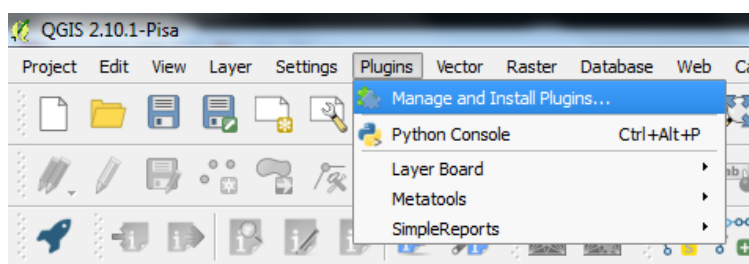


Вежба1:

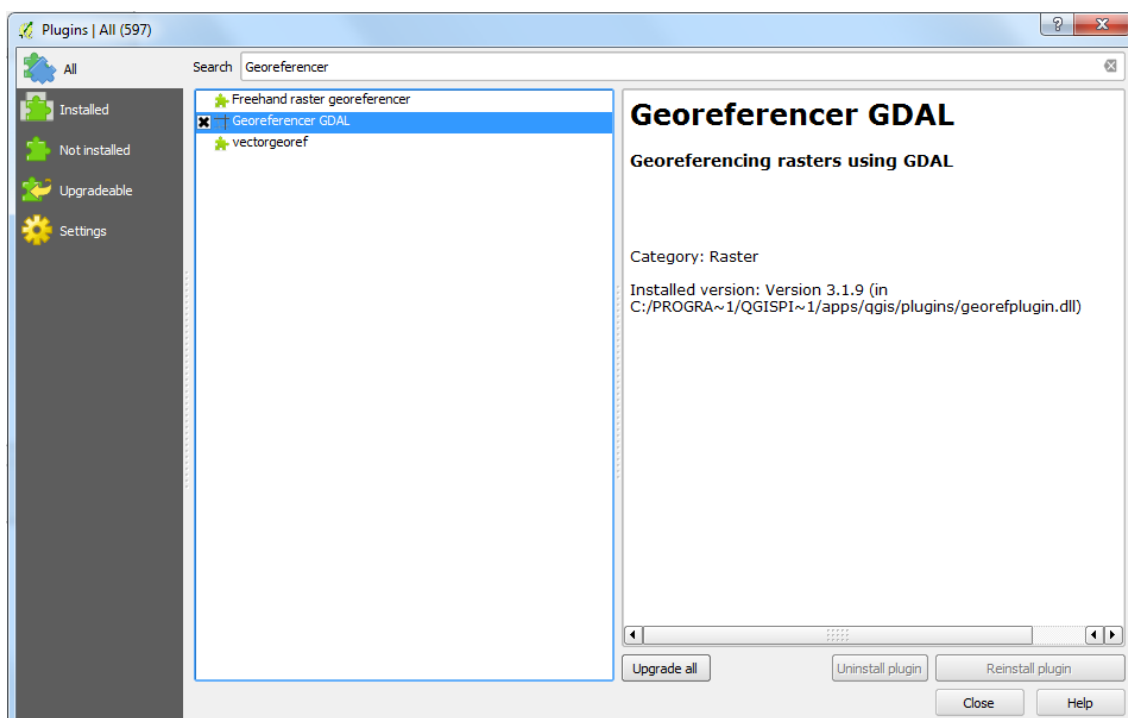
Калибрација, ректификација и геореференцирање скенираних подлога

Обрадом подлоге у QGIS-у, тачније у plugin-у Georeferencer GDAL, кроз поступак мерења и **калибрације**, утврђују се деформације систематског карактера и одређују параметри **геореференцирања** (функције за трансформацију) на основу којих се за сваки пиксел дигиталне слике може добити позиција у жељеном референтном координатном систему. **Ректификацијом** слике се добија нова растерска слика у жељеном формату, без деформација систематског карактера. Ову слику је након тога могуће учитати у било који софтверски пакет за даљу обраду или дигитализацију.

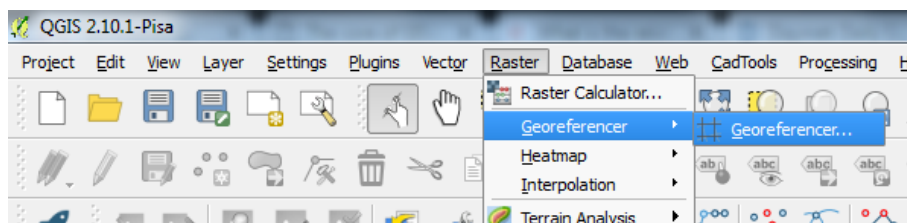
Најпре је потребно учитати plugin Georeferencer GDAL у окружење QGIS-а. Командом *Plugins/Manage and Install Plugins* отвара се прозор за управљањем plugin-овима („надоградња“):



