

USTAVENÍ MONTÁŽE DALEKOHLEDU NA PRINCIPU REDUNDANTNÍCH MECHANIZMŮ

Set-up of telescope Stand using principles of redundant mechanism

Lukáš Marek, Josef Zicha, Michael Valášek

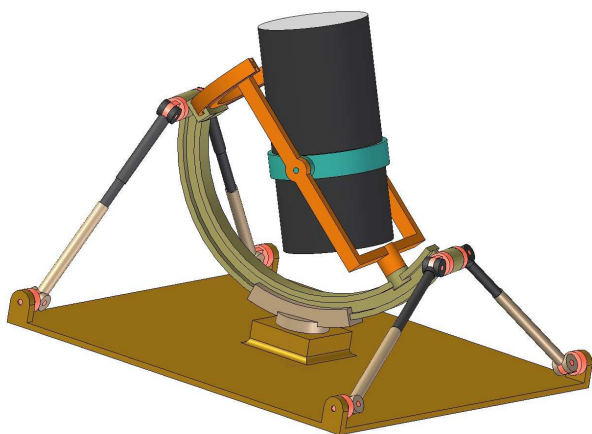
Abstrakt: Práce pojednává o moderním řešení astronomické montáže. Je zde popsán způsob ustavení expediční montáže v terénu na principu redundantních mechanismů. Jsou zde uvedena možná řešení a úroveň elektronického ovládní. U jednoho vhodného řešení je zde popsán výsledek kinematického modelu.

Key words: Speciální dalekohled, Sluneční koróna, Redundantní mechanismy, Uhlíkový kompozit, Stativ dalekohledu

1. Úvod

Delší dobu se snažíme na oboru přesné mechaniky a optiky modernizovat principy používané pro ustavení a navádění astronomických dalekohledů. Model, který uvedu dále, je optimalizován pro speciální dalekohled na pozorování slunečních zatmění. Výhodou však je, že zde tyto principy jen zkusíme uvést ve funkčnost, ale použitelné dále budou pro mnohé aplikace v astronomii.

Naším hlavním cílem tedy bylo pokusit se namodelovat princip řízení a ustavení našeho dalekohledu.



Obr. 1.: Kolíbka je pouze tuhostně zabezpečena 4 tyčemi proměnlivé délky.

2. Možné konstrukční varianty našeho dalekohledu

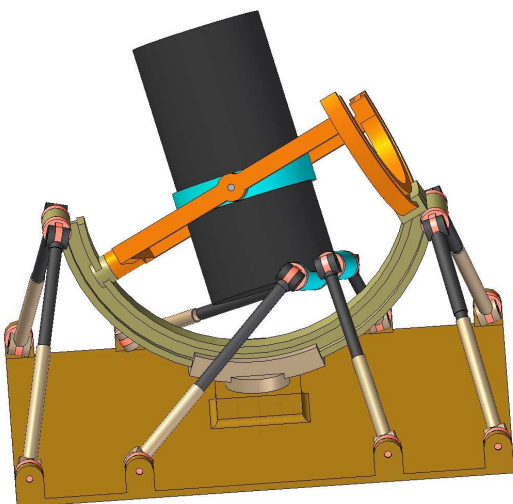
Jde o prostorové mechanismy s vlastnostmi příhradové konstrukce, kde je pohyb realizován změnou délky několika vzpěr konstrukce. Tyto pohyby tyčí vyžadují přesný propočít řízení a přesné ovládní za cenu výrazného snížení hmotnosti a zvýšení tuhosti.

Vyjdou-li z modelu rámové montáže s podkovou ve směru pólu

uložené v kolíbce, mám 2 možnosti úrovně řízení.

V první možnosti (obr. 1.) je pouze tuhostně zajištěna kolíbka vůči podložce přesně nastavitelnými tyčemi. Zde stačí přesné odečítání nastavení kolíbký a přesné odečítání a nastavení délky tyčí. To může být v krajním případě řešeno manuálně. Také je nutné pouze dobře vypočítat požadované délky tyčí a ty nastavit. Během pozorování není nutný pohyb řízený elektronicky, tedy zde odpadá řídicí jednotka a věci s ní spojené.

Druhá možnost (obr. 2.) umožňuje řízení celého dalekohledu dalšími 4 tyčemi. To by zajistilo velice tuhé uložení vlastních objektivů. Zde však již bude nutná řídicí jednotka nebo počítač a přesné elektronicky řízené aktuátory. Byla by zde však možnost snímání a ukládání souřadnic pointace dalekohledu během expozic z čidel natočení dalekohledu. Hlavním problémem této varianty je cena elektronických součástí.



Obr. 2.: Pointace dalekohledu je řešena dalšími 4 tyčemi s elektronickou akucací.

