

# Prskavky a vánoční stromeček

Motto: Půjdem zkratkou. Je to sice dál, zato je tam horší cesta.

Pozice astronoma-amatéra dnes není vůbec záviděníhodná. Je toho jen velmi málo, kde může pozorovatel bez špičkové techniky, získat data, která mají určitou hodnotu. A tak se mnozí uchýlí k tomu, že se na oblohu dívají jen pro potěšení a dočasný pocit uspokojení. To však nikomu nemůže vydržet navždy a mnozí dřív nebo později ztratí o pozorování oblohy zájem. Vše se může změnit v okamžiku, kdy získáte pocit, že to, co děláte, může být prospěšné i jiným. Pak se můžete klidně smířit s pocitem, že i váš receptor, který byl původně určen k obdivování krás zcela jiných, může být pro svou pohotovost a pružnost považován za citlivý a důležitý element v cestě za poznáním. Nechci vyjmenovat všechny části astronomie, kde může vizuální pozorovatel zastávat důležitou výzkumnou roli, ale zaměřím se na jednu z nich, na pozorování kataklyzmických proměnných hvězd.

Kataklyzmické proměnné hvězdy jsou těsné páry tvořené horkým bílým trpaslíkem a chladnější trpasličí hvězdou (obrem, podobrem). Vlivem gravitačního působení přitom dochází k přetoku hmoty z chladnější hvězdy na bílého trpaslíka. Látka se však na trpaslíkovi neusazuje přímo - vytváří kolem tzv. akreční disk. V místě, kde se k disku připojuje látka, která přichází od druhé hvězdy, vzniká tzv. horká skvrna. Jak přesně akreční disk vypadá, ale říci nejde. Jeho tvar ovlivňuje několik faktorů.

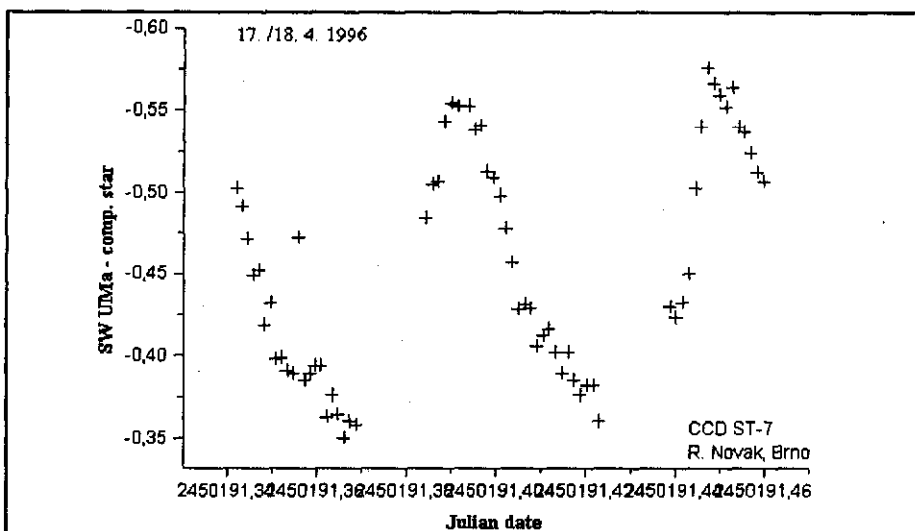
Čtenáři tohoto časopisu možná ví, že v Brně je CCD kamera SBIG ST-7 určena převážně k pozorování proměnných hvězd. Minulost naší hvězdárny je totiž z velké části zaplněna systematickým lovem minim zákrtyových proměnných a jejich mohutné archivaci. Nashromážděná data slouží k dlouhodobému studiu dané hvězdy. Zjistí-li se nesrovnalost, nastupuje přesné fotometrické sledování, které změny buď potvrdí, nebo vyvrátí. Jak známo, zatím je víc očí než fotometrů a CCD kamer, a tak je místo vizuálního pozorovatele nezastupitelné. Větší váhu však těmto pozorováním nelze přikládat. Jde o dlouhodobé sledování zákrtyových dvojhvězd, jehož výsledkem by měla být podrobná analýza celého systému jako kombinace fotometrických

a spektroskopických pozorování. Ovšem bohužel taktó podrobně provedené pozorování je vidět jen výjimečně - většinou se zůstane u pouhého uložení protokolu do archivu.

