













Biológiai Aktivitás változása 1990 és 2005 között Landsat5 TM műholdfelvételek alapján

- |  |  |   |                       |
|--|--|---|-----------------------|
|   | Erőteljesen csökkenő Biológiai Aktivitás |   | Zónák                 |
|  | Enyhén csökkenő Biológiai Aktivitás      |  | Közigazgatási határok |
|  | Változatlan Biológiai Aktivitás          |  | Védett területek      |
|  | Enyhén növekvő Biológiai Aktivitás       |  | Duna                  |
|  | Erőteljesen növekvő Biológiai Aktivitás  |  | Állóvizek             |
|  | Szantóterület                            |  | Közúthálózat          |

0 1 2 3 4 5 Km







GÁBOR PÉTER, JOMBACH SÁNDOR, ONGJERTH RICHÁRD

## A biológiai aktivitás változása Budapesten és a Budapesti Agglomerációban 1990 – 2005 között

LEKTOR | KOLLÁNYI LÁSZLÓ

Cikkünk a folyóirat 4. számában közölt „Budapest zöldfelületi állapotfelmérése űrfelvételek feldolgozásával” (Gábor-Jombach-Ongjert 2006. pp 14-22) cikk folytatása.

### KUTATÁSI CÉL

**K**utatásunk második ütemének célja Budapest és térségének 1990 és 2005 közötti időszakban bekövetkezett biológiai aktivitásváltozásának vizsgálata volt, az űrfelvételek vörös és közeli infravörös hullámhossztartományból származó adatainak térinformatikai elemzése adta lehetőségek alkalmazásával. A kutatás Budapest Zöldfelületi Rendszerének Fejlesztési Konceptiója és Programja (Pro Verde Budapest) megalapozó tanulmányaként készült el. A fejlesztési koncepciót készítő munkacsoport úgy értékelte, hogy szükség van a megfogalmazott javaslatok indoklásához egy olyan átfogó zöldfelületi elemzésre, mely az utóbbi 15 év zöldfelületi folyamatait és tendenciáit objektív, térinformatikai módszerrel mutatja be.

### VIZSGÁLATI MÓDSZER

A biológiai aktivitás (BA) állapotának vizsgálata a Landsat 5-ös műhold TM érzékelőjével Budapestről és térségéről 1990. július 23-án és

2005. augusztus 1-én készített felvételek vörös és infravörös sávjai alapján számított NDVI-értékeinek meghatározásával történt. A zöldfelületi borítottság kategorizálásának módszerét a folyóirat előző számában megjelent cikkben ismertettük (Gábor-Jombach-Ongjert 2006 p. 16.).

A BA változásának vizsgálata során abból indultunk ki, hogy két űrfelvétel egymásnak megfeleltethető képpontjai azonos területeket takarnak, így a hozzájuk tartozó NDVI értékek különbsége képfeldolgozó térinformatikai szoftver alkalmazásával egyszerű kivonási művelettel képezhető. Az egyes pixelekhez tartozó BA változás értékeit az 1990-ben készült felvétel NDVI-értékeinek a 2005-ös felvétel NDVI-értékeiből való kivonásával számítottuk. Ezzel meghatároztuk, hogy egy adott pixel NDVI-értéke milyen irányban és mekkora mértékben változott. Az NDVI-érték növekedés BA növekedést, a csökkenés pedig BA csökkenést jelöl. A kapott értékeket statisztikai alapon öt kategóriába

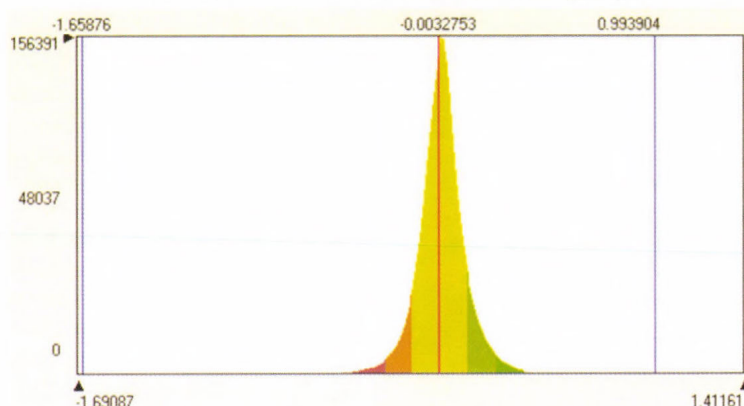
soroltuk. Az egyes kategóriák határait a sokaság szórása alapján határoztuk meg. Változatlanak tekintettük azokat a területeket, amelyeknél a BA változás értéke a sokaság átlagától a szórásnál kisebb mértékben tértek el, akár pozitív, akár negatív irányban. Enyhén változónak tekintettük

azokat a területeket, melyeknél a BA változás értéke a szórásnál nagyobb mértékben tértek el az átlagtól. Erőteljesen változónak tekintettük azokat a területeket, ahol a BA változás értéke a szórás kétszeresénél nagyobb mértékben tértek el az átlagtól.

#### A biológiai aktivitás (BA) változás adathalmaz jellemzői és a kialakított kategóriák

Térképi színezés	BA változás= NDVI 2005'-NDVI 1990 =diff <sub>BA</sub>	kategória képlet	kategória érték
	Erőteljesen növekvő BA	$diff_{BA} > \bar{a} + 2\sigma$	$diff_{BA} > 0,241$
	Enyhén növekvő BA	$\bar{a} + \sigma < diff_{BA} < \bar{a} + 2\sigma$	$0,119 < diff_{BA} < 0,241$
	Változatlan BA	$\bar{a} - \sigma < diff_{BA} < \bar{a} + \sigma$	$-0,125 < diff_{BA} < 0,119$
	Enyhén csökkenő BA	$\bar{a} - 2\sigma < diff_{BA} < \bar{a} - \sigma$	$-0,247 < diff_{BA} < -0,125$
	Erőteljesen csökkenő BA	$diff_{BA} < \bar{a} - 2\sigma$	$diff_{BA} < -0,247$
n = sokaság száma = 2 666 317		$\bar{a}$ = átlag = -0,003,	$\sigma$ = szórás = 0,122

A zöldfelület BA változás adathalmaz histogramja



#### HIBALEHETŐSÉGEK ÉS KIKÜSZÖBÖLHETŐSÉGÜK

A módszer radiometriai jellegű hibáit az előző számban megjelent cikkben részletesen tárgyaltuk (Gábor-Jombach-Ongjerth 2006. p. 16)

Módszertani hibaforrást jelent, hogy az NDVI alapján számított BA változásból csak bizonyos megkötésekkel, és bizonyos módszertani hibalehetőségeket figyelembe véve lehet következtetéseket levonni a zöldfelület mennyiségi változásaira vonatkozóan. A szántóterületeken a biológiai aktivitás eltérése (a természetett növényzet megléte vagy

hiánya) a két felvételen lehet az évenként változó gazdálkodás eredménye is, nem feltétlenül jelenti a zöldfelületek csökkenését vagy éppen növekedését. E hibalehetőség kiküszöbölése céljából a szántóterületeket, – mint instabil BA-sal rendelkező területeket – kivontuk az értékelés alól. A szántóterületek kijelölése a műholdfelvétel alapján, a CORINE Land Cover 2000 adatbázis (CLC 2000) felhasználásával készült. Az adatbázisban a legkisebb értelmezett folt mérete 25ha. Az ennél kisebb szántó területek nem szerepelnek



a CLC 2000 adatbázisban, ami potenciális hibaforrást jelent kutatásunkban. A lehetséges hibák csökkentése részletesebb CLC adatbázis felhasználásával lenne lehetséges.

Hibaforrást jelentett, hogy a CLC 2000 adatbázis a 2005-ös űrfelvételhez képest öt évvel korábbi állapotot tükröz. Öt év alatt a főváros térségében számos szántóterület került beépítésre. Ennek a hibalehetőségnek a kiküszöbölését újabb felvételeken alapuló szántóterület felmérés alkalmazása jelentheti. A hibák kiküszöbölésére a nagy területen, és egyértelműen bekövetkezett változásokat nagyfelbontású űrfelvételek alapján beazonosítottuk, és a vizsgálatban ennek megfelelően módosítottuk a szántóterületekre vonatkozó adatokat.

A vízfelszíneket ugyancsak kivontuk a BA változás értékeléséből, mivel a vízfelszínnek területén az NDVI értékek nem adnak értelmezhető, összehasonlítható eredményt.

Az NDVI értékek az űrfelvételről látható földfelszín biológiai aktivitására vonatkoznak. Egy zárt lombkorona-szint alá történő cserjetelepítés, vagy éppen szilárd burkolat kialakítása nem érzékelhető a felvételeken. Kicsiny különbséget okoz egy gyepes területen történő fásítás, viszont nagy eltérést okoz egy gyepes terület megszüntetése. A BA változást e hibalehetőségek figyelembevételével kell elemezni.



## ELEMZÉS

Az űrfelvételek összehasonlításának eredményeit Budapest Városfejlesztési Konceptiójában meghatározott zónák (Szilágyi 2003. pp 6.) szerint – belső, átmeneti, külső, hegyvidéki, Duna menti zónák – valamint összvárosi és agglomerációs területekre vonatkoztatva értékeltük. A számított BA változás adatokat táblázatos formában összehasonlítottuk és levontuk a megállapításokat az egyes zónákra, Budapestre és a Budapesti Agglomerációra vonatkozóan. Elkészítettük a biológiai aktivitás változását mutató térképet, mely alkalmas az egyes

településrészek BA változásának vizsgálatára. Terjedelmi korlátok miatt jelen publikációban kutatásunk BA változásával foglalkozó részének csak Budapest egészéről készült összefoglalóját valamint Budapest és a Budapesti Agglomeráció összehasonlító fejezetét ismertettjük.

## BUDAPESTI ÖSSZEFOGLALÓ

Budapest zónáinak az 1990. és 2005. évek közötti BA arányát a zónák területi aránya tekintetében vizsgálva megállapítottuk, hogy a legtöbb változás a Duna menti, az elővárosi, és

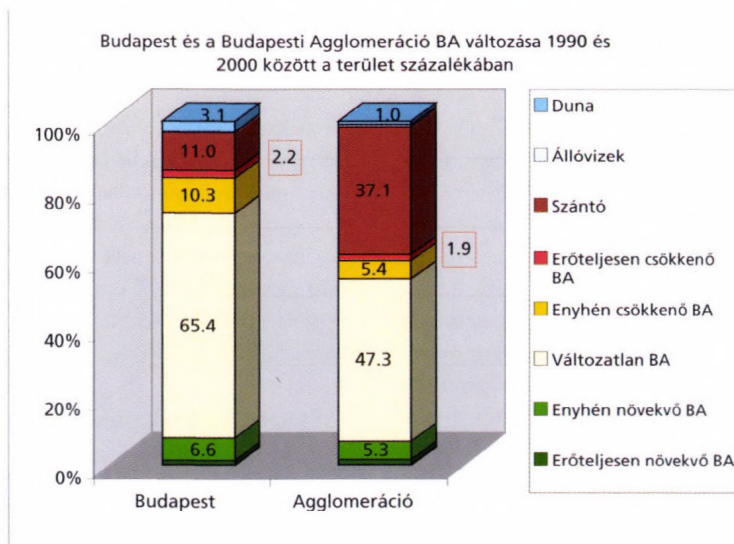
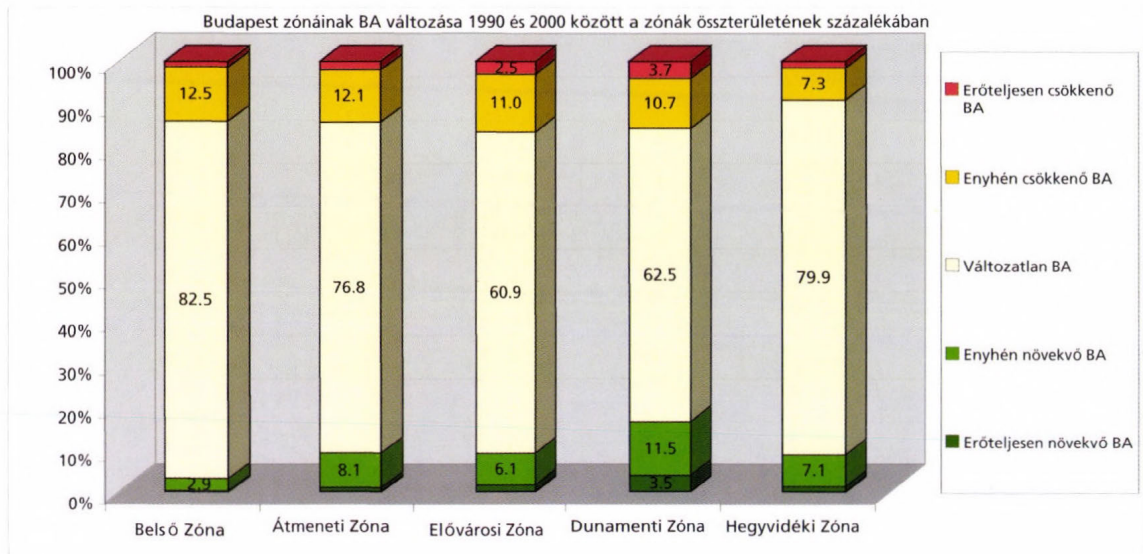
az átmeneti zóna területén történt. A terület zöldfelületi stabilitása szempontjából a változatlan állapotú területek aránya a belső zónában volt a legmagasabb (82,52%) míg a Duna menti zónában a legalacsonyabb (62,51%). A Duna-menti illetve az elővárosi zónák területén legmagasabb az erőteljesen csökkenő biológiai aktivitású területek aránya (3,66 és 2,47%). Az erőteljes BA növekedés szempontjából ugyancsak a Duna menti zóna emelkedik ki (3,49%), melyet az elővárosi zóna követ. Enyhe BA csökkenéssel legnagyobb arányban

a belső (12,52%) és az átmeneti (12,13%) zónák terheltek. Enyhe BA növekedés pedig szintén a Duna menti (11,46%) és az átmeneti (8,05%) zónák területén volt a legmagasabb.

Abszolút területnagyság szempontjából a biológiailag aktív felületek mind erőteljes, mind enyhe csökkenése messze a legnagyobb mértéken az elővárosi zónát érintette és összesen majd 40 km<sup>2</sup>-t tesznek ki, de egyúttal az abszolút területben mérhető növekedés is itt a legnagyobb (21,41 km<sup>2</sup>).

#### BUDAPEST ÉS BUDAPESTI AGGLOMERÁCIÓ ÖSSZEFOGLALÓ

A biológiai aktivitás 1990 és 2005 közötti változásait vizsgálva, azt állapíthatjuk meg, hogy az összterület arányában számított erőteljes változások szempontjából nincs jelentős eltérés a főváros és agglomerációja között. Az erőteljesen csökkenő zöldfelületi intenzitású területek aránya a fővárosban (2,19%) csak kevéssel volt magasabb az agglomerációs értéknél (1,85%). Ezzel szemben az enyhe zöldfelület csökkenések aránya

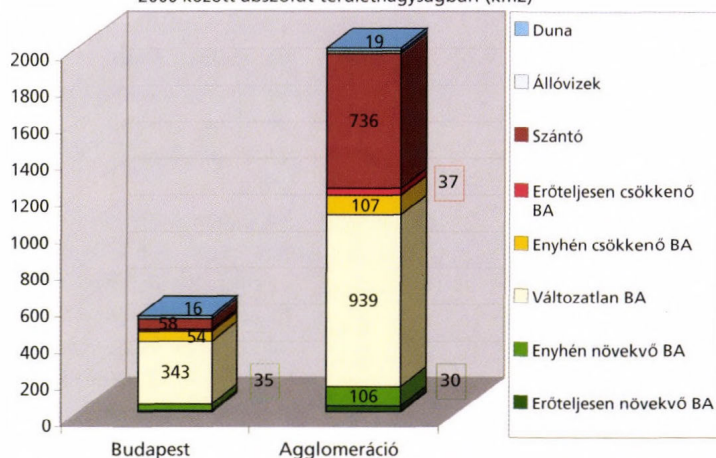


a fővárosban (10,31%) már lényegesen magasabb volt, mint az agglomerációban (5,39%). Az erőteljes BA növekedés az agglomerációban (1,53%) kevéssel meghaladta, a fővárosi értéket (1,29%).

A térség biológiai aktivitásának állandóságát vizsgálva a főváros területén magasabb a BA szempontjából változatlan területek aránya (65%), mint az agglomerációban (47%). A szántóterületekkel együtt azonban az agglomerációs területeken (84%) már lényegesen magasabb a változatlan biológiai aktivitású területek aránya, mint a fővárosban (76%).



Budapest és a Budapesti Agglomeráció BA változása 1990 és 2000 között abszolút területnagyságban (km<sup>2</sup>)



51

#### MINTATERÜLETEK VIZSGÁLATA, AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

A kutatás szempontjából fontos feladat volt a BA változás irányán és mértékén túlmenően a változások okainak, a változások mögött rejlő komplex (környezeti, társadalmi, gazdasági) folyamatoknak a feltárása. Erre a vizsgálatra nem volt megfelelő a zónánként számított összesített változás értékek elemzése. Részletesebb vizsgálatokra volt szükség. Kutató csoportunk 23 mintaterületet jelölt ki a főváros és az agglomeráció területén a tipikus, vagy éppenséggel jelentős vál-

tozást mutató területek változásainak részletes vizsgálatára. A BA változás térképet vetettük össze a terület nagyfelbontású úrfelvételével.

A mintaterületek segítségével határoztuk meg azokat a beruházásokat, illetve valószínűsíthető egyéb folyamatokat (pl. ruderalis növényzet elszaporodása), mely a két felvétel közötti intenzitás eltérés okozója lehet.

Kutatásunk végén pontokba foglalva mutattuk be a vizsgált időszakban megfigyelt fontosabb zöldfelületi ten-

denciákat. Ezek a tendenciák részben a jelen cikkben bemutatott BA változás elemzés alapján, részben pedig a folyóirat előző számában publikált zöldfelületi állapot elemzés alapján kerültek megállapításra. Megállapításaink közül a legfontosabbak a következők voltak:

1. Budapest zónáinak többségében (kivével a Duna menti zóna) mind a kismértékű mind a jelentős mértékű BA csökkenés meghaladja a BA növekedési értékeket.

2. A Duna menti zóna kivételével minden zónában, Budapesten és a Budapesti Agglomerációban is kismértékben csökkent a teoretikus zöldfelületi nagyság 1990 és 2005 között.
3. A BA csökkenés döntő részben emberi beavatkozásnak, beépítéseknek következtében figyelhető meg.
4. Találtunk példát közpark ingatlanfejlesztési célú hasznosítására (Népliget, Tabán, Egyetemisták Parkja) a vizsgált időszakban.
5. A házigyári lakótelepi területeken általános a BA növekedése.
6. Városrehabilitációs területeken (belső városrészekben történt tömbrehabilitációk) megfigyelhető a rekonstrukció következtében létrejövő BA növekedés.
7. A villa jellegű beépítések területén több helyen BA csökkenés figyelhető meg.
8. BA csökkenés figyelhető meg a pesti oldal családi házas lakóterületeinek jelentős részénél.
9. Az új építésű tömb- és társasházias beépítések több helyen BA csökkenést eredményeznek.
10. Az új beépítések területén a telepített növényzet a vizsgált időszak során még nem volt képes pótolni a terület eredeti növényzetének BA értékét.
11. A zöldfelületi intézmények területén (strandok, temetők) több esetben BA növekedése figyelhető meg.
12. A fővárosi vasúti területek mentén megfigyelhető BA növekedés a ruderalis növényzet térnyerésének eredménye.
13. A kisvízfolyások és a velük határos területek zöldfelületi folyosót alkotnak (Rákos-patak, Szilas-patak, Mogyoródi-patak, Csömöri-patak, Erzsébet-ér, Gyáli-patak, Aranyhegyi-patak).
14. A város jelentős zöldfelületi folyosóit alkotó patakok mentén megfigyelhető a beépítések növekedése, helyenként a korábbi erdő és mezőgazdasági területek rovására.
15. az extenzív hasznosításban megmaradó mezőgazdasági területeken (rét, legelő, gyepek) általában BA növekedés figyelhető meg.
16. A fővárosi és főváros térségi mezőgazdasági területek ingatlanfejlesztési célterületként való hasznosítása jól megfigyelhető.
17. A budai erdőterületeken alapvetően változatlan a BA, illetve inkább kismértékű növekedés a jellemző.
18. A pesti erdőterületek esetében helyenként BA csökkenés figyelhető meg.
19. Az agglomerációs erdők döntő részénél a változatlan állapot, illetve a kismértékű BA növekedés a jellemző.
20. Az agglomerációs települések nagy részénél megfigyelhető új beépítések következtében történő BA csökkenés.
21. Az agglomeráció településeinek belterületén a BA csökkenéssel érintett területek a jellemzőek.
22. Az agglomerációs térség fő útvonalai mentén általános a beépítések következtében történő BA csökkenés.
23. Az agglomerációs területek 100% beépítésű területei 2,5-szeres mértékben növekedtek a vizsgált időszakban.



11. A zöldfelületek biológiai aktivitásának változása 1990-2005

	Belső Zóna		Átmeneti Zóna		Elővárosi Zóna	
	km2	zóna ter. %-ában	km2	zóna ter. %-ában	km2	zóna ter. %-ában
Erőteljesen növekvő BA	0,04	0,20	0,84	1,00	3,70	1,27
Enyhén növekvő BA	0,61	2,93	6,73	8,05	17,71	6,08
Változatlan BA	17,07	82,52	64,25	76,78	177,26	60,88
Enyhén csökkenő BA	2,59	12,52	10,15	12,13	32,01	11,00
Erőteljesen csökkenő BA	0,27	1,29	1,66	1,99	7,20	2,47
Szántó	0,00	0,00	0,00	0,00	52,78	18,13
Állóvizek	0,11	0,54	0,05	0,06	0,50	0,17
Duna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Összesen	20,68		83,68		291,16	

12. A zöldfelületek biológiai aktivitásának változása 1990-2005

	Dunamenti Zóna		Hegyvidéki Zóna		Budapest	
	km2	zóna ter. %-ában	km2	zóna ter. %-ában	km2	Bp. ter %-ában
Erőteljesen növekvő BA	1,13	3,49	0,99	1,23	6,80	1,29
Enyhén növekvő BA	3,72	11,46	5,76	7,14	34,50	6,57
Változatlan BA	20,29	62,51	64,51	79,93	343,32	65,38
Enyhén csökkenő BA	3,47	10,68	5,90	7,31	54,16	10,31
Erőteljesen csökkenő BA	1,19	3,66	1,24	1,53	11,52	2,19
Szántó	2,66	8,19	2,30	2,85	57,74	11,00
Állóvizek	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,13
Duna	0,00	0,00	0,00	0,00	16,43	3,13
Összesen	32,46		80,71		525,13	

13. A zöldfelületek biológiai aktivitásának változása 1990-2005

	Budapest		Agglomeráció		Bp + Agglo.	
	km2	Bp. ter. %-ában	km2	Aggl. ter. %-ában	km2	Össz. ter %-ában
Erőteljesen növekvő BA	6,80	1,29	30,43	1,53	37,18	1,48
Enyhén növekvő BA	34,50	6,57	105,77	5,32	140,21	5,58
Változatlan BA	343,32	65,38	938,77	47,26	1281,38	51,02
Enyhén csökkenő BA	54,16	10,31	107,04	5,39	161,19	6,42
Erőteljesen csökkenő BA	11,52	2,19	36,72	1,85	48,23	1,92
Szántó	57,74	11,00	736,11	37,06	794,68	31,64
Állóvizek	0,66	0,13	12,46	0,63	13,14	0,52
Duna	16,43	3,13	18,97	0,96	35,40	1,41
Összesen	525,13		1986,26		2511,39	

Jegyzet

- 1 Ezt a függvényt az infravörös felvételek növényzetre vonatkozó adatainak összehasonlítására dolgozták ki (vegetáció vitalitásának, produktivitásának, biológiai aktivitásának vizsgálatára). A függvény alkalmazásával kizárható az ürfelvételek nem növényzetre vonatkozó információtartalma.
- 2 Kutatásunkhoz az ERDAS Imagine 9 programot használtuk.
- 3 A LANDSAT 5-ös műhold TM érzé-

- kelőjének felbontása 25m. Ezért az egyes pixelek  $25 \times 25 = 625 \text{m}^2$  területet fednek le.
- 4 A 2005-ös felvétel NDVI értékeit a meteorológiai különbségekből adódó eltérések kizárása érdekében statisztikai alapú radiometria módszerrel korrigáltuk Kristóf Dániel doktori értekezésében leírt módszer segítségével (Gábor-Jombach-Ongjerth 2007. pp. 17)
- 5 A vizsgált egész területet (Budapest és Agglomeráció) lefedő pixelekhez tartozó BA különbség értékek hal-

- mazát nevezzük sokaságnak.
- 6 A változások beazonosítására a Google Earth adatbázis felvételeit használtuk.
- 7 A teljes kutatási anyag a [www.tagszem.hu](http://www.tagszem.hu) oldalról tölthető le.
- 8 Az összehasonlításhoz használt felvételek a Google Earth internetes adatbázisból származnak.
- 9 A mintaterületeket és elemzésüket bemutató része kutatásunknak a [www.tagszem.hu](http://www.tagszem.hu) oldalról tölthető le.



## Források

Hivatkozott források:

Gábor Péter, Jombach Sándor, Ongjerth Richárd (2006) Budapest zöldfelületi állapotfelmérése ürfelvételek feldolgozásával, 4D Tájépítészeti és Kertművészeti Folyóirat 4. szám, Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar

Studio Metropolitana (2006) Pro Verde! Budapest zöldfelület fejlesztési koncepciója és programja (egyeztetett dokumentáció), Stúdió Metropolitana Kht., Budapest, Gábor Péter szerk.

Kristóf Dániel (2005) Távérzékelési módszerek a környezetgazdálkodásban. Szent István Egyetem, Környezet és Tájgazdálkodási Intézet, Gödöllő, doktori (PhD) értekezés

Szilágyi Klára szerk. (2003) Budapest Városfejlesztési Koncepció összefoglaló, Budapest Főváros Önkormányzata Főpolgármesteri Hivatal Főépítészeti Iroda, Budapest

Felhasznált adatbázisok és felvételek:

CORINE Land Cover Database (2000)  
CORINE Felszínborítási Adatbázis,  
www.fomi.hu

Landsat 5 TM ürfelvételek Copyright  
ESA (1990, 2005) terjeszti: EURIMAGE,  
feldolgozta: FÖMI

## SUMMARY

Our research was carried out as a supporting programme during the process of elaboration of the green network development plan of Budapest. Utilising two Landsat images taken in 1990 and 2005 we developed a GIS based analytical method of describing the changes of biological activity (BA) in Budapest and its agglomeration.

We described the value and the rate of change in biological activity (DifBA) by the subtraction of the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) values of a given pixel of the image taken in 1990 from the value of the same area of the image taken in 2005. The negative values of the pixels indicated decrease while the positive values indicated increase in BA. After calculation of the average ( $a$ ) of the agglomerate and the standard deviation ( $\sigma$ ), we categorised the pixels into five groups.

- 1, those which BA had not changed ( $a - \sigma < \text{DifBA} < a + \sigma$ )
- 2, those which BA had slightly increased ( $a + \sigma < \text{DifBA} < a + 2\sigma$ )
- 3, those which BA had slightly decreased ( $a - 2\sigma < \text{DifBA} < a - \sigma$ )
- 4, those which BA had significantly increased ( $\text{DifBA} > a + 2\sigma$ )
- 5, those which BA had significantly decreased ( $\text{DifBA} < a - 2\sigma$ )

We presented our results on a BA change map of the area and also in several tables and diagrams. We described the value and the rate of the changes for the five urban zones of Budapest (inner, transitional, outer, Danubian, hill-land) and

also for the whole of Budapest and the agglomeration. The changes of biological activity in the zones of Budapest show that the highest rate of decrease occurred in the Danubian zone and in the Outer zone. The most changes appeared in the Danube zone and the most stable zone is the Hill-land zone. In all the zones of Budapest the significant decrease values exceeded the values of significant increase of BA. The same is the case with the agglomeration of Budapest.

It was important in the research to describe not just the fact and the scale of changes in BA but also the environmental, economical and social causes of these tendencies. For this we designated 23 sample areas which were typical within the zones or where significant changes had occurred. We identified the constructions and other processes (ie. spreading of ruderal vegetation) which were the possible causes of the change in BA value by comparing the map presenting the changes of BA with the aerial photo of the area.

In our research we demonstrate how the change of NDVI values of satellite images can be utilized to describe changes in BA in highly urbanized areas. The findings of the research were of great help in forming proposals for the city's green network development plan and to justify the actions needed to improve the environmental conditions of the capital. We are positive that the findings of our research provide a useful database for urban planners and will also be a suitable starting point for monitoring the changes of the capital's biologically active areas.