Fotometrie a astrometrie

CCD kamera Apogee AP-7 a 0.65 m dalekohled[1]

Jiří Doubek[2], Jaroslava Schovancová[3]

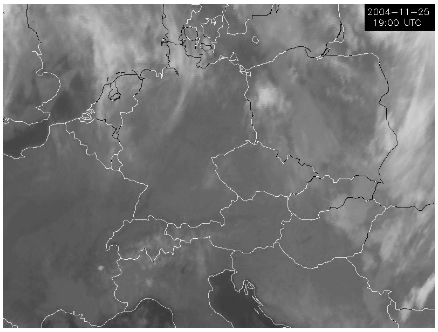
1. Úvod

Fotometrická měření jsme prováděli pomocí 0.65m dalekohledu v 8m kopuli v Ondřejově. Dalekohled je typu Cassegrain, průměr zrcadla 0.65m, vybaven CCD kamerou Apogee AP-7 - viz např. (AP-7). Celý systém je upevněn na paralaktické montáži od firmy Zeiss, je možno jej automaticky navádět, a to jak v hrubých, tak v jemných pohybech. Spolu s dalekohledem je automaticky naváděna i kopule.

Obr. 1.— Montáž a primární zrcadlo 0.65m dalekohledu v 8m kopuli v Ondřejově.

Seznámili jsme se s optickým systémem a s ovládáním dalekohledu. Ovládací systém sestává ze dvou počítačů. Jeden počítač slouží k ovládání dalekohledu, druhý počítač slouží k ovládání CCD kamery, s kamerou komunikuje přes paralelní port. Jak jsme si ověřili, počítač s vadným paralelním portem dodává ke zpracování nesmyslná data (např. dark-frame plný bodů s intenzitou signálu > 60000).

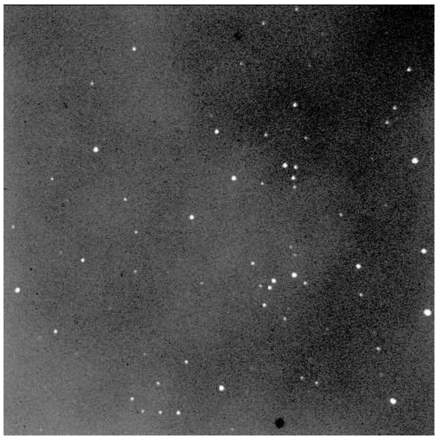
Měření jsme prováděli dne 25. 11. 2004 (JD2453334.79023 - JD2453334.95841). Pozorovací podmínky byly vcelku příznivé, bylo jasno, občas nějaké mraky. Bohužel pozorování mírně rušil Měsíc v úplňku (2004/11/25 v 19:00 UT měl fázi 0.989). Pozorovali jsme planetku (125) Liberatrix, trpasličí cefeidu BL Cam a zákrytovou proměnnou AL Cas.



Obr. 2.— Počasí v Evropě 2004/11/25 19:00 UT.

2. 125 Liberatrix

125 Liberatrix je jednou z planetek hlavního pásu. Má velmi odrazivý povrch bohatý na železo a nikl. Planetku objevil Prosper Henry 11. září 1872. Nazval ji na památku osvobození Francie na sklonku 2. francouzského císařství v roce 1870. Spolu s bratrem Paulem Henrym objevili celkem 14 planetek, Liberatrix byl první Prosperův objev.



Obr. 3.— Náš první úspěšný CCD snímek. Záběr na pole v okolí planetky (125) Liberatrix.

Planetka patří do rodiny Liberatrix, pohybuje se na dráze s hlavní poloosou 2.743 AU, vzdálenost perihélia je 2.522 AU a vzdálenost afelia je 2.965AU. Doba oběhu je 4.54 roku, sklon dráhy planetky činí 4.66°, ekcentricita dráhy

[2]MFF UK v Praze, jirka.doubek@tiscali.cz

[3]MFF UK v Praze, jarka@schovan.net

[1]Úloha zpracovaná v rámci AST017 - Speciální praktikum I, ak. rok 2004/2005.

