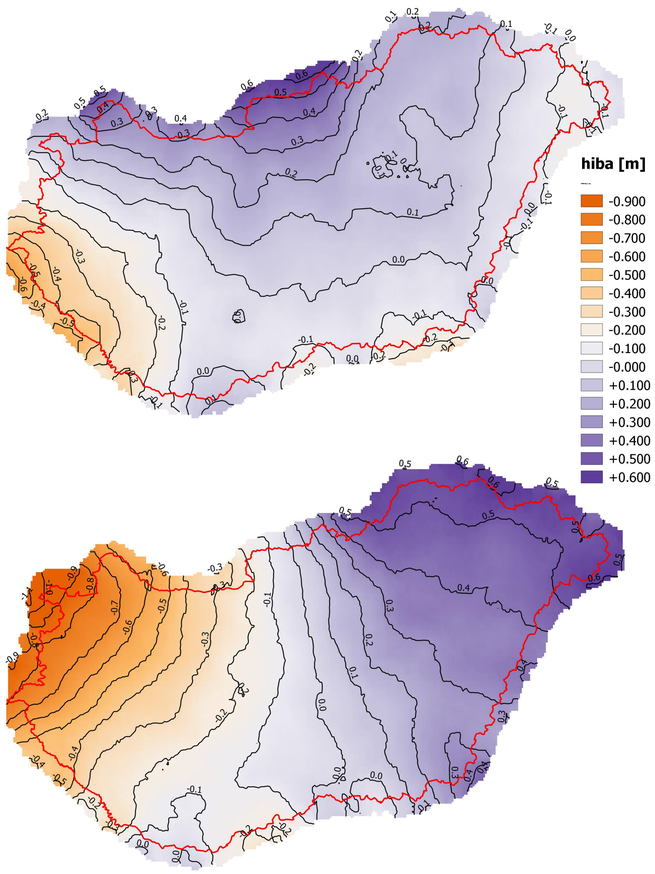
Centiméter pontosságú ETRS89 - EOV átszámítások nyílt forráskódú környezetben

Takács Bence, Siki Zoltán

BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszék, BME OSGeo Labor

A különböző általános célú vetületi átszámító programokban (pl. Proj.4) az EOV és más vetület közötti átszámítás alapesetben több méteres hibával végezhető el. Gyakran nem csak koordinátás pontok átszámítására van szükségünk, hanem digitális térképi állományok átalakítására is. Ilyen esetekben a FÖMI által javasolt, néhány centiméteres pontossággal dolgozó EHT2 program nehézkesen használható. A nyílt forráskódú Proj.4 programkönyvtár lehetőséget biztosít, a hét paraméteres térbeli transzformáció mellett, javító rácsháló (grid shift) megadására is, ami a geodéziában elterjedt VITEL eljáráshoz nagyon hasonlít. Egy kb. 2x3 km-es javító rácshálót hoztunk létre az EOV - ETRS89 között, amellyel centiméteres pontossággal lehetséges az átszámítás és számos nyílt forráskódú programban használható (cs2cs, ogr2ogr, QGIS, stb.). Ehhez kapcsolódóan egy web-es szolgáltatást is létrehoztunk az www.geod.bme.hu/on_line/etrs2eov, az oldalról a javító rács is letölthető.

Egységes paraméterekkel végzett transzformáció hibái



PROJ.4

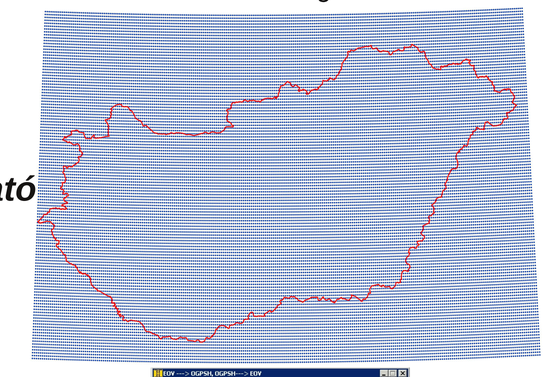
http://proj.osgeo.org/

Számos térinformatikai szoftver a vonatkoztatási és vetületi rendszerek közötti ászámításokhoz a nyílt forrású Proj.4 függyvénykönyvtárat használja.

