



УНИВЕРЗИТЕТ  
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ  
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Југославија  
Деканат: 021 350-413; 021 450-810; Централa: 021 350-122  
Рачуноводство: 021 58-220; Студентска служба: 021 350-763  
Телефакс: 021 58-133; e-mail: ftndean@uns.ns.ac.yu



Сертификован  
систем  
квалитета



Студијски програм

Геодезија и геоматика

# СЕМИНАРСКИ РАД

**- Интегрисани системи премера -**

Студент: Срђан Тешић

Професор: Владимир Булатовић

Бр. индекса: гг 49/2011

## Садржај:

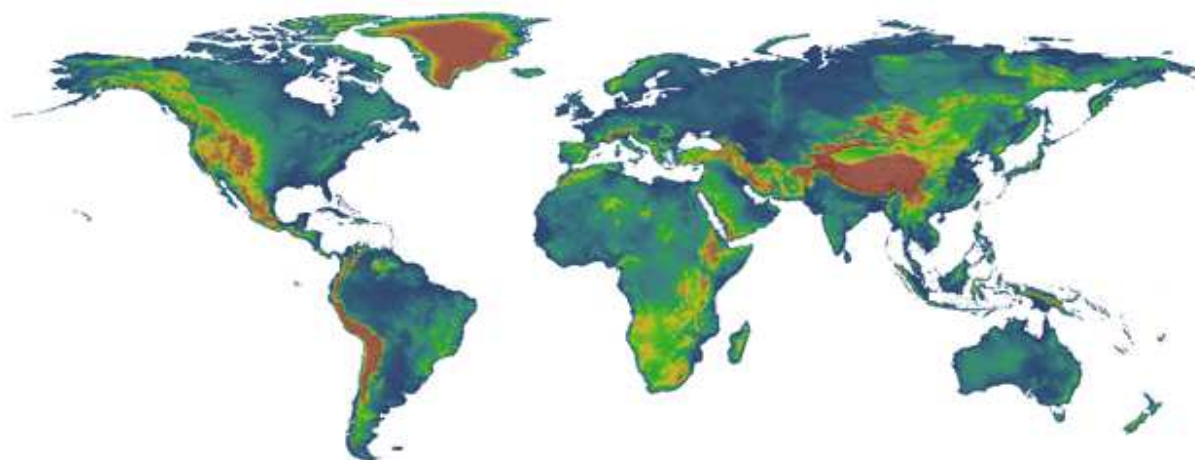
1. Увод .....	3
2. „SRTM“ .....	5
3. „ASTER“ .....	7
4. Разлике између „SRTM“ и „ASTER“ .....	9
4.1. Подручје истраживања .....	9
4.2. Референтни ДЕМ .....	10
4.3. Припрема података .....	11
4.3.1. Поређење ДЕМ-а .....	11
4.3.2. Тачност висина .....	11
4.3.3. Тачност изгледа терена .....	13
4.4. Резултати и дискусије .....	14
4.5. Закључак .....	20
5. Литература .....	22

# ГЛОБАЛНИ ДИГИТАЛНИ МОДЕЛИ ТЕРЕНА

## 1. Увод

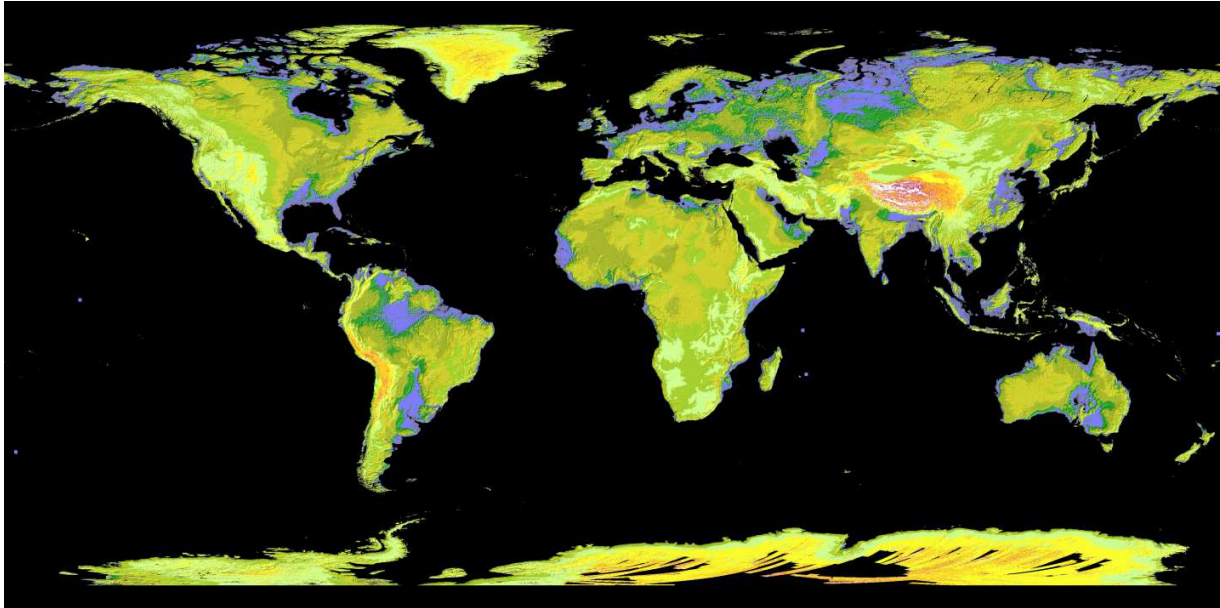
Дигитални модели терена (ДМТ) имају веома важну улогу у географским информационим пројектима. Циљ ових пројеката је да проучавају карактеристике геосистема, а дигитални модел висина доста помаже при анализирању различитих објеката и појава.

Ради стварања многих дигиталних модела топографске површине на глобалном и националном нивоу, подаци терена су доступни. „Shuttle radar topography mission (SRTM)“, настао од стране „NASA“ 2000. године, обезбедио је податке који су коришћени за стварање дигиталног модела терена (ДМТ) на глобалном нивоу. Ови подаци могу се преузети бесплатно са интернета и веома често се користе за различите пројекте (SRTM 90m Digital...).



Слика 1.1. – „SRTM 90m Digital“

Други, сличан производ – „ASTER GDEM“ – настао је заједничким радом Министарства економије, трговине и индустрије САД-а и „NASA“. Направљен је према подацима добијеним 1999-2000 са „ASTER“ сензора на „Terra“ сателиту лансираног од стране „NASA“ (ASTER Global Digital Elevation...).