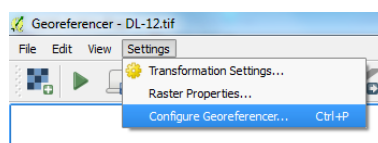
Georeferencer је укључен уколико је селектован његов checkbox:



Georeferencer се покреће командом *Raster/Georeferencer/Georeferencer...*:

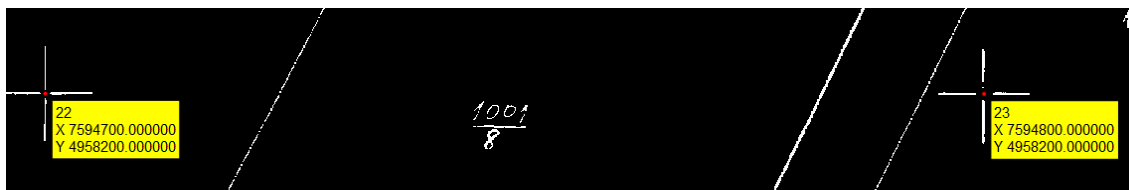


Пре било каквог рада могуће је извршити подешавања Georeferencer-а како би био „удобнији“ за рад. Прозор за подешавања се отвара командом *Settings/Configure Georeferencer...*:

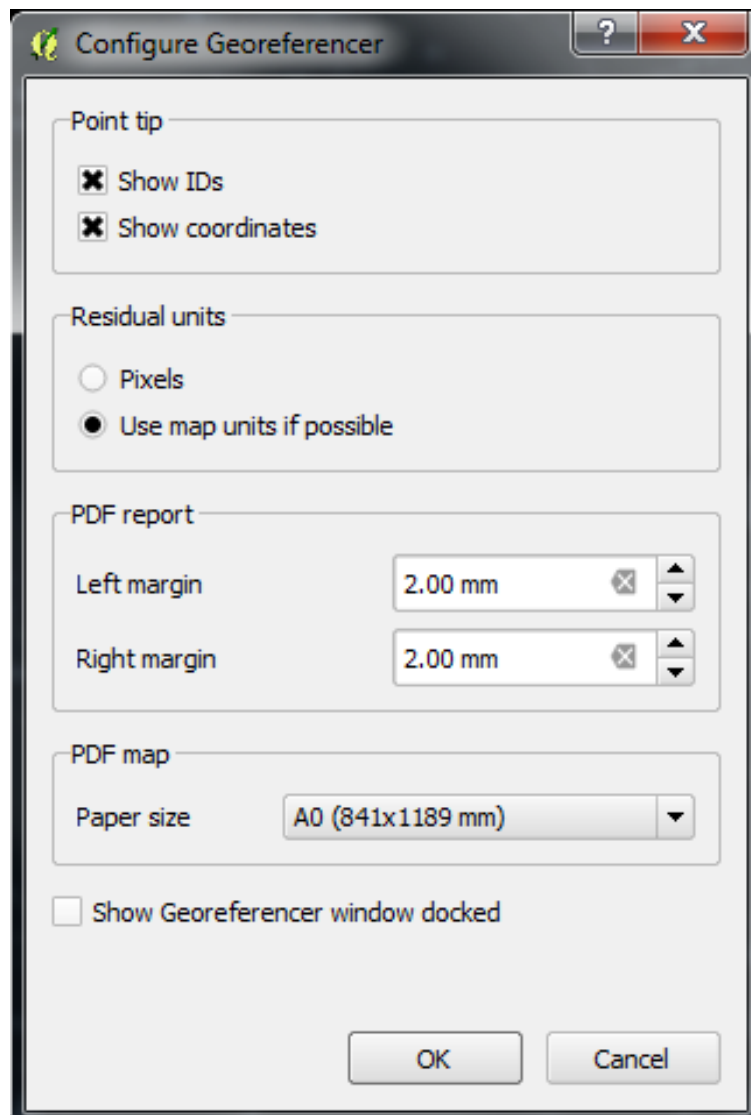


У добијеном прозору могу се подесити следећи параметри:

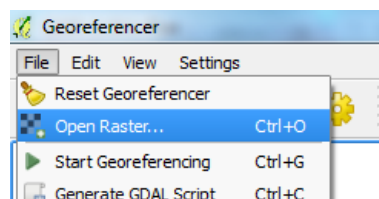
- приказ информација о калибрационој тачки (Point Tip):
 - ID тачака (Show IDs)
 - координате тачака (Show coordinates)



