

ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΑΝΑΛΙ LANDSAT: ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΤΙΜΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Το κανάλι 6 του Landsat ETM+ οι τιμές φωτεινότητας (DN-ψηφιακές τιμές) μετατρέπονται σε τιμές θερμοκρασίας (at-satellite temperatures).

Η μετατροπή, σε βαθμούς κελσίου, γίνεται σε τρία βήματα:

Βήμα 1: Μετατροπή ψηφιακών τιμών σε τιμές ακτινοβολίας

Η εξίσωση που χρησιμοποιείται για τη μετατροπή των ψηφιακών τιμών (DN) της εικόνας σε ακτινοβολία στην κορυφή της ατμόσφαιρας είναι η ακόλουθη:

$$L_{\lambda} = \left(\frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{Q_{calmax} - Q_{calmin}} \right) (Q_{cal} - Q_{calmin}) + LMIN_{\lambda}$$

Η από τη σχέση

$$L_{\lambda} = G_{rescale} \times Q_{cal} + B_{rescale}$$

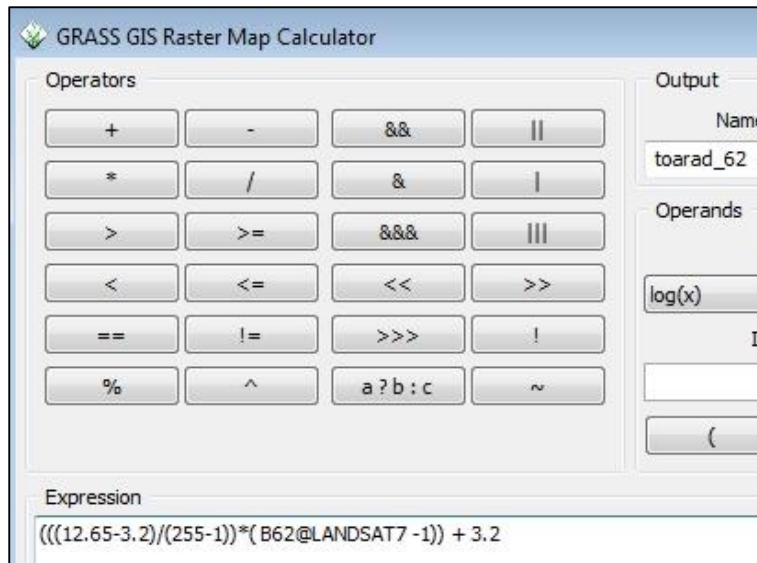
Όπου:

- L_{λ} : Η ακτινοβολία που καταγράφεται σε κάθε φασματικό κανάλι του δορυφόρου [$W/(m^2 sr \mu m)$].
- Q_{cal} : Η κανονικοποιημένη ψηφιακή τιμή του pixel.
- Q_{calmin} : Η ελάχιστη κανονικοποιημένη ψηφιακή τιμή του pixel που αντιστοιχεί στην ακτινοβολία $LMIN_{\lambda}$.
- Q_{calmax} : Η μέγιστη κανονικοποιημένη ψηφιακή τιμή του pixel που αντιστοιχεί στην ακτινοβολία $LMAX_{\lambda}$.
- $LMIN_{\lambda}$: Η ελάχιστη φασματική ακτινοβολία που φτάνει στον αισθητήρα και αντιστοιχεί στην τιμή Q_{calmin} [$W/(m^2 sr \mu m)$].
- $LMAX_{\lambda}$: Η μέγιστη φασματική ακτινοβολία που φτάνει στον αισθητήρα και αντιστοιχεί στην τιμή Q_{calmax} [$W/(m^2 sr \mu m)$].
- $G_{rescale}$: Συντελεστής ενίσχυσης (gain) για κάθε φασματικό κανάλι [$(W/(m^2 sr \mu m))/\text{ψηφιακή τιμή}$].
- $B_{rescale}$: Συντελεστής μετατόπισης (offset) για κάθε φασματικό κανάλι [$W/(m^2 sr \mu m)$].