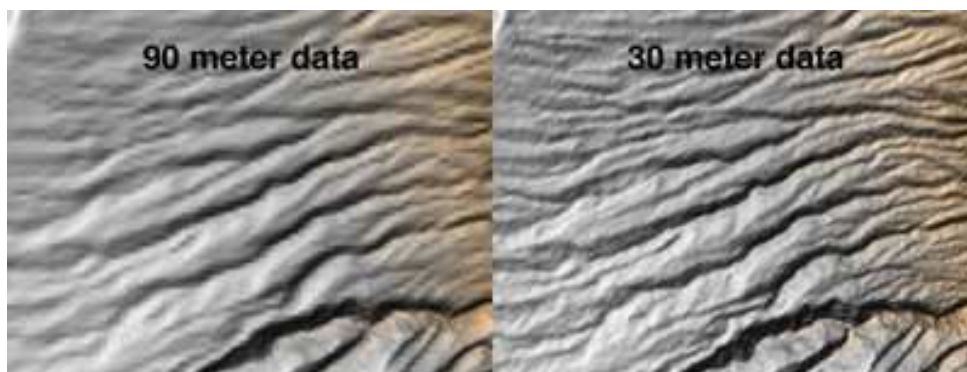
Слика 1.2. – „ASTER Global Digital Elevation“

С обзиром на ширину појма у различитим студијама, потребно је идентификовати тачност мерења висине тачака у подручјима са различитим карактеристикама терена и врсте топографских површина. Дакле, развој методологије за процену тачности Глобалног ДМТ је веома битан, као што је потврдио велики број публикација на ту тему у стручној литератури, нпр. Шангмин 2011., Царвис 2004. и други. Дакле, пошто служе за прикупљање података за целу Земљу, одатле и назив глобални дигитални модели терена. У даљем тексту биће описан „SRTM“ и „ASTER“ сензор и анализираће се сличности и разлике између истих.[1]

## 2. „SRTM“

Топографски подаци високе резолуције добијени од стране „NASA“, „Shuttle radar topography mission (SRTM)“ у 2000. години, претходно доступни само за Сједињене Државе, од ове године је доступан целом свету. 2014. године ово је објављено на самиту шефова Уједињених нација о климатским променама у Њујорку. Ово иницијално јавно издање топографских података за Африку ће помоћи локалним властима да боље планирају утицај различитих промена на животну средину као што су суше, повлачење леда, подземне воде, клизишта и обалски струјни удари. Скупови података који покривају преостале континенте ће бити доступни у року од једне године, са следећим објављивањем података за Јужну Америку и Карибе.

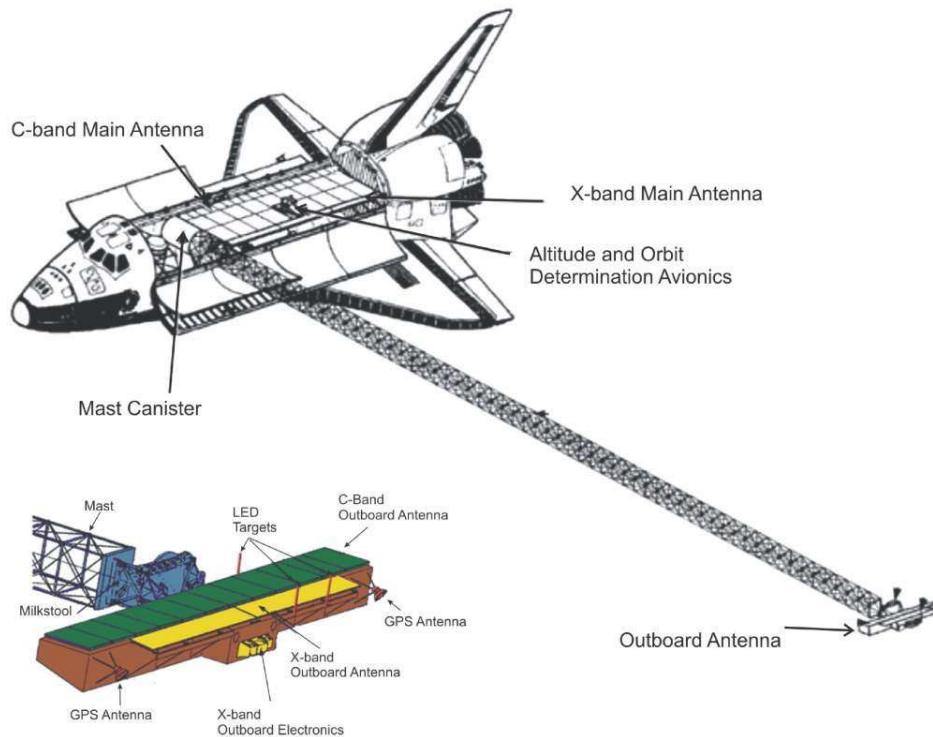
„SRTM“ ниже резолуције, пиксели величине 90м, доступан јавности од 2003. године за многе делове света пружа глобални стандард за многе апликације. Нови подаци са више детаља, 30м величина пиксела, боље описују рељеф Земље. „Јавна доступност побољшаних топографских података глобалног „SRTM“ ће значајно допринети међународним напорима да боље разумеју природне процесе који обликују нашу планету, припреми их да реагују на природне опасности и предвиди и припреми за утицаја глобалних промена „, изјавио је главни научник „NASA“ - Елен Стофан. „ „NASA“ је поносна што је играла кључну улогу у стварању ових података који ће бити од користи друштву кроз јавно дељење података.“



Слика 2.1. - „SRTM“ резолуције 90 м и 30 м

„SRTM“ је заједнички пројекат „NASA“, немачке и италијанске свемирске агенције, и Националне геопросторно-обавештајне агенције. Недавно су пуштени за јавно коришћење и подаци резолуције 30м, заједно са подацима резолуције 90м. Подаци су доступни на веб сајту „USGS Earth Explorer“.

Сензор је летео на свемирском броду „Endeavour“ у фебруару 2000., мапирајући топографију земље између 56° јужно и 60° северно од екватора. Током 11 дана мисије, „SRTM“ је користио радар за мапирање површине Земље небројено пута из различитих перспектива. Комбинација ових радарских података, који су обрађени у „Jet Propulsion Laboratory (JPL)“ да би добили глобалну топографску карту, добијени су одбијањем радарских сигнала са површине Земље, а затим се врате на свемирски брод.



Слика 2. 2. - „SRTM“ сензор на свемирском броду

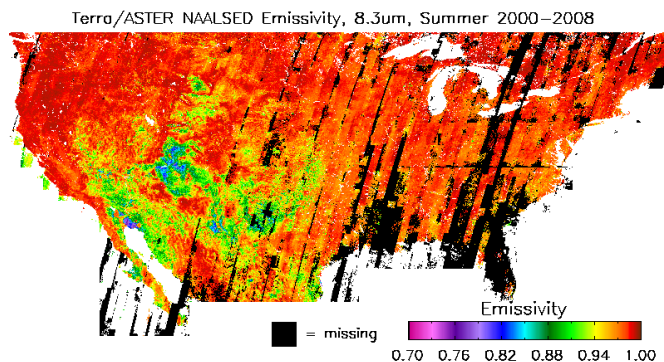
Топографски подаци су корисни широком спектру активности, од безбедносних до инжењерских државних пројеката. Топографија такође снажно утиче на многе природне процесе, као што је дистрибуција биљних заједница и припадајућих животиња које зависе од њих, време и режим падавина, као и проток и складиштење површинских вода. Подаци помажу у

бољем разумевању, предвиђању и реаговању на поплаве, јаке олује и претње плављења обала олујним таласима, цунамијем и порастом нивоа мора.