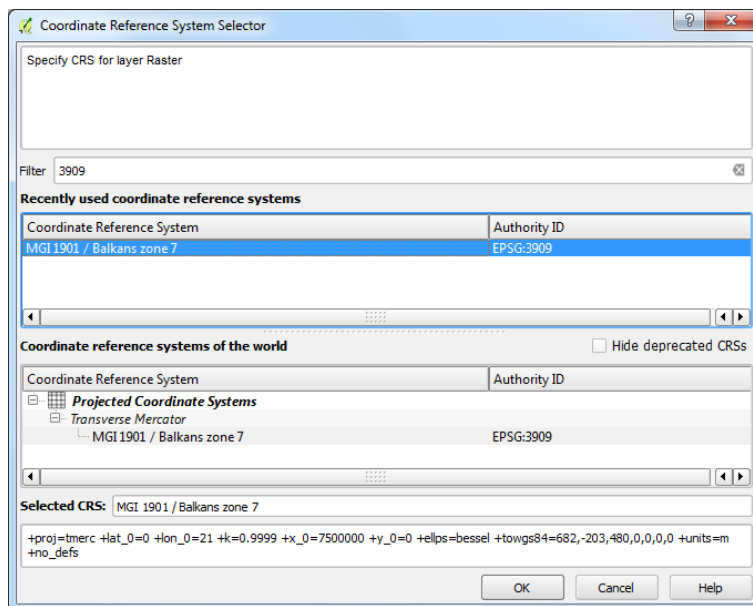
- јединице резидуала (Residual units) – препоручује се јединице мапе (Use map units if possible) из разлога интерпретације резултата
- маргине PDF извештаја (PDF report)
- величина папира мапе у PDF-у (PDF map)



Подлога се учитава командом *File/Open Raster...* или помоћу иконице .



Након избора подлоге отвара се прозор за избор координатног система подлоге. За потребе вежбе бира се координатни систем EPSG:3909 јер је подлога у том координатном систему (Државни Координатни Систем – Гаус-Кригера пројекција, Беселов елипсоид):









Након учитавања подлоге, започиње се поступак мерења и калибрације подлоге.

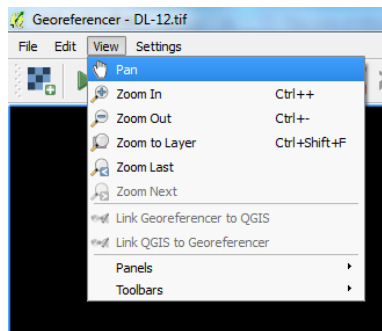
Калибрација растерске слике се састоји у мерењу пикселских (растерских) координата за одређене калибрационе тачке на растерској слици и упоређењу тих координата са познатим координатама тих тачака у неком референтном дводимензионалном координатном систему. За калибрационе тачке се, по правилу, најчешће користи нанета мрежа чија темена имају округле вредности координата у референтном координатном систему. Код геодетских подлога, то је такозвана дециметарска мрежа квадрата.

Сама калибрација се састоји у избору одговарајућег математичког модела трансформације и изравнања по методи најмањих квадрата, са циљем трансформисања координата калибрационих тачака из пикселског координатног система у референтни координатни систем. Кроз избор одговарајућег модела трансформације и изравнања, уз саму трансформацију, врши се и утврђивање и отклањање систематских грешака код скенирање подлоге. Ове грешке су најчешће последица систематских грешака код првобитног картирања калибрационих тачака на подлогу, деформација саме подлоге током времена и грешака скенирања. Након калибрације, тј. изравнања, добија се и оцена тачности која даје доста поуздан показатељ о тачности координата које ће се добити читавањем положаја тачака са растерске слике.

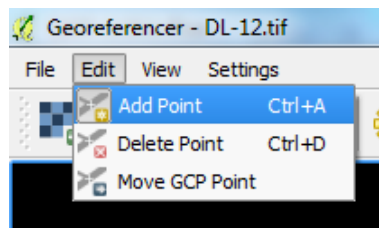
За кретање по мапи користе се следеће иконице (*View*):


-  - Pan (држањем тачкића на мишу)
-  - Zoom in (тачкић на мишу)
-  - Zoom out (тачкић на мишу)
-  - Zoom to Layer