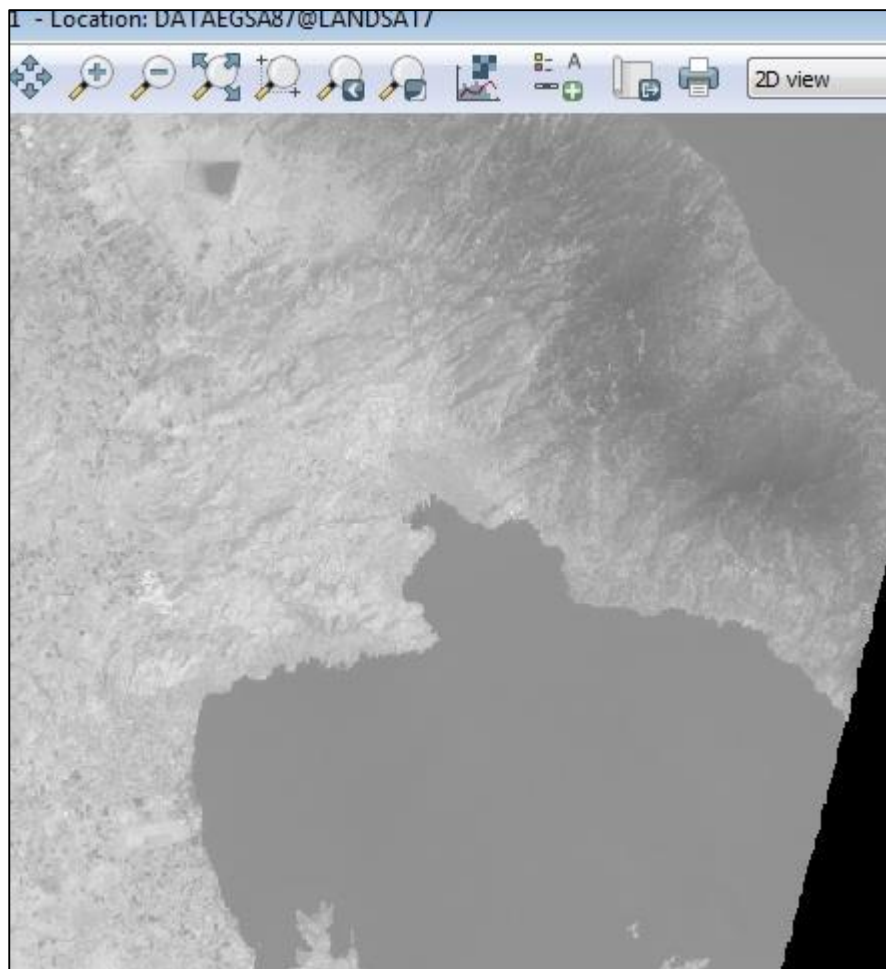
Οι τιμές των συντελεστών gain και offset δίνονται από τον κατασκευαστή του δέκτη καταγραφής των δεδομένων. Τα παραπάνω δεδομένα μπορούν να διαβαστούν από αρχείο μεταδεδομένων (.met ή MLT.txt).

Για το κανάλι 62 του Landsat ETM+ υπολογίζονται οι τιμές ακτινοβολίας.

Χρησιμοποιείται το raster map calculator.



Οι τιμές ακτινοβολίας στο κανάλι 62



Βήμα 2: Μετατροπή των τιμών ακτινοβολίας σε τιμές θερμοκρασίας σε Κέλβιν (K)

Στη συνέχεια υπολογίζεται η θερμοκρασία από τον τύπο:

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_\lambda} + 1\right)}$$

Όπου:

T= Η θερμοκρασία όπως καταγράφηκε από το δορυφόρο σε Κέλβιν (at-satellite temperature)

K2= Η σταθερά (Calibration constant) 2

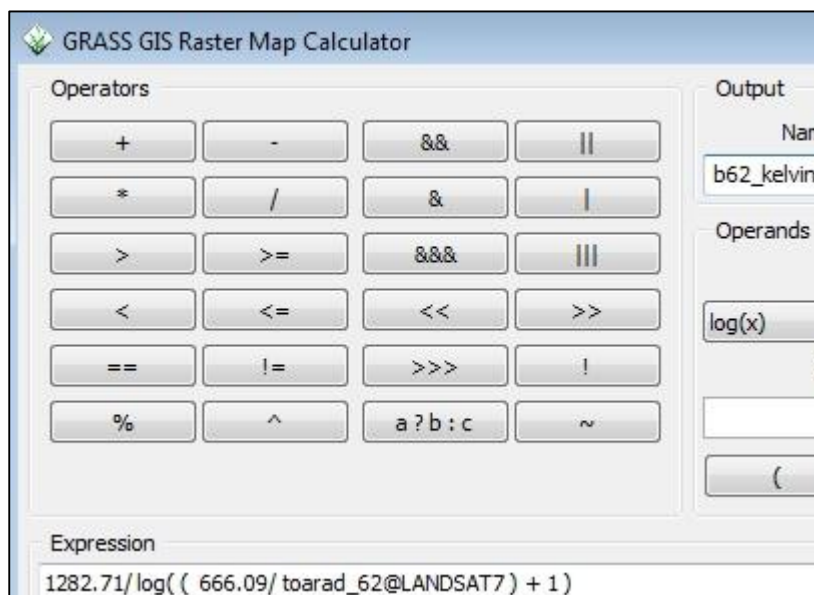
K1= Η σταθερά (Calibration constant) 1

L= Η ακτινοβολία (Spectral radiance) σε watts/(m² * ster * μm)

Οι σταθερές για τους δέκτες Landsat 4,5,7 :

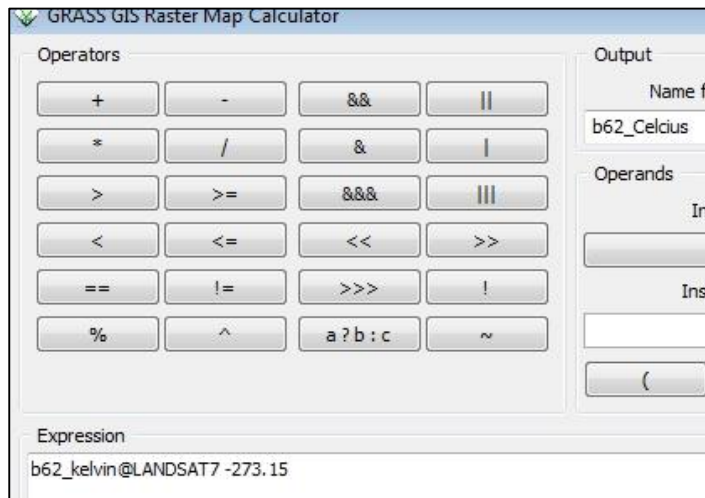
TM and ETM+ thermal band calibration constants.		
Constant	K1	K2
Units	W/(m ² sr μm)	Kelvin
L4 TM	671.62	1284.30
L5 TM	607.76	1260.56
L7 ETM+	666.09	1282.71

Για τον Landsat 8 οι σταθερές δίνονται από το calibration report.



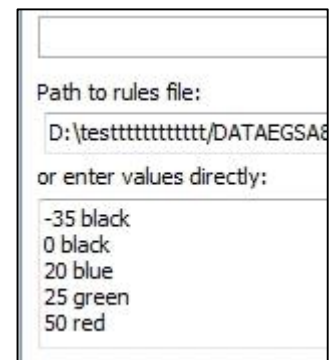
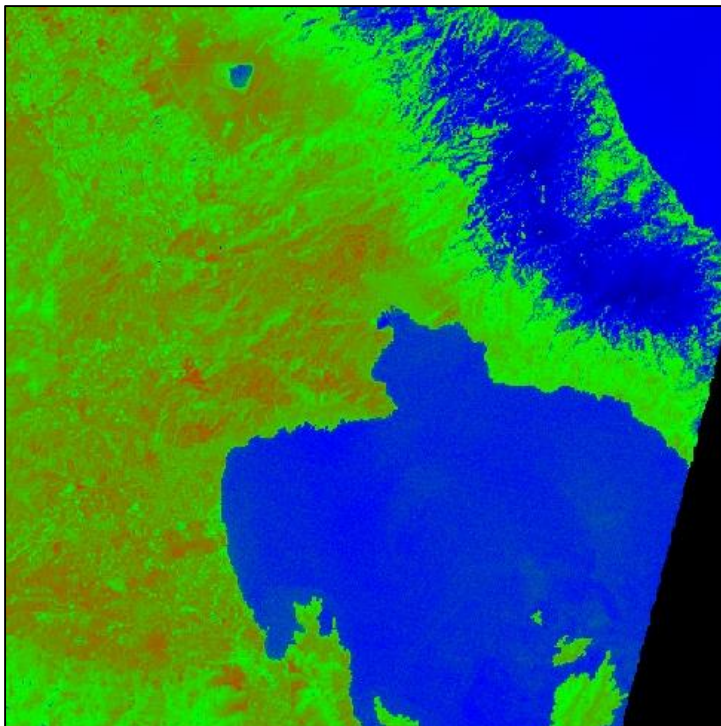
Βήμα 3: Μετατροπή από Κέλβιν (Tk) σε τιμές Κελσίου ($^{\circ}\text{C} - T_c$)

Εφαρμόζεται στο Raster map Calculator ο τύπος: $T_c = T_k - 273.15$



Δημιουργία νέας χρωματικής παλέτας για απεικόνιση των θερμοκρασιακών μεταβολών.

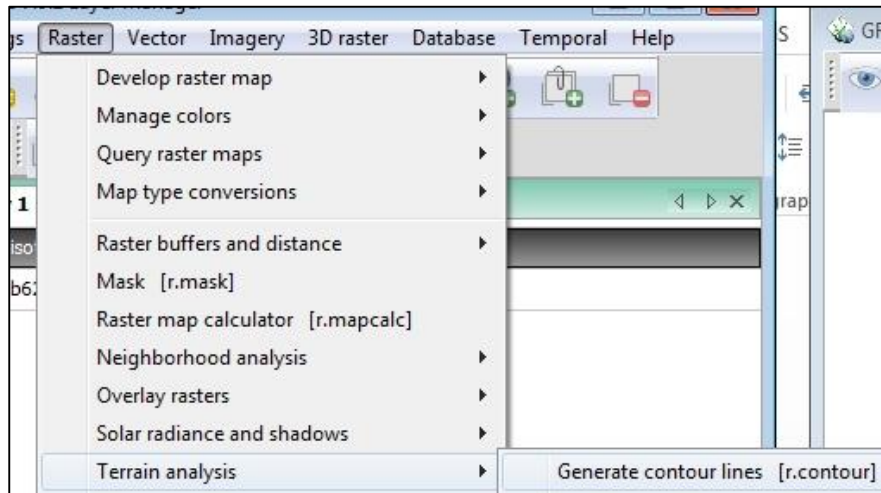
Εντολή r.colos – Define . Τρεις βασικές κατηγορίες: 0-20, 20-25, 25-50



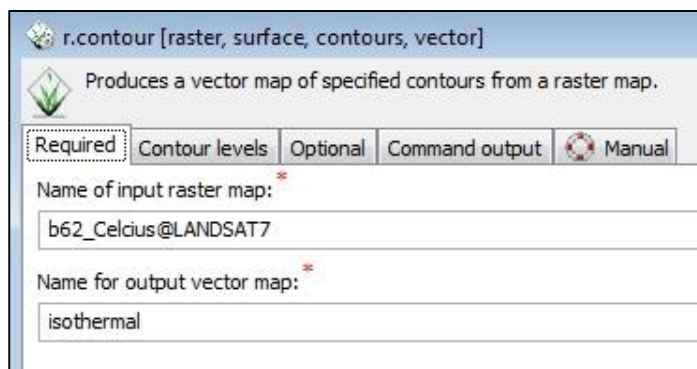
Δημιουργήστε δικές σας χρωματικές διαβαθμίσεις.

Δημιουργία ισόθερμων καμπυλών με ισοδιάσταση 10 βαθμούς κελσίου

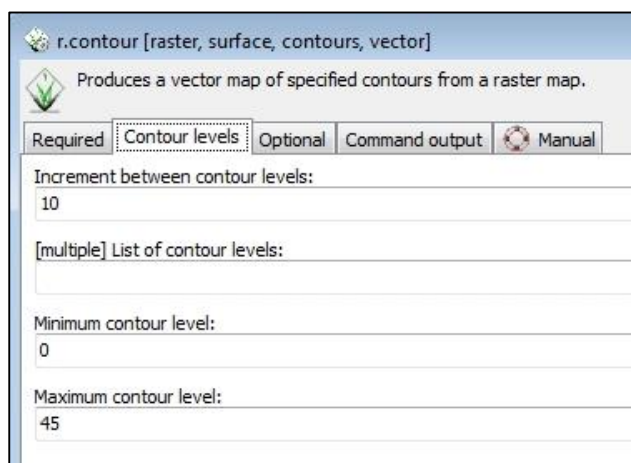
Από το μενού Raster – Terrain analysis – r.contour. Εναλλακτικά πληκτρολογείτε r.contour στο Command Console.