Више радионица за обуку за управљање „SRTM“ подацима су планирани за кориснике у Африци. „SERVIR“ програм, заједнички подухват од стране „NASA“ и Америчке агенције за међународни развој, планира радионице у источној и јужној Африци са Регионалним центром за мапирање ресурса за развој, а у Западној Африци са кључним еколошким организацијама. „The Secure World Foundation“ сарађује са „NASA“, „USGS“ и другим члановима међународне комисије за посматрање Земљих сателита да понуди онлајн обуку и регионалне радионице да даље омогуће корисницима да искористе ове извора података. „JPL“ је део Калифорнијског института за технологију у Пасадени.[2]

### 3. „ASTER“

„ASTER“ производи слике помоћу инфрацрвене, црвене и зелене таласне дужине светлости. Вегетационе области крећу се од црвене у ружичасте боје, снег је бела, вода је црна итд. „The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER)“ добија слике Земље високе резолуције (од 15 до 90 квадратних метара по пикселу) у 14 различитих таласних дужина електромагнетног спектра, у распону од видљиве термалне инфрацрвене светлости. Научници користе „ASTER“ податке за израду детаљне мапе земљишне површинске температуре, надморске висине и др.

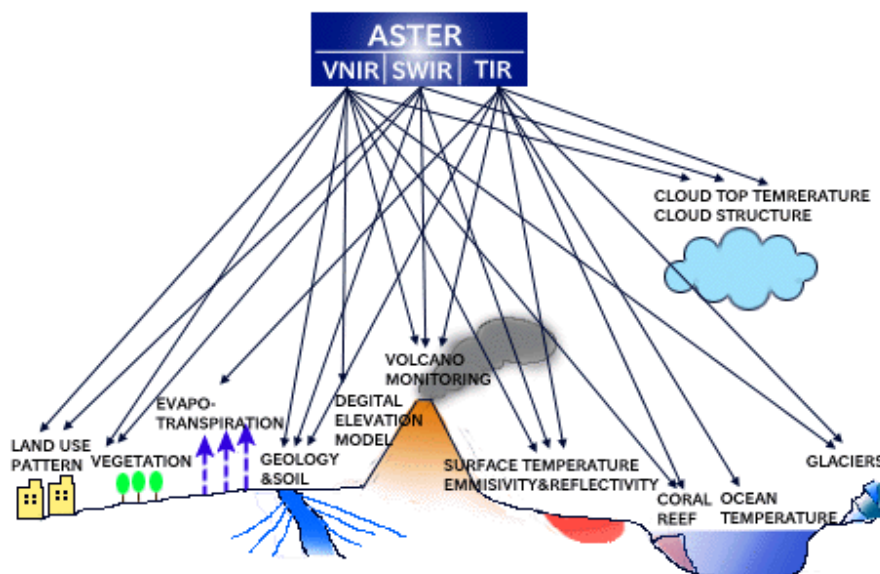


Слика 3.1. – Емисивност, црвена представља подручје под вегетацијом, плава пустиње итд.

„ASTER“ је једини инструмент високе просторне резолуције на „Terra“ платформи. Способност „ASTER“ да послужи као зум објектива за друге „Terra“ инструменте је посебно важно за детекцију промена, калибрације / валидације и истраживања површи Земље. За разлику од других инструмената на свемирском броду „Terra“, „ASTER“ неће прикупљати податке у континуитету; уместо тога, сакупља податке у просеку од 8 минута по орбити. С обзиром на његову високу резолуцију и његову способност да промени угао посматрања, „ASTER“ производи стереоскопске слике и детаљни модел висине терена.

„ASTER“ инструмент је изграђен у Јапану од стране Министарства економије, трговине и индустрије (МЕТИ). Заједничким радом САД и Јапана, тим научника је дизајнирао инструмент, калибрисао и гарантују валидацију података. [3]

Ови сензори имају просторну резолуцију од 30м. То је пасиван систем који бележи податке између 83° јужно и 83° северно од екватора. Лансиран је 1999. године и још увек је активан у орбити Земље. Да би забележио податке о истом подручју Земље потребно му је 16 дана.[4]



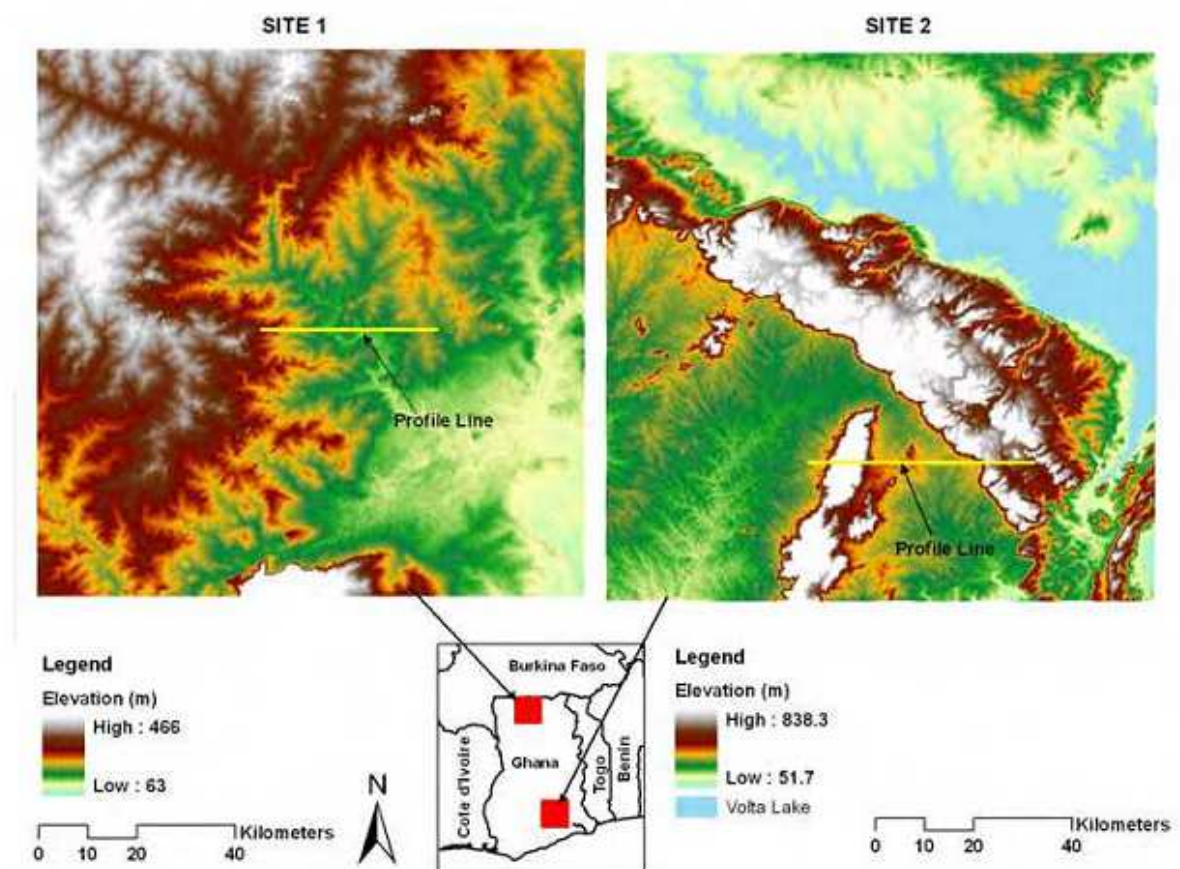
Слика 3. 2. - „ASTER“ сензор са бендовима