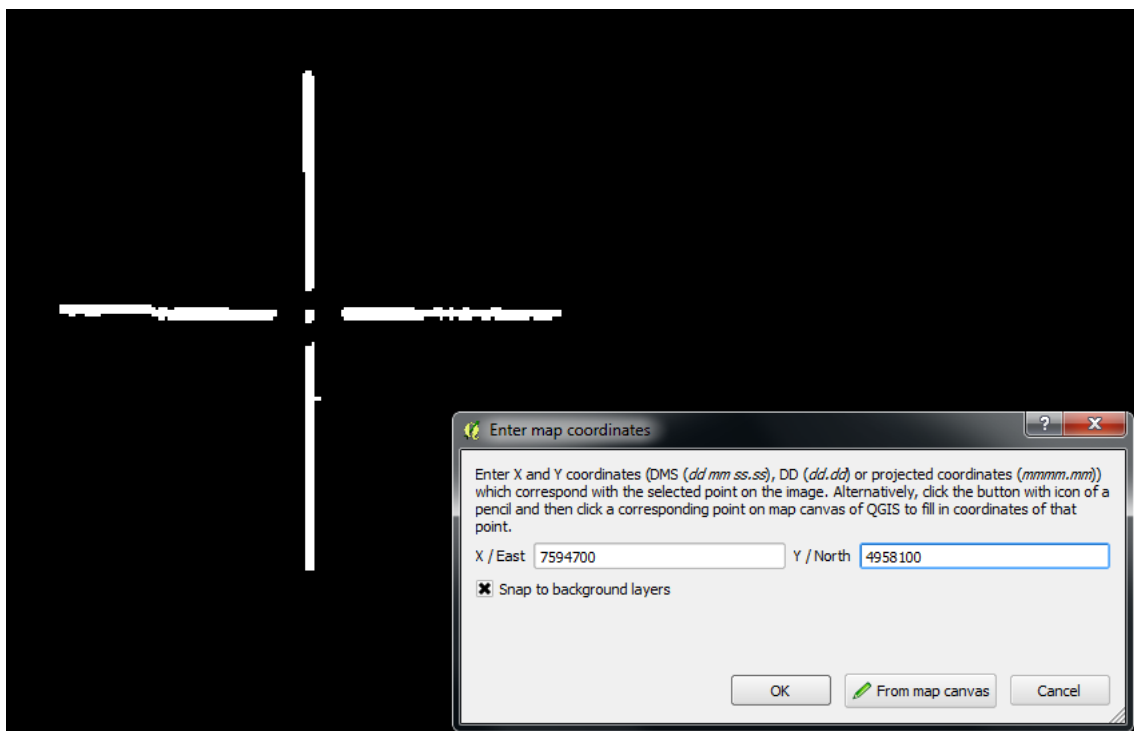
-  - Zoom Last
-  - Zoom Next



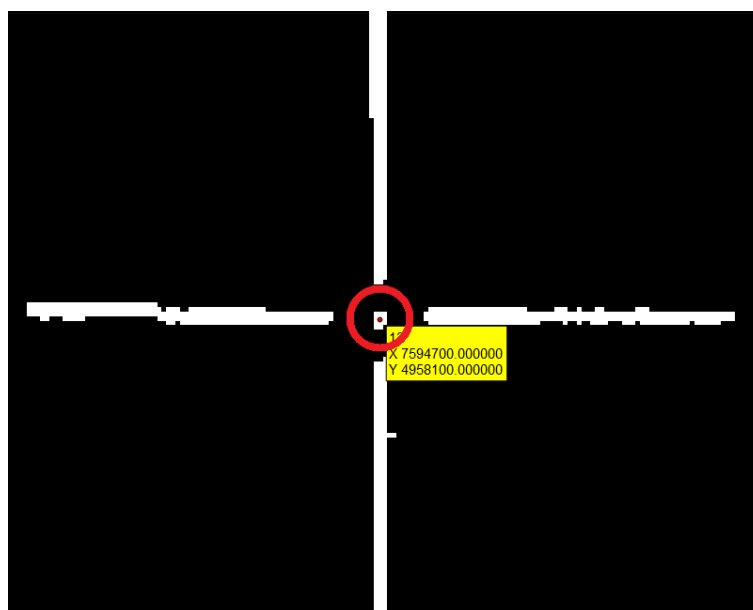
Мерење калибрационих тачака се врши у моду за додавање тачака (*Edit/Add Point*).



Овај мод је укључен уколико је слектована иконица . Коришћењем *View* иконица је потребно фино се зумирати на тачку дециметарске мреже. Левим кликом миша на мапу отвара се прозор за уношење координата калибрационе тачке:




Координате калибрационе тачке се читају са подлоге. Приликом креирања тачке потребно је сместити је тачно у центар дециметарског пикира (не у пресеку линија!!!):




Додата тачка се појављује у табели калибрационих тачака (GPC table):


GPC table								
Visible	ID	Source X	Source Y	Dest. X	Dest. Y	dX (pixels)	dY (pixels)	Residual (pixels)
✖	9	9738.26	-8483	7.5951e+06	4.958e+06	0	0	0
✖	10	11317.3	-8483.52	7.5952e+06	4.958e+06	0	0	0
✖	11	298.574	-6900.45	7.5945e+06	4.9581e+06	0	0	0
✖	12	1870.93	-6901.34	7.5946e+06	4.9581e+06	0	0	0
✖	13	3449.26	-6903.68	7594700	4.9581e+06	0	0	0
✖	14	5024.88	-6904.98	7.5948e+06	4.9581e+06	0	0	0
✖	15	6593.82	-6907.02	7.5949e+06	4.9581e+06	0	0	0
✖	16	8162.51	-6908.53	7.595e+06	4.9581e+06	0	0	0