Επιλέγεται ο χάρτης θερμοκρασιών και το νέο διανυσματικό αρχείο.

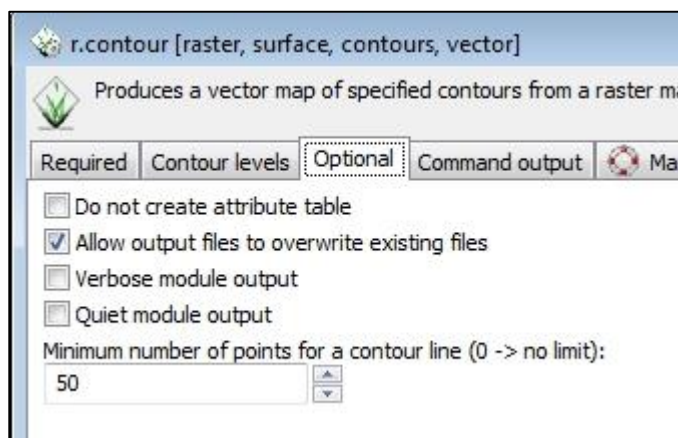


Επιλέγεται η ισοδιάσταση 10 μέτρα και τα όρια : 0 – 50 βαθμοί κελσίου.

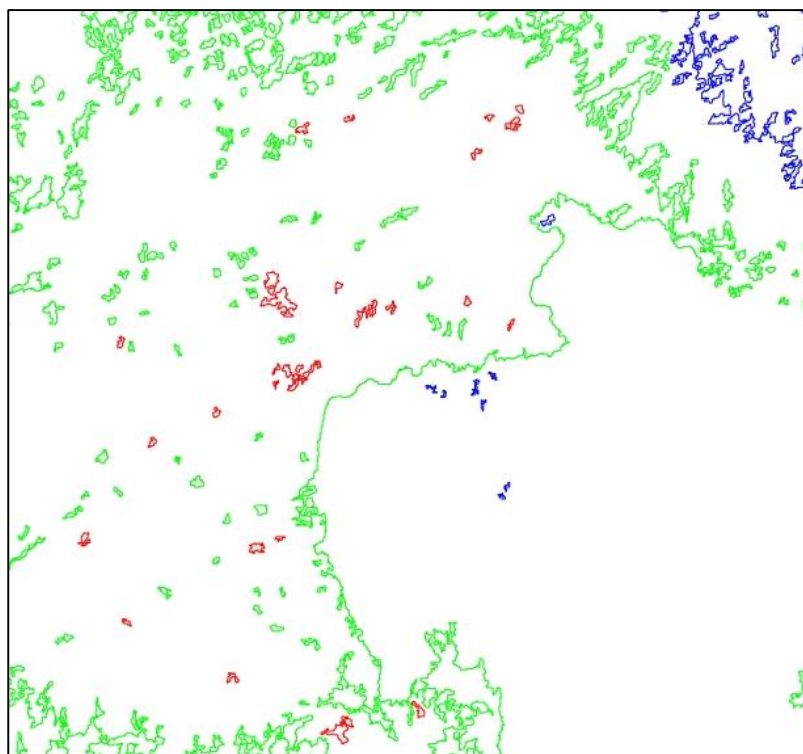


Τέλος, επιλέγεται ένας ελάχιστος αριθμός pixels να μην λαμβάνεται υπόψη για τη δημιουργία των ισόθερμων καμπυλών (γενίκευση).

Επιλέγεται 50 pixels.



Δημιουργία των ισόθερμων (vector lines).



ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Εικόνες Landsat μετά το 2013 : <http://libra.developmentseed.org/>

Εγχειρίδιο για Landsat 8: http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

- 1) Δημιουργήστε χάρτη Θερμοκρασιών από τον Landsat 8.
- 2) Παρατηρείστε τη μεταβολή των θερμοκρασιών από τη δεκαετία του 1980 έως και σήμερα για τον μήνα Ιούλιο.