



Térképi adatbázisok összehasonlíthatóságának javítása tájmetriai elemzések révén

Szilassi Péter

1. Problémafelvetés

Napjainkban a tájváltozás vizsgálatok a tájökölógiai, tájvédelmi tervezés elengedhetetlen részét képezik. Az utóbbi évtizedben ugrásszerűen bővült a tájváltozás elemzése során felhasználható eszközrendszerek, digitális térképi adatbázisok köre. Az I., II., III. katonai felmérések georeferált térképei mindenki számára elérhetőek. A CORINE felszínborítási adatbázis pedig új, páratlan lehetőséget nyitott a közelmúltban végbement felszínborítási, területhasználat változások elemzéséhez (Csorba 2003). Emellett a tájmetriai számításokat is egyre gyakrabban használják tájökölógiai indikátorként, illetve az eltérő méretarányú térképek tartalmi különbségének illusztrálásához (Csorba et.al 2006, Túri, Szabó 2008).

Számos tanulmányban találunk példát a korábbi katonai felvételezések vektoros állományaival végzett műveletekre, legtöbbször összemetszésre (overlay művelet) (Nagy 2003, Szilassi et al. 2006). Az ily módon lehatárolható változatlan területhasználatú területegységeket (bár megítélésünk szerint inkább a tartós kifejezés lenne célszerűbb) gyakran tájökölógiai indikátorként alkalmazzák (Csorba 2006). A digitalizált katonai térképek használatát a területhasználat változás elemzésében kétféle pontatlanság nehezíti:

1. Főként a korábbi katonai felmérések kapcsán találkozhatunk azzal a problémával, hogy mivel georeferálás kevés megbízható illesztőponton alapul, illetve mert a térképezés pontatlanul történt, a digitalizált térképek jelentős térbeli pontatlansággal terheltek (*1. táblázat*). Ráadásul az I., II. katonai felmérés 1:28 800 –as méretarányban készült eltérően a manapság használatos 1:25000-es, és 1:10 000-es méretarányú katonai topográfiai térképektől. katonai térképek alapján készített digitális térképek a maiaktól eltérő méretarányuk, illesztési problémáik miatt vektoros formában csak korlátozottan alkalmasak a tájváltozás jellemzésére. A katonai térképek közül minél korábbi térképről van szó, a annál nagyobb térbeli pontatlanságról beszélhetünk (Nagy 2003).

1. táblázat. A történeti térképek térbeli pontatlanságai Nagy D. (2003) nyomán

	I. Katonai térképezés 1:28 800	II. Katonai térképezés 1:28 800	III. Katonai térképezés 1:25 000
Átlagos eltérés	30–200 m	20–100 m	10–50 m
Maximális eltérés	500 m	300 m	200 m

2. A CORINE felszínborítási kategóriák a korábbi katonai térképeknel jóval részletesebb tematikájúak. Az 1:100 000-es méretarányú 2000-ben készült CLC adatbázis 40 kategóriát használ, ezzel szemben a szintén 1:100 000-es méretarányú katonai térképekről mindössze 6 felszínborítási kategória digitalizálható. Tájváltozás vizsgálatánál, térképi összemetszésnél tehát problémát jelent az eltérő nomenklatúrájú térképek tematikus összehasonlíthatósága.

Tájmetriai mutatók segítségével meghatározhatjuk azt az optimális raszteres felbontást, amelynél már összehasonlíthatóakká válnak az eltérő méretarányú, és térbeli pontosságú digitális térképi adatbázisok (Petit, Lambin 2002, Pelorosso 2009).

