojky ze skla BK7 pro vlnovou délku $\lambda=703$ nm byla o 0.5 mm delší než hodnota naměřená. Jednotlivé hodnoty sečných vzdáleností proti základní hodnotě ($\lambda=703$ nm) se lišily o hodnotu 0.1 mm, ve vlnové délce $\lambda=405$ nm již o 1.5 mm, díky snížené citlivosti oka. Při výpočtu objektivu pro kompenzaci sférické aberace byla přijata asféricita $e^2=-0.5$ pro 4. plochu.

Na základě těchto výpočtů byly vyjádřeny sférochromatická aberace, spot diagramy, modulační přenosová křivka a podélná chromatická aberace objektivu. Tyto výsledky jsou uvedeny na obr. 3 až obr 6.

3. Výsledné hodnoty objektivu

Uvedenými postupy byly zjištěny následující hodnoty objektivu [mm]:

Poloměry	tloušťky	dopadová výška	materiál
1062.34	15.773	80	vzduch
-503.29	0.3	80	BK7
-516.82	8.302	80	vzduch
1779.945		80	F3 – várka vzduch

Ohnisková vzdálenost $f_d'=1792.6$ mm.

Obrazová sečná vzdálenost $s_d'=1779.945$ mm.

4. Závěr

Objektiv i přes své stoleté stáří je v dobrém stavu. Vstupní plocha spojné čočky je s ohledem na časté čištění značně poškrabána. Také mosazná objímka objektivu vykazuje známky koroze. Funkční závit v objímce byly již dříve upraveny z palcových závitů na rozměry metrické.

Vlastní objektiv je prakticky ideálně zhotoven. Vykazuje při kontrole Ronchiho testem pouze nepatrný náznak astigmatismu, sotva znatelný malý dolíček uprostřed, s drobnými ostrými zónami kolem středu. Objektiv je korigován pro čáry C a F, tedy pro vizuální aplikace.

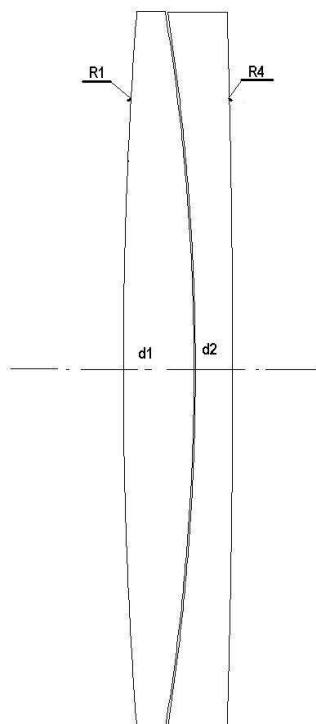
Je předpoklad že objektiv bude opět řadu let Hvězdárně v Úpici sloužit jak pro popularizaci, tak i pro odbornou práci.

Ke kvalitnějšímu zobrazení je reálné objektiv doplnit vhodným několika čočkovým korektorem zbytkových vad, který by umožnil tento objektiv využít i pro jiné zajímavé pozorovací a fotografické práce.

Práce je řešena jako dílčí část výzkumného záměru projekt AV0Z20430508.

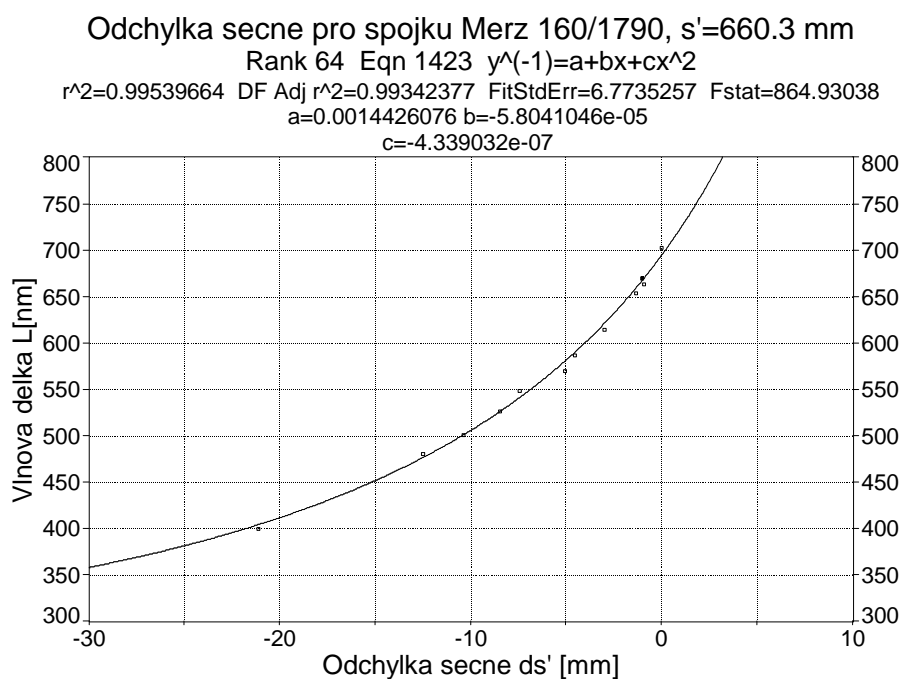
5. Literatura

- [1] Mlejnek V., Vzpomínky na vznik a rozvoj Hvězdárny v Úpici, Hvězdárna v Úpici, Úpice, 1999, 49s.
- [2] Návod k programu Zemax, 2008, 350 s.
- [3] www.musoptin.com
- [4] <http://hbak.kavalek.net>

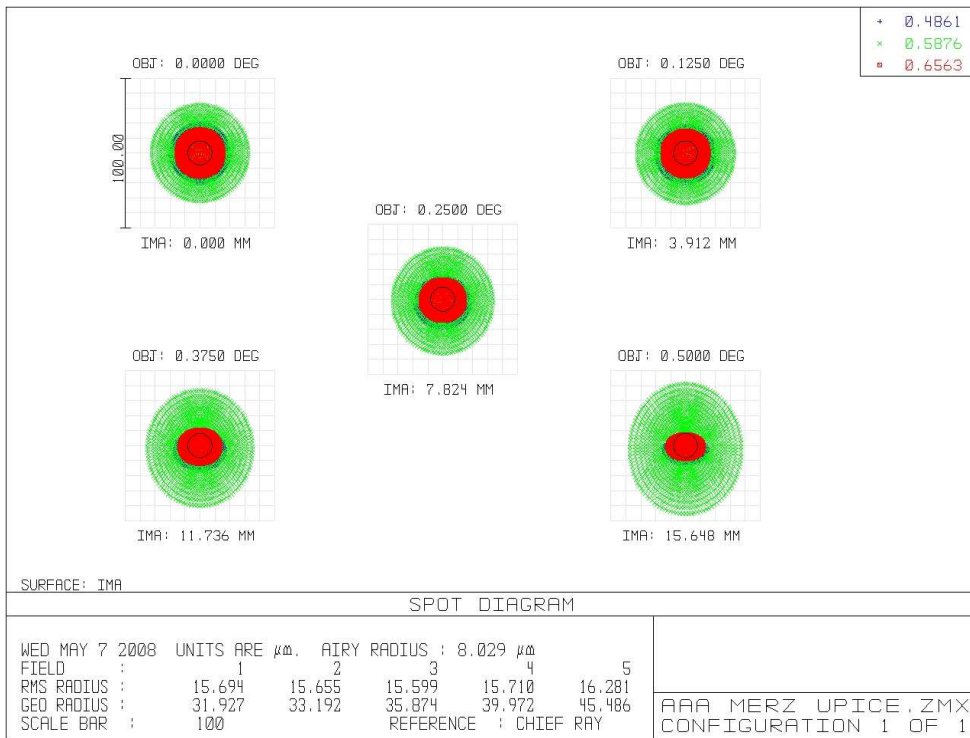


Schema Fraunhoferova objektivu

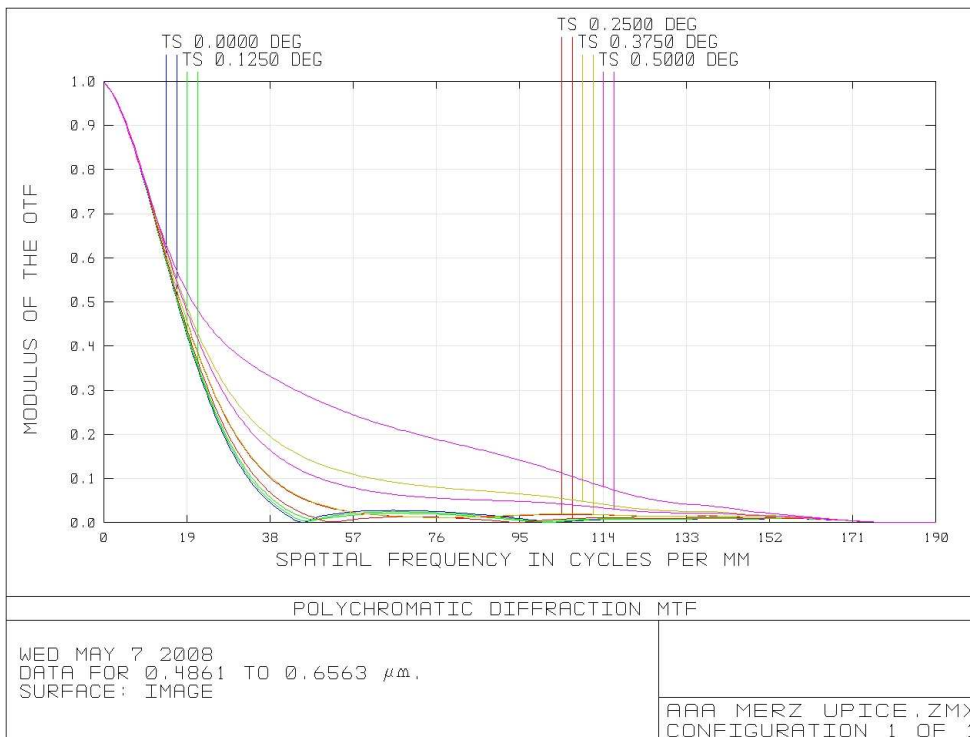
Obr.1



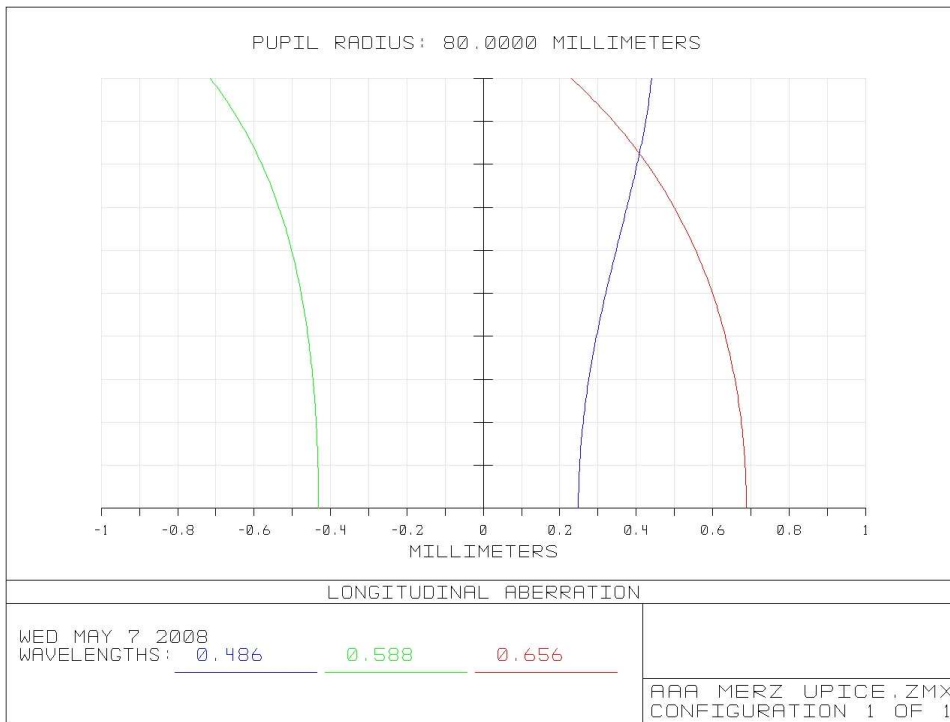
Obr. 2 Funkce odchylky sečné vzdálenosti spojky na vlnové délce



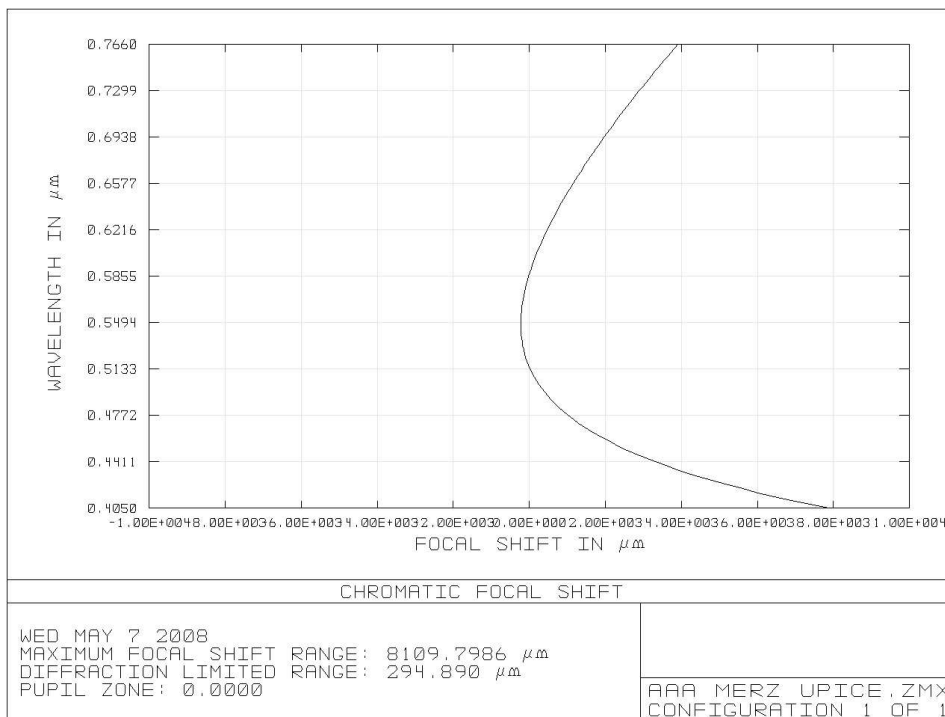
Obr. 3 Spotdiagramy objektivu 160/1790



Obr.4 Přenosová funkce objektivu 160/1790



Obr. 5 Sférochromatická vada objektivu 160/1790



Obr.6 Podélná barevná vada objektivu Merz 160/1790



Obr.7 Dalekohled Merz 160/1790 Hvězdárny v Úpici