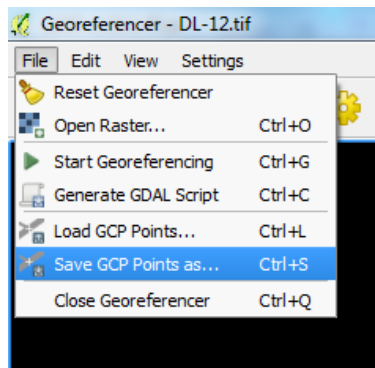
Уколико се додђе до грешке при уносу координата, ово је могуће исправити у GPC table дуплим кликом миша на погрешну координату (слика изнад).

Калибрациону тачку је могуће померити на мапи када је активан мод за померање калибрационих тачака (*Edit/Move GPC Point*). Овај мод је активан уколико је слеткована иконица . Тачка се помера левим кликом миша на тачку и држањем до новог места тачке.

Калибрациону тачку је могуће обрисати у моду за брисање тачке (*Edit/Delete Point*).

Овај мод је активан уколико је слеткована иконица . Кликом на калибрациону тачку она се брише.

Све калибрационе тачке је могуће сачувати командом *File/Save GPC Points as...* или помоћу иконице .

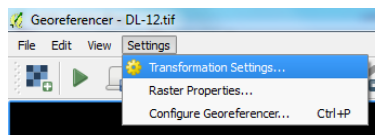


Сачуване калибрационе тачке се могу поново учитати командом *File/Load GPC Points...*

или кликом на иконицу .

Након финог мерења свих могућих калибрационих тачака, врши се избор одговарајућег типа калибрације (трансформације) и изравнање. Подешавања везана за избор методе трансформације се врши командом *Settings/Transformation settings...*

или кликом на иконицу .

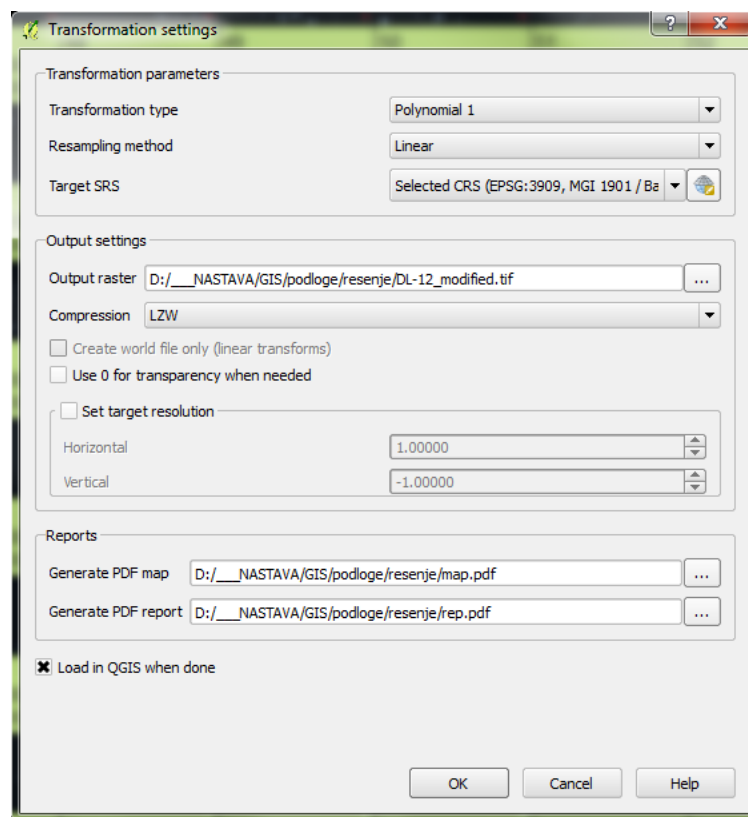


Овиме се отвара прозор са следећим подешавањима:

- Подешавање трансформационих параметара (Transformation parameters):
 - типа трансформације (Transformation type):
 - Linear – користи се за креирање World фајла и не врши трансформацију подлоге. Није погодан за скениране подлоге.
 - Helmert – укључује размеру и ротацију
 - Polynomial – 1-3 реда, највише се користе. Трансформација првог реда (афина) задржава колинеарност и укључује размеру, транслацију и ротацију.
 - Thin Plate Spline – укључује и локалне деформације. Користи се код подлога јако лошег квалитета
 - Projective – линеарна ротација и транслација координата
 - методе за ресамплинг (Resampling method):
 - Nearest neighbor
 - Linear
 - Cubic
 - Cubic Spline
 - Lanczos
 - излазни координатни систем (Target SRS) – за потребе вежбе изабрати EPSG:3909 што је Државни Координатни Систем

- Подешавање излаза (Output settings):
 - Путања ка излазном фајлу (Output raster) – водити рачуна да не буде на ћирилицы!!!
 - Тип компресије растера (Compression):
 - None
 - LZW – најбоља, излазни растер заузима најмање меморије
 - PACKBITS
 - DEFLATE
- Извештаји (Reports)
 - Путања ка PDF-у са мапом (Generate PDF map)
 - Путања ка извештају у PDF-у (Generate PDF report)
- Учитавање у QGIS по завршетку (Load in QGIS when done)

Препорука је користити полиномијалну (Polynomial 1) трансформацију првог реда и линеарну (Linear) или кубну (Cubic) ресамплинг методу.



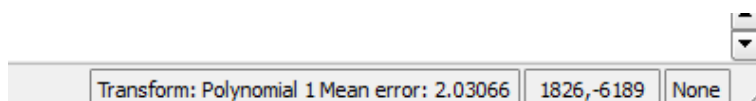
Након ових подешавања, у GPC table се појављују резидуали (Residual (map units)):

GPC table								
Visible	ID	Source X	Source Y	Dest. X	Dest. Y	dX (map units)	dY (map units)	Residual (map units)
<input checked="" type="checkbox"/>	32	4812.01	-3665.62	7.5948e+06	4.9583e+06	-13.1238	5.48282	14.2231
<input checked="" type="checkbox"/>	48	3456.07	-604.902	7.5947e+06	4.9585e+06	0.681314	-0.31546	0.750802
<input checked="" type="checkbox"/>	49	5030.15	-606.074	7.5948e+06	4.9585e+06	0.670643	-0.330412	0.747619
<input checked="" type="checkbox"/>	40	3454.09	-2181.01	7.5947e+06	4.9584e+06	0.58786	-0.345593	0.681919
<input checked="" type="checkbox"/>	5	307.08	-601.213	7.5945e+06	4.9585e+06	0.649668	-0.200276	0.679838
<input checked="" type="checkbox"/>	41	5027.99	-2182.03	7.5948e+06	4.9584e+06	0.565601	-0.350631	0.665467
<input checked="" type="checkbox"/>	47	1880.51	-603.417	7.5946e+06	4.9585e+06	0.597644	-0.280722	0.66029
<input checked="" type="checkbox"/>	31	3452.32	-3756.32	7.5947e+06	4.9583e+06	0.50763	-0.324459	0.602463

Калибрационе тачке је могуће сортирати по резидуалима кликом на колону Residual. Ово је погодне јер се одмах може уочити тачка са највећим резидуалом тј. највећом грешком. Узрок овога може бити:

- погрешно уношење координата – тада се јављају огромни резидуали
- лоша дигитализација калибрационе тачке
- погрешно нанета дециметарска тачка на подлози

Посебно треба обратити пажњу на средње квадратне грешке добијене на основу поправака на тачкама након трансформације и отклањања деформација. Она се појављује у доњем десном углу прозора Georeferencer-a:



Према важећој уредби о Дигиталном геодетском плану, дозвољено одступање за описану средњу квадратну грешку зависи од размере плана и рачуна се на основу формуле $m_y^2 + m_x^2 = (3d)^2$, где је $d = 0.1 * M$. Из овога следи да је $m = \sqrt{(3d)^2/2}$ (резултат је у милиметрима):

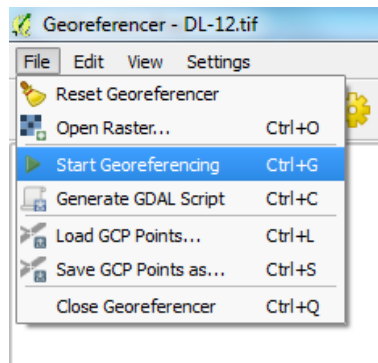
- 1:1000 – 0.25m
- 1:2500 – 0.53m
- 1:5000 – 1.06m

Уколико ово није задовољено, фино мерење и калибрација се раде у итеративном поступку тако што се или понове мерења тачака са највећом средњом квадратном грешком (Residual колона) или се оне искључе из калибрације. Искључивање тачке из калибрације се врши помоћу checkbox-a у GPC table:

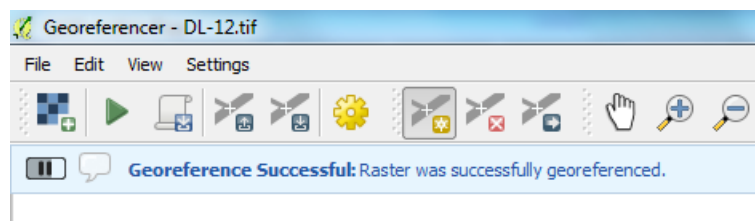
GPC table								
Visible	ID	Source X	Source Y	Dest. X	Dest. Y	dX (map units)	dY (map units)	Residual (map units)
<input type="checkbox"/>	32	4812.01	-3665.62	7.5948e+06	4.9583e+06	-13.4452	5.61709	14.5714
<input checked="" type="checkbox"/>	8	8160.32	-8484.47	7.595e+06	4.958e+06	-0.417692	-0.189572	0.458698
<input checked="" type="checkbox"/>	43	8165.18	-2181.59	7.595e+06	4.9584e+06	-0.427292	-0.0892405	0.436511
<input checked="" type="checkbox"/>	51	8167	-604.016	7.595e+06	4.9585e+06	-0.391187	0.053282	0.394799
<input checked="" type="checkbox"/>	16	8162.51	-6908.53	7.595e+06	4.9581e+06	-0.357911	-0.150406	0.388229
<input checked="" type="checkbox"/>	19	12107.9	-6907.81	7.59525e+06	4.9581e+06	0.36732	-0.000763881	0.36732
<input checked="" type="checkbox"/>	3	12106.4	-8484.45	7.59525e+06	4.958e+06	0.35352	-0.0844102	0.363458
<input checked="" type="checkbox"/>	28	12108.6	-5330.81	7.59525e+06	4.9582e+06	0.333086	0.105345	0.349348

Када се задовољи дозвољено одступање, приступа се ректификацији и геореференцирању подлоге командом *File/Start Georeferencing* или кликом на иконицу

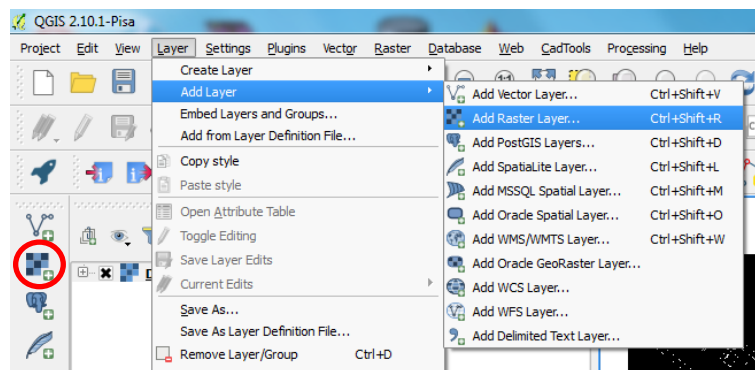




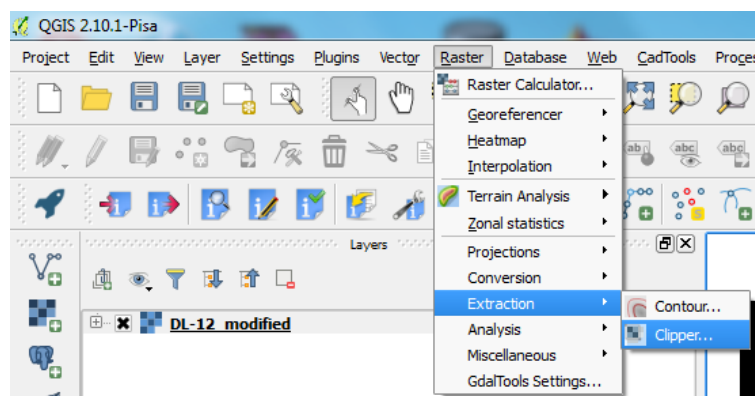
Након овога појавиће се обавештење о успешности геореференцирања:



На крају је потребно исећи маргине подлоге да би се могла спојити са суседним подлогама. Уколико је опција *Load in QGIS when done* била чекирана у подешавањима трансформације, подлога ће бити учитана у QGIS. Уколико ово није урађено, подлога се може учитати командом *Layer/Add Layer/Add Raster Layer...* или кликом на означену иконицу:

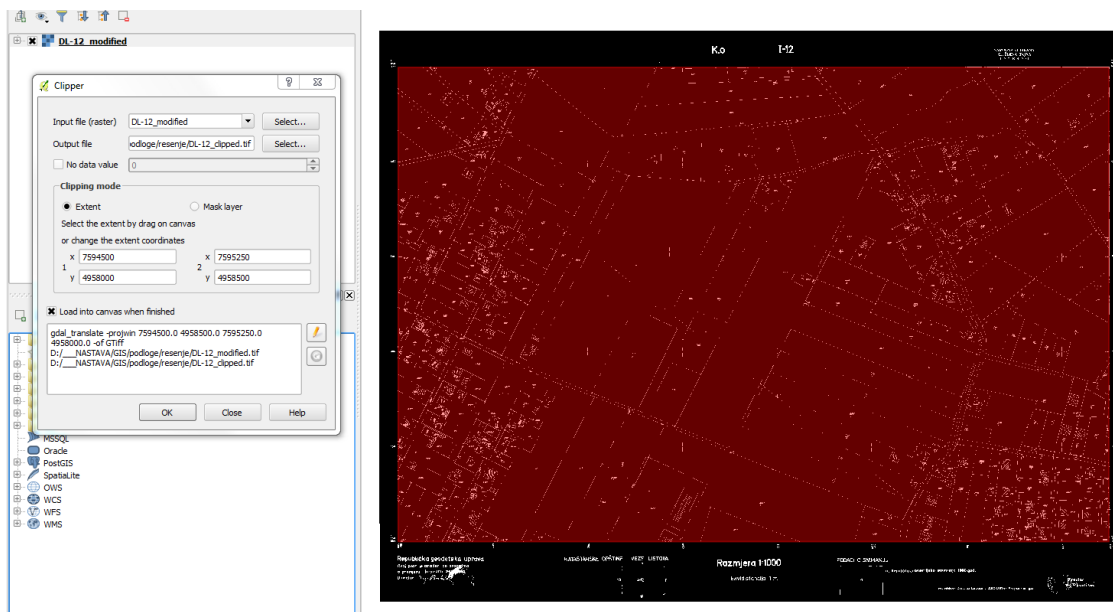


Одсецање маргина се врши командом *Raster/Extraction/Clipper...*



Овиме се отвара прозор са следећим параметрима:

- улазни фајл (Input file (raster))
- излазни фајл (Output file)
- вредност пиксела без вредности (No data value)
- метода одсецања (Clipping mode):
 - Extent – на основу обухватног правоугаоника
 - x1, y1 – координате доњег левог ћошка
 - x2, y2 – координате горњег десног ћошка
 - Mask layer – на основу полигона
- Учитавање у QGIS након одсецања (Load into canvas when finished)

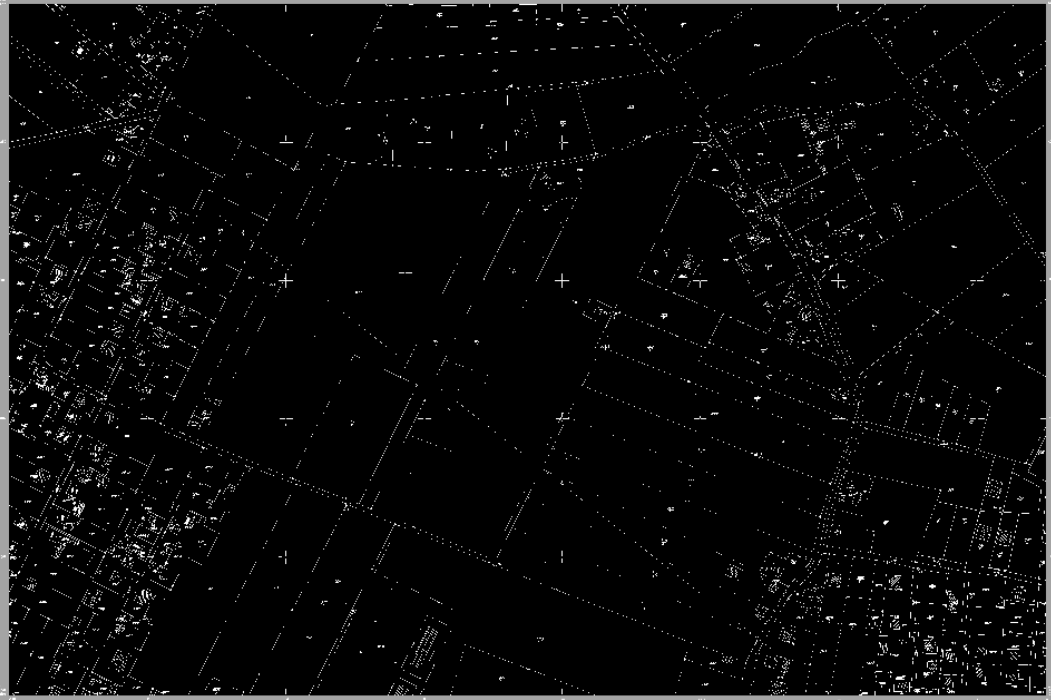


Приликом уношења координата појављује се црвени квадрат (слика изнад) који служи као контрола за унешене координате.

По завршетку, добија се подлога без маргина (на слици испод сивом бојом је приказана подлога са маргинама):

K.o I-12

1:10000
1:10000
1:10000



Republička geodetska uprava
Za posredništvo pri izdaji
i prodaji katastralskih listova
Brodarica, Zagreb, 10000

KATASTRALNA OPŠTINA VEŽI LUTINA

Razmjera 1:1000
Lukovica, 1:1000

POSREDOVANJE

1:10000, 1:10000, 1:10000, 1:10000

1:10000, 1:10000, 1:10000, 1:10000

POSREDOVANJE
1:10000