2. Alkalmazott módszerek

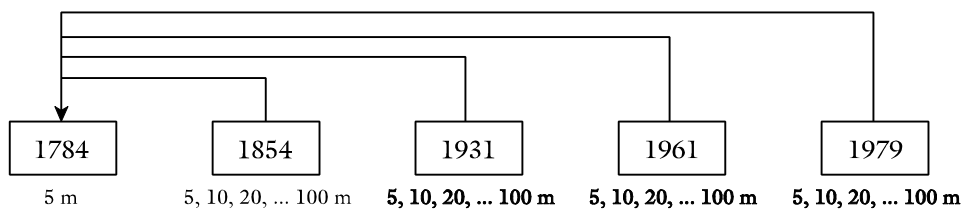
1. A térbeli pontatlanságokból adódó összehasonlíthatósági problémák kiküszöböléséhez először raszterizálnunk kell a térképeket, majd az eltérő raszteres felbontásokra számolt tájmetriai paraméterek statisztikai elemzése révén meg kell keresnünk azt az optimális pixelméretet, amellyel már összevethetővé válnak a digitális térképek (Petit, Lambin 2002). Ezek után már elvégezhetjük a tájváltozás elemzését, például összemetszést, stb. Példánkban a Káli-medencéről készült katonai térképek összehasonlítását végeztük el, melyhez felhasználtuk az alábbi térképeket digitalizáltuk (2. táblázat).

2. táblázat: A Káli-medence digitalizált történeti térképei

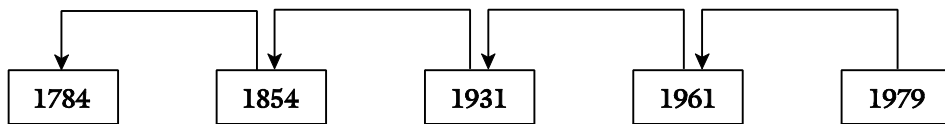
	I. katonai térkép	II. katonai térkép	III. katonai térkép (felújított változat)	sztereografikus topográfiai térkép	EOV topográfiai térkép
Térképezés időpontja	1784	1854	1931–1932	1961–1973	1979–1982
Térképezés méretaránya	1: 28 800	1: 28 800	1: 25 000	1: 10 000	1: 10 000

Első lépésben a korábbi katonai térkép vektoros digitális állományából egy raszteres térképet készítünk a legkisebb pixelfelbontást (általában 5, métert) alkalmazva. Ezt követően az újabb időpontban készült katonai térkép digitalizált vektoros állományáról készítünk egyre növekvő (például a mintaterületünkön 5, 10, 20, 30... 100m) pixelméretű raszteres térképeket.

Ezt elvégezhetjük úgy, hogy a legkorábban készült katonai térképet hasonlítjuk össze páronként az egyre újabb katonai térképekkel (1.ábra), vagy úgy, hogy az egymás utáni időkeresztmetszetekben készült térképeket vetjük össze egymással ilyen módon (2.ábra).



1. ábra. térkép párok összehasonlítása, és raszteres felbontásaik, ha a legkorábbi térképhez hasonlítjuk az újabb térképeket.



2. ábra. térkép párok összehasonlítása, ha az egymást követő időkeresztmetszetben hasonlítjuk össze a térképeket.

A következő lépésben a FRAGSTATS 3.3 szoftver segítségével kiszámítjuk a következő táj szintű metrikus mutatóit valamennyi raszteres térképre: Landscape Shape Index, Fractal Dimension Index átlaga, a Core Area Index területtel súlyozott átlaga, Total Edge Contrast Index, Shannon's Diversity Index.

A korábbi és az újabban készült térképek tájmetriai indexeit kivonjuk egymásból, és kiszámítjuk a különbségeik normalizált euklideszi távolságát a következő módon:

(1) Első lépésben kiszámítjuk a korábban készült alap-térképnek tekintett A térkép állandó felbontású raszteres állománya, és az újabb, egymástól egyre növekvő raszterméretben különböző $V_1, V_2, \dots, V_n$ térképek tájindexei különbségeinek az átlagát. Jelölje A_j ill. V_{ij} egy adott térkép adott tájindexét, i pedig a raszteres felbontások számát. Mivel 5 tájindexet használtunk, ezért az alábbi képletben $j = 1, 2, \dots, 5$ lehet.

$$\bar{x}_{n,j} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_j - V_{i,j})}{n} = A_j - \frac{\sum_{i=1}^n V_{i,j}}{n}$$

(2) Ezt követően tájindexenként kiszámítjuk az (állandó felbontású) A térkép, és az n darab új térkép tájindexei különbségeinek a szórását:

$$S_{n,j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((A_j - V_{i,j}) - \bar{x}_{n,j})^2}{n-1}}$$

(3) Végül a fenti $2*j$ darab konstans, vagyis az A térkép és a $V_1, V_2, \dots, V_n$ térképek tájindex különbségei átlagának, és a különbségek szórásának ismeretében rendre kiszámoljuk a $V_1, V_2, \dots, V_n$ térképeknek az alapul vett A térképhez viszonyított normalizált euklideszi távolságát:

$$d_{st,A}(V_i) = \sqrt{\sum_{j=1}^5 \left(\frac{\bar{x}_{n,j} - (A_j - V_{i,j})}{S_{n,j}} \right)^2}$$

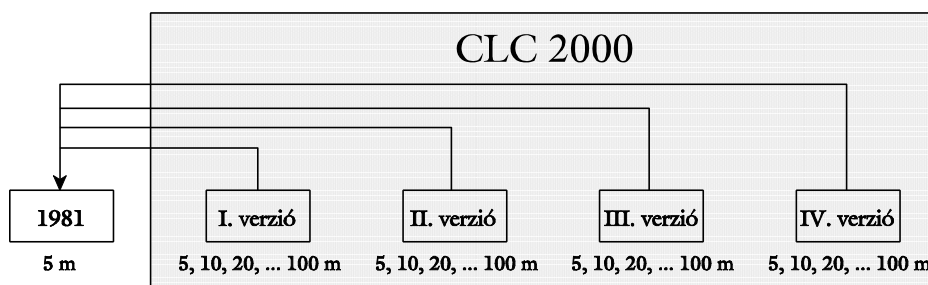
A fenti módszerrel elvégeztük mind a legkorábbi térkép, újabb térképek, mind a térképpárok összehasonlítását, és kiszámítottuk az összehasonlíthatóságukhoz szükséges raszteres felbontást.

2. A tartalmi pontatlanságokból adódó összehasonlíthatósági problémák kiküszöbölését a Balaton vízgyűjtőjének 1:100 000-es méretarányú katonai topográfiai térképéről digitalizált felszínborítási adatok, és a CLC 2000-es digitális felszínborítási adatbázis szintén 1:100 000-es méretarányú digitális térképének összehasonlítása révén mutatjuk be. A CORINE adatbázis kódjait nem minden esetben lehet egyértelműen társítani a katonai térkép felszínborítási jelkulcsaihoz. Három olyan CLC kódot találtunk, melyek megfeleltetése a korábbi katonai térkép felszínborítási nomenklatúrájával vitatható: a 2.4.3. kódú „Elsődlegesen mezőgazdasági területek, jelentős természetes formációkkal” elnevezésű CLC kategória esetében nem egyértelmű, hogy szántó, vagy a rét kategóriába soroljuk a katonai térkép nomenklatúrája alapján. A 3.2.4. kódú „Átmeneti erdős-cserjés területek” esetében nem lehet objektíven eldönteni, hogy erdő, vagy rét felszínborításnak feleltessük meg ezt a CLC kategóriát. A 2.4.2 CLC kódú „Komplex művelési szerkezet” esetében pedig nem világos, hogy szőlő, vagy szántó művelési kategóriának feleltessük meg a katonai térképen. A 3 kérdéses besorolású CLC kategória kombinációiból hatféleképpen aggregáltuk a CLC kategóriákat (3.táblázat).

3. táblázat. Az 1981-es 100 000-es méretarányú katonai térkép felszínborítási kategóriáinak megfeleltetési verziói a számokkal jelölt CLC kódokkal.
(A vastagon kiemelt számok a vitatható besorolású kódokat jelentik.)

	I. verzióban aggregált CLC kategóriák	II. verzióban aggregált CLC kategóriák	III. verzióban aggregált CLC kategóriák	IV. verzióban aggregált CLC kategóriák	V. verzióban aggregált CLC kategóriák	VI. verzióban aggregált CLC kategóriák
Erdő	311 312 313 314 324	311 312 313 314 324	311 312 313 314 324	311 312 313 314	311 312 313 314	311 312 313 314
Rét, legelő	231 321	231 321	231 321 243	231 321 243 324	231 321 243 324	231 321 324
Szántó	211 242 243	211 243	211 242	211 242	211	211 243
Szőlő	221	221 242	221	221	221 242	221 242
Gyümöl- csös	222	222	222	222	222	222
Beépített terület	111,112, 121,122, 124, 131, 132, 133, 141, 142	111,112, 121,122, 124, 131, 132, 133, 141, 142	111,112, 121,122, 124, 131, 132, 133, 141, 142	111,112, 121,122, 124, 131, 132, 133, 141, 142	111,112, 121,122, 124, 131, 132, 133, 141, 142	111,112, 121,122, 124, 131, 132, 133, 141, 142
Mocsár, láp	411.412	411.412	411.412	411.412	411.412	411.412
Nyílt vízterület	512	512	512	512	512	512

Az eltérően aggregált (összevont) CLC kód csoportok alapján kialakított CLC verziókat az előzőekben ismertetett módon egyre nagyobb pixelméretben raszterizáltuk 5, 10, 20...100m között. Ezzel szemben az 1981-es katonai topográfiai térképről csak egy raszteres állományt készítettünk a legkisebb 10 m-es pixelméretben (3.ábra).

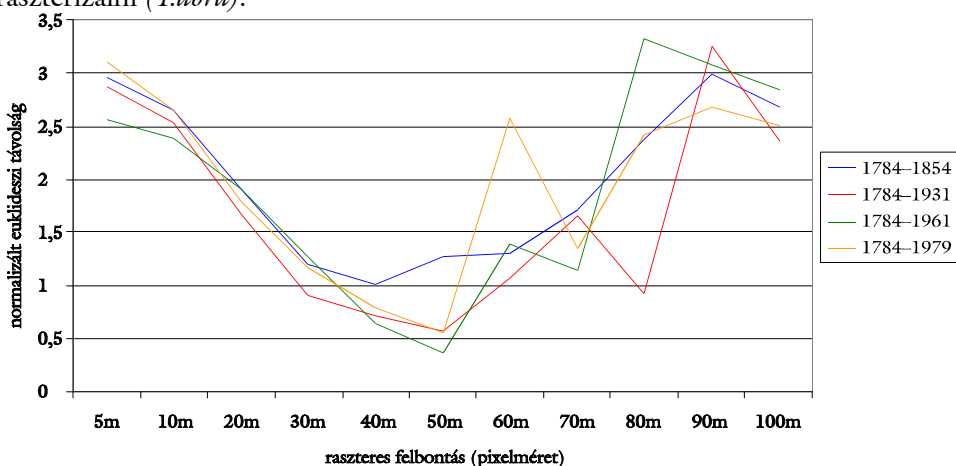


3. ábra. Térkép párok összehasonlítása, és raszteres felbontásaik, ha az egyszerűbb tematikájú 1981-es katonai térképet hasonlítjuk a CLC 2000-es felszínborítási adatbázis eltérő módon aggregált verzióihoz.

Ezt követően az előzőekben ismertetett képlet alapján kiszámoltuk az 1981-es alaptérkép, és a 2000-es CLC adatbázis hatféleképpen aggregált verzióinak normalizált euklideszi távolságát (Pelorosso 2009).

3. Eredmények

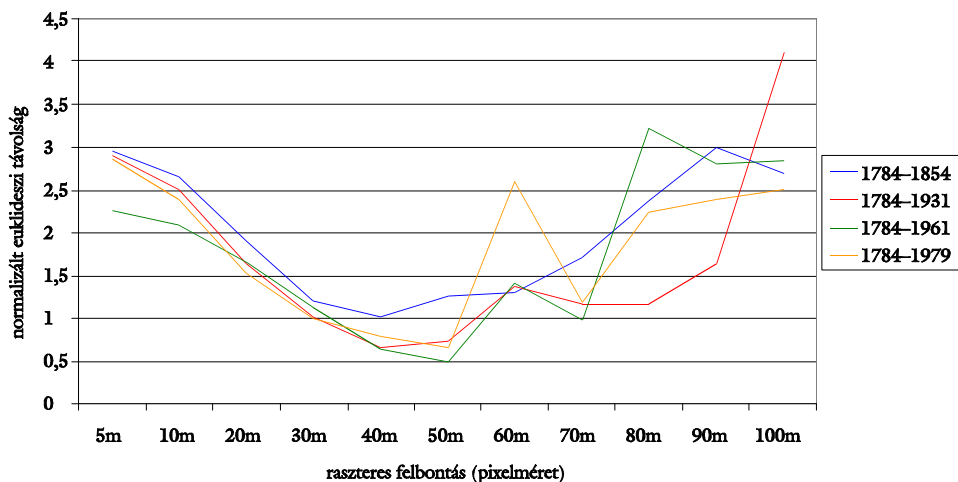
Grafikonon ábrázolva a legkorábbi (1784-es) és különböző időpontokban készített (1854, 1931, 1961, 1981) katonai térképek különbségének eltérő pixelmérethez tartozó normalizált euklideszi távolságát könnyen leolvashatjuk a legkisebb euklideszi távolságokhoz tartozó pixel méretek, melyek egyben az adott térkép pár optimális raszteres felbontását is jelentik, azaz a térképek összehasonlításakor, összemetszetésekor mindkét összehasonlítandó térképet a kapott pixelméretben kell majd raszterizálni (4.ábra).



4. ábra. Térkép párok normalizált euklideszi távolsága, és raszteres felbontásaik, ha a legkorábbi térképhez hasonlítjuk az újabb térképeket.

Láthatjuk, hogy az 1784–1854-es térkép pár esetében a 40m-es, az 1784–1931 közötti változások és az 1784–1961-es változások esetében az 50m-es felbontást javasolhatjuk. Az 1784–1979 közötti változásoknál ugyancsak az 50m-es raszteres felbontást javasolhatjuk az egymással való összemetszéshez, vagy más összehasonlító célú térinformatikai műveletek készítéséhez a káli-medencei mintaterületen.

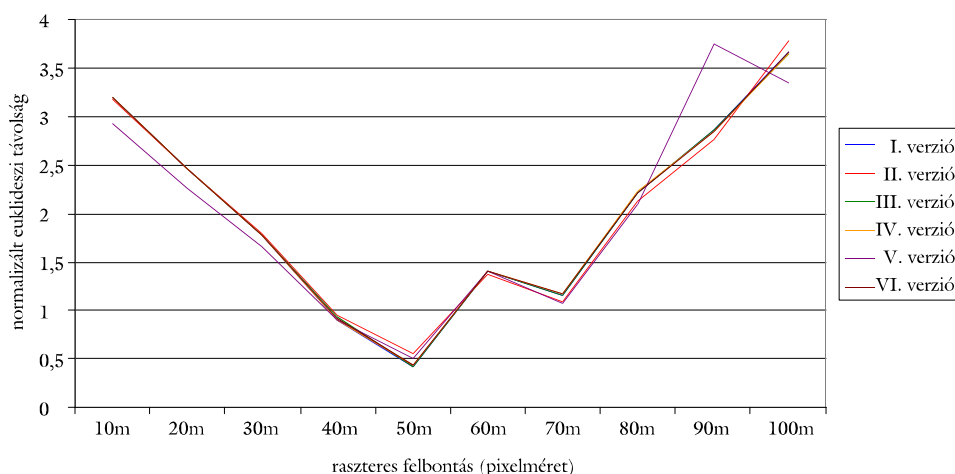
Az egymást követő időkeresztmetszetek térképeiből készített térkép párok összehasonlításánál a legkorábbi 1784–1854 közti változás 40m a javasolt pixel felbontás, akár csak az 1854–1931 közötti térkép pár esetében. Az 1931–1961-es, és az 1961–1979 közötti változás esetében 50m-es raszteres felbontást kaptunk a normalizált euklideszi távolságok minimumaiként a káli-medencei mintaterületen (5.ábra).



5. ábra. Térkép párok normalizált euklideszi távolsága, és raszteres felbontásaik, ha az egymást követő időkeresztmetszetek térképeit hasonlítjuk egymáshoz.

A 1:100 000-es méretarányú 1981-es katonai topográfiai térkép, és a CLC 2000-es felszínborítási adatbázis eltérő verzióinak esetében egymáshoz nagyon hasonló a normalizált euklideszi távolságok lefutása (6.ábra).

Nem meglepő, hogy mindegyik verzió esetében azonos (50 méteres) pixelmérethez tartozik a legkisebb normalizált euklideszi távolság, hiszen mindegyik CLC variációnak azonos a méretaránya, csak kategóriáik összevonásának módja tér el egymástól. A hat verzió közül a harmadik verzió az, amelyik a legkisebb euklideszi távolsággal jellemezhető. Ez azt jelenti, hogy a 2.4.3. kódú „Elsődlegesen mezőgazdasági területek, jelentős természetes formációkkal” elnevezésű CLC kategóriát a rét kategóriába soroljuk a katonai térképpel történő összevetéskor. A 3.2.4. kódú „Átmeneti erdős-cserjés területek” erdő, míg a 2.4.2 CLC kódú „Komplex művelési szerkezet” pedig szőlő kategóriába sorolható a katonai térképpel történő összehasonlításakor.



6. ábra. Térkép párok normalizált euklideszi távolsága, és raszteres felbontásaik, ha az egyszerűbb tematikájú 1981-es katonai térképet hasonlítjuk a CLC 2000-es felszínborítási adatbázis eltérő módon aggregált verzióihoz.

4. Összegzés

Hazai mintaterületeken, külföldi szakirodalomban publikált (Petit, Lambin 2002, Pelorosso 2009) módszereket adaptálva meghatároztuk azokat az optimális raszteres felbontásokat, amelyek révén összehasonlíthatóakká válnak az eltérő méretarányú, és térbeli pontosságú, és eltérő tartalmi pontosságú digitális térképi adatbázisok. A módszer lényege, hogy tájmetriai mutatók normalizált euklideszi távolságát használjuk fel az optimális pixelméret számításához. Az ily módon „közös nevezőre” hozott digitális térkép párok összehasonlítása, összemetszetése után lehetőségünk nyílik a tájváltozás elemzésére, a több időpontban azonos (gyakran tájökológiai indikátornak tekintett) területhasználat kategóriák lehatárolására.

Köszönetnyilvánítás: Ezúttal szeretnénk megköszönni a K 60203 számú OTKA pályázat támogatását.

Irodalom

- CSORBA P. 2003: Magyarországi középtájak várható területhasználati változásai az Európai Unióhoz történő csatlakozás következtében. in.: Csorba P. (szerk.) Környezetvédelmi mozaikok DE Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen, 243–256.
- CSORBA P. 2006: Indikátorok az ökológiai tájszerkezet és tájműködés vizsgálatához. in: Kiss A. Mezősi G., Sümegi Z. (szerk.) Táj, környezet és társadalom. Ünnepi tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzorasszony tiszteletére. Szeged, 117–122.
- CSORBA P., SZABÓ SZ., CSORBA K. 2006: Tájmetriai adatok tájökölógiai célú felhasználása, in: Demeter G. (szerk.) Földrajzi tanulmányok Dr. Lóki József tiszteletére. Debrecen: Debreceni Egyetem, 24–34.
- NAGY D. 2003: Tájértörténeti kutatások a Gömör-Tornai karszton I. – A történeti táj rekonstrukciója az ANP környezetében az I–III. katonai felmérések alapján. in.: Boldogh S. (szerk.) Kutatások az Aggteleki Nemzeti Parkban – ANP füzetek II. 107–143.
- PELOROSSO R., LEONE A., BOCCIA L. 2009: Land cover and land use change in the Italian central appenines: A comparisson in assessment of menthods, *Applied Geography* 29. 35–48.
- PETTIT C. C., LAMBIN E.F. 2002: Impact of data integration technique on historical land use/land cover change: Comparing historical maps with remote sensing data in the Belgian Ardennes. *Landscape Ecology*, 17. 117–132.
- SZILASSI P., JORDÁN GY., VAN ROMPAEY A., CSILLAG G., 2006: Impacts of historical land use changes on erosion and agricultural soil properties in the Kali Basin at Lake Balaton, Hungary. *CATENA* 68. 98–108.
- TÚRI Z., SZABÓ SZ. 2008: The role of resolution on landscape metrics based analysis. *Acta Geographica Silesiana* 4 (1): 47–52.

