

## PRIBLIŽNO ODREĐIVANJE OBLASTI LINEARNOSTI CCD KAMERE IZ SPEKTRALNIH LINIJA SUNCA

VINCE OLIVER

*Astronomska Opservatorija, Volgina 7, Beograd, Jugoslavija*  
*E-mail: ovince@aob.aob.bg.ac.yu*

**Abstrakt.** U ovom radu je prikazana jedna metoda ispitivanja oblasti linearnosti CCD kamere pomoću spektralnih linija Sunca. Posebno je analizirana oblast linearnosti ST6 SBIG CCD kamere koja se koristi za posmatranja na Astronomskoj opservatoriji u Beogradu. Procenjeno je da je kamera linearna u oblasti popunjenosti nivoa od 40200 ADU do 4520 ADU.

### 1. UVOD

Pri upotrebi nekog detektora koji se koristi za određeno posmatranje potrebno je poznavati njegove karakteristike. U slučaju CCD kamere to su: oblast linearnosti CCD kamere, struja u mraku, šum isčitavanja itd. U ovom radu će se prikazati jedna spektrografska metoda za brzo procenjivanje oblasti linearnosti CCD kamere. Prvo će biti reči o ideji na kome se bazira ova metoda a zatim će se analizirati konkretan slučaj ST6 SBIG CCD kamere koja se koristi za spektroskopska posmatranja na Astronomskoj opservatoriji u Beogradu.

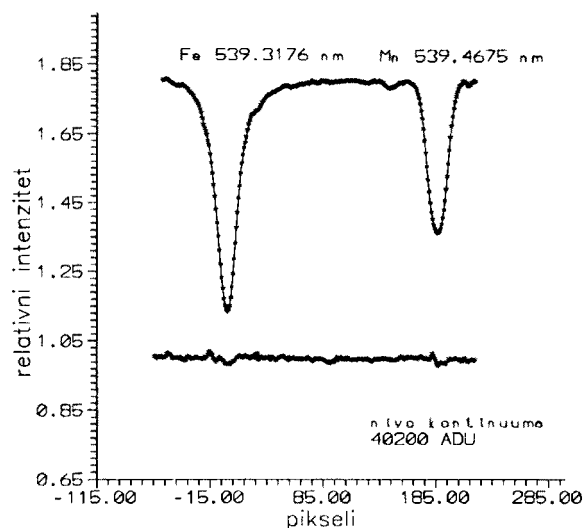
### 2. IDEJA

Određivanje oblasti linearnosti CCD kamere se zasniva na sledećoj ideji. Snimi se deo spektra, koji sadrži spektralne linije različitih centralnih dubina, sa različitim ekspozicijama. Ukoliko podelimo dva spektra koja su snimljena u linearnom delu mernog opsega kamere, dobićemo konstantnu raspodelu odnosa relativnog intenziteta u funkciji od piksela duž celog snimljenog spektra. Ukoliko podelimo spektar koji je u nekim delovima snimljen u nelinearnom delu mernog opsega sa spektrom koji je snimljen u linearnom delu mernog opsega dobićemo raspodelu koja nije konstantna duž celog snimljenog spektra već ima ekstremume upravo u onom delu spektra koji je snimljen u nelinearnom delu mernog opsega.