## 4. Разлике између „SRTM“ и „ASTER“

### 4.1. Подручје истраживања

Истраживање је спроведено за две локације у Гани (слика 4.1.1.). Ове области спадају у различитим агро-климатске зоне, имају различите висинске разлике и разликује се земљишни покривач. Област 1, чија клима спада у зону Гвинејске саване (северна Гана), има опсег висина од око 400 м. Област је прилично равна, са просечним нагибом од 0,9°. Главне врсте земљишног покривача су листопадна шума (55%) и жбуње (36%). Област 2 лежи између две климатске зоне - влажне полу-листопадне шуме и прелазне зоне. Има разлике у висинама од око 780 м, са просечним падом 3.3°. Иако је прилично равна, ова област има планину коју граничи језеро Волта. Доминантни типови земљишног покривача су шуме (52%) и жбуње(34%).



Слика 4.1.1. – Области истраживања

## 4.2. Референтни ДЕМ

Референтни ДЕМ настао из хипсографских (контуре) и хидрографских (реке / потоци) података на топографским картама размере 1:50.000, настао од стране Министарства за истраживање Гане (СДГ). Контуре које се користе су вертикалне тачности од 50фита ( $\approx 15\text{м}$ ). Ова тачност замењује „SRTM“ и „ASTER“, односно користи се као референца. Делови карата који покривају области истраживања су спојене пре генерисања ДЕМ-а.

Пошто је коришћен локални датум и “war office” елипсоид, морали су мапе да трансформишу у датум WGS 84 UTM пројекције. У табели 4.2.1. можемо видети параметре трансформације.

Local Datum		Geodetic Transformation Parameters										
Name	Code	Pub. Date	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$	Rx (Rads)	Ry (Rads)	Rz (Rads)	Scale factor	Xo	Yo	Zo
Ghana	GHA	2008	-196.58	33.383	322.552	0	0	0	1	0	0	0

Source: Daily Graphic of Ghana, 14<sup>th</sup> October 2008

Табела 4.2.1. – Трансформациони параметри из “war office” у WGS 84

Резолуција мреже изабране за референтни ДЕМ је заснован на једначини (1).

$$\Delta S = \frac{A}{2 \cdot \sum L} \quad (1)$$

Табела 4.2.2. показује примену једначине (1) за обе области истраживања и резултујућом резолуцијом мреже. На основу ових резултата, величина ћелије од 90м је изабран у стварању референтног ДЕМ-а. Избор 90м просторне резолуције одражава комплексност теренима за обе области истраживања и омогућава директно поређење са подацима „SRTM“ резолуције 90м.

Site	Area (Km <sup>2</sup> )	Length of contours (km)	Grid resolution (m)
1	12100	21736.0	278.3
2	12100	61875.6	97.8

Табела 4.2.2. – резолуција мреже за референтни ДЕМ

### 4.3. Припрема података

ДЕМ области истраживања је трансформисан у исту пројекцију– Универзална попречна Меркаторова пројекција (УТМ) зона 30°северно. WGS 1984 је изабран и као датум и као сфероид. Део језера Волта спада у област 2. Из тог разлога, припремљена је маска и користи се за маскирање језера на свим ДЕМ („SRTM“, „ASTER“ и референтни). Оригиналну 30м резолуцију „ASTER“ је поново узоркована до резолуције 90м како би се омогућило поређење са другим ДЕМ-овима. Након ресамплинга, нископропусни 3x3 филтер је примењен на све ДЕМ за уклањање могућих грешака које су остале у подацима. Табела 4.3.1. представља статистику поређења ДЕМ-а на обе локације.

#### 4.3.1. Поређење ДЕМ-а

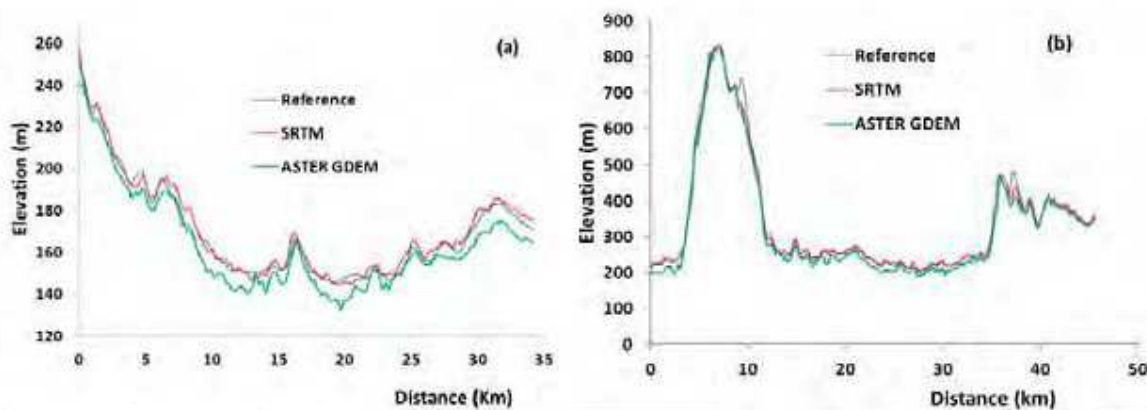
Два главна приступа су упоређени са референтним ДЕМ-ом. Утврђена је тачност висина (апсолутна прецизност) и утврђен је изглед терена (релативна прецизност)

#### 4.3.2. Тачност висина

Ово је постигнуто диференцирањем, профилисањем и корелацијом парцела ДЕМ-а.