A Proj.4 függvénykönyvtárban az EOV vetület definíciója a következő:

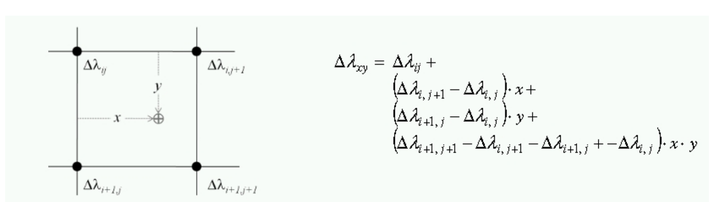
```
+proj=somerc +lat_0=47.14439372222222
+lon_0=19.04857177777778 +k_0=0.99993
+x_0=650000 +y_0=200000 +ellps=GRS67
+towgs84=52.17,-71.82,-14.9,0,0,0,0 +units=m
+no_defs
```

A definícióban tulajdonképpen megtaláljuk a WGS84 vonatkoztatási rendszerben a GRS67 ellipszoid 3 paraméterrel definiált elhelyezését. Jól ismert, hogy íly módon (országosan egységes transzformációval) a WGS84 -> EOV transzformáció néhány deciméteres hibákkal végezhető el.

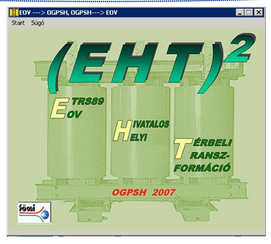


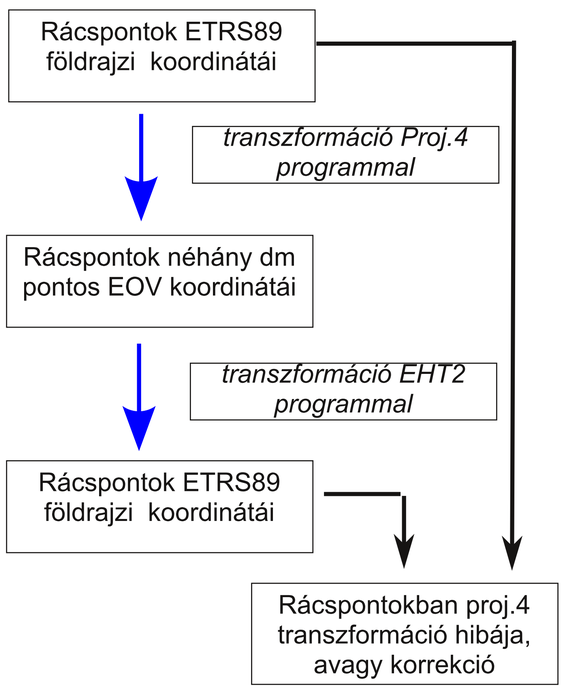
Javító rácshálóval a pontosság fokozható

Az egységes transzformáció hibáit szabályos rácsháló sarokpontjaiban korrekcióként vesszük figyelembe, a korrekciókat a rácsmezőn belül bilineáris interpolációval számítjuk.



$$\Delta\lambda_{xy} = \Delta\lambda_{ij} + \left\{\Delta\lambda_{i,j+1} - \Delta\lambda_{i,j}\right\}\cdot x + \left\{\Delta\lambda_{i+1,j} - \Delta\lambda_{i,j}\right\}\cdot y + \left\{\Delta\lambda_{i+1,j+1} - \Delta\lambda_{i,j+1} - \Delta\lambda_{i+1,j} + -\Delta\lambda_{i,j}\right\}\cdot x\cdot y$$