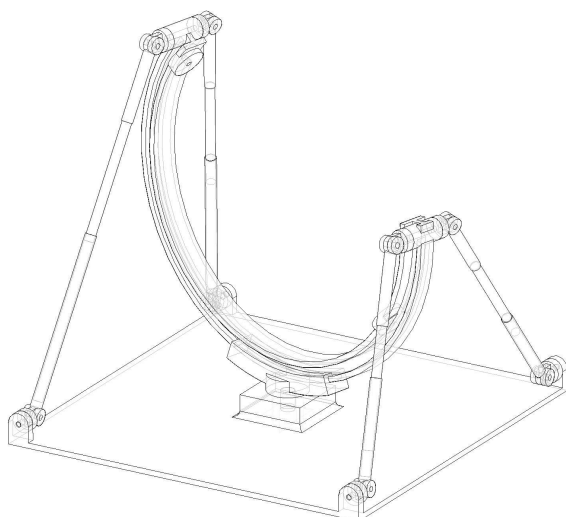
Další možná varianta je při ustavení kolíbký jako na obr. 1. použít pouze 2 řízené tyče, které budou pouze otáčet rámem montáže v níž bude dalekohled pevně zaaretován. Tato možnost přináší obdobné výhody jako obr. 2. při nižším počtu elektronických součástí.

Lze také použít jiných koncepcí montáže (vidlicová, osová), ale zde lze pouze na přesně aretované „zeměpisné poloze“ řídit

dalekohled. V některých polohách není ani tuhostní přínos moc velký.

3. Řešení konkrétního modelu

Pro skutečnou realizaci se jeví nejlépe klasická koncepce rámové montáže v C-kolíbce. Ta přináší veliká tuhostní úskalí pro ustavení kolíbký na podložce. Kolíbka musí mít vůči podložce přesně nastavitelný sklon osy rámu vůči rovině podložky. Rovina kolíbký musí být



Obr. 3.: 3D Náčrt mechanismu který budu řešit.

otočná v podložce. Celá noha kolíbký by musela být velice robustní, aby zamezila vibracím systému během pozorování. Naskýtá se možnost prostorově celou kolíbký „zavětrovat“ vůči podložce.

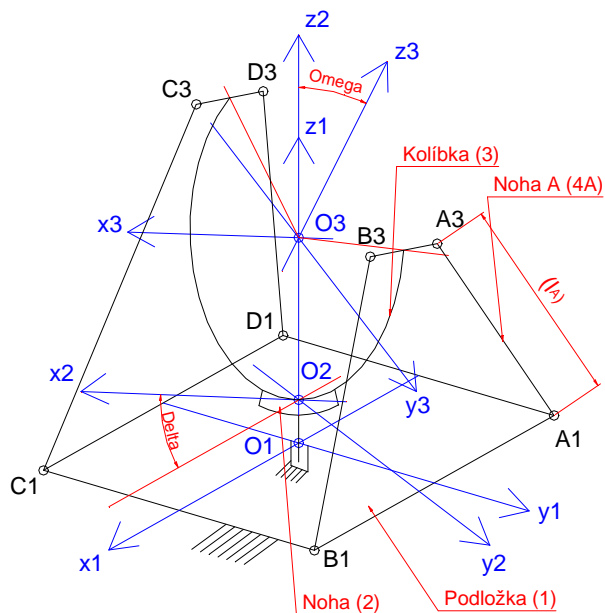
Pro mechanickou analýzu použiji výrazně zjednodušený model. Zajímá nás především pohyb kolíbký vůči podložce, rám a tubus tedy dále neuvažuji, viz. obr. 3. Vlastní zjednodušený mechanický model je na obr. 4. Zde je především dvojice rotačních vazeb v uložení nohou zaměněna za sférickou vazbu.

Stupeň volnosti reálného mechanismu na obr. 3. je:

$n = 6 \cdot (19 - 1) - 5 \cdot 18 - 5 \cdot 4 = -2$, kde je počet dílů celkem 19, rotačních vazeb 18 a posuvné

vazby 4. Proti tomu zjednodušený mechanismus (obr. 4) má stupňů volnosti:

$n = 6 \cdot (11 - 1) - 5 \cdot 2 - 5 \cdot 4 - 3 \cdot 8 = 6$, kde počítám, že každá noha se skládá ze 2 dílů spojených posuvnou vazbou. Tedy je celkem 11 dílů, se 2 rotačními, 4 posuvnými a 8 sférickými vazbami. Vzhledem k tomu že každá noha se může ve sférických vazbách libovolně otáčet, vnáší 2 parazitní stupně volnosti, celkem tedy 8. Pokud ty odečteme od výsledku 6 vyjde $n = 6 - 8 = -2$, a to je stejné jako v reálném modelu.