- **Диференцирање ДЕМ-а:** изведена за уочавање висинских грешака на карти. Корен средње квадратне грешке (RMSE), заједничка мера квантификације вертикалне тачности на ДЕМ, израчунато за сваку грешку на карти. Скевнес је неименована мера асиметрије. Негативна скевнес указује на дужи траг на леву страну, док позитиван скевнес указује на дужи траг са десне стране. Куртосис је неименована мера за изглед терена. Вредност већа од нуле указује на високе делове, док вредност мања од нуле указује на равне делове. Такође је утврђен и проценат пиксела који су грешка.

- **Профилисање:** Хоризонтални профили су убачени на ДЕМ и упоређени. Профили су дужине 35 км и 45 км и за област 1 и за 2. Слика 4.3.1. приказује графике профила за области 1 и 2.



Слика4.3.1. – Графици

- **Корелација подручја:** Изведено да би се одредио степен корелације између ДЕМ-а. Било је тешко одредити расипање свих пиксела ДЕМ-а, јер сваки ДЕМ садржи преко милион пиксела. Из тог насумице је одабрано подручје корелације. Одабрано је 6000 тачака/пикселу за сваки ДЕМ. То је скуп пиксела који има различите врсте земљишног покривача за сваку област. За сваку област изабрана су два подручја за коју је одређен коефицијент корелације.

Dataset	Description	Min	Max	Mean	Standard deviation	Skewness	Kurtosis
<b>Site 1</b>							
<i>Reference</i>	<b>Elevation</b>	<b>105</b>	<b>463</b>	<b>213.0</b>	<b>63.2</b>	<b>0.45</b>	<b>2.3</b>
	Slope	0	30.2	0.86	0.94	9.5	183.6
<i>SRTM</i>	<b>Elevation</b>	<b>111</b>	<b>467</b>	<b>216.9</b>	<b>63.5</b>	<b>0.45</b>	<b>2.4</b>
	Slope	0	31.9	0.97	0.9	11.1	240.6
<i>Aster</i>	<b>Elevation</b>	<b>77</b>	<b>464</b>	<b>209.87</b>	<b>64.8</b>	<b>0.4</b>	<b>2.3</b>
	Slope	0	29.9	1.06	0.9	9.3	182.2
<b>Site 2</b>							
<i>Reference</i>	<b>Elevation</b>	<b>44.8</b>	<b>836.0</b>	<b>238.9</b>	<b>139.8</b>	<b>1.2481</b>	<b>3.8751</b>
	Slope	0	45.1	3.3	4.2	2.523	10.758
<i>SRTM</i>	<b>Elevation</b>	<b>51.7</b>	<b>838.3</b>	<b>241.0</b>	<b>139.7</b>	<b>1.2499</b>	<b>3.9459</b>
	Slope	0	47.1	3.5	4.1	2.5949	11.311
<i>Aster</i>	<b>Elevation</b>	<b>41.3</b>	<b>848.7</b>	<b>235.6</b>	<b>139.6</b>	<b>1.2479</b>	<b>3.9275</b>
	Slope	0	44.3	3.7	4.0	2.4926	10.561

Табела 4.3.1. – Статистика упоређивања ДЕМ-а

#### 4.3.3. Тачност изгледа терена

У овом истраживању урађен је прво препроцесинг ДЕМ-а да се утврди хидролошка конзистентност висинског модела. Смер протока, одводњавање и дренажне мапе су генерисане. Ова анализа је спроведена сам за област 1 због два главна разлога: (1) локација језера Волта је у месту 2 и велики број релативно малих сливова се директно уливају у језеро и (2) Рељеф области 1 је релативно благ (просечни нагиб =  $0.9^\circ$ ), а за тачност није повољно уколико пад терена није распоређен правилно. Користећи статистику, извршене су следеће анализе и поређења.

- **Подужни профили:** издвојени су на растојању од 500м са одговарајућим падом, ДЕМ коришћен као извор података. Профили са три ДЕМ-а су упоређени.
- **Хортонов график:** у хидрологији, геоморфологија слива, или квантитативна студија површинског покривача, користи се да би се дошло мере геометријске сличности између водених сливова. Квантитативна студија мреже сливова је настала од стране Хортона. Стралер и Шум су то касније мало модификовали. Број

токова исте врсте, просечна дужина тока се сврстају и могу да се прикажу Хортоновим графиком. Хортонов графикон нам приказује бифуркацију (Рб), дужину канала(Ри) и подручје потока (Ра). Коришћени су подаци за сва три ДЕМ-а, резултат је графикон на којем је Х-оса Стелеров ред, а број дренажних канала, дужина потока и подручје под потоцима приказано У-осом.

- **„GIUH” модел:** овај модел нам приказује сливове кишница. Игра веома важну улогу у изградњи канала, да би канали били на местима где су највећи сливови.
- **Топографски индекс (ТИ):** даје нам просечни проток акумулације за неко подручје. Нагиб терена може да се види са ДЕМ-а.

#### 4.4. Резултати и дискусије

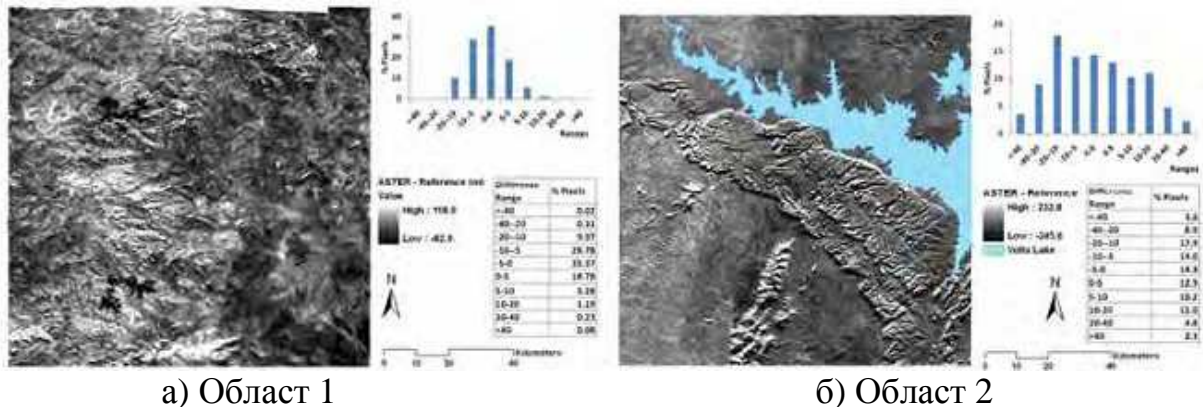
Табела 4.4.1 приказује статистику грешака карата добијених за обе локације, а слика 4.4.1. показује просторни распоред грешака и проценат пиксела која спада у другачији ранг грешака. Сасвим је јасно да су бољи резултати добијени за област 1 од области 2. То се манифестује у RMSE добијеним за област 1. Иако RMSE спада у предефинисану вертикалну тачност спецификације (Слатер ет ал, 2006;.. Фујисада ет ал 2005), резултати за област 1 указују на то да су резултати за област 1 три пута бољи од области 2. Ово може бити због физичких карактеристика области 1, која има релативно раван терен са средњим нагибом од око 0,9°. Дакле, боље резултати се добијају за равна подручја него за брдовита као што је област 2.