Tabulka 1
Pozorované objekty

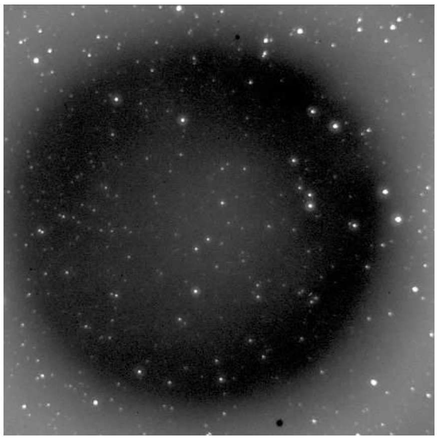
Objekt	Soubory	Čas UT 2004/11/25	Filtr	Expoziční doba	Snímků	Pozorovací podmínky
(125) Liberatrix	libe-$$$.fit	18:57:36 - 20:31:36	R	40 s	97	jasno
BL Cam	bl-$$$.fit	20:46:34 - 21:45:16	R	60 s	50	jasno
AL Cas	al-$$$.fit	21:51:07 - 22:59:52	R	30 s	100	jasno

je 0.081.

Planetka má průměr 43.6 km, ze světelné křivky se usuzuje na nepravidelný tvar. Kolem osy se otočí za 3.968 h. Planetka patří do spektrální třídy M, má absolutní hvězdnou velikost 9.04 mag a albedo 0.225.

Planetku Liberatrix jsme začali pozorovat v okamžik JD 2453334.79023 a pozorování skončili v okamžik JD2453334.82370. Za tuto dobu jsme pořídili 97 snímků, expoziční doba byla 40 s, filtr R. Na snímku č. 24 (cca 25 minut po začátku pozorování) se začal objevovat efekt "černé díry", způsobený zamrzlou vlhkostí na čipu CCD. Tento efekt nás provázel po celý zbytek pozorování. Bylo tedy na pováženou zjistit, která změna jasnosti objektů je způsobena reálnou změnou jasnosti a která přesunem "černé díry" v zorném poli.

Světelná křivka je znázorněna na Obr. 6. Minimum jasnosti nastalo v 19:21:54 UT, nelze však vyloučit, že se jednalo spíše o vliv efektu "černé díry". Vzhledem k tomu, že jsme planetku pozorovali po dobu cca 90 minut a udávaná doba rotační periody je 3.968 h, nemůžeme tedy přímo z měření říci, jak dlouhá je rotační perioda.



Obr. 4.— Záběr na pole okolo BL Cam. Na snímku je patrný efekt "černé díry" způsobený zamrzávající vlhkostí na CCD čipu.

3. BL Cam

- $RA_{J2000.0}$=03 47 19.2
- $DE_{J2000.0}$=+63 22 46
- trpasličí cefeida typu SX Phe[4]
- rozmezí hězdných velikostí: 13.250 mag - 12.920 mag ve fotometrickém systému V
- perioda: P=0.0390976000 d

V průběhu měření světelné křivky této trpasličí cefeidy již byly okraje CCD čipu pokryty jinovatkou, tj. po celou dobu měření byl patrný efekt "černé díry". Maximum jasnosti nastalo v okamžik JD53334.89097 (tj. 2004/11/25 ve 21:22:30 UT). Proložíme-li světelnou křivkou např. polynomem, zjistíme, že statistická relativní chyba měření činí 6%.