### 3. METODA ODREĐIVANJA OBLASTI LINEARNOSTI ST6 SBIG CCD KAMERE

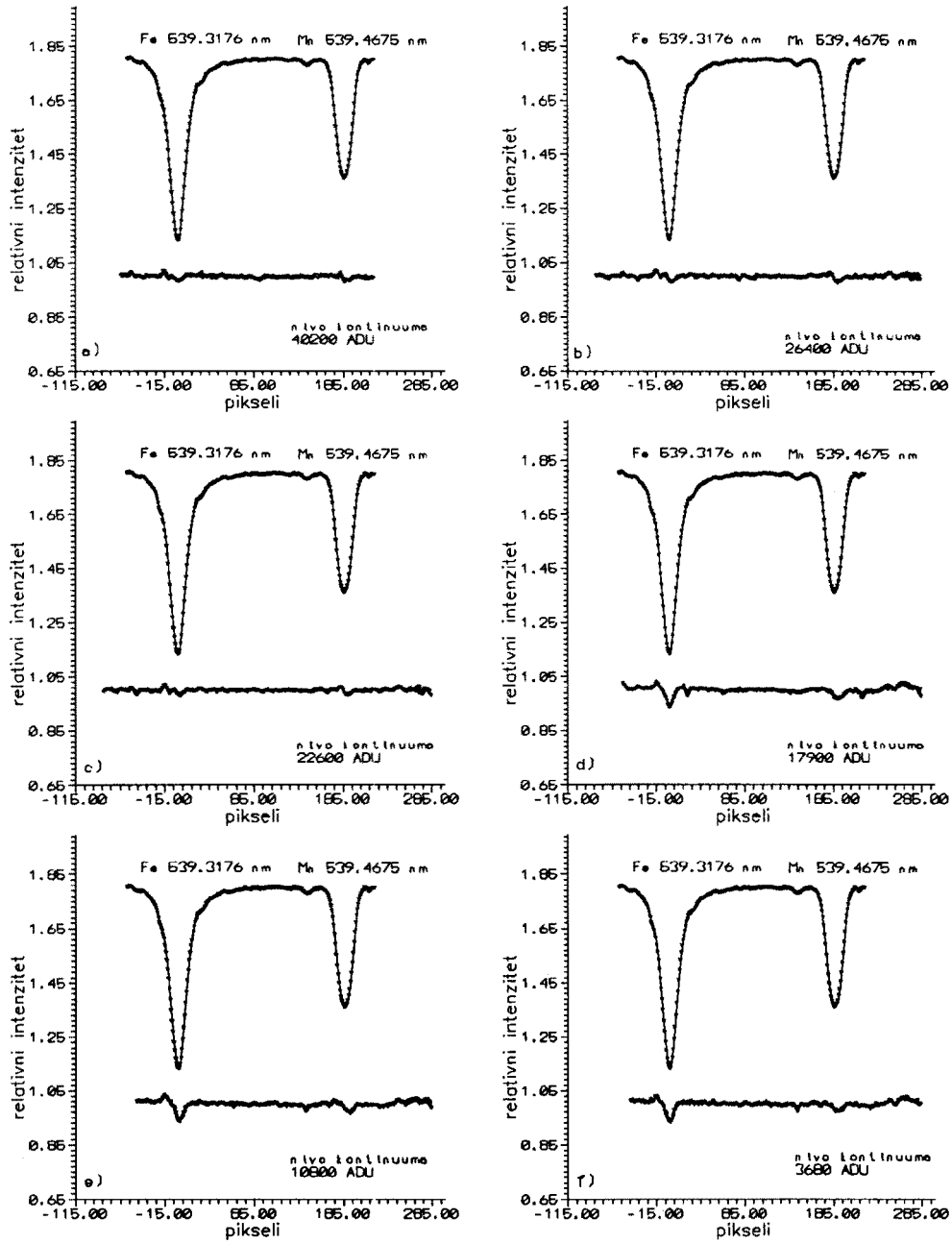
U konkretnom slučaju sa ST6 SBIG CCD kamerom postupak određivanja oblasti linearnosti je bio sledeći. Snimljen je deo spektra koji sadrži dve spektralne linije (Fe 539.3176 nm i Mn 539.4675 nm) sa različitim ekspozicijama. CCD spektrogrami su

zatim obradjeni kako bi se dobila zavisnost relativnog intenziteta od talasne dužine (profil spektra - spektar). Znajući da je merni opseg CCD čipa od 0 do 65536 ADU (Analog Digital Unit) i predpostavljajući da je CCD čip negde na sredini mernog opsega (32768 ADU) linearna, izabrana su dva obradjena spektra čiji je kontinualni deo u blizini te sredine. Deljenjem ovih spektara dobija se konstantna raspodela odnosa relativnog intenziteta u funkciji od piksela što ukazuje na to da su oba spektra snimljena u linearnoj oblasti CCD čipa. Na Sl.1 prikazan je grafik dobijene raspodele. U gornjem delu grafika nalazi se deo snimljenog spektra (služi samo za upoređivanje u kom delu spektra dobijena raspodela ima/nema ekstremne vrednosti), a u donjem delu se nalazi raspodela odnosa relativnog intenziteta u funkciji od piksela koja se dobija deljenjem dva spektra.