Difference Map	Min	Max	Mean	Standard deviation	RMSE	Skewness	Kurtosis
<b>Site 1</b>							
<i>ASTER - Reference</i>	-82.92	118.01	-3.30	6.05	5.46	1.4326	20.884
<i>SRTM - Reference</i>	-70.96	143.57	3.67	5.70	4.95	2.3606	43.820
<b>Site 2</b>							
<i>ASTER - Reference</i>	-245.56	233.78	-3.323	20.41	18.76	-0.4743	10.512
<i>SRTM - Reference</i>	-229.89	204.44	2.089	16.08	14.54	-0.7992	15.054

Табела 4.4.1. Статистика за области 1 и 2

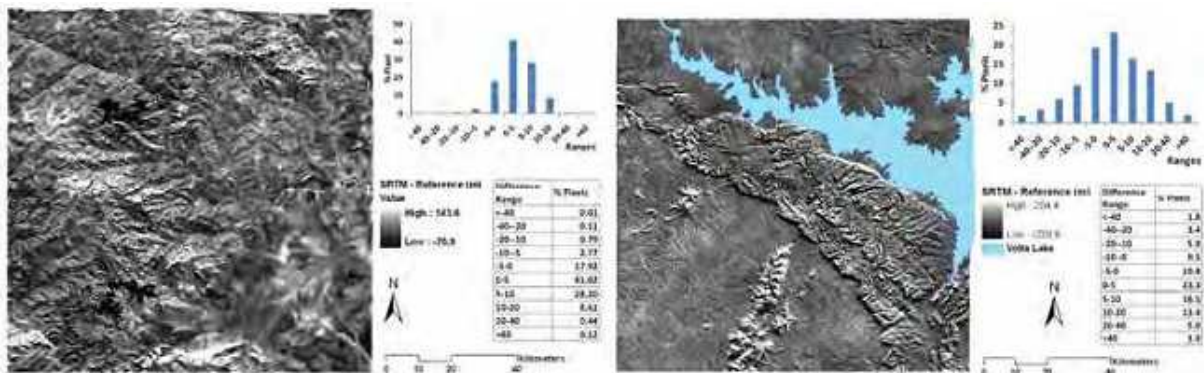
Табела 4.4.1. нам открива да „SRTM“ има бољу вертикалну тачност од „ASTER“, у односу на референтни ДЕМ. У обе области, мања RMSE добијена је за „SRTM“ од „ASTER“. Овај налаз је у складу са унапред предвиђеном вертикалном тачношћу од 16м за „SRTM“, а 20м за „ASTER“.

Слике 4.4.1. а и б показују просторни распоред грешака за „ASTER“ за обе локације. Графикони и статистике показују да су коте генерално ниже у односу на референтни ДЕМ. Другим речима, „ASTER“ лоше процењује висине на обе локације. Статистика из области 1 указују на то да 74% пиксела пало испод нула, док је 58% пиксела пало испод нуле на области 2. То даље открива да, иако „ASTER“ генерално лоше процењује висине, ова лоша процена је више изречена на равним и мање сложених теренима (као у области 1) него у брдовитим и сложеним теренима.



Слика 4.4.1. Распоред грешака за „ASTER“

Слика 4.4.2. а и б показује да „SRTM“ имају директно супротне карактеристике - прецењује уздицање. Висинске разлике су позитивне, што је резултирало да већина пиксела је већа од нуле. Статистика из области 1 показују да око 78% пиксела су били већи од нуле, док је око 60% веће од нуле за област 2. Ово прецењивање може бити делимично због чињенице да „SRTM“ бележи рефлектујуће површине. Ово потцењивање и прецењивање „ASTER“ и „SRTM“ је наведено у претходним студијама.

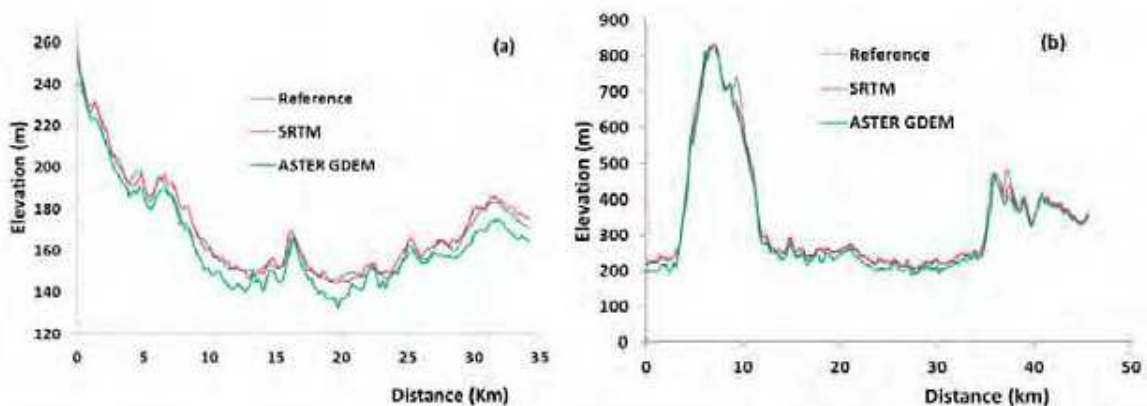


а) Област 1

б) Област 2

Слика 4.4.2. Распоред грешака за „SRTM“

Поред генерисање мапе грешке, хоризонтални профили су креирани на ДЕМ користећи 3Д екстензију у ArcGIS®, а подаци се извозе у ексел за поређење. На слици 4.1.1. приказане су локације линија профила, док је слика 4.4.3.(а и б) показује поређење између три ДЕМ-а за обе локације. Добијени резултати у овом одељку додатно потврђују раније закључак да „ASTER“ потцењује уздицање док „SRTM“ прецењује. Слика 4.4.3.а јасно показује колико лоше „ASTER“ наступа на равницама - његова профил линија је стално испод нивоа „SRTM“ и референтне ДЕМ линије. Визуелни преглед слике 4.4.3. открива да је величина прецењивања „SRTM“ мања од величине потцењивања „ASTER“. Другим речима, „SRTM“ је ближи референци од „ASTER“. То даље потврђује да „SRTM“ има супериорну прецизност у односу на „ASTER“.