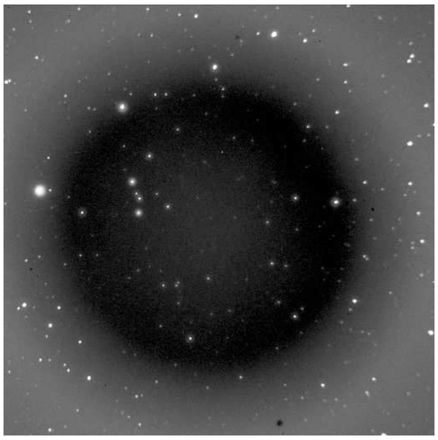
4. AL Cas

- $RA_{J2000.0}$=02 13 49.7
- $DE_{J2000.0}$=+70 09 01
- proměnná typu EW[5]

[4]SX Phe - hvězdy podobné δ Sct, pulsující trpaslici ze sférické části nebo z disku galaxie, spektrální typy A2-F5. Mohou vykazovat několik simultánníchperiod nebo oscilací, především v rozmezí 0,04 - 0,08 dní. Amplituda proměnnosti hvězdné velikosti může dosahovat až 0,7 mag ve filtru V. Tyto hvězdy jsou přítomné v kulových hvězdokupách.

[5]EW - proměnné typu W UMa - zákrytové proměnné. Perioda zákrytu je kratší než 1 den, promítnuté obíhající složky jsou skoro v kontaktu, u světelných křivek je velmi těžké určit přesné časy začátku a konce zákrytu. Hloubka primárního i sekundárního minima je skoro stejně velká, nebo se liší jen nepatrně. Amplitudy změny jasnosti jsou zpravidla $<$0.8 mag ve filtru V. Složku zákrytové proměnné zpravidla řadíme ke spektrálním typům F-G.

- rozmezí hězdných velikostí: 13.600 mag - 12.900 mag ve fotometrickém systému V
- perioda: P= 0.5005558300 d



Obr. 5.— Záběr na pole okolo AL Cas. Na snímku je patrný efekt "černé díry".

Třetím objektem, jehož světelnou křivku jsme měřili, byla zákrytová proměnná AL Cas. Po celou dobu měření byl patrný efekt "černé díry".

Minimum jasnosti (zákryt) nastal v okamžik JD53334.93187 (tj. 2004/11/25 ve 22:21:39 UT). Po proložení světelné křivky polynomem zjistíme, že statistická relativní chyba měření činí $\approx 10\%$. Vysoká chyba je způsobena rozptylem hodnot v okolí minima jasnosti.