Vzhledem k tomu, že si v Brně zkouší někteří lidé s kamerou hrát a že jako objekt zábavy slouží právě proměnné hvězdy, odebráme časopis příznacně

pozorovatelnými, obzvláště pak pomocí Internetu. (I ten je dnes velmi výkonným pomocníkem na poli amatérské astronomie.)

Pod článkem o CVs byla i e-mailová adresa autora a tak jsem se s tímto člověkem bez nejmenšího studu spojil a požádal ho, zda by mi nemohl o pozorování poskytnout více informací. Slovo dalo



pojmenovaný CCD Astronomy, který je podobný známějšímu Sky and Telescope. Na rozdíl od něj se však věnuje výhradně problematice CCD kamer všech druhů a rozebírá problémy s touto technikou související. Příspěvky jsou většinou docela zajímavé (věnují se převážně moderní fotometrii a astrometrii), ale také jen povrchní a obecné. Časopis slouží spíše k upozornění a poskytování základních rad, seznamuje s programy na zpracování dat, způsoby archivace a možnosti využití kamer mezi astronomy amatéry i profesionály.

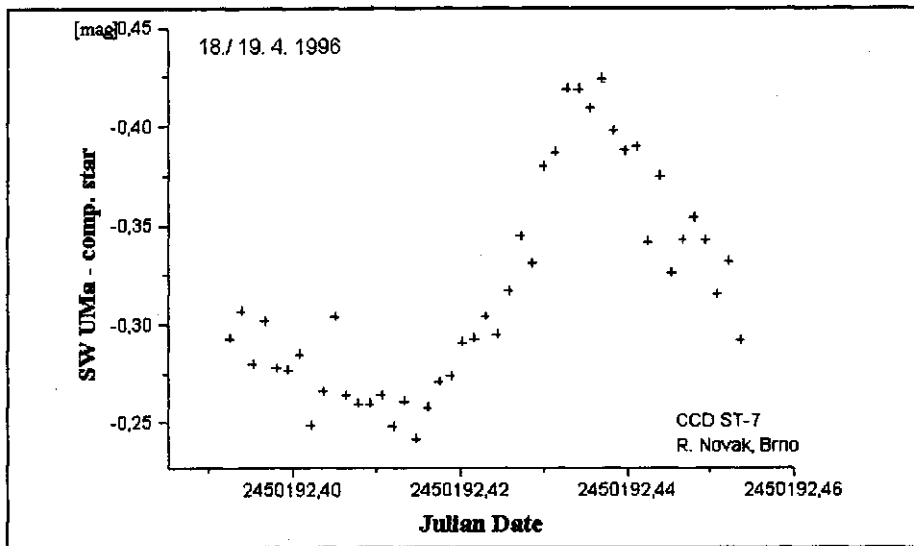
V jednom z jeho čísel jsem narazil na krátký příspěvek Steva Howella, který psal o pozorování (přesněji řečeno monitoringu) vybraných kataklyzmických proměnných hvězd, kde se CCD ukazuje jako skvělá pomůcka pro svoji ohromnou citlivost a pružnost ve zpracování. Snad všechny CVs (jak si dovoluji kataklyzmické proměnné nadále nazývat) jsou totiž v klidové fázi velmi slabé a k jejich spatření je nutný buď obrovský přístroj, nebo CCD kamera. Ovšem dnes má již mnoho amatérů k CCD technice přístup a tak se začíná rozvíjet spolupráce mezi profesionálními pracovníci a amatérskými

slovo a původně nesmělá korespondence se ukázala být zábavnou a hlavně velmi zajímavou. Jak jsem se víc a víc zaplétal do informačních sítí, ze kterých se denně valí tisíce bajtů informací, upravil jsem svůj pozorovací program z mnoha různých aktivit, které jsem měl původně v plánu, na sledování CVs a to nejen na monitorování. Dá se totiž dělat i spousta jiných zajímavých pozorování, máte-li vhodný detektor světla.

Místo vysvětlení předchozí věty se teď přesuneme docela jinam. Stejně jako název článku, má i tato malá odbočka své logické opodstatnění.

## Trocha teorie

Dříve se jednotlivé typy CVs dělily převážně podle vzhledu světelné křivky, dnes se stala ještě důležitější klasifikace spektroskopická. Respektive jejich vzájemná kombinace. Nutno však připomenout, že jako jinde, také v této oblasti je i dnes spousta otázek a jednotlivá dělení se mohou zdát komicky křečovitá v případech, kdy třída obsahuje jednu až dvě hvězdy. Je však otázkou času a množství získaných dat, kdy tato absurdnost pomine.