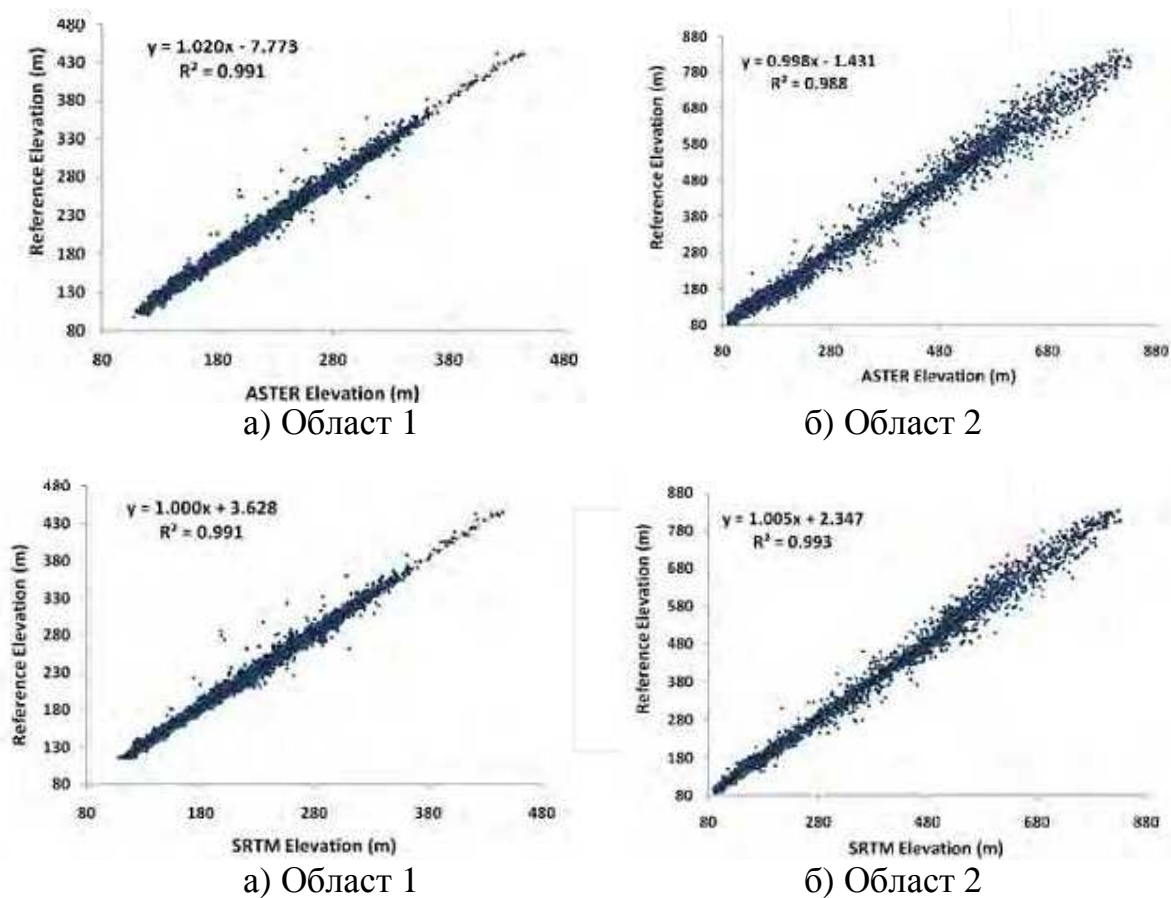
а) Област 1

б) Област 2

Слика 4.4.3. – Поређење на профилима



Слика 4.4.4.(а-д) показује графике корелације добијених за обе локације. Као што је раније наведено, ови графици су засноване на случајном избору тачака који представљају различите типове земљишта. Резултати са области 1 указују на то да оба производа имају исти коефицијент корелације са референтним ДЕМ-ом, што се незнатно разликује од ранијих резултата. Ово би могло бити због броја и дистрибуције одабраних тачака (тј. 6000 од преко милион тачака). График за област 2 међути указује на то да је за „SRTM“ нешто боља корелација са референтним него код „ASTER“-а.



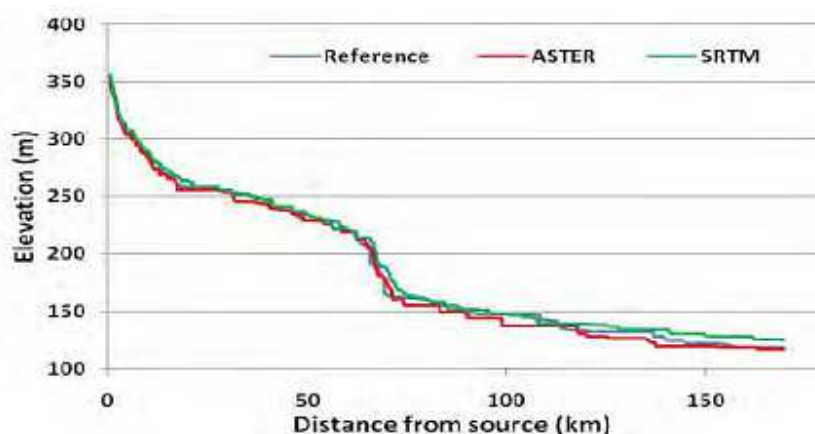
Слика 4.4.4. – Графике корелације

Резултати процесирања хидрологије за издвајање информација о сливовима и дренажама, користећи сва три ДЕМ-а су приказани у табели 4.4.2. Површина је највећа за референтни ДЕМ, док је површина за „ASTER“ мања 1%, а код „SRTM“ мања 0.7%.

Catchment characteristics	Reference	ASTER	SRTM
Area (km <sup>2</sup> )	7,189.97	7,118.36	7,140.06
Perimeter (m)	442,767.37	475,829.21	463,395.49
Total Drainage Length (m)	2,725,840.8	2,890,504	2,911,511.2
Drainage Density (m/km <sup>2</sup> )	379.12	406.06	407.77
Longest Flow Path Length (m)	189,275.21	194,572.84	197,697.76
Longest Drainage Length (m)	186,556	192,018.2	194,910.4
Sinuosity	1.787	1.816	1.864