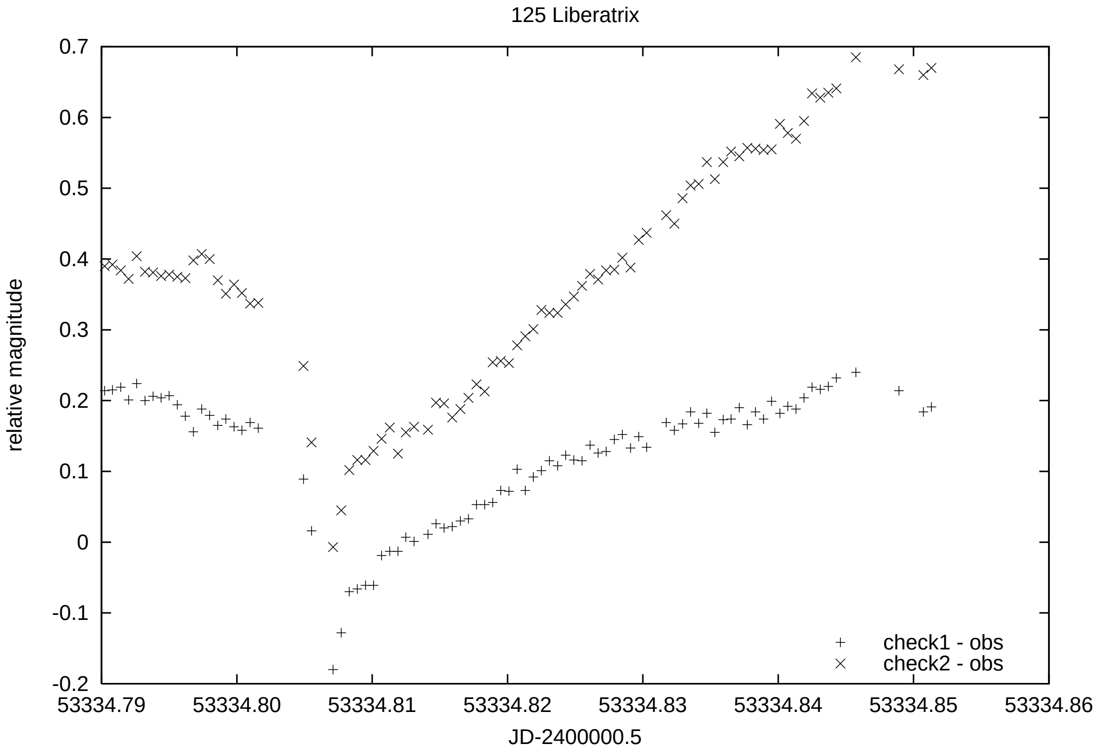
REFERENCE

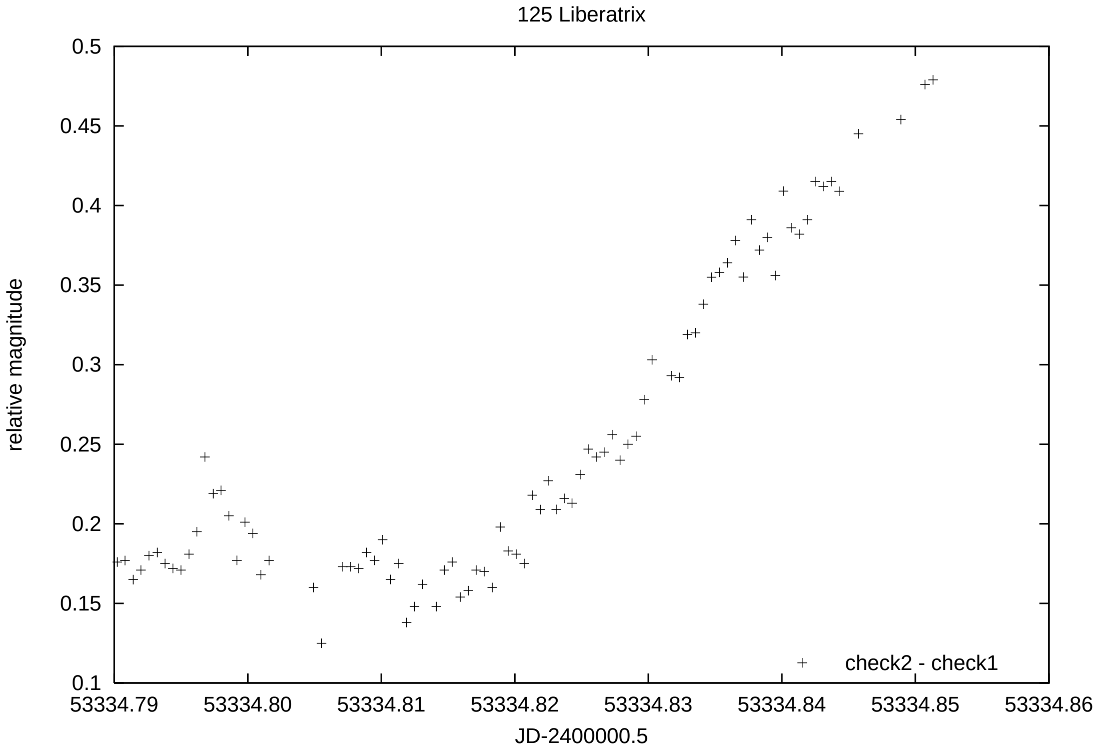
`http://simbad.u-strasbg.fr/`

`http://en.wikipedia.org/wiki/ /125_ Liberatrix`

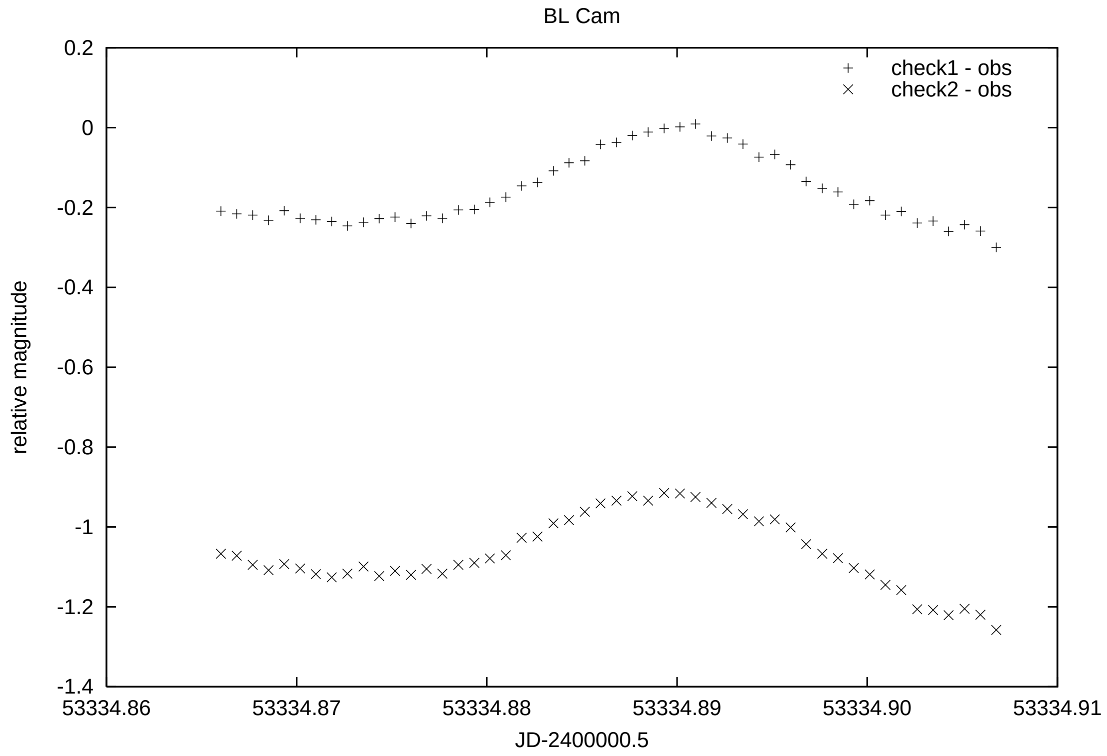
`http://www.starkenburg-sternwarte.de/ /sternwarte/geraete/ap7.htm`