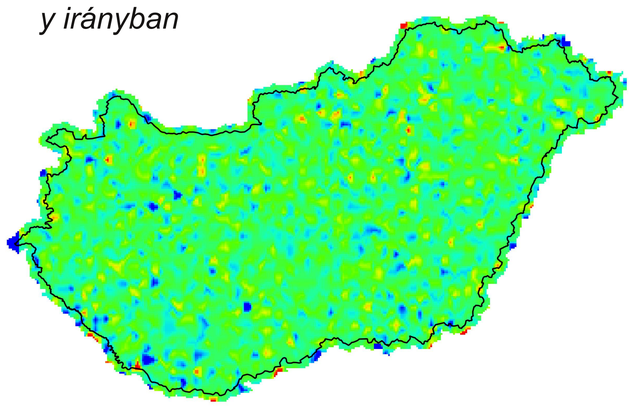




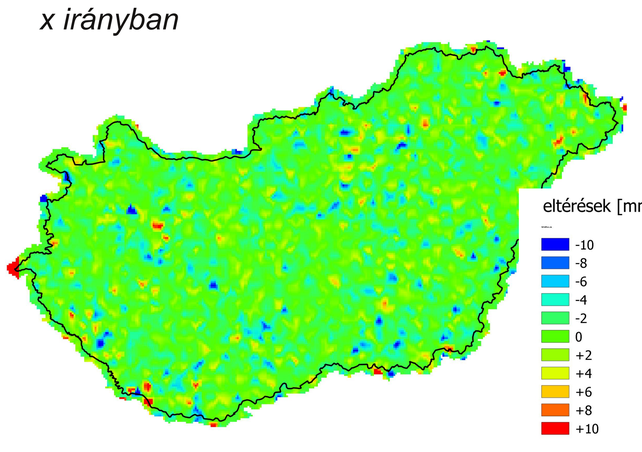

```
                Földmérési és Távérzékelési Intézet
      EEHHTT 4.0 ETRS89 EOV HIVATALOS HELYI TÉRBELI TRANSZFORMÁCIÓ


                   OGPSH 2007 (ETRS89) ------> EOV

Az átszámítandó pont száma és koordinátái az OGPSH 2007 rendszerben:

  Pont            FI                  LA                   he
1           47.0000000000       19.0000000000          150.0000

  Pont            X                   Y                    Z
1          4120371.4021        1418757.6508         4641874.4919

 A transzformació ellentmondásai a közös pontokban (EOV rendszer)

 Pont            dy                  dx                   dH
45-1230         0.003               0.002               -0.001
45-2324         0.015               0.025               -0.002
45-1011A       -0.023              -0.014               -0.002
45-1402         0.007               0.008                0.000
55-4336         0.034              -0.028               -0.006
55-3416         0.004              -0.009                0.005
45-1001        -0.031               0.000                0.001
45-2321        -0.009               0.017                0.004
_____________________________________________________________
Középhiba:      0.027               0.022                0.005

Az átszámított új pont száma és koordinátái EOV rendszerben:

 Pont            y                   x                    H
1          646390.870          183979.357           106.468
_____________________________________________________________
```

Proj.4 és EHT2 eltérése

y irányban

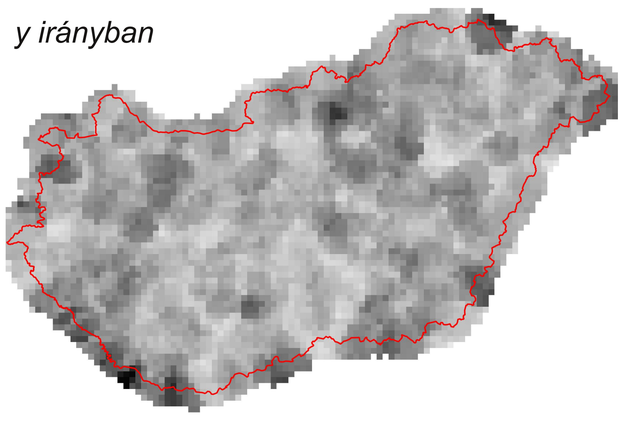


x irányban

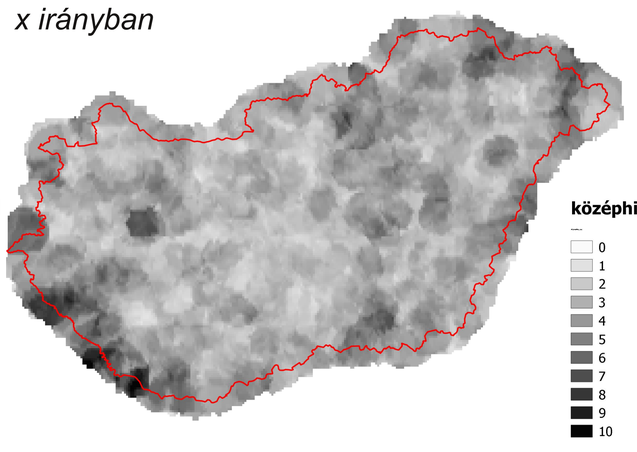


EHT pontossága

y irányban



x irányban



A korrekciókat a Proj.4 függvénykönyvtár NTv2 formátumban, gsb kiterjesztésű állományban tudja figyelembe venni.