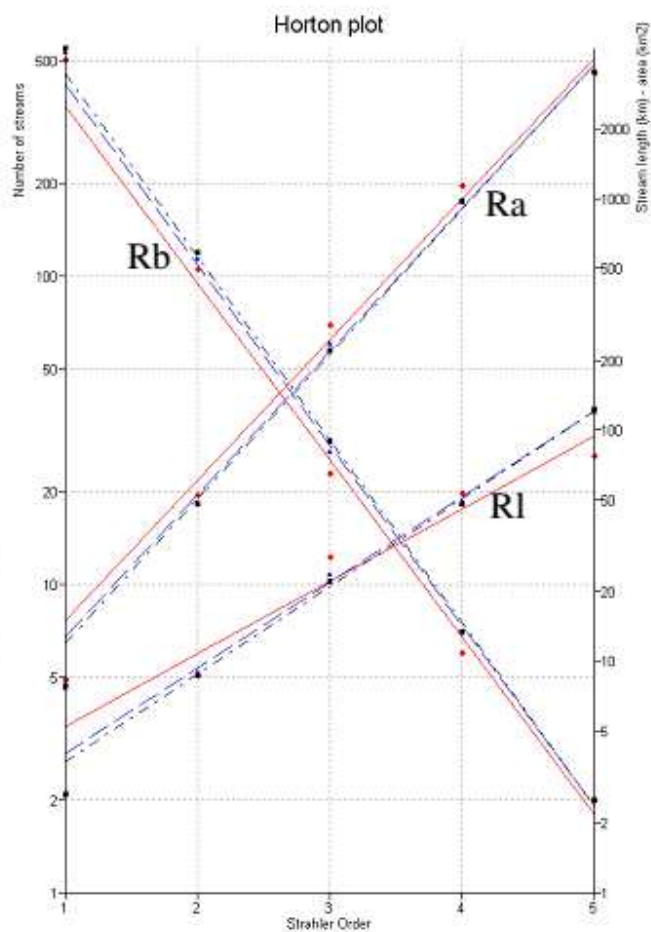
Табела 4.4.2. – Подаци о сливовима

Слика 4.4.5. приказује уздужне профиле издвојене на 500 м дуж најдужег тока, са различитим ДЕМ-ом као извором висина. Графикон потврђује претходне резултате, односно потцењивање „ASTER“-а и прецењивање „SRTM“-а надморских висина.



Слика 4.4.5. – Графикон подужних профила

Хортонова статистика је израчуната помоћу података о дренажи из сва три ДЕМ-а. Статистичке вредности су приказане у табели 4.4.3, док слика 4.4.6. приказује Хортонов график на Стралеровој скали од 1 до 5. Стралерова скала је на X-оси док је број одводних канала, дужине потока и области под потоцима су на Y-оси. Према Хортону добијене вредности треба нацртати дуж праве линије и то може да се користи као индикатор да ли су подаци правилно изабрани.



Слика 4.4.6. – Хортонов график

Order	Reference			ASTER			SRTM		
	No. of streams	Length (km)	Area (km2)	No. of streams	Length (km)	Area (km2)	No. of streams	Length (km)	Area (km2)
1	502	2.7	8.34	537	2.66	7.72	550	2.63	7.84
2	105	8.66	52.55	114	8.93	48.83	119	8.67	47.59
3	23	28.2	284.62	27	23.79	237.75	29	22.03	221.73
4	6	53.7	1146.61	7	49.48	972.54	7	47.88	975.53
5	2	77.42	3496.54	2	120.9	3540.11	2	123.14	3549.87
6	1	172.09	7190.37	1	145.98	7138.2	1	148.56	7154.38
<b>Horton Ratio's (calculated excluding lowest and highest stream order)</b>									
	Ratio Reference		Ratio ASTER		Ratio SRTM				
Rb	3.55		3.61		3.64				
Ri	2.22		2.26		2.28				
Ra	4.55		3.99		4.6				

Табела 4.4.3. – Хортонова статистика

#### 4.5. Закључак

У овом истраживању, два глобална ДЕМ-а - „SRTM“ и „ASTER“ - упоређују се и проверавају у односу на референтни ДЕМ за два места у Гани. Референтни ДЕМ који се користи је направљен коришћењем хипсографских и хидрографских података из топографске карте размере 1:50.000 власништва Министарства науке Гане. Диференцирање, профилисање, корелација, приказ сливова и каналске мреже, обрачун Хортон статистике и GIUN су неке од метода примењених у поређењу.

Добијени резултати показују да су, за изабране две локације, и „SRTM“ и „ASTER“ испуне своје унапред дефинисане вертикалне спецификације тачности од 16м и 20м. Показује нам да „SRTM“ има већу вертикалну тачност (у смислу RMSE) од „ASTER“ за обе локације. RMSE се кретала између 4,9 и 5,5 (област 1) и 14,5 и 18,8 (област 2) за „SRTM“ и „ASTER“ респективно. Вертикална тачност оба производа се повећава за равне и мање сложене терена (тј. област 1). Спроведене анализе откривају да „ASTER“ потцењује уздизање (тј. негативно пристрасан. „SRTM“, с друге стране, прецењује коту, који могу бити делимично због чињенице да „SRTM“ бележи рефлектујућу површину и на тај начин, могу бити позитивно пристрасне у поређењу на земљи када је лишће присутно. Потцењивање „ASTER“-а је више изражено на равне и мање сложене терене (област 1), и већег је обима него прецењивање „SRTM“-а. Резултати хоризонталног профилирања на области 1 показали су да висина „ASTER“ је доследно мања него у друга два ДЕМ-а. У областима које су у великој мери покривене вегетацијом, ефекат потцењивања и прецењивање „ASTER“ и „SRTM“ може се смањити прављењем просечног ДЕМ-а (( „ASTER“ + „SRTM“)/2), који ће имати апсолутну тачност за та два ДЕМ-а.

У релативној процени тачност, Хортонов график открива да „SRTM“ и „ASTER“ имају сличну геоморфолошку структуру у односу на референтни ДЕМ. Главна девијација је области токова (Pa) код „ASTER“. Све остале вредности су у оквиру опсега као што је предвиђено. Хидрограм приказује сличне вредности за „SRTM“ и референтни ДЕМ. Обрачунат топографски индекс за ДЕМ показује значајну разлику између глобалних ДЕМ-ова и референтног ДЕМ-а. Ова разлика се може приписати благим падинама које преовлађују у овој области 1.

Дакле, истраживање је показало да је „SRTM“ вернији референтном ДЕМ-у него „ASTER“, иако оба производа су корисна и одлична су замена за локалне податке размере 1:50.000, како у апсолутном тако и у релативном смислу. Релативна процена даље потврђује да се различити површински процеси на одговарајући начин проучавани приликом коришћења ових глобалних сетова података о надморским висинама, која је велика предност за геоморфологију. Ова релативна процена је више фокусирана на хидролошким процесима и један је од важних процеса у геоморфологији. [5]

## 5. Литература

**THE STUDY OF METHODS FOR CORRECTING GLOBAL DIGITAL TERRAIN MODELS USING REMOTE SENSING DATA** - Ihor Kolb, Marija Lucyshyn, Małgorzata Panek [1]

<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm> [2]

<http://terra.nasa.gov/about/terra-instruments/aster> [3]

<http://www.digital-geography.com/dem-comparison-srtm-3-vs-aster-gdem-v2/#.VXiXhvkiIX> [4]

**Comparison of SRTM and ASTER Derived Digital Elevation Models over Two Regions in Ghana – Implications for Hydrological and Environmental Modeling** - Gerald Forkuor and Ben Maathuis [5]