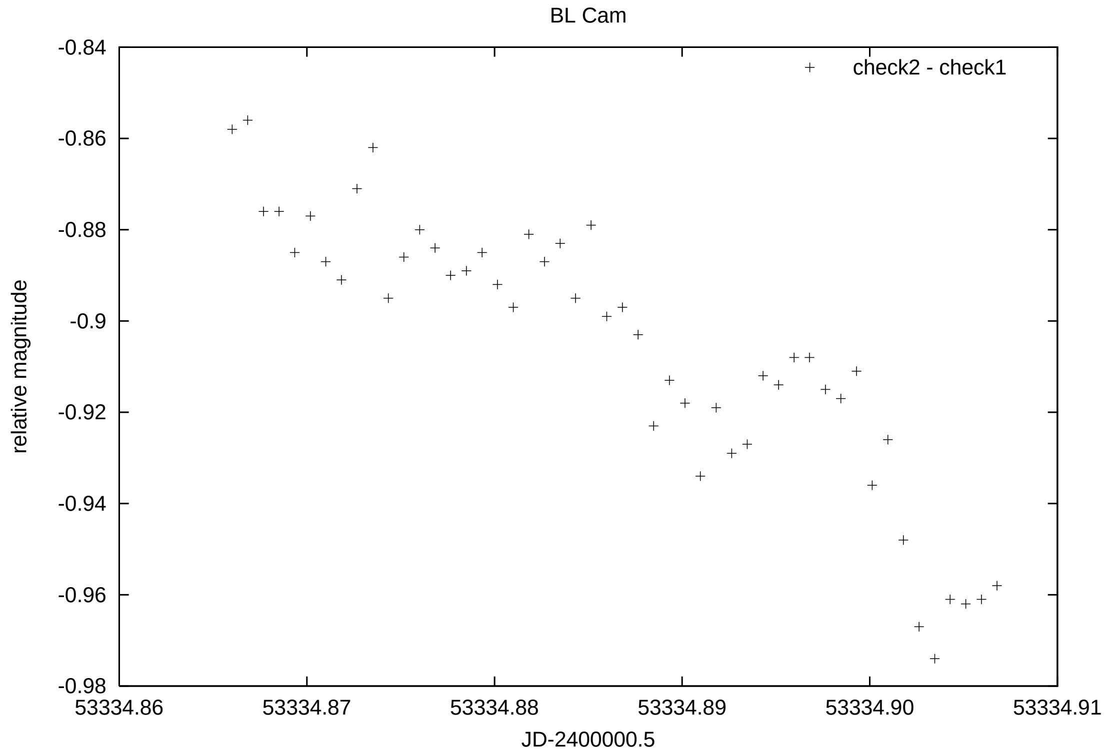
This 2-column preprint was prepared with the AAS LATEX macros v5.0.



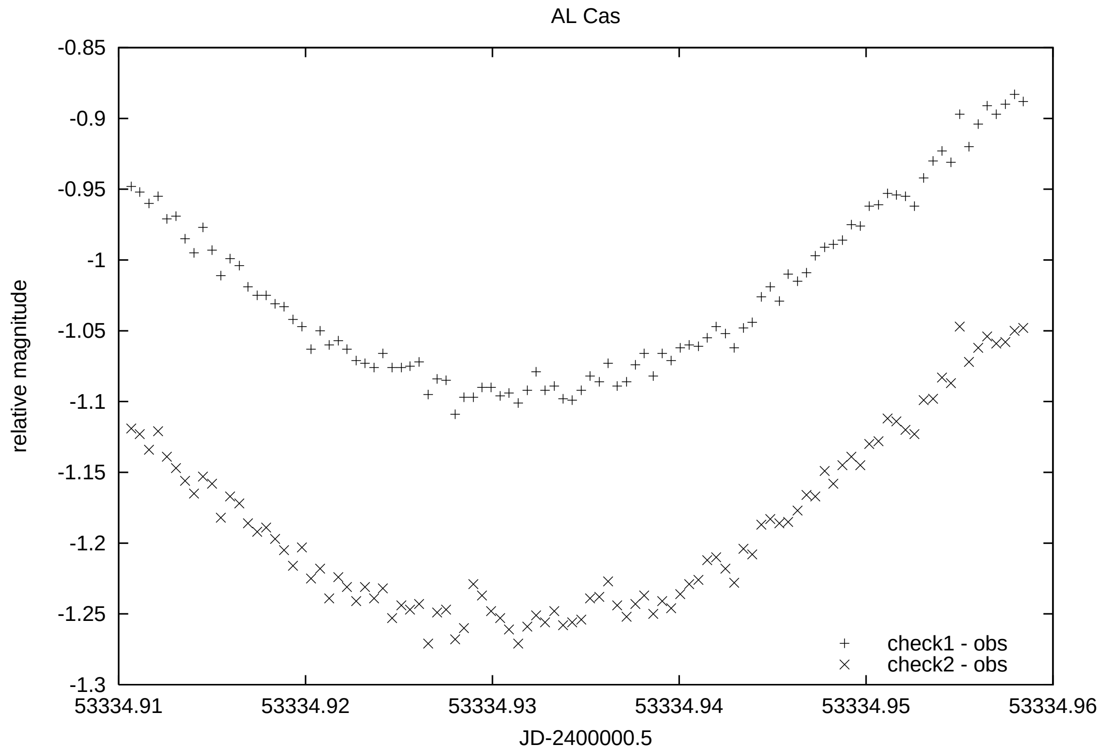


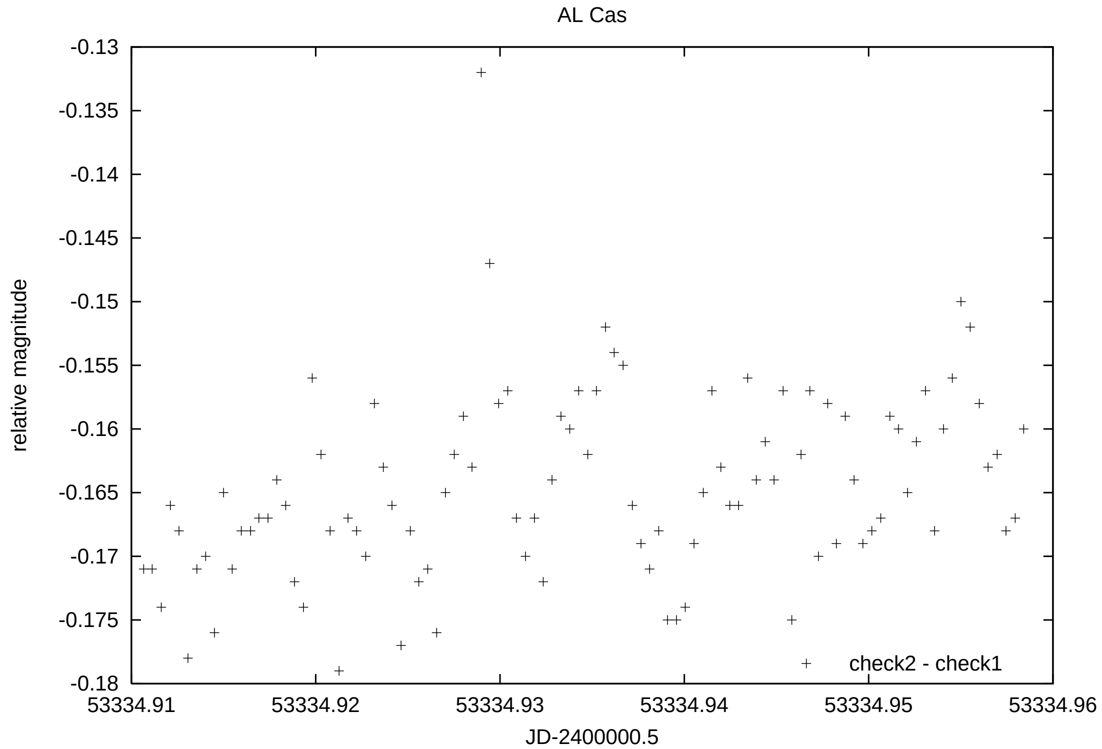
Obr. 6.— Světelná křivka planetky (125) Liberatrix. Na horním obrázku vidíme porovnání planetky s hvězdami, na dolním obrázku porovnáváme srovnávací hvězdy.





Obr. 7.— Světelná křivka trpasličí cefeidy BL Cam. Na horním obrázku vidíme porovnání cefeidy se srovnávacími hvězdami, na dolním obrázku porovnáváme srovnávací hvězdy.





Obr. 8.— Světelná křivka zákrytové proměnné AL Cas. Na horním obrázku vidíme porovnání AL Cas se srovnávacími hvězdami, na dolním obrázku porovnáváme srovnávací hvězdy.