Sl. 1. Raspodela odnosa relativnog intenziteta u funkciji piksela koja se dobija deljenjem spektara čiji su nivoi kontinuum 40200 i 31300 ADU

Jasno se uočava da je dobijena raspodela konstantna duž čitavog spektra koji je snimljen. To znači da su oba spektra snimljena u linearnom delu mernog opsega CCD čipa. Spektar sa kontinuumom od 31300 ADU je izabran da bude normalizacioni faktor preostalim spektrima. To znači da su preostali spektri podeljeni sa spektrom čiji je nivo kontinuum 31300 ADU. Rezultat deljenja je prikazan na Sl.2. Raspodele odnosa relativnog intenziteta u funkciji od piksela na slikama a), b) i c) su, kako vidimo, konstantna duž celog spektra koji je snimljen. Prema tome i kontinuum i linija su snimljeni u linearnom delu mernog opsega CCD čipa. Međutim, na slikama d), e) i f) vidimo da ta raspodela ima ekstremne vrednosti u predelu jezgra linije gvoždja Fe 539.3176 nm. To znači da je linija izvesnim delom snimljena u nelinearnom delu mernog opsega.



Sl. 2. Raspodele relativnog intenziteta u funkciji piksela koja se dobija deljenjem svih spektara sa spektrom čiji je nivo kontinuum 31300 ADU

#### 4. ANALIZA

Sl.2 a): Nivo kontinuuma je 40200 ADU. Centralne dubine linija Fe 539.3176 nm i Mn 539.4675 nm su 0.2 i 0.6 respektivno. Prema tome, nivo popunjenosti u jezgru linije gvoždja je ( $0.2 \cdot 40200$  ADU) oko 8040 ADU a mangana oko 24120 ADU. Pošto je raspodela odnosa relativnog intenziteta od piksela konstantna duž celog snimljenog spektra možemo reći da je nivo od 8040 ADU do 40200 ADU linearna.

Sl.2 b): Nivo kontinuuma je 26400 ADU. Analognim razmišljanjem kao u predhodnom slučaju možemo reći da je nivo od 5280 ADU do 26400 ADU linearna.

Sl.2 c): Nivo kontinuuma je 22600 ADU. Zavisnost odnosa relativnog intenziteta od piksela je i ovde konstantna kao u predhodna dva slučaja. To znači da je nivo od 22600 ADU do 4520 ADU u oblasti linearnosti mernog opsega.

Sl.2 d): Nivo kontinuuma je 17900 ADU. Raspodela odnosa relativnog intenziteta od piksela u predelu jezgra linije Fe 539.3176 nm ima ekstremnu vrednost što znači da je linija gvoždja u tom delu snimljena u nelinearnom delu mernog opsega CCD čipa. Znajući da je centralna dubina linije gvoždja 0.2 možemo reći da je nivo od 3580 ADU u nelinearnom delu mernog opsega.

Sl.2 e) i f): Slična je situacija kao u prethodnom slučaju što se i očekuje. Naime, nivo u predelu jezgra linije je manji nego u predhodnom slučaju i očekuje se da taj nivo bude u oblasti nelinearnosti mernog opsega.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je oblast mernog opsega od 40200 ADU do 4520 ADU linearna. Nelinearnost se ispoljava, kako smo videli, na nivou popunjenosti od 3580 ADU. Gde je prelaz iz linearnog dela u nelinearan deo mernog opsega nemože se reći na osnovu postojećih merenja. U tu svrhu trebalo bi detaljnije ispitati deo nivoa od 4520 ADU do 3580 ADU.

#### 5. ZAKLJUČAK

Ako želimo brzo odrediti oblast linearnosti CCD kamere može se primeniti metoda pomoću spektralnih linija Sunca. Naravno, nije ograničeno primena metode samo na spektralne linije Sunca već se može iskoristiti bilo koji laboratorijski ili drugi spektar. Ukoliko postoji dovoljan broj snimaka sa različitim ekspozicijama može se dobiti kvalitetan rezultat na kom nivou CCD čip prelazi iz linearnog u nelinearan deo mernog opsega. U slučaju ST6 SBIG CCD kamere koja se koristi za posmatranja na Astronomskoj opservatoriji u Beogradu rezultat primene ovog metoda ukazuje na to da je nivo od 40200 ADU do 4520 ADU u linearnom delu mernog opsega CCD čipa. Gde je tačno prelaz iz linearnog u nelinearan deo mernog opsega nije bilo moguće ispitati usled nedostatka podataka između 4520 ADU i 3580 ADU. Treba napomenuti da su snimljeni CCD spektrogrami gde su nivoi kontinuuma veći od 40200 ADU (47200 ADU, 64000 ADU i 64300 ADU) ali se oni nisu mogli iskoristiti za obradu jer su kontinualnim delom ušli u nelinearnu oblast mernog opsega kamere (zasićenje). Na kom nivou dolazi do zasićenja nemože se reći na osnovu postojećih rezultata. U tu svrhu trebalo bi detaljnije ispitati nivo između 40200 ADU i 47200 ADU.