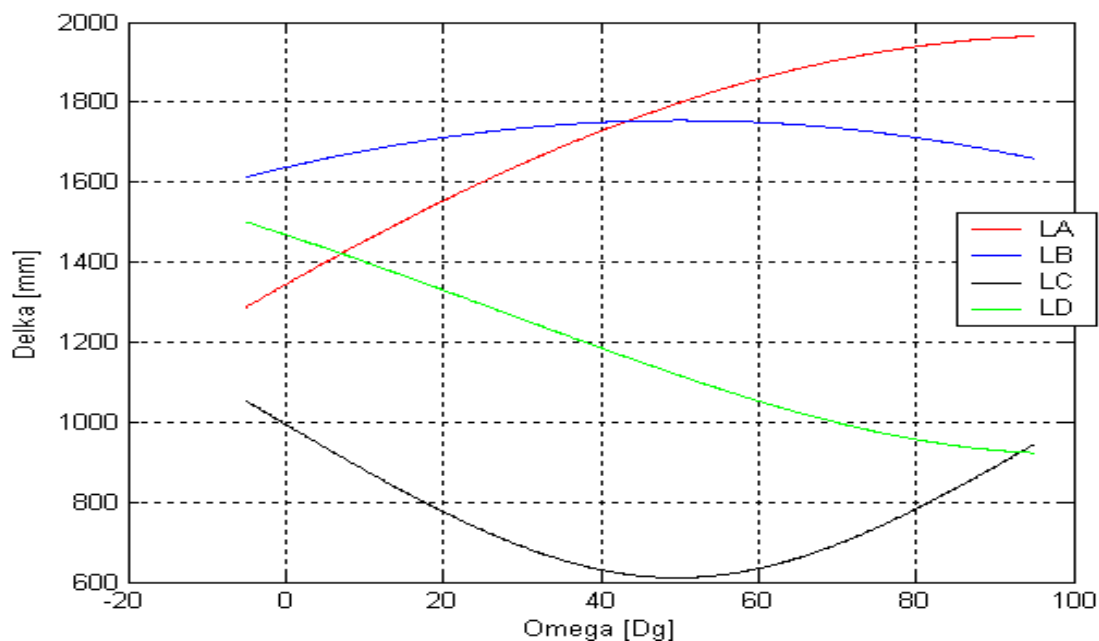
Obr. 4.: Mechanický model řešené montáže.

Souřadnice modelu jsou:

δ ... vodorovné natočení nohy, předpokládám rozsah $\pm 45^\circ$

ω ... vertikální natočení kolíčky, předpokládám $\langle -5^\circ ; 95^\circ \rangle$ (odpovídá zeměpisné vížce)

l_A, l_B, l_C, l_D .. délky jednotlivých nohou.



Obr. 5.: Závislost délky nohou na úhlu natočení ω pro úhel $\delta = 45^\circ$

Především mě zajímá inverzní kinematická úloha, tedy zjištění délky jednotlivých nohou pro požadované nastavení kolíčky, tedy $l_i = f(\delta, \omega)$. Hledané délky nás zajímají v základním

systému „1“, tedy:

$$l_A = \left| {}^1r_{1A3} - {}^1r_{1A1} \right|$$
$$l_B = \left| {}^1r_{1B3} - {}^1r_{1B1} \right|$$
$$l_C = \left| {}^1r_{1C3} - {}^1r_{1C1} \right|$$
$$l_D = \left| {}^1r_{1D3} - {}^1r_{1D1} \right|$$

Vypočítal jsem veškeré nutné transformace a vyšly mě potřebné závislosti délek tyčí na požadovaných úhlech nastavení montáže. Pomocí MatLabu jsem provedl simulace pohybu celé montáže. Výpočtový model zde nepřikládám. Na obr. 5. je průběh délky všech nohou při voleném úhlu δ v závislosti na úhlu ω .

Závěr

Celé toto řešení výrazně sníží hmotnost celku při zachování nebo zvýšení tuhosti. Přináší však nutnost přesného výpočetního algoritmu pro nastavení délek jednotlivých podpěr i jejich drobných změn během přípravy na pozorování

Literatura

- [1] Valášek M., Stejskal V., Březina J.: Mechanika A. Vydavatelství ČVUT, Praha 2004
- [2] Juliš K., Brepta R.: Mechanika I. díl - statika a kinematika. SNTL, Praha 1986
- [3] Grepl R.: Modelování mechatronických systémů v Matlab SimMechanics. BEN - technická literatura, Praha 2007

Kontaktní adresa

ČVUT – FS, Technická 4, 166 07 Praha 6
Ústav přístrojové a řídicí techniky Ú12110.3
Telefon: +420 603 849 375
e-mail: Lukas.Marek@fs.cvut.cz