### Klasické novy (Classical Novae)

Do této škatulky se podle definice řadí hvězdy, jejichž zjasnění jsme pozorovali právě jednou. Amplitudy změn jasnosti jsou velké a rozmanité, v rozmezí 6 až 19 magnitud a někdy i více. Amplituda je velmi závislá na síle výbuchu a trvání celého jevu. Ukazuje se, že hvězdy, které mají při zjasnění amplitudu bližší horní hranici, prodělají celý děj velmi rychle (rychlé novy - fast novae) a naopak (pomalé novy - slow novae). Za příčinu takového zjasnění se považuje překotná termojaderná reakce proběhnuvší látkou bohatou na vodík, která se usazuje při akreci na povrchu bílého trpaslíka. Jen velmi málo se tato skupina hvězd liší od dalších.

Příklad tzv. orbitálních humpů pozorovaných u hvězdy IP Peg během několika hodin v době zjasnění (viz. obrázek 1). Na svislé ose je vynesena instrumentální hvězdná velikost, na vodorovné juliánské datum (resp. hodiny). IP Peg má ve fotometrickém oboru B normálně 18,6 mag, zjasňuje se však až na 12,4 mag. Nejnápadnější jsou ovšem zákryty teplejšího bílého trpaslíka s akrečním diskem chladnějším průvodcem. (Autoři OUDA Team)

### Rekurentní novy (Recurrent novae)

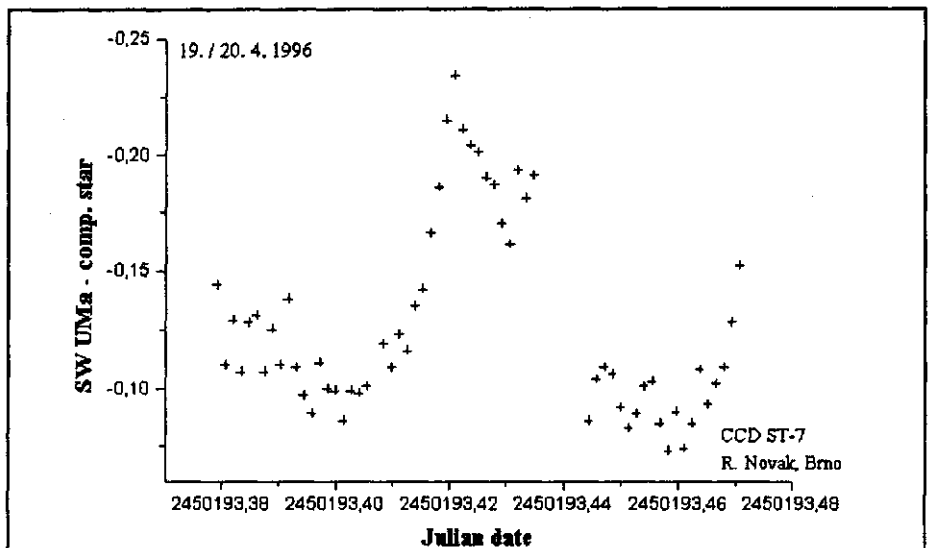
jsou vlastně shodné s typem předchozím. Jediný rozdíl je v tom, že jejich výbuchy byly pozorovány několikrát v historii výzkumu CVs. Takovéto hvězdy jsou vlastně předchůdci supernov typu I. Těsný systém tvořený bílým trpaslíkem a normální hvězdou podléhá vzájemnému gravitačnímu působení, v jehož důsledku dochází k přetoku hmoty z chladnější

složky přes vnitřní tzv. Lagrangův bod do oblasti vlivu bílého trpaslíka. Tam se vytváří akreční disk, z něhož se určitá část látky usazuje na povrch bílého trpaslíka. Po čase dojde k zapálení zmíněné reakce, při níž vznikne taková rázová vlna, že hvězdu jako celek totálně zničí.

Hledací mapka na proměnnou SU UMa, vč. srovnávacích hvězd. Proměnná má většinu času kolem 15 mag, ale každých několik týdnů se na několik dní zjasní (outburst) na 12 mag. Jednou za 160 až 200 dní pak dosáhne při superoutburstu až 11 mag. (Převzato z časopisu Sky and Telescope).

### Trpasličí novy (Dwarf novae)

mají obvykle změnu jasnosti při výbuchu rovnu 2-5 magnitudám. Neperiodické intervaly mezi jednotlivými



mi vzplanutími, anglicky se nazývajícími outbursty, se pohybují od desítek dní do několika let. Délka zjasnění se pohybuje od 2 do 20 dní a je úzce spojená s periodou vzplanutí. I v tomto případě jde o

těsný hvězdný pár, kde jednou ze složek je bílý trpaslík. Typ druhé hvězdy je různý a jeho určení nejisté. I příčina zjasnění je jiná než u klasických nov. Zatímco klasické novy vděčí za zjasnění divadlo obálce usazené hmoty, která je při výbuchu jakoby vystřelena do prostoru, u trpasličích nov dochází ke změnám v akrečním disku. Je nutné si totiž uvědomit, že většina světla, které k nám trpasličí nova posílá, je vlastně světlo akrečního disku a horké skvrny vznikající v místě kontaktu disku s přitékající hmotou. K trpasličím novám řadíme tři malé podskupiny: Hvězdy typu Z Cam, SU UMa, U Gem.

### Z Camelopardalis

Tyto hvězdy se chovají poněkud tajemně. Jejich chování je atypické přítomností stavu, kdy místo normálního vzplanutí zůstane hvězda měsíce až roky jakoby nerozhodnuta co dál, necelou magnitudu pod svojí maximální jasností. Přesněji řečeno, pozorujeme náběh na normální vzplanutí, ale z neznámých důvodů se ho nedočkáme. Hvězda zastaví asi 0,7 magnitudy pod svojí maximální jasností v outburstu a vykazuje oscilace o necelou magnitudu. V literatuře se tento jev označuje termínem standstill, přeloženo tedy jako zastavení či klidový stav. Od vysvětlení tohoto chování jsme zatím daleko. Jako i v jiných oblastech astronomie chybí prostě data. Myslím si, že v takovém případě jsou i vizuální pozorování velmi, skutečně velmi žádoucí.

### SU Ursae Maioris

Zatímco předchozí hvězdy byly zajímavé tím, že jsou slabší než se od nich čeká, hvězdy typu SU UMa mají chování

opačné. Přibližně každý pátý výbuch je totiž o necelou magnitudu jasnější než čtyři předchozí. (V anglické literatuře najdete tento jev pod pojmem *superoutburst*, ale to se mi zdá natolik odpudivé, že se raději přidržím termínu *supervzplanutí*.) Dalším charakteristickým znakem těchto hvězd jsou změny jasnosti v maximu s amplitudou až několik desetin magnitudy a periodou přibližně pod dvě hodiny. Perioda se samozřejmě liší případ od případu, ale je jistá horní hranice (asi dvě hodiny) které mohou dosáhnout. Těmto světelným změnám říkáme *superhumpy*, jelikož český překlad *velehrby* zní přinejmenším divně. Perioda *superhumpů* je vždy přibližně o 3-7 procent delší než orbitální. Předpona *super* odděluje tyto oscilace od tzv. orbitálních *humpů*, které jsou pozorovatelné především v období mezi vzplanutími. V tomto případě jde o změny jasnosti způsobené pohybem horké skvrny a jejich perioda je skutečnou periodou systému. *Superhumpy* jsou jevem dosud velmi málo prozkoumaným. Předpokládá se, že jejich vznik vyvolává precesní pohyb akrečního disku jehož materiál vykazuje při pohybu kolem bílého trpaslíka jakési stáčení přímek apsid. Při pohybu část materiálu opouští Rocheův lalok trpaslíka a tím dochází ke zkracování period *superhumpů*.

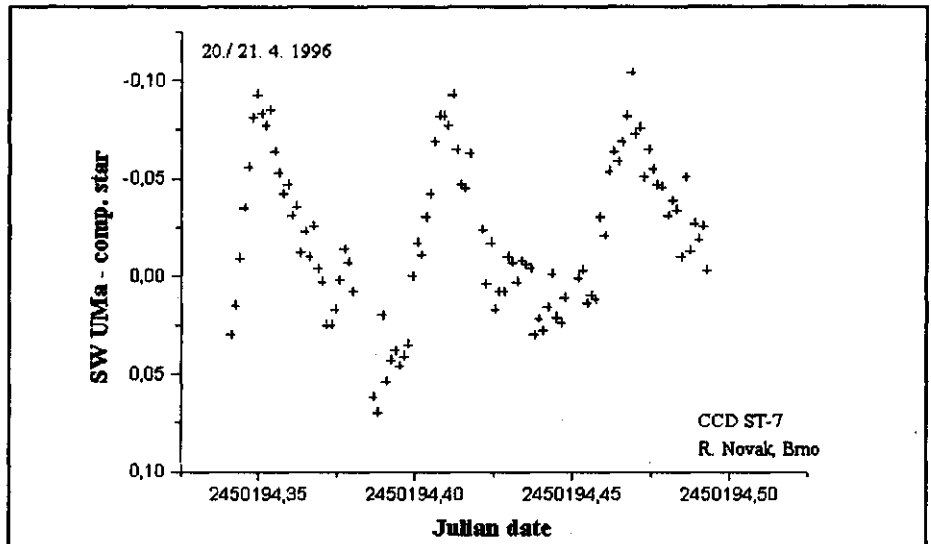
Na přiloženém obrázku je *superhump* hvězdy SW UMa, který se mi podařilo pozorovat při posledním *supervzplanutí* této trpasličí novy. Perioda je 0,05866 dne a amplituda necelé dvě desetiny magnitudy. Proč křivka vypadá tak, jak vypadá, je těžké vysvětlit. Její tvar je velmi závislý na tom, jak se na SW UMa díváme, jak se obě hvězdy pohybují, jaký je poměr jejich hmotností a na spoustě dalších faktorů.

Poslední, čím jsou SU UMa hvězdy typické, jsou tzv. *super kvaziperiodické oscilace* (SQPO's - Super Quasi Periodic Oscillations) jasnosti. Předpokládá se, že to jsou pulzace akrečního disku, které se projeví náhlými zjasněními při vzestupu do *supervzplanutí*. Jev poprvé pozorovali členové japonského OUDA Teamu (při Tokijské univerzitě). Jde o několikaminutová zjasnění s amplitudou až 30 procent celkové hvězdné velikosti systému.

#### U Geminorum

Do této příhrádky se odloží všechny ostatní trpasličí novy, které se nepodaří zařadit do předchozích dvou typů.

Poslední velkou skupinu tvoří tzv.:



#### Novám podobné proměnné (Nova-like Variables)

Novám podobné hvězdy jsou hvězdy, které jsou ve stádiu po a před vznikem kataklyzmické proměnné hvězdy. Mimo ně sem možná patří i některé hvězdy typu Z Cam, u kterých trvá klidová fáze déle než je škála našich pozorování (tedy okolo sta let). Jejich příslušnost prověří čas ... V literatuře naleznete novám podobné hvězdy označené též jako UX UMa.

Model rozložení toku záření z různých částí akrečního disku během *superhumpu*. Maximu odpovídá situaci na obrázku číslo devět.

#### Magnetické hvězdy (Magnetic CVs)

Se obvykle řadí mezi novám podobné hvězdy. Magnetické pole primární složky může zčásti či úplně zamezit vzniku akrečního disku a tím celý problém ještě více zkomplikovat. Podle intenzity magnetického pole primární složky dělíme magnetické hvězdy na Polary (Polars) a Intermediální Polary (Intermediate Polars), kam patří i GK Persei, o které si za malou chvíli povíme něco víc.

Nakonec bych se rád zmínil o skupině hvězd, nazývanou TOADS, což nejsou ropuchy, ale Tremendous Outburst Amplitude Dwarf Novae. Pokud si přeložíte tento název do češtiny, zjistíte, že jde o hvězdy s velkými amplitudami. V praxi se jedná o stálice, jejichž jasnost se při vzplanutí změní ještě více než u standardních CVs. Na začátku tohoto kratšího příspěvku jsem se zmínil o dr.S.Howellovi, který mne vlastně na existenci CVs upozornil. Tak právě tohoto člověka byste za TOADS našli. Ještě když

byla v provozu IUE družice, ale i potom, byla snaha o paralelní pozorování spektroskopická a fotometrická vybraných CVs, tedy TOADS, protože pochopení toho, co se v systému děje, umožní lépe pochopit obecné chování a procesy při tvorbě akrečních disků a při přenosu hmoty.

*Superhumpy* pozorované v roce 1992 u proměnné hvězdy UV Persei při rychlém sestupu ze *supervzplanutí*.

#### GK Persei

Tuto hvězdu měli možnost pozorovat lidé obývající severní polokouli roku 1901 jako jasnou novu v souhvězdí Persea. Od té doby se podařilo odpozorovat celou řadu *supervzplanutí*, které se opakují přibližně každé tři roky. Hvězda, jejíž jasnost se normálně pohybuje okolo 13. až 14. magnitudy, se zjasní na 10 mag a tak zůstane několik týdnů. Poslední takové jsme měli možnost pozorovat poměrně nedávno - od konce února tohoto roku asi tři měsíce, než zmizela z dosahu menších přístrojů. Já jsem se na ni díval z Úpice v době, kdy byla mnohem víc populární kometa Hyakutake. Dokonce jsem si všiml, že ohon komety leží v poli Sometu Binar, který jsem při odhadování jasnosti použil, a že tedy jasnost GK Persei raději odhadnu příště.

Na přiloženém obrázku je světelná křivka posledního zjasnění, jak ji odpozorovali členové skupiny VSNET. Pravidelné sledování této hvězdy přineslo své ovoce, protože bylo plně pokryto celé zjasnění. I když se nejdříve zdálo, že zjasnění bude jedno z méně výrazných, po několika rozpačitých dnech očekávání se hvězda vyšplhala až na necelých 10,1 magnitudy.

Konečně jsem se tedy po několika menších odbočkách dostal zpět k úvodu tohoto článku. Kdo pozorně četl, vzpomene si na větu o vhodných detektorech a možnostech observací. Doufám, že jsem alespoň některé z vás učinil o něco moudřejší a rozšířil obzor vašich pozorovacích činností. Bohužel mnoho jevů, které jsem během výkladu popsal, je detekovatelných pouze pomocí přesných a rychlých fotometrů nebo citlivých spektroskopů. Amatér však plní roli neméně důležitou. Jeho přínos je významný v několika faktorech. V první řadě je to soustavné sledování vybraných CVs a to je většinou práce

Jak se dalo z několika poznámek v textu vytušit, ve světě již existuje poměrně silná skupina lidí, kteří nejrůznější technikou pořizují cenná data pro profesionální astronomy a pomocí Internetu je dávají volně k dispozici. U nás je takových lidí jako šafránu, ale je tu spousta aktivních pozorovatelů. Pokud by se podařilo dát dohromady skupinu nadšenců, kteří by svoji pozornost zaměřili na určitou část CVs, mohla by vzniknout dobrá pracovní skupina na úrovni České i Slovenské republiky, kde se CVs věnují i teoreticky. Určitě by také nebyl problém prezentovat výsledky na nějaké internet-

zapojit i skupina pozorovatelů Gama, která funguje při hvězdárně v Úpici. V nejbližší době bude vycházet stejnojmenný zpravodaj a pro majitele e-mailu také digitální cirkulář. V současné době je do našeho projektu zapojeno kolem deseti lidí a tak je zatím vše teprve v začátcích. Je-li tedy mezi čtenáři Astropisu někdo, kdo by se chtěl přidat, necht' se spojí buď se mnou a nebo ať napíše na hvězdárnu do Úpice Marcelu Bělíkovi, který mu pošle další podrobné informace. Na vzájemnou spolupráci se těší

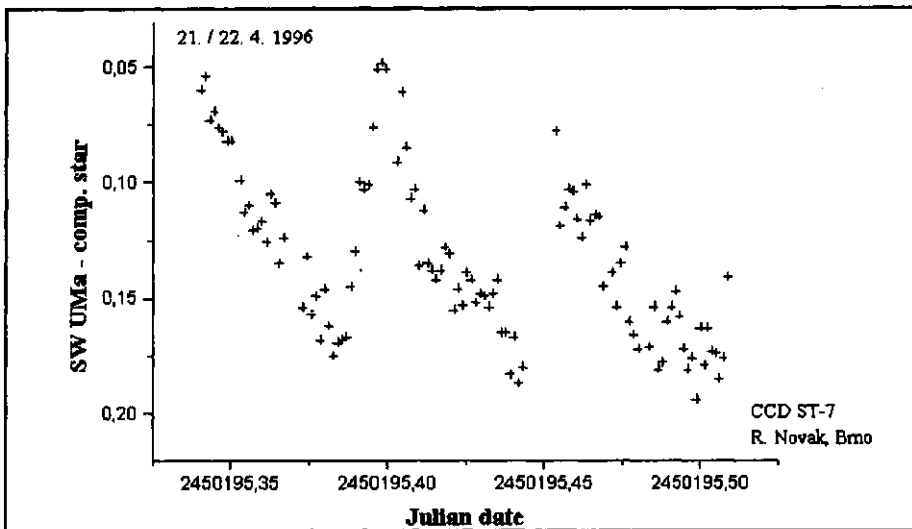
**Rudolf Novák**

Použitá a doporučená literatura:

Tremendous outburst amplitude dwarf novae, S. B. Howell, ApJ 439:337  
The Mysterious SU UMa stars, P. A. Charles, S&T 1990:607  
Proměnné hvězdy a Malý abecední zvěřinec proměnných hvězd, Z. Mikulášek, rukopis  
Structure of non-magnetic systems, autor neznámý  
Dwarf nova outbursts, Y. Osaki, PASP 1995  
Outburst of dwarf novae, J. Smak, PASP 1984, No. 575

Zajímavé adresy na Internetu:

<http://www.kusastro.kyoto-u.ac.jp/vsnet/>  
najdete zde informace nejen o CVs, ale i o supernovách, BL Lac objektech a vůbec všem, co radikálně mění svoji jasnost. Společnost VSNET též umožňuje rozesílání odhadů hvězdné velikosti, výzev k pozorování jakož i pravidelný cirkulář, v němž je vždy soubor odhadů za definované časové údobí. Zajímavý je rovněž elektronický cirkulář CVC Belgické astronomické společnosti, který si můžete objednat na adrese tvannuns@innet.be. Aktuální informace týkající se CVs jsou samozřejmě zveřejňovány i v Instantním Bílém trpaslíku: bilytrp@physics.muni.cz



zábavná. Jen několik málo CVs je v minimu své jasnosti vidět i v menších přístrojích. Pro většinu očí jsou tedy neviditelné a tak je monitoring velmi rychlý. Vidím, nevidím. V případě, že hvězda vidět je a nemá být, stali jste se v přímém přenosu svědky jednoho vzplanutí. To, že to musí být úžasný pocit dokumentoval jeden strohý e-mail z VSNETu, v němž autor pouze psal čas odhadu a magnitudu. Zjasňovala se mu přímo před očima ... V takovém případě je nutné dát co nejdříve vědět ostatním, třeba těm, co mohou v pozorování pokračovat a nebo použít výkonnou techniku k přesnějšímu měření. Že to funguje jsem se přesvědčil právě s SW UMa. Několik dní před jejím posledním zjasněním jsem zrovna zkoušel přesvědčit jednoho ze členů OUDA Teamu, že by bylo zajímavé vyzkoušet souvislá fotometrická měření, která by začali oni v Japonsku a u nás bychom pokračovali v okamžiku, kdy tam už by to nešlo. S SW UMa se to s největší pravděpodobností povedlo a je jen otázkou času, kdy dáme získaná data dohromady a veřejně porovnáme výsledky.

tovské stránce a domluvit spolupráci se světovými pozorovateli, kteří již mají mnoholeté zkušenosti s organizací a pracovním postupem. Vyžaduje to však poměrně značné množství duševní i fyzické energie a nemá smysl ji plynout bez odezvy dalších zúčastněných. Dávám tedy k posouzení návrh na vytvoření pracovní skupiny, která by se tomuto druhu pozorování aktivně věnovala. Pokud si někdo z vás myslí, že by jej podobná zábava neobtěžovala, spojte se se mnou a já vám poskytnu další, podrobnější informace. Podaří-li se dát dohromady alespoň deset aktivních pozorovatelů, můžeme o něčem podobném začít vážně uvažovat. Mnohé CVs se nachází poblíž deep-sky objektů, které jsou jistě vašim častým objektem zájmu a tak by se dalo spojit velmi příjemné koukání po nebi s velmi užitečnou činností s velkým významem.

Během několika měsíců se rozběhne celosvětová akce na pozorování TOADs, kterou organizuje Stewe Howell a pojmenoval ji International TOAD Watch. Do tohoto pozorovacího projektu by se měla

### UPOZORNĚNÍ

*V článku Rudolfa Nováka nemohly být použity originální obrázky. Autor místo nich poskytl světelné křivky superhumpu, které odpozoroval CCD kamerou ST-7 (R-filtr) v Brně. Omlouváme se za případné nepřesné odkazy na obrázky v textu. Děkuje se za pochopení.*

### UPOZORNĚNÍ