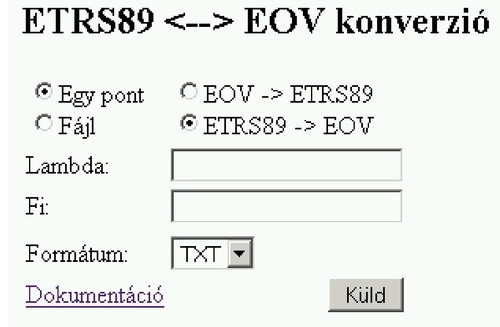
Bizonyos szoftverek a *towgs84* és a *nadgrids* opciókat nem tudják együtt értelmezni, ezért a a *towgs84* opciót elhagytuk, így az egységes transzformáció paramétereinek hatását is a korrekciókban vettük figyelembe.

A korrekciókat tartalmazó állomány fejléce (ascii formátumban):

```
NUM_OREC 11
NUM_SREC 11
NUM_FILE 1
GS_TYPE SECONDS
VERSION NTv2.0
SYSTEM_FWGS84
SYSTEM_THD72
MAJOR_F 6378137.000
MINOR_F 6356752.314
MAJOR_T 6378160.000
MINOR_T 6356774.516
SUB_NAMEXXX
PARENT  NONE
CREATED 10092014
UPDATED 10092014
S_LAT    164000.000000
N_LAT    176000.000000
E_LONG   -83000.000000
W_LONG   -58000.000000
LAT_INC    100.000000
LONG_INC   100.000000
GS_COUNT30371
```

Az átszámítás 10mm-en belül azonos eredményt ad, mint az EHT2 vagy a VITEL.

Alkalmazás:



1. OSGeo Budapest honlapján **on-line alkalmazás**: http://www.geod.bme.hu/on_line/etrs2eov/

Az alkalmazás főbb jellemzői:
- egy pont vagy koordinátajegyzék átszámítása;
- EOV->ETRS89 vagy ETRS89->EOV irányú átszámítás;
- txt, kml, gps formátumú kimenet;
- az átszámítás eredménye új lapon jelenik meg, fájlba menthető, más pprogramokban felhasználható;
- állomány maximális mérete 15 MB;
- HTTP GET vagy POST kérésekkel is használható:

```
http://www.agt.bme.hu/on_line/etrs2eov/etrs2eov.php?e=650000&n=240000&sfradio=single&format=TXT
```

- python programból:

```
>>> import urllib
>>> req =
urllib.urlopen('http://www.agt.bme.hu/on_line/etrs2eov/etrs2eov.php?e=650000&n=240000&sfradio=single&format=TXT').read()
>>> print req
1 19.0474474 47.5039331
```

2. Proj.4 függvénykönyvtárban. A Proj.4 programcsomagot Windows felhasználók például a OSGeo4W telepítővel telepíthetik.
- fenti honlapról etrs2eov_notowgs.gsb állomány letöltése, másolása /usr/share/proj (linux) vagy C:\OSGeo4W\share\proj (windwos) könyvtárba.
- EPSG kód korrekciója:

```
<23700> +proj=somerc +lat_0=47.14439372222222 +lon_0=19.04857177777778 +k_0=0.99993 +x_0=650000 +y_0=200000 +ellps=GRS67
+nadgrids=etrs2eov_notowgs.gsb +units=m +no_defs  <>
```

cs2cs (Coordinate System to Coordinate System) programmal pontok, koordinátajegyzékek átszámítása:

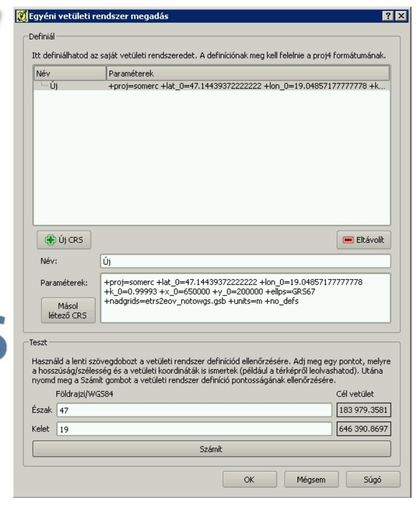
```
cs2cs +init=epsg:4326 +to +init=epsg:23700 -f %.3f -r
```

3. **ogr2ogr** programmal vektoros állományok transzformációja. Sajnos az ogr2ogr program nem a proj.4 által használt vetületi definíciót használja, hanem egy csv fájlt (pcs.csv illetve gcs.csv), mely eltérő formátumú is. Ebben nincs hely a javító rács megadására. Szerencsére a vetületi definíciót az ogr2ogr a parancssorból is elfogadja. Például egy pontokat tartalmazó ESRI shape fájl átszámítását EOV-ból ETRS89-re:

```
ogr2ogr -f "ESRI Shapefile" eov.shp etrs89.shp -s_srs " +proj=somerc +lat_0=47.14439372222222 +lon_0=19.04857177777778
+k_0=0.99993 +x_0=650000 +y_0=200000 +ellps=GRS67 +nadgrids=etrs2eov_notowgs.gsb +units=m +no_defs" -t_srs EPSG:4258
```

4. **QGIS**
Beépített vetületeket sqlite adatbázisban tárolja a szoftver, ennek frissítése:

```
C:\sqlite>sqlite3.exe C:\OSGeo4W\apps\qgis\resources\srs.db

sqlite> update tbl_srs set parameters='+proj=somerc +lat_0=47.14439372222222
+lon_0=19.04857177777778 +k_0=0.99993 +x_0=650000 +y_0=200000 +ellps=GRS67
+nadgrids=etrs2eov_notowgs.gsb +units=m +no_defs' where srid=23700;
```



vagy definíció egyéni vetületként.

5. **PostGIS** programban

A PostGIS a vetületi definíciókat a spatial_ref_sys táblában tárolja. Ennek tartalmát kell aktualizálnunk az EOV vetületre:

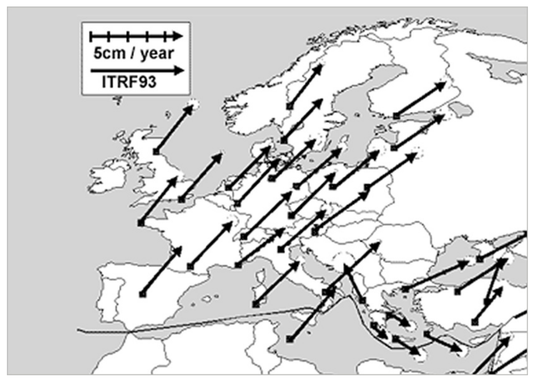
```
UPDATE spatial_ref_sys SET proj4text='+proj=somerc +lat_0=47.14439372222222
+lon_0=19.04857177777778 +k_0=0.99993 +x_0=650000 +y_0=200000 +ellps=GRS67
+nadgrids=etrs2eov_notowgs.gsb +units=m +no_defs' WHERE srid=23700;
```

Jó tudni:

- Az EHT2 programmal végzett transzformáció sem hibátlan. A lokális transzformáció becsült középhibája az ország egyes területein eléri a 10 cm-t is.

- Az EHT2 programmal végzett transzformáció paraméterei a hely függvényében nem lineárisan változnak.

- A WGS84 vonatkoztatási rendszerben Magyarország (egyben Európa jelentős része is) folyamatosan észak keleti irányba mozog, a mozgás sebessége évente nagyjából 2 cm mindkét koordinátatengely irányában. Az ETRS89 vonatkoztatási rendszert az európai kontineshez kötötték, 1989-ben a WGS84 és az ETRS89 koordináták megegyeztek, azóta a koordináták eltérése folyamatosan nő.



http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/en/home/topics/survey/sys/frames/global.html

A kutatás a BME Általános- és Felsőgeodézia Tanszékén nemrég megnyílt OSGeo Laborban készült. A laborról bővebb információ a honalpunkon: