

Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Informatikai Kar  
Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék

**Városi vasúti területek térképezése és vizsgálata  
idősoros légifelvételek alapján**

**TOLNAI GÁBOR NÁNDOR**  
térképész szakos hallgató

Témavezető:

**MÉSZÁROS JÁNOS**

Tanársegéd  
ELTE IK  
Térképtudományi és  
Geoinformatikai Tanszék

Külső konzulens:

**BAKÓ GÁBOR**

Okleveles környezetmérnök,  
ügyvezető igazgató  
Interspect Kft.



Budapest, 2012



**EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM**  
**INFORMATIKAI KAR**

---

**DIPLOMAMUNKA-TÉMA BEJELENTŐ**

*Név:* **Tolnai Gábor Nándor**

*EHA-kód:* TOGOACT.ELTE

*Tagozat:* **nappali**

*Szak:* **térképész MSc**

*Témavezető neve:* **Mészáros János**

*munkahelyének neve és címe:* ELTE IK

Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék,  
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.

*beosztása és iskolai végzettsége:* tanársegéd.

*Külső konzulens:* **Bakó Gábor**

*munkahelyének neve és címe:* Interspect Kft.,

2310 Szigetszentmiklós, Csokonai köz 1/1.

*beosztása és iskolai végzettsége:* ügyvezető igazgató, okleveles környezetmérnök.

*A dolgozat címe:*

**Városi vasúti területek térképezése és vizsgálata idősoros légifelvételek alapján**

*A dolgozat témája:*

Szakterületben a Duna és a Ráckevei–Soroksári-Duna bal partja mentén fekvő, a Boráros tértől a Gubacsi hídig terjedő szakaszra, mint mintaterületre összegyűjtöm, digitalizálom, és azonos térképi vetületbe illeszttem az 1920-as évektől napjainkig tartó időszak néhány kiszemelt időpontjának függőleges kameratengelyű légifelvételeit. Emellett elvégzem a 2011-ben az Interspect Kft. által készített légifelvételek fotogrammetriai feldolgozását. Ezáltal lehetővé válik térbeli és idősoros elemzések elvégzése.

A kiszemelt terület alapvetően vasúti terület volt a múltban, s részben még jelenleg is az. A vasúti területek pontos meghatározásának érdekében több előfeldolgozási műveletcsoportot követően vizuális interpretációval kiértékelem az általam összeállított légifelvétel-mozaikokat, és a kiértékelési eredményeket tematikus vektoros térképfedvényeken rögzítem.

A munkám eredményeként létrejövő térképek átfogó, idősoros képet adnak a mintaterület fejlődéséről. A térképfedvények segítségével a továbbiakban nyomon követem a vasúti területek és környezetük változását, azokat további különböző tematikus térképeken jelenítem meg. Végül kitérek a vasút környezeti hatásainak rövid áttekintésére, aminek szemléltetésére ortofotótérkép jellegű ábrákat készítek.

A témavezetést vállalom:

.....  
(témavezető aláírása)

.....  
(külső konzulens aláírása)

Kérem a diplomamunka témájának jóváhagyását.

Budapest, 2011. 11. 30.

.....  
(a hallgató aláírása)

A diplomamunka-témát az Informatikai Kar jóváhagyta.

Budapest, 20.....

.....  
(a témát engedélyező tanszék vezetője)

## Nyilatkozat

Alulírott, ..... nyilatkozom, hogy jelen dolgozatom teljes egészében saját, önálló szellemi termékem. A dolgozatot sem részben, sem egészében semmilyen más felsőfokú oktatási vagy egyéb intézménybe nem nyújtottam be. A diplomamunkámban felhasznált, szerzői joggal védett anyagokra vonatkozó engedély a mellékletben megtalálható.

A témavezető által benyújtásra elfogadott diplomamunka PDF formátumban való elektronikus publikálásához a tanszéki honlapon

HOZZÁJÁRULOK

NEM JÁRULOK HOZZÁ

Budapest, 2012. június 8.

.....  
a hallgató aláírása

# Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	3
2.	Síktranszformáció a digitális fotogrammetriában.....	5
2.1.	A fotogrammetria és digitális fotogrammetria fogalma .....	5
2.2.	A digitális fotogrammetriában használt állományok jellemzői .....	6
2.2.1.	A digitális kép jellemzői .....	6
2.2.2.	A pixel-koordinátarendszer.....	7
2.2.3.	Képpiramisok (piramistrétegek).....	8
2.3.	Síktranszformációval történő képfeldolgozás a digitális fotogrammetriában....	9
2.3.1.	A pixel-koordinátarendszer referencia koordinátarendszerhez való illesztése lineáris síktranszformációval.....	9
2.3.2.	A pixel-koordinátarendszer referencia koordinátarendszerhez való illesztése nem-lineáris síktranszformációval.....	11
2.3.3.	A transzformált képek újramintavételezése .....	14
2.3.4.	Mozaikolás .....	17
3.	A vizsgálathoz kiválasztott légifelvétel feldolgozása.....	19
3.1.	A képi anyag forrása .....	19
3.2.	A kiválasztott felvételek feldolgozása.....	20
3.2.1.	Transzformáció .....	20
3.2.2.	Újramintavételezés .....	22
3.2.3.	Mozaikolás.....	22
3.2.4.	Az archív felvételek feldolgozása .....	23
4.	Városi vasúti területek és a vizsgálat mintaterülete .....	25
4.1.	A budapesti vasúti területek fejlődésének áttekintése .....	25
4.2.	Vasúti területek a Soroksári út mentén.....	30
4.3.	A mintaterület lehatárolása.....	31

5.	Vasúti területek változásának megjelenítése tematikus térképeken.....	33
5.1.	A térképezés alapjául szolgáló geoinformatikai adatbázis létrehozása .....	33
5.2.	Térképkészítés a geoinformatikai állományok alapján.....	36
5.3.	A térképek alapján készített elemzés.....	38
6.	Vasúti területek térképezése a környezeti állapot áttekintéséhez .....	43
6.1.	Vasúti környezetvédelmi alapok .....	43
6.2.	Alulhasznosított városi vasúti területek.....	45
6.3.	Vasúti környezetszennyezés ábrázolása geoinformatikai állományok és térképszerű illusztrációk segítségével .....	46
7.	Befejezés .....	54

# 1. Bevezetés

Budapest valódi városi beépítésű területeinek majdnem egy harmadát alkotják egykori és jelenlegi ipari és közlekedési zónák. Ezen belül is az egyik legjelentősebb területhasználó a vasút. A bevezető vonalak és nagy személyforgalmú fej- és átmenő pályaudvarok mellett kiterjedt térségeket foglalnak el a vasúti szállításhoz, logisztikához, valamint üzemeltetéshez, karbantartáshoz kapcsolódó különböző tevékenységek helyszínei. Várostarténeti szempontból lehet érdekes ezek térbeli és időbeli változásainak feltárása, szemléltetése. Ugyanakkor közöttük – a vasúti szállítás (ezen belül is elsősorban az áruszállítás) forgalomcsökkenése miatt – egyre több az alulhasznosított vagy kihasználatlanul álló létesítmény. Ezek további sorsának, átalakulásának vonatkozásában is releváns a vasúti területek vizsgálata, állapotelemzése.

A változáselemzés megjelenítésének leginkább kézenfekvő módja a térképi ábrázolás, az állapotfeltáráshoz és –rögzítéshez pedig ideális eszközöket kínál a geoinformatika. E kettős célú térképezéshez kiváló alapot nyújthatnak az idősoros légifelvételek, hiszen segítségükkel a korabeli várostérképek generalizálásból eredő korlátai (melyek vasúti üzemi területek esetén elég gyakoriak) kiküszöbölhetők, valamint a vasúti területekről és környezetükről is számos kiegészítő információt nyújtanak.

Dolgozatomban az Interspect Kft. gyakornoki programja keretében szerzett tapasztalataimat és elvégzett munkám eredményét használom fel a Soroksári út környékének, mint kiszemelt mintaterületnek ilyen szempontú térképezéséhez és elemzéséhez. A légifelvétel-feldolgozás egyik altípusának, a síktranszformációnak elméleti, szakirodalomra épülő bemutatása után a gyakorlati alkalmazás ismertetéseként írom le a Hadtörténeti Múzeum Térképtárának archívumából illetve az Interspect Kft. 2011. szeptemberi felméréséből származó képek rektifikálását, georeferálását és az ehhez szükséges transzformációs eljárást, valamint a képek újramintavételezését, mozaikolását. Az így létrehozott állományok segítségével lehetségessé válik az idősoros térbeli elemzés.

Önálló kutatómunkám előkészítéseként röviden bemutatásra kerül Budapest vasúthálózatának fejlődéstörténete is, majd ennek ismeretében kerül sor a Soroksári út mentének vizsgálatára. A rektifikált légifelvételek geoinformatikai módszerekkel történő további feldolgozásának és az ezen alapuló térképezésnek a leírása összefonódik az eredmények ismertetésével és az erre épülő, vasúti területeket és környezetüket bemutató elemzéssel.

Az Interspect Kft. által készített légifelvételek, igen jó terepi felbontásuk és képminőségük révén alaposabb elemzési folyamatot is lehetővé tesznek. Segítségükkel a lokális környezeti helyzetfeltárás szintjén is folytathatók vizsgálatok, melyekhez a vasúti környezetvédelem szakirodalmába való betekintés ad alapot. Az eredmények ortofotótérkép-szerű megjelenítése adalék lehet az alulhasznosított vasúti térségek kezeléséhez, rehabilitációjához.



## 2. Síktranszformáció a digitális fotogrammetriában

### 2.1. A fotogrammetria és digitális fotogrammetria fogalma

„A fotogrammetria művészet, tudomány és technológia, melynek segítségével fizikai objektumokról, tárgyról, a környezetről megbízható információk nyerhetők hagyományos fénykép-, műhold- és egyéb felvételek készítése, mérése és interpretálása által” (ASP 1980 [idézi: MUCSI – KOVÁCS – SZATMÁRI – NAGYVÁRADI, 2011])<sup>1</sup>. 1920-as évekbeli megjelenése óta (KRAUS, 1998) – folyamatos fejlődésének, technikai innovációinak köszönhetően – a topográfiai térképek előállításának egyik meghatározó módszere. Sajátos jellemzője, hogy a tárgyak közvetlen érintése nélkül teszi lehetővé azok mértani (tehát számszerűsíthető), illetve tartalmi (minőségre utaló) jellemzőinek vizsgálatát. Ez alapján a fotogrammetria a távérzékelés, mint adatnyerési módszer csoport része (KRAUS, 1998). Ugyanakkor a leképezés módszere (egymást követő centrális vetítésű fotók vs. pásztázásból származó centrális vagy csak részben centrális vetítésű képek), a felvétel típusa (légifelvételek vs. űrfelvételek) és a tevékenységet meghatározó elsődleges cél (mérés vs. interpretáció) alapján elkülönítendő a szűkebben értelmezett távérzékeléstől (MÉLYKÚTI, 2007). A felvételek spektrális felbontása tekintetében mind a légifelvételek, mind az űrfelvételek lehetnek a látható fény tartományában készültek (RGB) vagy hamis színes fényképek (a látható fény sávjait és az infravörös sávokat keverten használók). A csatornák számát tekintve pedig lehetnek egy csatornásak (például csak egy látható vagy csak egy infravörös sáv) néhány csatornásak (például RGB), illetve multispektrálisak (a látható fény tartományai mellett, vagy azok nélkül több infravörös sávon történő érzékelés). A légifelvételek között azonban valamelyest több a valós színes (fotogrammetriai mérésekhez ez kedvezőbb), az űrfelvételek között pedig a hamis színes, multispektrális (interpretáláshoz ez ad többféle elemzési lehetőséget).

A technikai fejlődés során az analóg fotogrammetriát (melynek során a hagyományos módon filmre vagy üveglemezre készített felvételeket optikai-mechanikai műszerek segítségével dolgozták fel) az analitikus fotogrammetria követte (ahol a

---

<sup>1</sup> Geoinformatika alapjai: 10. fejezet - Domborzatmodellezés, fotogrammetria  
(<http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/ab-Geoinfo-tananyag/ch10s02.html>; utolsó megtekintés: 2012. 06.04.)

hagyományos képeket már az analóg műszerekhez kapcsolt számítógépek segítségével értékelik ki), majd ezt is felváltotta a digitális fotogrammetria. Ennek során már maga a képrögzítés is digitális úton történik, majd a tárolás és a további műveletek is teljes mértékben a számítástechnikára épülnek (KRAUS, 1998). A műveletekben felhasznált felvételek előállíthatók hagyományos légifényképekből, szkennelés útján vagy közvetlenül, digitális kamerával. A feldolgozási folyamatok zöme automatizált (pl. digitális domborzatmodell alkotás, digitális ortofotó készítés), és a kimeneti termékek is digitális formátumúak. Ezek nagy előnye, hogy könnyebben importálhatóak más geoinformatikai szoftverekbe (MUCSI – KOVÁCS – SZATMÁRI – NAGYVÁRADI, 2011)<sup>2</sup>.

## ***2.2. A digitális fotogrammetriában használt állományok jellemzői***

### **2.2.1. A digitális kép jellemzői**

A digitális fotogrammetriában felhasznált bemeneti állomány – a digitális fénykép – egy pixelekből álló adatmátrix, melynek minden egyes eleme egy adott – a felbontástól függő nagyságú – területre vonatkozó fényvisszaverési értéket hordoz (ezért pontosabb a pixelt képpont helyett képelemként definiálni). A pixelek értékkészlete szürkeárnyalatos felvételek esetében általában 0-255 ( $2^8$  bitkombináció), a látható fény tartományában készült felvételek („valódi színes” képek) esetében pedig 3 darab (R, G, B: a 3 látható spektrális tartomány) 0-255 értékkészletű képmátrix együttese alkotja a felvételt. (Multispektrális felvételekkel a fotogrammetria interpretációs céllal, például környezetvédelmi, régészeti vonatkozásokban foglalkozik, ilyenkor minden csatorna megnöveli a bitszámot.) A mátrixban található pixelek száma adja a kép felbontását, az egy pixelhez tartozó terület valódi nagysága pedig a kép terepi felbontását. Kedvező esetben a szenzorelem mérete (ezen keresztül a felvétel függőleges és vízszintes irányú pixelszáma) és a digitalizálási intervallum (a kép kívánt mérete pixelben) azonosak, ha azonban a szenzorelem felbontása gyengébb, azaz a felvételből származó pixelek mérete nagyobb, akkor átfedés alakul ki (a felvétel egy pixeléhez a megalkotni kívánt digitális kép több pixele tartozik), így ugyan nagy felbontású, de csökkent információ-tartalmú kép lesz a végeredmény. Márpedig a

---

<sup>2</sup> Geoinformatika alapjai: 10. fejezet - Domborzatmodellezés, fotogrammetria  
(<http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/ab-Geoinfo-tananyag/ch10s02.html>; utolsó megtekintés: 2012. 06.04.)

szenzorelemek mérete nem csökkenthető korlátlanul (egyrészt a technikai korlátok miatt, másrészt a vele fordított arányban változó jel/zaj viszony miatt) (KRAUS, 1998). A felbontás növelésének másik korlátja a keletkező állományok tárhely igénye illetve kezelhetősége. A pixelek száma – és így a tárolandó, kezelendő adatmennyiség – a felbontás növelésével négyzetesen emelkedik. E két tényező miatt erősen indokolt a felbontásnak a feldolgozás céljához való igazítása. Optimális értékét többek között a pontossági követelmények, a terület mérete, a munka elvégzésére rendelkezésre álló idő, és a hardver-kapacitás szabja meg. (MUCSI – KOVÁCS – SZATMÁRI – NAGYVÁRADI, 2011)<sup>3</sup>.

### 2.2.2. A pixel-koordinátarendszer

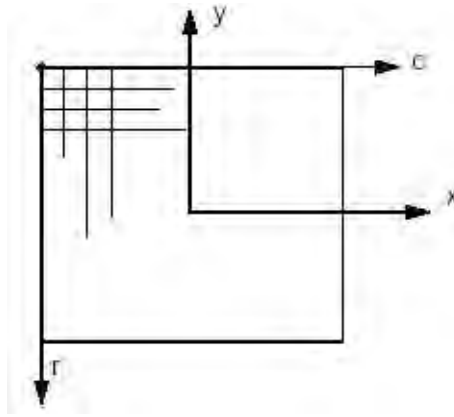
A hagyományos (analóg) felvételek pontjainak definiálásához síkbeli koordinátarendszert, más néven képi koordinátarendszert használtak. E kétdimenziós rendszer origója a kép középpontjában van (ideális esetben ez a képfőponttal, azaz a vetítési centrum képsíkra eső talppontjával egyezik, így a torzulás szabályosan változik a kép szélei felé), a belőle induló „x” és „y” tengelyek mentén mért koordinátaérték alapján lehetséges a képen belüli pozicionálás. Egysége a mm vagy a mikron ( $10^{-6}$ m). (Az ebből továbbvezetett térbeli koordinátarendszerek „z” tengelye az optikai tengely, ami a fókusztávval egyezik, az „x” és „y” pedig egy a képsíkkal párhuzamos a vetítési centrumot tartalmazó sík. Ezek együttesen a kamerán belüli pozíciót adják meg.)

Ezekkel szemben a digitális képek képelemeinek definiálása a fentebb leírt pixelmátrix által meghatározott pixel-koordinátarendszerben történik, melynek kezdőpontja (általában) a felvétel bal felső sarka, „x” tengelye így jobbra, „y” tengelye pedig lefelé mutat, egysége a pixel (*1. ábra*). Az egyes pixelek koordinátái ennek alapján megadhatóak az adott pixel oszlop és sor számával. (MUCSI – KOVÁCS – SZATMÁRI – NAGYVÁRADI, 2011)<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Geoinformatika alapjai: 10. fejezet - Domborzatmodellezés, fotogrammetria  
(<http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/ab-Geoinfo-tananyag/ch10s03.html>; utolsó megtekintés: 2012. 06.04.)

<sup>4</sup> Geoinformatika alapjai: 10. fejezet - Domborzatmodellezés, fotogrammetria  
(<http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/ab-Geoinfo-tananyag/ch10s04.html>; utolsó megtekintés: 2012. 06.04.)

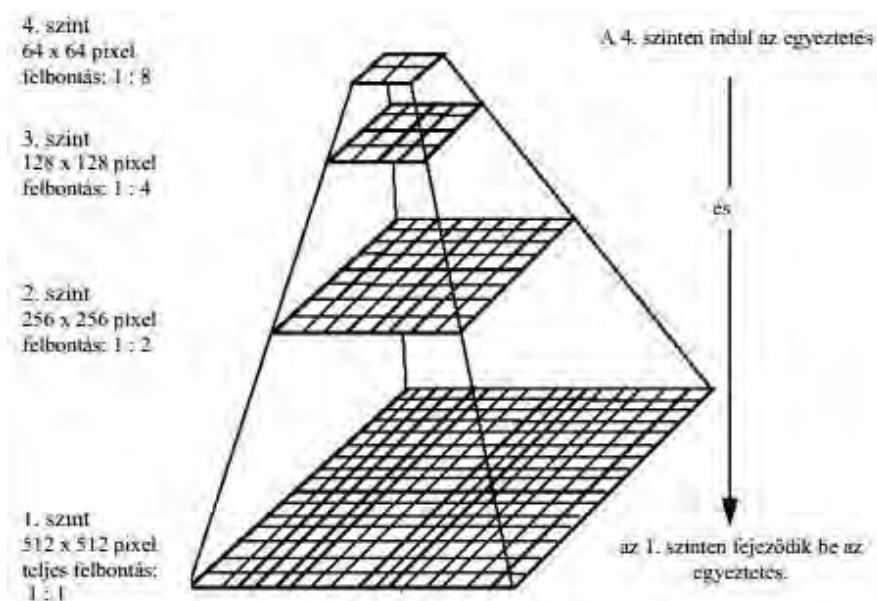


1. ábra: Pixelkoordinátarendszer.

(Forrás: [http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc\\_Fotogrammetria\\_2.pdf](http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc_Fotogrammetria_2.pdf))

### 2.2.3. Képpiramisok (piramisrétegek)

A nagy felbontású képek esetében a pixelek nagy száma növeli a képekkel végzett műveletek futási idejét, ezért a gyorsabb böngészés érdekében (hogy csak a monitoron aktuálisan megjelenített képterület terhelje a számítógép memóriáját és a kiterjesztő lemezét) piramis rétegeket érdemes létrehozni. Célja az, hogy ha az egész képre hajtunk végre valamilyen műveletet (például mozgatás, hisztogram módosítás), ne kelljen minden pixelre vonatkozóan számításokat végezni, de a kép egészére vonatkozóan végrehajthó az. A piramis-adatstruktúra ugyanazt a képet lépcsőzetesen



2. ábra: Piramisrétegek.

(Forrás: [http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc\\_Fotogrammetria\\_2.pdf](http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc_Fotogrammetria_2.pdf))

növekedő felbontással jeleníti meg, benne szintről szintre mélyebbre haladva a pixeloszlopok és pixelsorok száma duplázódik, így finomodik a kép felbontása (2. ábra). A piramis réteget természetesen csak alulról felfelé (finomtól a durvább felé) haladva lehet létrehozni. A durvább rétegek megalkotásához használható módszer lehet minden második oszlop és sor kihagyása, a szomszédos pixelek átlagolása vagy magasabb fokú interpolációk és más konvolúciós operátorok alkalmazása. (KRAUS, 1998).

## **2.3. Síktranszformációval történő képfeldolgozás a digitális fotogrammetriában**

### **2.3.1. A pixel-koordinátarendszer referencia koordinátarendszerhez való illesztése lineáris síktranszformációval**

A transzformáció, más néven képátalakítás az a művelet, amelynek során eltolás, forgatás és méretarány-módosítás segítségével koordinátákat alakítanak át egyik koordináta rendszerből a másikba. (BAKÓ, 2011B).

Amennyiben csak két kép pixel-koordinátarendszerét forgatjuk, transzformáljuk egymáshoz, hozzáillesztést hajtunk végre. Térbeli koordinátarendszer ekkor nem szerepel, mert mind az átalakítandó, mind a referencia rendszer pixel alapú, a cél csak az egymáshoz való igazítás (relatív elhelyezés), nem pedig a földrajzi térben való elhelyezés. A képelemek valódi térképi koordinátákkal való ellátása a georeferálás, pixel koordinátarendszerből térbeli koordinátarendszerbe való átalakításuk az ortorektifikáció. Az így átalakított felvételeket geokódolt adatnak is nevezik. (Erdas: Field Guide PDF pp. 257-258.)

A rektifikáció során történő átalakításhoz szükséges térbeli referencia koordinátarendszer lehet abszolút (a Föld tömegközéppontjával és forgástengelyével meghatározott) vagy relatív (a Föld felszínéhez valamilyen szempont szerint rögzített). Az e rendszerekben megadott koordináták helyett azonban – a térképezési igények miatt – inkább azok célszerűen felvett síkra, vagy síkba fejthető testre vonatkoztatott vetületeit használják (SÁRKÖZY, é. n.)<sup>5</sup>. A gyakorlatban Magyarországon ez leggyakrabban a kamerában keletkezett képmátrixnak az országos koordinátarendszer,

---

<sup>5</sup> Térinformatika: Alapműveletek vektoros és raszteres térbeli adatokkal II.; ([http://www.agt.bme.hu/tutor\\_h/terinfor/t26.htm](http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/t26.htm); utolsó megtekintés: 2012. 06. 04.)

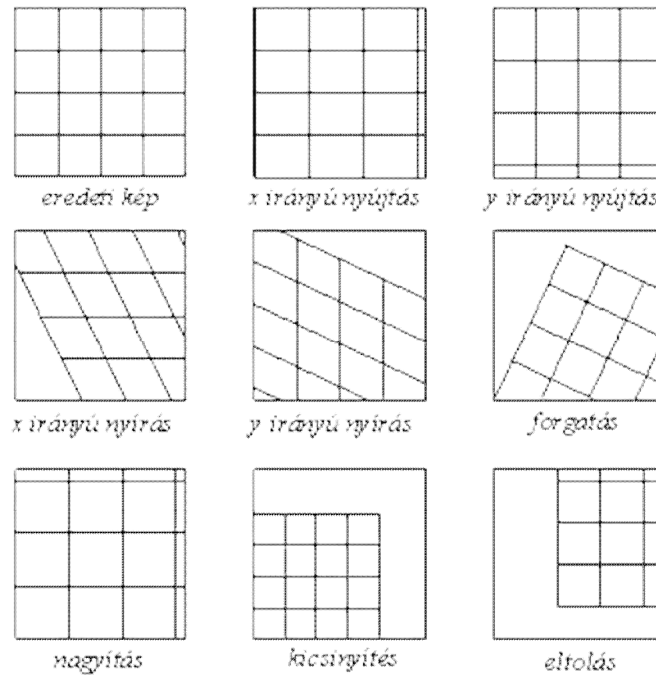
azaz az EOV „X”, „Y” síkján való transzformációja, arra illeszkedő képmátrixszá való átalakítása. Ehhez összetettebb esetben szükséges ismernünk az új koordinátarendszerben megadott „Z” koordinátákat is (például digitális domborzatmodellből), de ha a terep a lokális viszonyok és az aktuális feldolgozási szempontok szerint közel síknak tekinthető, választható az egyszerűbb síktranszformáció is.

Ennek legegyszerűbb esete az, amikor a két síkkoordináta-rendszer origója és a tengelyek léptéke is azonos, és ezek a két koordinátarendszer tengelyei által bezárt szögek alapján számított forgatási mátrixszal egymásba átvihetőek (ez valójában még csak síkbeli forgatás, ilyen azonban képi és vetületi koordinátarendszer között sohasem áll fenn). Bonyolultabbá válik a helyzet a kezdőpontok eltérése és a méretaránybeli különbségek esetén; ekkor már valódi síkbeli transzformációra van szükség. Ezek közé tartozik a tengelyes és középpontos tükrözés, az eltolás és az elforgatás, amelyek az eredetivel egybevágó alakzatot eredményeznek; és az ezeket kiegészítő középpontos kicsinyítés vagy nagyítás, azaz a méretarány-változás, amely hasonlóságot eredményez (Helmert-féle hasonlósági transzformáció). Ezekhez mindkét rendszerben legalább két pont koordinátáinak ismerete szükséges. A fotogrammetria esetében azonban gyakran felléphet a kamera dőléséből (illetve korábban a műszer koordinátatengelyeinek pontatlanságából és a filmnek a különböző irányokban való eltérő torzulásaiból) adódó elváltozás is. A fényképen található tereptárgyak reális alakjának visszanyerését segíti az affin-transzformáció, amelynek során a koordinátatengelyek egymással bezárt szöge és léptékük is megváltozik (nyújtás és nyírás). Az affinitás egyenestartó transzformáció, tengelyének az affinitásra fix egyenes tekinthető. Az affinitás lehet merőleges, párhuzamos és ferde, attól függően, hogy hogyan viszonyul a tengelyhez. Végrehajtásához mindkét koordinátarendszerben legalább három pont koordinátáinak ismerete szükséges; maga az affinitás pedig biztosan felírható egy hasonlósági transzformáció és egy tengelyes affinitás szorzataként. (MÉLYKÚTI, 2007; SÁRKÖZY, é. n.<sup>6</sup>; MUCSI, é. n.<sup>7</sup>). Az eddig felsoroltakat összefoglalóan elsőfokú vagy lineáris transzformációknak nevezzük, mert a képpontok koordinátáinak változása minden irányban lineáris.

---

<sup>6</sup> Térinformatika: Alapműveletek vektoros és raszteres térbeli adatokkal II.; ([http://www.agt.bme.hu/tutor\\_h/terinfor/t26.htm](http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/t26.htm); utolsó megtekintés: 2012. 06. 04.)

<sup>7</sup> Geoinformatika alapjai: GIS műveletek I.: Transzformációk; ([http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc\\_Transzformaciok.pdf](http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc_Transzformaciok.pdf); utolsó megtekintés: 2012. 06. 04.)



3. ábra: Lineáris transzformáció típusai.

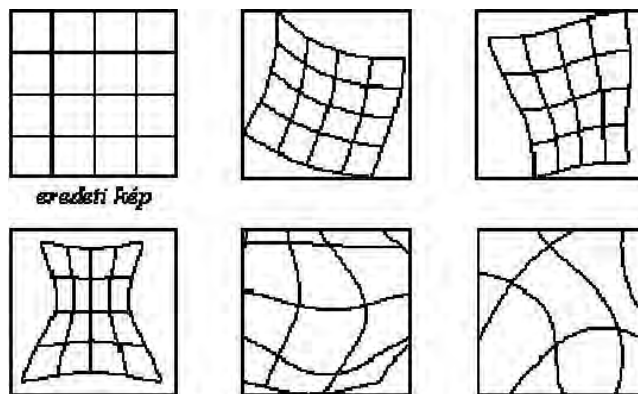
(Forrás: [http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc\\_Transzformaciok.pdf](http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc_Transzformaciok.pdf))

### 2.3.2. A pixel-koordinátarendszer referencia koordinátarendszerhez való illesztése nem-lineáris síktranszformációval

A síknak látszó terep egyenetlenségei (továbbá a felszín görbülete), illetve a kamera pontatlansága miatt azonban legtöbbször az egyszerű lineáris transzformációknál bonyolultabb átalakítást kell alkalmazni. Egyenestartó a bilineáris és a projektív transzformáció (MÉLYKÚTI, 2007), az egyeneseket sem tartják meg az egyéb, magasabb fokú, nem lineáris transzformációk. Ez utóbbiak számítása általában másod-, harmadfokú (ritkán pedig még magasabb fokú) polinomiális egyenletekkel történik, céljuk a nem lineáris torzulások csökkentése, kiküszöbölése. A transzformáció foka az átalakítási egyenletben megjelenő legmagasabb hatványkitevővel azonos. Ha a transzformálandó pontok egy egyenesen helyezkednek el, elegendő elsőfokú egyenletet felírni. Amennyiben ez nem valósítható meg, magasabb fokú egyenleteket kell bevezetni. Bizonyos szint felett (általában harmadfok felett) azonban az annak érdekében történő pixeleltolás, hogy a görbe futása úgy alakuljon, hogy minden pont rajta helyezkedjen el, túlzott mértékű torzulást okoz a kép egészében, a kimeneti pixelek jelentősen eltérő irányban helyezkednek el ahhoz képest, ahogyan a bemeneti pixelek

viszonyultak egymáshoz. Így a kívánt eredmény helyett súlyosan torzult, különböző irányokban „széthúzott” képet kaphatunk. Ráadásul a számítási folyamat is egyre bonyolultabb a polinom fokszámának növelésével, ezért döntést kell hozni, hogy a transzformációt követően az egyes pontok tökéletesebb elhelyezkedése, vagy a kép egészének alakja, az objektumok egyenes vonalainak megtartása-e a fontosabb szempont. (Erdas: Field Guide PDF pp. 269-274.)

Másodfokú transzformációt érdemes használni például a földgörbület okozta (nagyobb területeket ábrázoló képek esetén), vagy a kamera lencséjének görbületéből származó torzulások kiküszöbölésére. Harmad- és negyedfokú transzformációt erősen torzult légifelvételek, esetleg eleve torz képekből szkennelt állományok esetén alkalmaznak.



4. ábra: A nem lineáris transzformáció néhány lehetséges eredménye.

(Forrás: [http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc\\_Transzformaciok.pdf](http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc_Transzformaciok.pdf))

A magasabb fokú transzformációk számítógépen való lefuttatásához az átalakítandó képen bizonyos pixelek kijelölése szükséges, amelyekhez a referencia rendszerben megfelelő pontok koordinátáit kell kapcsolni. Ezek az illesztőpontok a GCP-k (*Ground Control Point*-ok). A forrás koordináták pixel-koordinátarendszerbeliek (ha digitális kép az átalakítandó állomány); a referencia koordináták lehetnek pixel-koordinátarendszerbeliek (kép a képhez igazítás, azaz hozzáillesztés esetén), vagy térbeliek is (ez a gyakoribb, a geokódolt állományok létrehozásakor használt). Síktranszformáció esetén „X” és „Y” értékkel rendelkező horizontális GCP-ket alkalmazunk (ortorektifikációhoz már „Z” értékkel is rendelkező teljes GCP-k szükségesek). A GCP-k referencia koordinátái meghatározhatóak hagyományos geodéziai műszerekkel, geodéziai GPS-szel (cm-es pontosság), vagy csekélyebb pontossággal topográfiai térképekről, ortofotókról, digitális

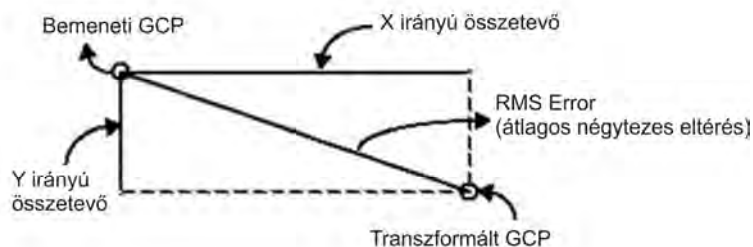


domborzatmodellekről (m-es pontosság) (MUCSI, é. n.)<sup>8</sup>. Mivel a GCP-k alapján történik a kép összes többi képelemének transzformációja, forrás és referencia koordinátáik pontossága alapvető tényező. Meghatározható, hogy adott fokú transzformáció esetén minimálisan hány GCP szükséges. Mivel három pont meghatároz egy síkot, három GCP elegendő az elsőfokú transzformációhoz; mivel pedig hat pont meghatároz egy parabolikus felületet, hat GCP elégséges a másodfokúhoz. A polinomok magasabb fokszáma esetén a GCP-k minimális számát az  $((n+1)*(n+2))/2$  egyenlet adja meg. (Erdas: Field Guide PDF p. 261., 275.)

Transzformáció foka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GCP-k minimális száma	3	6	10	15	21	28	36	45	55	66

5. ábra: A GCP-k minimális száma a transzformáció fokszámának függvényében. (Forrás: Erdas: Field Guide PDF p. 275. alapján saját szerkesztés.)

Minél több és minél elszórtabban elhelyezkedő, egyértelműen azonosítható, változatlan tereppontra vonatkoztatott GCP-re van szükség, hogy a kép egészén megbízható legyen az átalakítás. A fentebbiekben leírtak szerint ugyan egyre magasabb fokú függvényt kellene használni, hogy minden pont a transzformációs egyenlet által meghatározott görbére essen, de így a kép egésze nagymértékben deformálna. Ha sikerül olyan viszonylag alacsony (maximum másod- vagy harmad-) fokú polinomiális egyenletet meghatározni, amellyel a pontok közelítőleg leírhatóak, akkor a többi képelem is csak elfogadható korlátok között torzul. A GCP-k ebből következő pontatlanságának objektív megítéléséhez szükség van annak mérhetőségére, amelyet az RMS Error (*Root Mean Square Error*), azaz az átlagos négyzetes eltérés mutat meg.



6. ábra: RMS Error adott GCP esetében. (Forrás: Erdas: Field Guide PDF p. 279.)

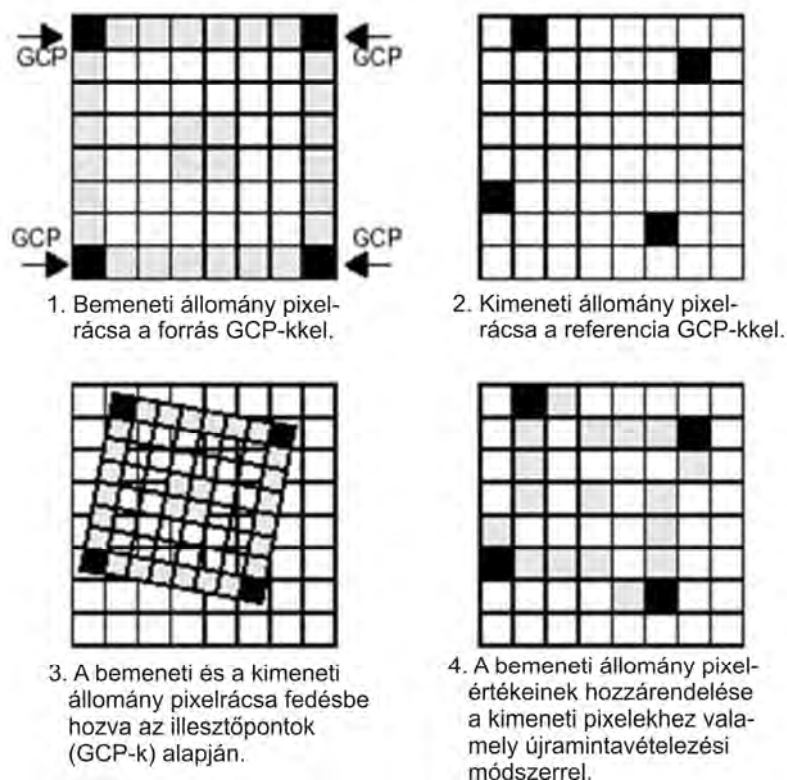
<sup>8</sup> Digitális fotogrammetria; ([http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc\\_Fotogrammetria\\_2.pdf](http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc_Fotogrammetria_2.pdf)); utolsó megtekintés: 2012. 06. 04.)

Ez minden egyes GCP esetében kifejezi, hogy a transzformációs modell alapján kalkulált koordináták milyen mértékben térnek el a valódi értéktől. Az RMS Error a  $\sqrt{[x_r-x_i]^2+[y_r-y_i]^2}$  egyenlet alapján távolságértéket mutat (az „X” és az „Y” tengelyen való eltérésekből következő átlós elmozdulását), melynek mértékegysége lehet pixel, milliméter vagy méter. „X” és „Y” irányú összetevője minden GCP-re külön-külön is elérhető (*X* és *Y residual*), így az is nyomon követhető, ha csak az egyik tengely irányában kell javítani a pontosságon. A GCP-k összességének pontatlanságára pedig a Total RMS Error utal. (Erdas: Field Guide PDF pp. 278-279.)

A polinomiális függvényekre épülő transzformáció mellett a képpontok átalakításának ismert módja a gumilepedő módszer is. A módszer lényege, hogy a GCP-k alapján háromszögekre osztja a transzformálandó képet (minden háromszög csúcsait egy-egy GCP adja), az illesztőpontok tökéletesen a helyükre kerülnek, a szűk környezetükben levő pixelek is csak minimális eltolódást szenvednek, a köztes területekre eső képelemeket pedig matematikai szabályok alapján interpolálja. Ez a művelet lehet elsőfokú, vagy összetettebb polinomiális transzformáció is. Tehát az átalakítás nem egységében, hanem véges számú elemre bontva hajtódik végre, az egyes rögzített pontok között „gumilepedőszerűen nyúlik” a kép. (Erdas: Field Guide PDF p. 276.) Használata akkor indokolt, ha a polinomiális transzformáció nem ad megfelelő minőségű eredményt. (Ezzel a módszerrel is erősen torzulhatnak a kép szélei, de a középső részekben megbízható eredményt produkálhat.)

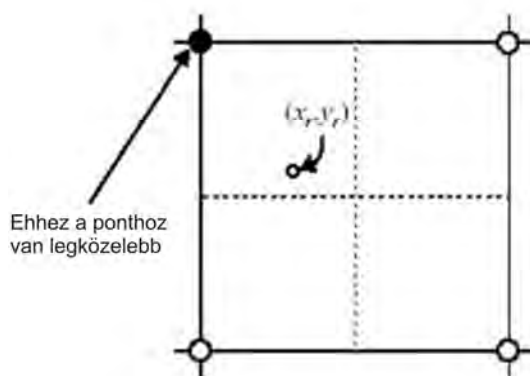
### **2.3.3. A transzformált képek újramintavételezése**

Miután megtörtént az új síkon történő definiálás, létre kell hozni az ennek megfelelő kimeneti állományt. Mivel azonban az eredeti kép pixelrácsa nem lesz átfedésben a transzformáció utániéval, szükséges az új pixelekhez valamilyen szabály szerint az eredeti képelemek alapján intenzitásértéket rendelni (7. ábra).



7. ábra: Az újramintavételezés folyamata. (Forrás: Erdas: Field Guide PDF p. 282.)

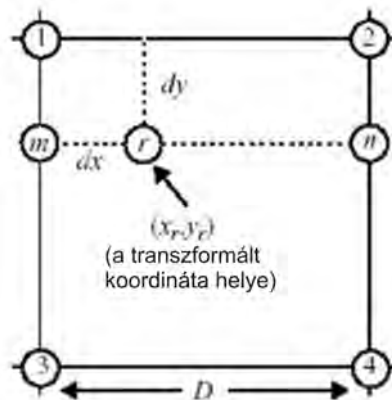
Ennek az interpolációnak legegyszerűbb módja a legközelebbi szomszéd elve alapján való hozzárendelés. Ennek során a pixel transzformáció utáni koordinátáit a művelet inverzével visszaalakítják az eredeti koordináta-rendszerbe, és ott vizsgálják meg, hogy a pixel középpontja mely eredeti pixel középpontjához van a legközelebb, majd annak intenzitásértékét rendelik hozzá (8. ábra). A módszer előnye, hogy viszony-



8. ábra: A legközelebbi szomszéd elve. (Forrás: Erdas: Field Guide PDF p. 284.)

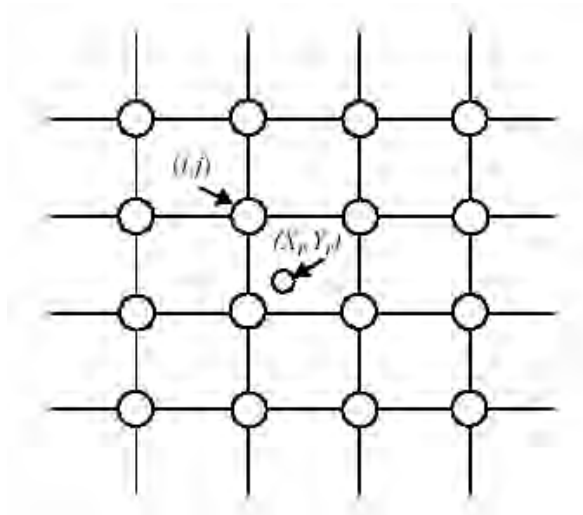
lag gyorsan végrehajtható, a szélsőértékeket is megőrzi (mivel nem történik átlagolás); hátránya viszont, hogy akár fél pixellel eltolt helyzet is kialakulhat, egyes pixelértékek kimaradhatnak (bár ez elkerülhető, ha a kimeneti kép pixelszáma szignifikánsan meghaladja a bemenetiét), míg mások megduplázódhatnak, a képi egyeneseken törések alakulhatnak ki („lépcsős kinézet”).

A bilineáris interpoláció során a visszatranszformálást követően a négy szomszédos pixelérték alapján két lineáris interpolációval történik a hozzárendelés. A szomszédos pixelekhez tartozó értékeket a transzformált pixel középpontjától való távolságaik alapján súlyozzák – közülük az szerepel nagyobb súllyal, amelyik közelebb van a meghatározandó pixelhez – és együttesen adják az új értéket (9. ábra). A módszer előnye, hogy simítottabb képet ad (a vonalak nem törnek úgy meg), térbeli hatása is pontosabb, a cellaméret változtatásakor is kedvezőbb a használata. Hátránya viszont, hogy a pixelértékek átlagolása miatt az élek elmosódottabbak, a szélsőértékek elveszhetnek (ezáltal a kép kontrasztossága csökken).



9. ábra: A bilineáris interpoláció elve. (Forrás: Erdas: Field Guide PDF p. 285.)

A fentihez hasonló a köbös konvolúció módszere is, de ekkor a visszatranszformált képelem környezetében négyszer négy pixelt vesznek figyelembe a kimeneti pixel intenzitás-értékének meghatározásához, maga a hozzárendelés pedig harmadfokú polinom alapján történik. A távolabbi pixelek exponenciálisan csökkenő súllyal kerülnek be a számításba, mint a közelebbiek (10. ábra). Előnyei közé tartozik, hogy a kimeneti pixelértékek átlaga és szórása közelebb áll az eredetiekéhez, egyszerre élesíti a képet és szűri ki a zajt (zavaró, szabálytalan értékeket). Különösen kedvező, ha erősen változtatjuk a cellák méretét. Hátrányai, hogy az értékek módosulnak és a módszer számításigényessége miatt lassabb a fentebbieknél.



10. ábra: A köbös konvolúció elve. (Forrás: Erdas: Field Guide PDF p. 288.)

További lehetőség a *bicubic spline*, mely a gumilepedő módszerhez igen hasonló, kettős köbös konvolúcióra épülő függvényt alkalmaz. Jólal lassabb a többi interpolációs módszernél, de a pontokban a görbéhez való teljesen pontos illeszkedést eredményez, kiküszöbölve az ingadozását, ami a többi módszer esetében kialakulhat. Emiatt azonban, a GCP-k egyenetlen elhelyezkedése esetén a kép többi része erősebben torzulhat. Ezért ha nincs szükség a felület simaságának maximalizására, érdemesebb egyszerűbb eljárást választani. (Erdas: Field Guide PDF pp. 282-290.)

### 2.3.4. Mozaikolás

A georeferált, azonos vetületi rendszerbe illesztett és újramintavételezett képeket a továbbiakban egymáshoz lehet illeszteni és össze lehet olvasztani, így egy nagyobb, összefüggő képet nyerünk a területről. Ezt a folyamatot nevezzük mozaikolásnak. A szomszédos, részben átfedő felvételek egymás mellé kerülésével azonban néhány megoldandó probléma bukkanhat fel. Ismét definiálni kell, hogy az új pixelhálózatban mi határozza meg az egyes pixelek értékét. Ennek kiszámítási módjai ugyanazok lehetnek, mint az önálló képek esetében (lásd újramintavételezés; 2.3.3. fejezet). Az átfedésben levő részek pixelértékeinek kiszámítása lehetséges a két vagy több kép vonatkozó pixelértékeinek átlaga (vagy például maximuma, minimuma, súlyozott átlaga) alapján, de átvehetők az értékek a leginkább megfelelőnek ítélt felvételtől, a többi kép átfedő részeinek figyelmen kívül hagyásával. Ebben az esetben megfelelő vágóvonal kiválasztása biztosíthatja a textúra folyamatosságát, a felvételek határainak

eltüntetését. A felhasznált légifelvétel között, illetve a képen belül is előfordulhatnak kontrasztbeli eltérések. Ezek látványos, törésszerű határainak kiküszöbölésére a hisztogramillesztés módszere használható. (MUCSI, é. n.<sup>9</sup>; BAKÓ, 2011B). Mivel a mozaikolt állomány általában elég nagy méretű fájl, annak érdekében, hogy gyengébb hardver is kezelni tudja, érdemes szelvényezni a képet. Így amikor a felvételnek csak egy részletével kell dolgozni, elegendő csak a megfelelő szelvényeket használni.

---

<sup>9</sup> Képfeldolgozás;  
([www.geo.u-szeged.hu/~laci/.../phare\\_tananyag\\_kepfeldolgozas.doc](http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/.../phare_tananyag_kepfeldolgozas.doc); utolsó megtekintés: 2012. 06. 04.)

### **3. A vizsgálathoz kiválasztott légifelvételek feldolgozása**

#### **3.1. A képi anyag forrása**

Idősoros vizsgálatom alapjául az Interspect Kft. által 2011 szeptemberében a Soroksári-Duna-ág és a Soroksári út környezetéről készített légifelvételei szolgáltak. A múltbeli állapotok feltárásához pedig a Hadtörténeti Múzeum Térképtárában fellelhető archív légifotókat használtam fel.

Az Interspect Kft. saját fejlesztésű kamerarendszerével akár 0,5 cm/pixel terepi felbontású felvételek készítését is meg tudja valósítani; az egyes felvételezések során alkalmazott részletességet természetesen a felhasználás célja és a terület nagysága befolyásolja. A jelen vizsgálathoz felhasznált képek 10 cm/pixel terepi felbontásúak, a felvételeket 2011. 09. 27. 11:24–12:04 között Bakó Gábor készítette Interspect IS 4 digitális mérőkamerával, kedvező időjárási körülmények között.

Az archív felvételek segítségével bő nyolc évtizednyi időintervallumot sikerült a vizsgálatba bevonni. Magyarországon a fotogrammetria az elsők között jelent meg Európában, az Állami Térképészeti Intézet már az 1920-as évektől alkalmazta azt. Bár ebben az időszakban még csak a stratégiai szempontból kiemelt területeket tudták így felmérni, a Soroksári út környéke ezek közé tartozott (a főváros egyik legfontosabb vasúti és ipari övezete nőtte ki magát ezen a területen). Így már 1927-től rendelkezésre állnak a térségről légifényképek, melyeket Zeiss típusú kamerával, üveglemezre készítettek, majd papírra is nagyítottak. A következő felvételezés háttérben is stratégiai indokok húzódtak: a Budapestet ért első légitámadás (1944. április 3.) után – kárfelmérési célból – készült fényképek ezek, melyeket Wild típusú kamerával, nagyformátumú filmre készítettek. A bombázás elsődleges célpontja a Ferencvárosi rendező pályaudvar és a Soroksári úti ipari zóna voltak, ezért e térség vizsgálatához nagyon jól felhasználhatóak a képek.

A további időszakban készült felvételeket is találhatunk az archívumban (a helyreállítások korszakából [1950-ből, 1953-ból], illetve a szocializmus további évtizedeiből [1956-ból, 1962-ből, 1980-ból, és 1987-ből] származó légifotó-sorozatok), de ezek léptéke (ezáltal felbontása és minősége) jóval alacsonyabb szintű, ezért csak

általánosabb, nagyobb zónákra vonatkozó információk forrásaként lehet őket felhasználni. Kedvező ugyanakkor a kutatás szempontjából, hogy a vizsgált terület igen látványos változásai pont az 1920-as és az 1940-es évek között történtek, így az 1927-es és 1944-es felvételek tökéletesen alkalmasak arra, hogy segítségükkel a megelőző és a követő állapot különbségeit elemezzük.

A papír alapú archív felvételek 600 dpi felbontással lettek beszkenelve. Az üvegnegatívokat egyébként jóval nagyobb felbontással (1200-6400 dpi) kellene szkennelni (BAKÓ, 2011A). A nagyobb számú digitálissá alakított légifotó közül a valóban felhasználtak azonosítási adatait a *melléklet I. számú táblázata* tartalmazza.

## **3.2. A kiválasztott felvételek feldolgoása**

### **3.2.1. Transzformáció**

A terület felszínviszonyainak mérlegelése után a síktranszformáció mellett döntöttem, melyet az ERDAS 2010 szoftver segítségével hajtottam végre. Referenciaként az Egységes Országos Térképrendszer (EOTR) 65-411 és 65-413 számú, 1:10 000 méretarányú szelvényei szolgáltak; ezekhez igazítottam első lépésben a 2011-es felvételeket. A betöltött állományok esetében minden egyes alkalommal indokolt volt létrehozni a piramisrétegeket, ami a továbbiakban megkönnyítette a munkát, hiszen a transzformáláshoz szükséges illesztőpontok biztos azonosítása gyakori nagyítási léptékváltást igényelt.

A szoftver által kínált számos, kapcsolópontokra támaszkodó transzformációs és ortokorrektív lehetőség közül a polinomiális modellt választottam. Elsőként minden alkalommal az egyszerűbb elsőfokú polinomiális transzformációs függvényt alkalmaztam, majd összehasonlítóképpen a másod- és – az elvileg még elfogadható – harmadfokú függvénnyel is lefuttattam az átalakítást. Minden képen törekedtem legalább 25-30 illesztőpont (GCP) azonosítására (3, 6 illetve 10 lett volna a minimum), a felvételek készítésekor alkalmazott centrális vetítés okozta torzulásokat (perspektív és radiális torzulás) is figyelembe véve. (A képeken és a referencia térképen egyaránt megtalálható ilyen pontok az épületek jól azonosítható földfelszíni sarokpontjai voltak.) A használt transzformációs függvény jellemzője, hogy ezekben a pontokban a kép majdnem pontosan illeszkedik a referenciarendszerhez (a pontok egymásra is hatással vannak, így nem tökéletes az illeszkedés), a GCP között viszont növekvő torzulás lép



fel. E torzulás mértéke attól függ, hogy az adott képrész a GCP-khez képest hogyan helyezkedik el. Mivel az illesztőpontok helye minden kép esetében egyedi, elméleti úton nehéz lenne meghatározni, hogy hányadfokú függvény biztosítja a lehető legpontosabb transzformációt. Szabályként csak annyit lehetett megállapítani, hogy azon felvételek esetében, amelyekben a GCP-k erőteljesen egyenetlenül, a felvétel egy részére összpontosulnak (egyik oldalán helyezkednek el), nem érdemes, csak elsőfokú függvényt használni, mert különben az illesztőpont nélküli részek akár szélsőséges mértékben is torzulhatnak. Egyébként gyakorlati összehasonlítás útján (referenciatérképpel és egymással való fedésbe hozás után átlátszóságot ki-bekapcsoló csúszka mozgatásával) került kiválasztásra a leginkább megfelelő kimeneti állomány. A harmadfokú függvényt – bár kis részterületekre olykor a másik kettőnél is kedvezőbb eredményképet adott – végül elvettem, mert használható nagyságú területekre vonatkozóan nem adott jó eredményt. A 29-ből 17 kép esetében az elsőfokú, míg 12 kép esetében a másodfokú polinomiális függvényt választottam. Az elsőfokú függvény kizárólagos használhatóságát okozták sok esetben a referencia térkép szelvények és a légifelvételek készítése között eltelt időben bekövetkező változások, mert ezek miatt számos fényképen nem lehetett megfelelő elhelyezkedésben levő azonosító pontokat találni. Tovább nehezítette a helyzetet, hogy olyan, relatíve nagy kiterjedésű zónák vannak a vizsgálati területen, amelyekről a korábbi létesítményeket elbontották, így ezekre vonatkozóan terepi GPS-es pontfelmérés nélkül, csak az EOTR-szelvények alapján lehetetlen biztosan azonosítható illesztőpontokat találni. Így néhány felvétel esetében nemcsak a GCP-k optimális elhelyezkedését, de kívánt számát sem tudtam elérni. (Legjellemzőbb volt ez a vízparthoz közeli, elhagyott ipari, raktározási telephelyek környékén.) Ezekben az esetekben – miután a referencia térkép alapján már a lehető legtöbb, de még nem elegendő számú pontot meghatároztam – másik módszerhez, a kép-a-képhez illesztéshez kellett folyamodnom. Ekkor a transzformálandó kép illesztési pontjainak referencia koordinátáit egy már ellenőrzött pontosságú, korábban az EOTR-szelvényhez igazított, szomszédos képen adtam meg olyan tereptárgyak segítségével, amelyek biztosan azonosíthatók voltak mindkét képen, de a térképen hiába kerestük volna őket (a nagy felbontásnak köszönhetően ilyenek voltak akár útburkolati jelek sarokpontjai, elhagyott területeken található, felismerhető színű és alakú illegálisan lerakott hulladékdarabok is). A kép-a-képhez illesztés alkalmazását egymás után legfeljebb kétszer tartottam elfogadhatónak, hiszen tökéletes

pontosság ezzel a módszerrel sem érhető el, és az egymás után sokszor végrehajtott műveletek során a torzulás fokozatosan felerősödhet. Az így megszabott korláton belül maradván már sikerült az összes felvételt viszonylag megnyugtató pontossággal referálni. Ennek megállapítását egyébként a szoftver által – a függvény fokszámának megfelelő minimális illesztőpont-szám elérése után – automatikusan kínált referenciapontok RMS Error értékeiből sikerült elvégezni (néhány 10 cm-en belüli pontosságra, azaz maximálisan néhány pixelnyi elcsúszásra törekedtem). A GCP-k képi bemeneti koordinátáit és referenciakoordinátáit (azonos állapotukban) egyaránt rögzítettem egy-egy .gcc fájlban, így bármikor, tetszőleges fokszámon újra lefuttatható a transzformáció és az újramintavételezés.

### **3.2.2. Újramintavételezés**

A transzformációt követő lépésben következik a pixelháló újramintavételezése (*resampling*). Mivel a kimeneti állomány további felhasználási célja elsősorban a vonalas elemek detektálása és a beépítettség vizsgálata lesz, a képélesítő hatású, zajokat eltüntető, jó képminőséget adó köbös konvolúció módszere bizonyult ideálisnak. Ennek pixel-intenzitásértékeket módosító hatása nem befolyásolja negatívan a vizsgálati lehetőségeket, hiszen az árnyalati pontosságnál ez esetben fontosabb az alak pontosság. A felbontás mélységének megőrzése érdekében az exportálást megelőző beállítások során indokolt volt a kimeneti cellaméretet „X” és „Y” irányban is 0,1 m-re módosítani, azaz a bemeneti 10 cm-es értékkel egyenlővé tenni. A transzformáció eredményéül kapott képeket .tif formátumban mentettem, hiszen a nagyfelbontású képek esetében fontos szempont a veszteségmentes tömörítés.

### **3.2.3. Mozaikolás**

A különálló kimeneti képfájlok egybeillesztését először az ERDAS 2010 MosaikPro nevű alkalmazásával igyekeztem elvégezni. A program által felkínált eljárási lehetőségek közös jellemzője, hogy automatikusan generálódnak, csak részben van lehetőség annak befolyásolására, hogy a mozaik egyes részeihez melyik képelemeket használjuk fel. Alapbeállításként geometriai alapon végzi el a program a

mozaikolást (*geometry based mosaicing*), azaz az átfedő részek középvonala mentén végzi el a vágást és összeillesztést. Ez a legegyszerűbb és leggyorsabb módszer, azonban pont a városi területek esetében a legkevésbé alkalmazható, mert a nagyszámú vonal-as elem (utak, vasutak stb.) illetve magas épülettömbön keresztülhaladó vágási vonal mentén jól láthatóak lesznek a transzformáció pontatlansága miatti, és a centrális vetítés okozta torzulásokból következő elcsúszások. A nadír közeli (*most nadir*) módszer – az előzővel szemben – már a képek pixeleinek értékeit is figyelembe veszi a vágási határ kijelölésekor. Olyan szakaszokra osztja a vágási vonalat, ahol egy-egy szakasz környezetében mindkét képen szereplő részletek találhatóak. A szakaszok végpontjai között tovább finomítható a vágási vonal, a súlyozott eljárás (*weighted cutline*) használatakor e szakaszok maximális hossza adható meg. Minél kisebb szakaszt adunk meg, annál közelebb keresi a program a következő szakaszvégpontot. Így lecsökken a tartalmi elemek szétvágásának esélye (különösen sűrű beépítésű városi területeket tartalmazó képek esetében ajánlott), de megnő a parancs lefutási ideje. (Erdas: Field Guide PDF p. 455.)

Mivel azonban a MosaicPro esetében nehezebb a képek szélein levő, erőteljesebben torzuló részek kihagyása, és hisztogram-egyeztetése sem elég kifinomult, a mozaikolás Avenza Geographic Imager 3.3 programmal készült. E szoftver segítségével meghatározható az, hogy a képeknek mely részei váljanak a mozaik részévé (a még megfelelő pontosságúnak ítélt részek), a georeferálás alapján egymással átfedésbe hozott képfájlokban szabadon lehet vágóvonalakat alkotni, radírozni és rajzolni, így nagy szabadságot ad a felvételek egységes képi világának megteremtésében, a vágóvonalaknak olyan helyekre való elhelyezését teszi lehetővé, ahol a kép elemei pontosan találkoznak. Lehetőség van automatikus vágóvonal generálásra és hisztogram-egyeztetésre is, de természetesen ennek eredményét ellenőrizni, javítani kell.

#### **3.2.4. Az archív felvételek feldolgozása**

A 2011-es állapotot rögzítő felvételsorozat transzformálása, újramintavételezése és mozaikolása után eredményül kapott állomány és az EOTR vonatkozó szelvényei a továbbiakban közösen szolgálták az archív felvételek rektifikálásának alapjául. Az

1944-es fényképek tartalmi elemeinek illesztőpontként való alkalmazásakor nagy segítséget jelentett, hogy az azóta változatlan tereptárgyak (elsősorban gyár- és raktárépületek) megfelelő pontjait fényképen is tudtam azonosítani, és azokat referencia koordinátaként felhasználhattam. A 9 darab nagyformátumú légifelvétel georeferálása után mozaikolásra nem került sor, mert a képek minősége sokkal kevésbé egyenletes, mint a 2011-es fotók esetében, így kedvezőbbnek bizonyult, hogy a továbbiakban bármelyik kép bármelyik részlete felhasználható maradt (a mozaikolással az átfedések helyén csak az egyik kép odaillo részlete maradt volna meg). Ezt követően az 1927-es felvételeknek (12 darab) az 1944-es, már vetületbe forgatott fényképekhez illesztése következett. Ebben a folyamatban váltak még inkább nyilvánvalóvá a légifelvételek referenciaállományként való felhasználásának előnyei, hiszen az 1927-es fényképeket igen nehezen lehetett volna kizárólag az EOTR szelvényei alapján transzformálni, az 1944-es fotókon azonosítható tereptárgyak sokkal nagyobb segítséget jelentettek. Ez az időben fokozatosan visszafelé haladó módszer biztosította azt, hogy mindhárom időpontra sikerült elegendő illesztőpontot találni, és így megfelelő pontosságú georeferált állományokat létrehozni. Ugyanakkor néhány egyértelműen változatlan pont segítségével az EOTR térképhez való folyamatos viszonyítás lehetősége is adott volt, ami egyben a pontosság újraellenőrzését is segítette.

## 4. Városi vasúti területek és a vizsgálat mintaterülete

### 4.1. A budapesti vasúti területek fejlődésének áttekintése

Magyarország központja, Pest-Buda, földrajzi helyzeténél fogva a Kárpát-medence legfontosabb útvonalainak gyűjtőpontja volt. A különböző tájak találkozása és a folyami átkelés lehetősége, a szárazföldi és vízi utak találkozása ide irányította a forgalmat, így a kereskedelem jelentős múltra tekintett vissza. A kézművesipar is régóta jelen volt, de az igazi nagyvárossá, ipari és közlekedési csomóponttá fejlődése az 1873-as városegysítést követően bontakozott ki. E folyamatban meghatározó modernizációs tényező volt a vasút megjelenése.

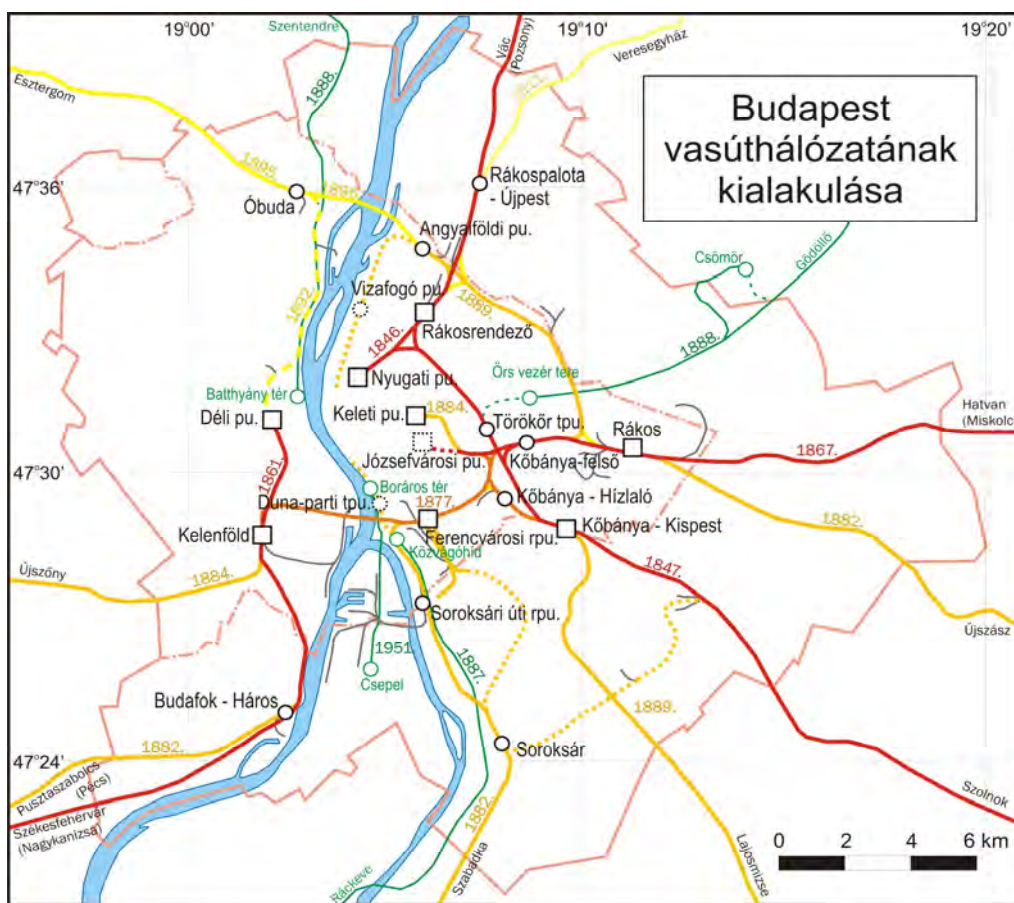
Az első vasútvonalak (Pest–Vác [1846.] és Pest–Szolnok [1847.], majd az 1850-es évek elején Pozsonyon keresztül megvalósult bécsi összeköttetés, illetve a következő években Szolnok felől az Alföld nagy vásárvárosai felé nyúló szárnyvonalak) ugyan az Osztrák Államvasút gazdasági érdekeit szolgálták, de Széchenyi István a Habsburg birodalmi elképzelésekkel szembemelve Pestet nevezte ki a kiépítendő országos hálózat központjának. Miközben 1861-ben Budára is megérkezett a vasút (Déli Vasút Buda–Nagykanizsa vonala), 1868-ban a csödbe jutott Magyar Északi Vasút államosításával megszületett a Magyar Királyi Államvasutak, és a következő évtizedben megindult a vasút igazi robbanásszerű fejlődése. A városegysítéssel létrehozott főváros vasúti hálózatának igazi kiteljesedése is a Millenniumig tartó két évtizedben zajlott le. Míg 1873-ban mintegy 34 km-nyi vasútvonal volt Budapest közigazgatási területén, összességében 165 km vágányhosszal, mintegy 210 hektárnyi területet foglalva; 1896-ban már 150 km körüli a vasúti pályák hossza, mintegy 480 km-nyi vágányhosszal és összesen 510 hektárnyi vasúti területtel (*1. táblázat*).

*A budapesti vasúthálózat gyarapodása 1874–1920/21. (1. táblázat).*

	1874.	1884.	1894.	1898.	1908.	1915/16.	1920/21.
<b>vonalhossz (km)</b>	34,16	68,48	147,85	157,96	173,94	192,50	229,01
<b>vágányhossz (km)</b>	165,13	340,43	440,40	483,13	551,14	664,59	702,42
<b>pályaudvarok (ha)</b>	118,32	222,65	289,79	302,39	458,00	553,05	547,88
<b>vasúti terület (ha)</b>	210,05	413,01	483,90	510,98	645,56	687,74	709,72

*Forrás: Budapest félszázados fejlődése 1873-1923 (1925, szerző nélk.), p. 117.*

1. térkép: Budapest vasúthálózatának kialakulása.



**Jelmagyarázat:**

<span style="color: red;">—</span>	1867-ig	<span style="color: gray;">.....</span>	Megszűnt vonalak
<span style="color: orange;">—</span>	1867 - 1880.	<span style="color: gray;">---</span>	Jobbparti körvasút (önálló pálya nélkül)
<span style="color: yellow;">—</span>	1881 - 1891.	<span style="color: green;">—</span>	HÉV vonalak
<span style="color: lightyellow;">—</span>	1891 - 1896.	<span style="color: gray;">---</span>	Budapest közigazgatási határa 1950 előtt
<span style="color: yellow;">—</span>	1896 után	<span style="color: red;">---</span>	Budapest jelenlegi közigazgatási határa
<span style="color: gray;">—</span>	Iparvágányok		

*Forrás: Budapest félszázados fejlődése 1873-1923 (szerző nélkül.), 1925; pp. 115-116. alapján saját szerkesztés (TOLNAI, 2012 [kézirat]; melléklet: I. térkép).*

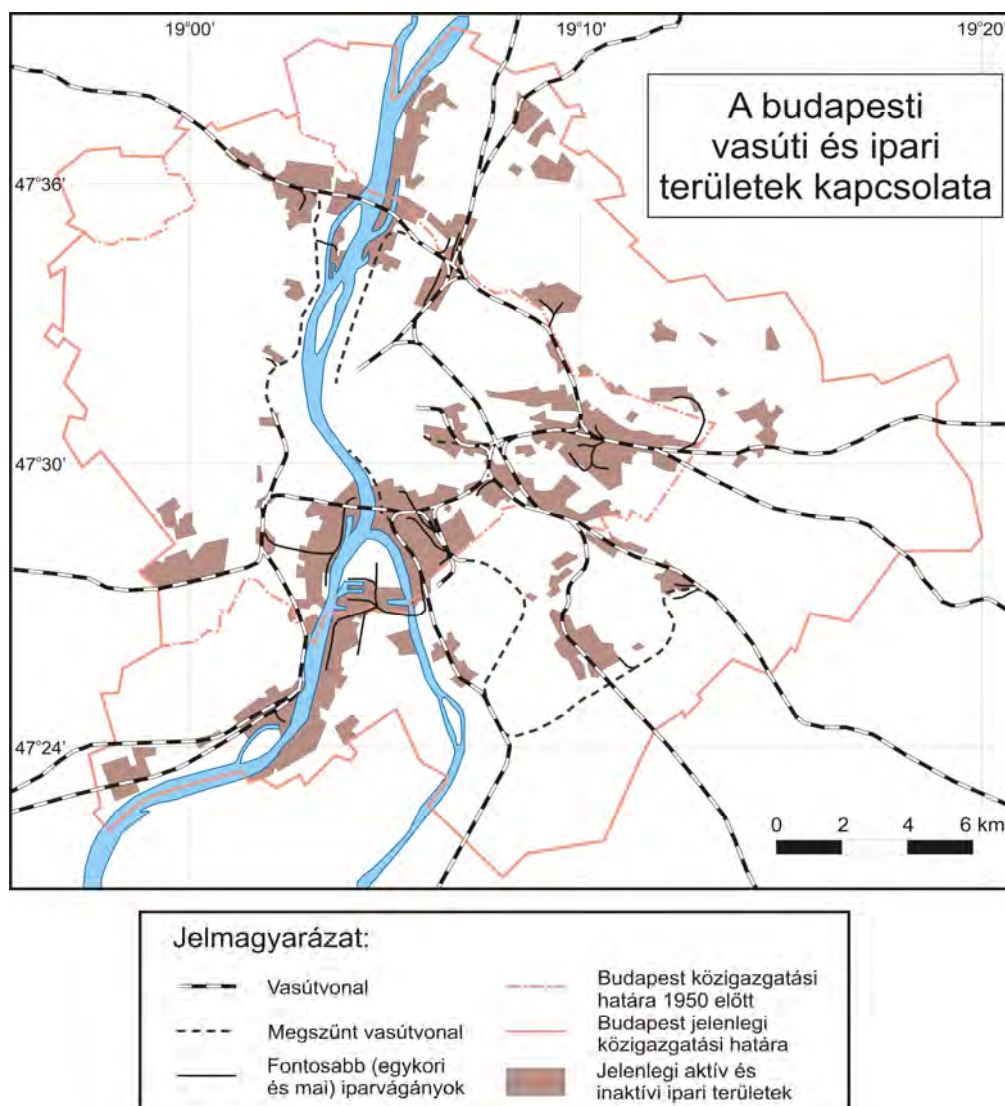
1877-ben épült meg a budapesti vasúthálózat gerincének is tekinthető Összekötő vasútvonal, és hozzá kapcsolódóan a vasúti Duna-híd. Az 1880-as évek eleje szintén fontos időszak volt az új fővonalak nyitásában: ekkor adták át az újszászi, a pécsi és a szabadkai (ma kelebiai), majd az újszónyi (ma hegyeshalmi) vonalakat. Ezzel párhuzamosan a már meglévő 3 fejpályaudvar (az Osztrák Államvasút által épített indóház a mai Nyugati pályaudvar helyén; a Magyar Királyi Államvasutak „losonci”

indóháza, azaz a későbbi Józsefvárosi pályaudvar és a Déli Vasút indóháza, a mai Déli pályaudvar helyén) mellé felépült a MÁV Központi pályaudvara, azaz a mai Keleti pályaudvar (1884.), a korszerűtlenné váló első pesti indóházat felváltotta a Nyugati pályaudvar modern csarnoka (1877.). Több nagy átmenő-pályaudvar (például Kelenföld [1877.]), teherpályaudvar (Duna-part [1888.]) és az ország legnagyobb rendező pályaudvara (Ferencváros [1877., 1885.]) is ekkor jött létre. Az 1890-es években épült ki a jobb- és balparti körvasút, valamint az azokat összekötő újpesti vasúti Duna-híd is. Ezek mellett a főváros mai területét is érintve önálló helyi érdekű vasútként épült a lajosmizsei és az esztergomi vonal (ezek tulajdonosa később a MÁV lett), illetve a BHÉV kezelésében több egyéb helyi érdekű vonal (Budapest–Soroksár [–Ráckeve], Budapest–Szentendre, Budapest–Cinkota [–Gödöllő]). (*Budapest félszázados fejlődése 1873–1923* [szerző nélk.], 1925; FRISNYÁK, 2001).

A vasúthálózat városfejlődést meghatározó szerepe megmutatkozik abban, hogy a – máig jellemző – városszerkezet egyik fő alakítójának tekinthető (BELUSZKY – GYŐRI, 2004). Egyértelműen a vasútvonalak mentén alakult ki az angyalföldi, a külső-józsefvárosi, a kőbányai és a ferencvárosi ipari öv, de az óbudai és dél-budai területeken is jól megfigyelhető a két funkció összefüggése.

A továbbiakban, az 1920-as évek elejére majdnem 230 km-re emelkedett a vasútvonalak hossza (bő 700 km vágányhosszal és 710 hektár vasúti területtel [*I. táblázat*]). Mindez úgy valósult meg, hogy a MÁV nem gyarapodott már újabb fővonalakkal, sem a budapesti pályaudvarokat összekötő belső hálózati elemekkel. A vasúti területek növekedését ebben az időszakban elsősorban a nagyszámú iparvágány-lefektetés eredményezte. Az összesen 76 új iparvágánynak köszönhetően 1904 és 1923 között az ilyen funkciójú sínparok hossza 25 km-ről 77 km-re emelkedett. Ezek az iparvágányok főleg a balparti körvasút, illetve a kőbányai, újlipótvárosi, angyalföldi és ferencvárosi pályaudvarok mentén épültek ki.

2. térkép: A budapesti vasúti és ipari területek kapcsolata.



Forrás: BARTA, 2004; p. 87., 2. ábra alapján saját szerkesztés (TOLNAI, 2012 [kézirát]; melléklet: IV. térkép).

A két világháború és a szocializmus idején már nem történt igazán jelentős változás Budapest vasúthálózatának szerkezetében. A fejlesztési tervek (például a Nyugati és a Déli pályaudvar nagy áteresztőképességű földfelszín alatti összekötése és a fejpályaudvarok forgalmának a város északi és délkeleti szélén létrehozandó rendező pályaudvarok segítségével történő csökkentése [PREISICH, cop. 2004]) a gazdasági nehézségek miatt nem valósulhattak meg. A hálózat egyes részéről hamar kiderült, hogy a továbbiakban csak akadályozzák a város egyéb részeinek térbeli kapcsolatait. De míg a XIX. század utolsó évtizedeiben a gáttá váló vonalakat, iparvágányokat



felszámolták, a világháborút követően erre nem került sor, hosszú időre rögzültek a hálózat kedvezőtlen elemei is. A vasúti területekhez továbbra is erősen kötődtek az ipari zónák, az igazi nagy városszerkezeti akadályokat a kettő együttes hatása okozta. Budapest II. világháborús ostromakor a vasúti területek a légitámadások kiemelt célpontjai voltak. (A főváros első bombázása például a Ferencvárosi rendező pályaudvar környékét érte, de a déli és északi összekötő vasúti hidat is hamarosan felrobbantották.) A helyreállítás relatíve gyorsan megtörtént (1945 februárjától újraindult a vasúti közlekedés a központi pályaudvarokon, 1946-ban részben, 1953-ban teljesen átadták a forgalomnak a déli összekötő hidat, 1955-ben pedig az északit is). De mivel eredeti helyükön építették újjá a vasúti és ipari területek zömét, továbbra is szinte változatlan maradt a városszerkezet. A rendszerváltásig a főbb változások – a pályaudvarok korszerűsítése és a fővonalak villamosítása – nem jártak Budapest belső területeit érintő térbeli átalakulással. Alig néhány, a vasúthálózat szerkezetét módosító átalakítás történt (például a csekély használatú vágányok felszámolása a Nagykőrösi út mentén az M5 autópálya bevezető szakaszának építésekor, vagy a Vizafogó pályaudvar megszüntetése) (BERCZIK, 1998).

A rendszerváltást követően is csak lassan indultak be a változások. Az első ilyen a Duna-parti teherpályaudvar felszámolása volt (1993.), amelynek helyére az Expo-városrészt tervezték. A vasúti teherszállítás visszaesése miatt szűnt meg 2005-ben a Józsefvárosi pályaudvar, melynek szerepét a soroksári logisztikai terminál vette át. Az eltelt két évtizedben bezárták, vagy drasztikusan visszafejlesztették a nagy múltú vasúti üzemterületek zömét (Ganz-MÁVAG, Északi Főműhely, Istvántelki járműjavító), és – talán kevésbé látványos folyamatként – számos iparvágány, illetve belső összekötő vonal (például a Soroksár–Szemeretelep, vagy az Angyalföldi pályaudvar–Vizafogó pályaudvar szakasz, valamint az Andor utcai vontatóvágány) is megszűnt. Előbukkan olykor a Nyugati és a Déli pályaudvar felszámolásának, kijebbi helyezésének (Rákosrendezőre, illetve Kelenföldre való áttelepítésének) terve vagy például a Ferencvárosi rendező pályaudvar „karcsúsításának” gondolata is. A vasúti területek átalakulásának jellemzője sajnos, hogy annak zöme nem előremutató városfejlesztési céllal történik, hanem a MÁV gazdasági nehézségei, a vasúti utas- és áruszállítás visszaesése miatti leépítések következménye.

## 4.2. Vasúti területek a Soroksári út mentén

A vasútépítések első évtizedeiben (az akkor még a mai Nagykörúton alig-alig túlnyúló) Ferencvárost és a tőle délre eső üres térséget elkerülték a sínek. A sokáig csak tervezgetett Összekötő vasút és a hozzá tartozó Duna-híd csak 1877-ben készült el, ám ekkortól kezdve Középső- és Külső-Ferencváros Budapest egyik legfontosabb vasúti zónája lett. Itt hozták létre az ország legnagyobb rendező pályaudvarát, a Ferencvárosi pályaudvart (1885.) és itt épült fel a legjelentősebb élelmiszeripari kiszolgáló teherpályaudvar, a Duna-parti pályaudvar is (1888.) Az előbbi mellé települtek (hozzá iparvágánnyal kapcsolódtak) a Marha- és Sertésvágóhidak, valamint a Kén utcai és Illatos úti vegyipari üzemek, utóbbi mellett pedig a világ élvonalába tartozó budapesti malomipar legnagyobb telephelyei épültek ki. A szerény külvárosból gyárvárossá növekvő Ferencvárosra az élelmiszeripar dominanciája miatt hamarosan ráragadt a „Budapest gyomra” gúnynév is. Virágzása egyértelműen a kiváló közlekedési kapcsolatoknak volt köszönhető, ide futottak be az Alföld vasúton szállított terményei. A sínek egészen a mai Fővám térig futottak, a Fővámház (ma a Budapesti Corvinus Egyetem központi épülete) csarnokában és udvarán értek véget. E vágányok mentén épült fel a Közraktárak épületegyüttese (melyen a mezőgazdasági külkereskedelem igen jelentős hányada ment keresztül) és a gabonaátrakodásra épített Elevátor is (mely pedig a vízi és vasúti szállítás között biztosított átrakodási lehetőséget). (*Budapest félszázados fejlődése 1873–1923* [szerző nélkül], 1925; GEGESY F. et al., 2010).

A Kvassay-zsilip megépítése (1910–14, majd 1924–26) után az Összekötő vasúti hídtól délre eső partszakasz megerősítésére került sor, és kikötőt létesítettek mind a főág, mind a Soroksári-Duna-ág mentén (Szénkikötő és Ferencvárosi-kikötő), majd ezeket vasúti kapcsolattal is ellátták. Az utóbbi területen épült fel az új Nagyvásártelep. Az 1929–32 között létrehozott csarnokhoz hűtőházak, raktárhelyiségek, két hajókikötő és két kilométernyi sínpár kapcsolódott. A telepen évente 12–14000 vagon fordult meg, az ország mezőgazdasági exportjának jelentős része itt haladt keresztül (JÓZSÁNÉ HALÁSZ [szerk.], 1998). Ebben az időszakban építettek a Soroksári úti állomás mellé egy több mint húsz vágányból álló rendező pályaudvart is, mely az 1928-tól működő Csepeli Szabadkikötő felé irányuló MÁV-forgalmat volt hivatott kiszolgálni.

Miközben a Külső-Ferencvárosban dinamikusan bővültek a vasúti területek, a Boráros tér környékén egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy a teherpályaudvar csak

akadályozza a város további fejlődését, ennek ellenére nem történt meg azok felszámolása. Sőt a második világháborút követő helyreállítások során is csak annyi változás történt, hogy a bombatalálattól megsérült Elevátor épületét végleg lebontották, és helyét az 1966-ban átadott Nehru-part vette át (XANTUS; 1973 és 1992). A Petőfi hídtól délre eső Duna-parti teherpályaudvar kérdése azonban továbbra is megoldatlan volt, az egyre inkább kihasználatlan vágányhálózat felszámolására még évtizedeket kellett várni. 1951-től a Duna és a teherpályaudvar közé ékelődik a Boráros térig bevezetett Csepeli HÉV vágánypárja.

A Soroksári út környéki vasúti területek fokozatos átalakulása az 1990-es években kezdődött. 1993-ban, a Bécs–Budapest EXPO előkészítése érdekében tüntették el a síneket a Duna-partról. Majd miután a világkiállítás elmaradt, a vasúti sínektől mentesített, közművesített telkeket ingatlanfejlesztő és irodaépítő cégeknek adták el, valamint Duna-parti sétány kialakításába kezdtek. (Megmaradt ugyanakkor a Csepeli HÉV vonala, így a terület gyakorlatilag el van szeparálva a vízparttól.) Itt épült fel az új Nemzeti Színház és a Művészetek Palotája is, de a Millenniumi Városnegyednek is nevezett terület fejlesztései kapcsán ma sincs teljes szakmai egyetértés.

Az 1995-ben átadott Lágymányosi (ma Rákóczi) hídtól délre eső területeken is jelentős változások történtek. Az elbontott közvágóhídi HÉV-kocsiszínek helyén hozták létre a Könyves Kálmán körutat a Kvassay úttal összekötő Kvassay-áttörést 2006-ban. A Duna-parti pályaudvar megszűnésével feleslegessé váló vasúti deltát is megszüntették (csak a Ferencvárosi pályaudvar és a Soroksári úti állomás felé tartó sínek közti ívet hagyták meg). Ezzel párhuzamosan felszedték a környék ipari vágányainak zömét is, a Nagyvásártelep egykori vasúti kapcsolattal rendelkező raktárait – a központi csarnok kivételével – mind eltüntették. Az ezek helyén kialakuló üres terület egyelőre kihasználatlanul áll. Így ma már csak az összekötő vasútvonal, a kelebiai vonal és a Soroksári úti rendező pályaudvar, valamint a Gubacsi hídon át Csepel felé vezető sínpár maradt ép.

### **4.3. A mintaterület lehatárolása**

A mintaterület pontos lehatárolásakor cél volt, hogy az egykori és jelenlegi Duna-parti vasúti területek minél szélesebb spektrumát bemutassam (a teljes mértékben funkciót váltottaktól a ma is MÁV-kezelésben álló területekig). Így – a rendelkezésre

álló légifelvételek adta lehetőségeket kihasználva – északi határának a felszámolt Duna-parti teherpályaudvar Belváros felőli végét, a Boráros teret, déli határának pedig a Soroksári úti rendező pályaudvarról a Gubacsi hídra vezető pályaszakaszt környékező területeket jól azonosíthatóan, vonalszerűen lehatároló Csepeli átjárót választottam. Az egykori nagy élelmiszeripari és –kereskedelmi területeket érdemesnek tartottam együtt vizsgálni, ezért terjesztettem ki a mintaterületet a vágóhidak környékére is. Nyugati irányból a Duna és a Soroksári-Duna-ág kínálkozott természetes határként. Így végül az alábbi pontos lehatárolás született: Boráros tér – Soroksári út – Vágóhíd utca – Mesterutca – (a volt Sertésvágóhíd déli határa) – Gubacsi út – Határ út – Helsinki út – Csepeli átjáró – Soroksári-Duna-ág – Duna (3. térkép).

3. térkép: A vizsgálati terület kiterjedése.



*Forrás: Saját szerkesztés az EOTR 65-411 – 65-414 szelvények felhasználásával.*

Az egykori Duna-parti pályaudvar megújult zónája (a mai Millenniumi Városcsopont), a Nagyvásártelep elbontott, de azután üresen hagyott térsége, valamint a Soroksári úti vasútállomás és rendező pályaudvar jelenleg is üzemelő, de csekély kihasználtsággal jellemezhető területe együttesen szolgáltat példát a városi vasúti térségek átalakulásának fázisaira. A már lezajlott, a folyamatban levő – igaz ez a valóságban félbehagyottságot jelent – és a jövőben tervezett átalakulások együttese, a „lépcsőfokok” észak-déli irányú térbeli egymásutánisága teszi érdekessé a Soroksári út környezetét.

## **5. Vasúti területek változásának megjelenítése tematikus térképeken**

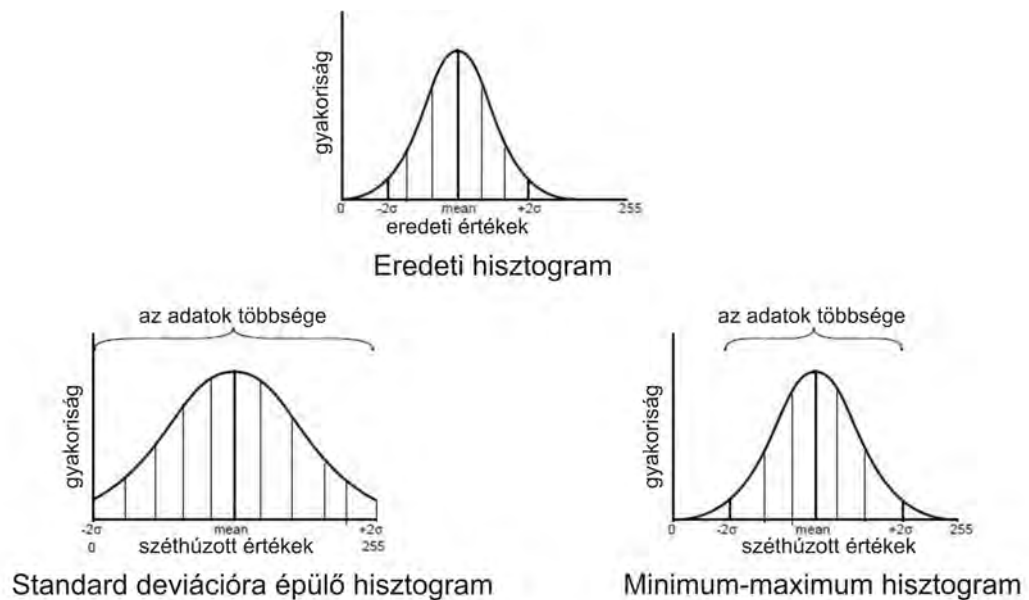
### ***5.1. A térképezés alapjául szolgáló geoinformatikai adatbázis létrehozása***

A mintaterületre vonatkozó légifelvételek feldolgozásával készült három mozaikolt állomány (földrajzi koordinátákkal ellátott raszteres alap) interpretálása során jött létre az a vektorizált állomány, amely alapján a továbbiakban a térképezést végrehajtottam.

Mivel a vektorizálás nem automatizált módon történt, némi szubjektivitás jellemzi. A szükséges generalizálás során a készülő állomány további hasznosítási célját vettem figyelembe. Így a vizsgálat tematikája miatt a legrészletesebb feldolgozás a vasúti területek vonatkozásában történt. Az általános várostérképekre jellemző, a vasúti pályák, illetve állomások és pályaudvarok jellegét visszaadó ábrázolásmódon túlmenően a rendező- és iparvágányokat, valamint a ma már használaton kívül levő sínpárokat is a lehető legnagyobb pontossággal igyekeztem rögzíteni. A pályaudvarokra és a hozzájuk kapcsolódó raktárépületek környékére jellemző nagy sínsűrűség miatt azonban azokra nem teljes mértékben vonatkozik a fentebbi kitétel, hiszen így lehetett elkerülni a választott méretarány mellett a zsúfolt, áttekinthetetlen megjelenítést. A környező ipari és raktározási zónák esetében már erősebb generalizálást alkalmaztam, az elemzéshez elegendőnek tartottam az épület- és telektömbök szintjén való kategorizálást.

A vektorizálás az ArcGIS szoftver ArcMap 10 moduljának használatával történt. Az Egységes Országos Vetülethez illesztett képmozaikhoz ugyanebben a vetületben hoztam létre a tematikának megfelelő fedvények rétegeit. Ezek döntő részben poligon típusúak, melyek hiánytalanul és átfedés nélkül fedik le a vizsgálati területet, így a továbbiakban térbeli halmazműveleteket lehet rajtuk végrehajtani. Természetesen vonalas típusként vektorizáltam a vágányokat, amelyekkel így az imént említett műveleteket nem lehet végrehajtani, de fedésbe hozott megjelenítésükkel tökéletesen ábrázolható a változásuk.

A jelenlegi állapotot bemutató felvételek interpretációja – zömében mesterséges, éles vonallal lehatárolható objektumokról lévén szó – a valós színű (RGB sávokon készült) felvételek hisztogramjának csekély módosításával megoldható volt. (Ez az eredeti hisztogram helyett első lépésben a szélső értékeket még megőrző, azokat a lehetséges értékkészlet [0-255] határáig széthúzó – s így a köztes értékeket is jobban elkülönítő – minimum-maximum hisztogram, majd a pixelértékek szórásának mértékéhez igazodó, a szélső értékeket kizáró, s így a köztes részeket még inkább elkülönítő – standard deviáció alapján meghatározott hisztogram használatát [11. és 12. ábra.], illetve a fényerősség és a kontraszt módosításait jelentette.) Ez alól csak a vasúti környezetvédelmi szempontú tematikus rétegek elkészítésekor alkalmazott osztályozás előkészítése jelentett kivételt, melynek ismertetésére a 6.3 fejezetben kerül sor.



11. ábra: Hisztogrammódosítás. (Forrás: Erdas: Field Guide PDF p. 157.)



12. ábra: Eredeti hisztogram standard deviáció alapján való módosításának eredménye a képen. (Forrás: Erdas 2010.)



13. ábra: A GoogleEarth és az Interspect képei közti felbontásbeli különbség.  
(Forrás: A Google Earth 2009. 07. 01-i és az Interspect 2011. 09. 27-i felvétele.)

A képek 10 cm/pixeles terepi felbontása – a Google Earth-ben elérhető maximális, körülbelül 30 cm/pixel felbontással szemben – nemcsak arra alkalmas, hogy lehatároljuk a jelenlegi vasúti területeket, hanem arra is tökéletesen megfelelő, hogy a már nem használt vágányokat felleljük (13. ábra). Így a vasúti területhasználat időbeli változásának vizsgálatát már a jelen állapotból kiindulva elkezdhetjük; valamint, a ma is használt sínek és környezetük állapotát is egyértelműen kategorizálhatjuk, ami a vasúti területek jövőbeli kezelését segítheti.

Az archív felvételek esetében már nem volt ennyire kedvező a helyzet, hiszen a 600 dpi felbontással szkennelt szürkeárnyaltos állományok képi és terepi felbontása is jóval gyengébb a mostani képekénél, és a hisztogram-módosítással is kevesebb eredményt lehet elérni. Ezért, és a topológiai egybeesések (például változatlanul futó utak, sínek, megmaradt épülettömbök pontos átfedése) biztosításának érdekében a vektorizálás az aktualizálás módszerének fordítottjaként zajlott, azaz az elsőként elkészített állomány objektumainak összességét alakítottam vissza az idősorban eggyel korábbi képek alapján készült mozaikon látható állapotokhoz, majd ugyanígy jártam el az 1944-es és 1927-es mozaik vonatkozásában is.

A vektorizált állományok vonalas és poligon jellegű objektumaihoz attribútumokként kapcsoltam a különböző kategóriákat. A változáselemzés megfelelő értelmezhetőségének érdekében, az összehasonlító műveletek során keletkező túlzott fragmentáltság elkerüléséért, a felületi elemekre 3-4 nagy kategóriát, ezeken belül 3-5

alkategóriát határoztam meg; a vasúti és közúti közlekedésre vonatkozó vonalas elemeket pedig forgalmuk nagysága és típusa szerint soroltam be.<sup>10</sup>

## **5.2. Térképkészítés a geoinformatikai állományok alapján**

A fentebb leírtak szerint elkészült adatbázis kétféle térképi megjelenítésre nyújt lehetőséget. Egyrészt statikus, egy-egy időpontra (1927., 1944. és 2011.) vonatkozó térképek készítésére, másrészt a köztes időszakokban eltelt változások ábrázolására. A térképek alapját adó vonalas és felületi síkrajzi elemeket mindkét típusnál az ArcMap-ból exportáltam (így „továbböröklődött” vetületi rendszerük is: az Egységes Országos Vetület), a névrajzot, a jelmagyarázatot és a gyámrajzi elemek egy részét pedig CorelDraw X3 szoftverrel készítettem. Az 1927-es és 1944-es állapotot bemutató térképek esetében korabeli térképek (*Budapest Székesfőváros térképe*, 1926; *Nagy-Budapest*, 1930; *Budapest közlekedési térképe*, 1942) alapján vettem fel a névanyagot.

A három statikus, térszerkezetet ábrázoló, 1:15 000 méretarányú térkép a mellékletben tekinthető meg (*I–III. térkép*).<sup>11</sup> Ezek alapján is lehetséges lenne a választott téma, a vasúti területek és környezetük változásának vizsgálata, ám az ArcGIS adta megjelenítési és elemzési lehetőségek, térbeli lekérdezési műveletek segítségével szemléletesebb módon, önálló térképeken is megjeleníthetjük azt.

Ennek egyszerűbb változata a tematikus rétegek fedésbe hozása. Vonal típusú objektumok (itt a sínhálózat) esetében a halmazelméleten alapuló lekérdezések még nem hajthatók végre, de a különböző időpontokra vonatkozó elemcsoportok (melyek az azonos vetületi rendszerben történt georeferálásnak, és az „időben hátralepegető” vektorizálásnak köszönhetően pontosan illeszkednek) egymásra helyezésével kirajzolódnak a változások. Elméletileg minden időintervallumra mindkét elhelyezési lehetőséget alkalmazni kellene, hiszen a létrejövő elemeket a korábbi időpontra vonatkozó objektumcsoportnak a későbbi állapotot ábrázoló fölé helyezésével, a

---

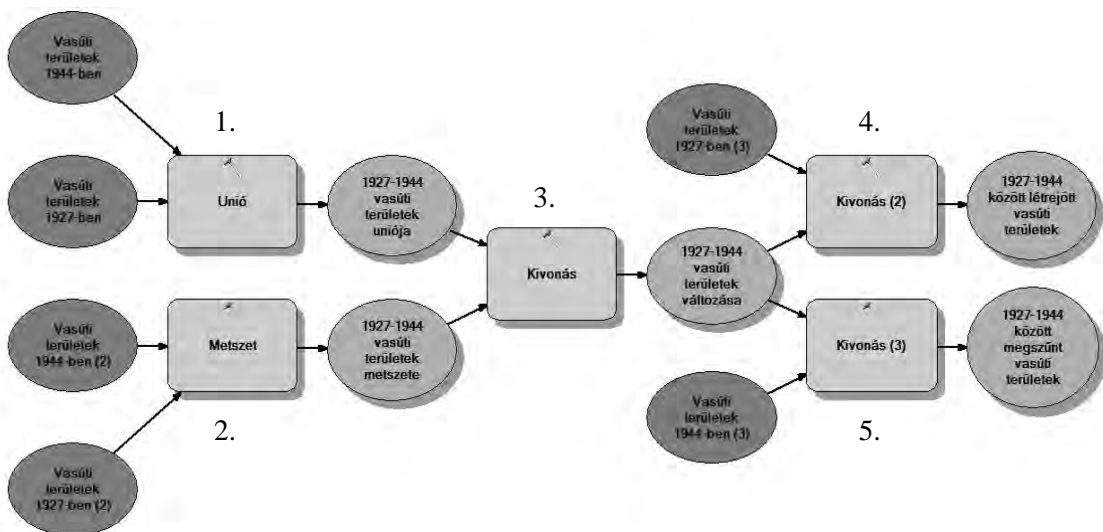
<sup>10</sup> Így például a vasúti területek esetében forgalmi-kereskedelmi létesítményeket (pályaudvarok, raktárak), üzemi létesítmények (rendező pályaudvarok, a vasút üzemeltetéséhez kapcsolódó területek), városon belüli nyíltvonali terepeket és HÉV területeket; a vasútvonalak esetében pedig fővonalakat, mellékvonalakat, állomási és összekötővágányokat, iparvágányokat és HÉV-síneket, illetve a jelenlegi helyzetre vonatkozóan az előbbieket mellett ritkán használt és használaton kívüli sínpárokat különböztettem meg. A környező ipari területeknél – mivel légifelvétel alapján a tevékenység ágazati típusát nem lehet mindig egyértelműen meghatározni – a hasznosítás foka volt a meghatározó (például aktívan működő, vagy alulhasznosított zónák).

<sup>11</sup> Méretük (A3) indokolta a mellékletbe való elhelyezést.



megszűnő elemeket pedig ennek fordítottjaként, az alsó réteg fedetlenül maradt részei alapján kaphatnánk. A gyakorlatban azonban a két vizsgált periódus (1927–1944. és 1944–2011.) közül az elsőben csak bővült, a másodikban csak visszaszorult a vágányhálózat, így csak az ezeket kimutató rétegsorrenddel létrehozott térképekre volt szükség (4. és 5. térkép).

A poligon típusú objektumok esetében már volt lehetőség összetettebb, halmazelméleti műveletek elvégzésére is. Az ArcGIS lekérdezési modellek létrehozására alkalmas Model Builder alkalmazásában készítettem el az alábbi modellt (14. ábra). A két különböző időpontra (az ábrán ez 1927. és 1944.) vonatkozó azonos tematikájú objektumcsoportok (itt a vasúti területek) halmazai uniójának /1./ és metszetének /2./ (azaz a legalább az egyik időpontban illetve a mindkét időpontban ide sorolható területek) kivonásából /3./ adódik a változás halmaza. Ha a változás halmazából kivonjuk a korábbi időpontra vonatkozó eredeti halmazt /4./, megkapjuk a két időpont között létrejött objektumok halmazát; míg ha a későbbi időpontra vonatkozó eredeti halmazt vonjuk ki belőle /5./, akkor a megszűnt objektumok halmaza adódik.



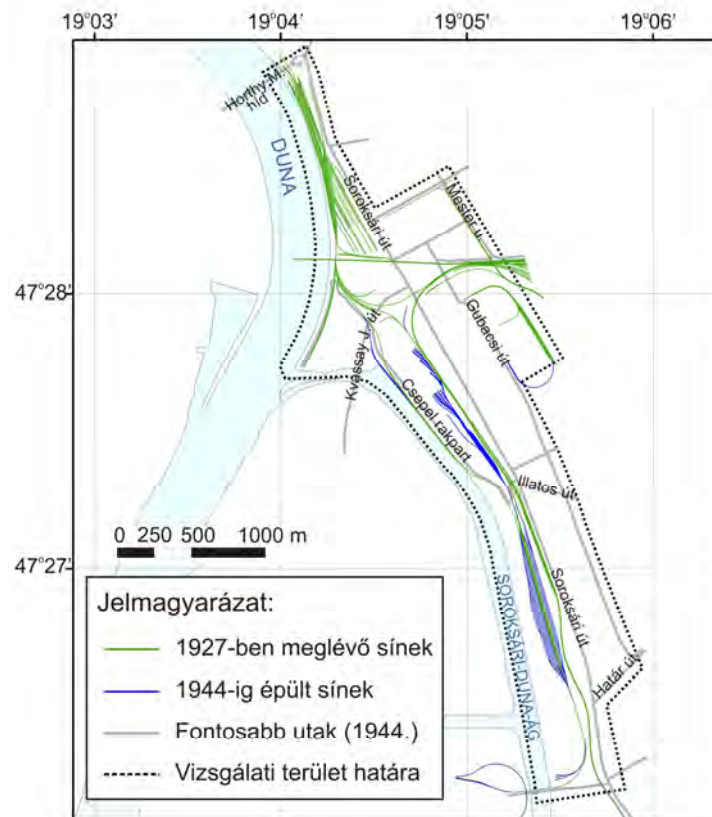
14. ábra: A vasúti területek változásainak kimutatására szolgáló modell.  
 Forrás: ArcMap 10; Model Builder (saját szerkesztés).

Ugyanezt a modellt végigfuttatva a másik vizsgálati időszakra (1944–2011.) illetve a vasút környéki ipari és rakodási területek objektumhalmazaira is, létrejönnek azok a kimeneti állományok, amelyeket azután együttesen felhasználva elkészíthetjük a vasúti és környező területek változásának térképeit (6. és 7. térkép).

### 5.3. A térképek alapján készített elemzés

A tematikus rétegek fedésbe hozásának módszerével készült 4. és 5. térkép tükrözi a vasúti területek déli – azaz a belvárostól távolodó – irányba történő kitolódását. Míg 1927-ben az Összekötő vasúttól délre a vágóhidak és a kikötők iparvágányain kívül szinte csak nyíltvonali területek voltak (a későbbi rendező pályaudvar helyén is csak néhány vágánnyal rendelkező állomás volt), az 1940-es években már nagy kiterjedésű vasúti forgalmi-kereskedelmi és üzemi létesítményeket találunk itt is. A felépülő Nagyvásártelep központi csarnoka és egyéb raktárai között sínpárok hálóztkák be a szabad területeket, és ehhez kapcsolódóan épültek rendezővágányok is, de még jelentősebb a Soroksári úti állomásról kiágazó, a csepeli kikötő felé vezető vasútvonal első szakaszán létrehozott új rendezőpályaudvar, ahol több mint 20 párhuzamos rendezővágányt alakítottak ki (4. térkép). Tehát míg a főváros egészére a két világháború között egyáltalán nem volt jellemző a vasúti területek bővülése (részletesebben: 4.1. fejezet), a Soroksári út mentén látványos fejlődés történt.

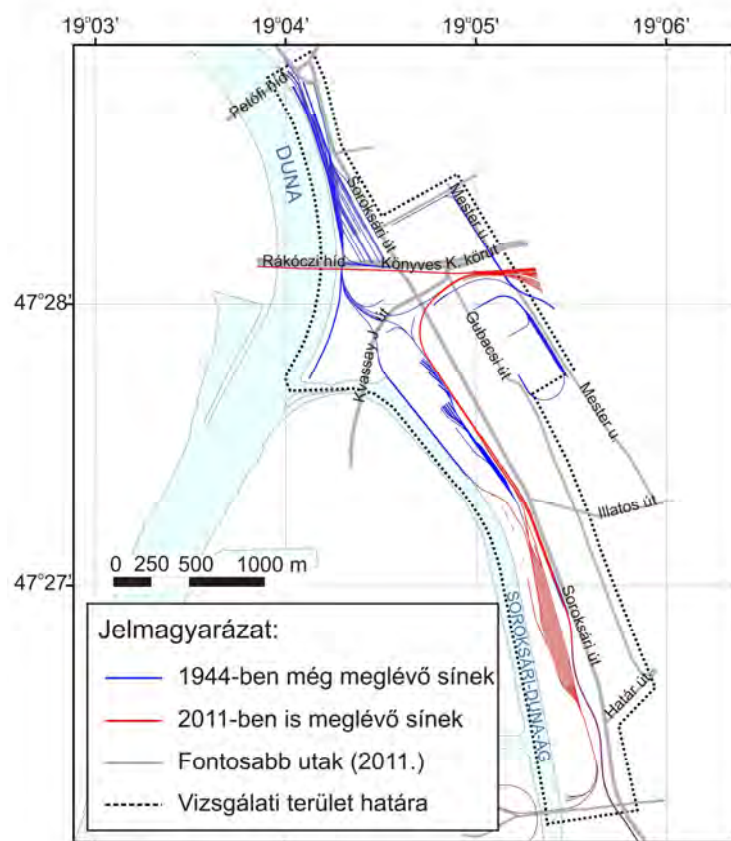
4. térkép: A vasúti területek változása a Soroksári út mentén, 1927–1944.



Forrás: TOLNAI, 2012 [kézirat]; p. 43.: 2. térkép.

A mintaterületen a sínek által elfoglalt zóna súlypontja napjainkra még inkább déli irányba tolódott, de ezt már nem újabb építkezések eredményezték, hanem a rendszerváltás utáni vágányfelszedések. Először a Duna-parti teherpályaudvar számolták fel (1990-es évek első fele), majd az oda vezető vasúti deltát és a Nagyvásártelep, valamint a Ferencvárosi kikötő vágányait (2000-es évek közepe). Az ezeken kívüli (vágóhidak környéki) iparvágányok nyomvonalát is alig néhány környező terepi elem irányultsága sejteti. Mindezek eredményeként a vasúti funkció ma már messze nem meghatározó a térségben, sőt a keresztülhaladó nyíltvonali szakaszokon és a Soroksári úti állomáson kívül csak a Soroksári úti rendező pályaudvar maradt meg igazi nagy kiterjedésű vasúti területnek (5. térkép).

5. térkép: A vasúti területek változása a Soroksári út mentén, 1944–2011.

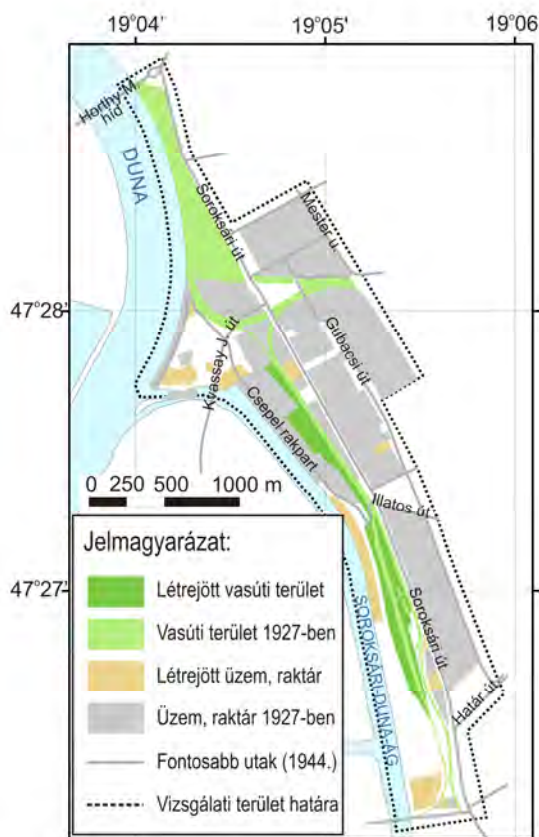


Forrás: TOLNAI, 2012 [kézirat]; p. 44.: 3. térkép.

A sínek futásának vizsgálata után a szorosan hozzájuk tartozó területek és az azokat körülvevő egyéb funkciójú, de velük kapcsolatban levő zónák (ipari és rakodási térségek) változásainak elemzésére került sor (6. és 7. térkép).

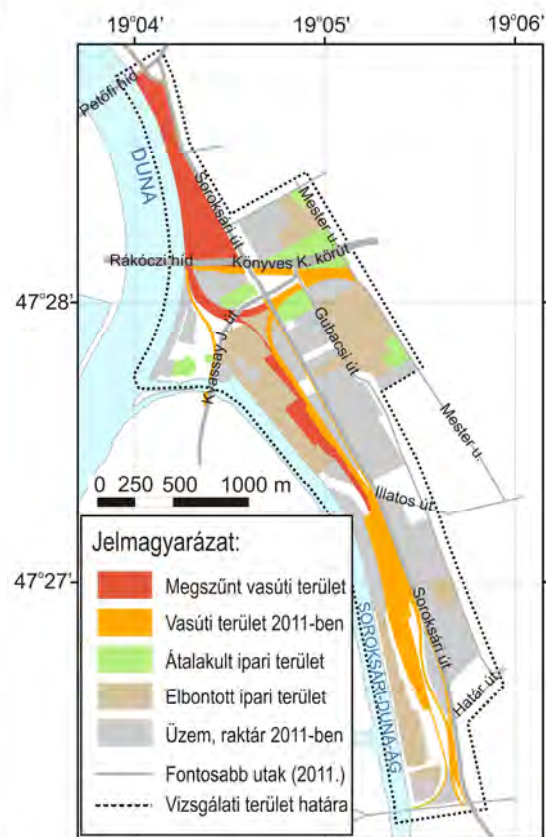
1927 és 1944 között a vasúti területeken kívül csekély mértékű térbeli változás figyelhető meg (csak a Kvassay-zsilip környéki és a Soroksári úti rendező pályaudvarhoz közeli, korábban üresen álló térségek egy részén jelent meg néhány raktártelek). A Nagyvásártelep felépülésével viszont nagyobb, alulhasznosított (jelentősebb épületek, csarnokok nélküli) zónák váltak sokkal inkább intenzíven használttá. A 6. térképen alig megjelenő kiterjedésbeli változások mögött tehát jelentős, minőségbeli fejlődés áll.

6. térkép: Területhasználati változások (1927-1944.)



Forrás: saját szerkesztés.

7. térkép: Területhasználati változások (1944-2011.)

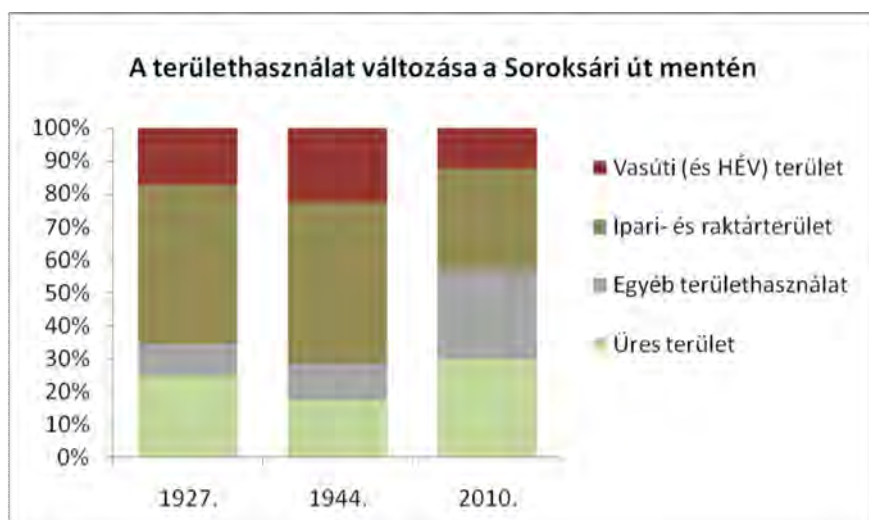


Forrás: saját szerkesztés.

Az 1944-től napjainkig bekövetkezett változások két nagyobb időszakra oszthatók. A szocializmus első évtizede (a háborút követő helyreállítások) után a rendszerváltás időszakáig fokozatosan csökkent a vasúti és raktározási területek kihasználtsága, állapotuk romlott, de ebben az első szakaszban nem történtek látványos átalakítások, területhasználati változások (legfeljebb a VITUKI telep felépítése). A második szakaszban, a rendszerváltástól napjainkig annál inkább, így a 7. térképen

elsősorban ezek a változások jelennek meg. A vasúti területek mellett az eltűnt létesítmények legmarkánsabb példái a Nagyvásártelep környezete, a Sertésvágóhíd és a Marhavágóhíd telektömbjének azon fele, ahonnan lebontották az épületeket. A legkedvezőbb fekvésű részek (Millenniumi Városközpont, Könyves Kálmán körút mente, Soroksári út és Kvassay út csomópontja) kivételével azonban az átalakulás nem is feltétlenül megfelelő szó, mert üresen álló, kihasználatlan területek maradtak hátra. Bár többféle városfejlesztési elképzelés – elsősorban iroda- és lakóingatlanok építésének terve – fogalmazódott meg a területre (a Soroksári-Duna-ág mentére valamint a Sertésvágóhíd területére) vonatkozóan, ezek megvalósulására jelenleg kevés esély van.

A geoinformatikai állomány a változás mérhetőségét is lehetővé teszi, hiszen az ArcGIS-ben történő vektorizálás során az objektumokhoz automatikusan, attribútumként kapcsolódik azok kerülete és területe is.



15. ábra. (Forrás: saját szerkesztés.)

Ennek alapján (15. ábra) az 1927 és 1944 között a területhasználatban bekövetkezett átalakulások legfontosabbika a vasúti területek üres területek rovására történő bővülése volt (szűk 50 hektárról majd' 70 hektárra növekedve a mintaterület egészét tekintve 15%-ról 20% fölé emelkedett aránya). Mint fentebb már említésre került, a vasút környéki ipari és raktározási területek összessége a korábban is sok helyen megtalálható, kevésbé kiépített raktártelek, lerakatok eredeti helyfoglalása miatt méretében nem változott, csak a beépítés minőségében. Mintegy 160 hektáros kiterjedésükkel az ipari területek (a vasúthoz nem igazán kapcsolódó részeket is ide

sorolva) a mintaterületnek körülbelül felére terjedtek ki. Elenyésző volt az egyéb városi térhasználat (lakóterületek stb.).

A térségnek a rendszerváltástól napjainkig bekövetkező átalakulása során az egykori vasúti területek felükre csökkentek, az ipari- és raktárterületek (melyek az 1950-es években még növekedtek, majd az 1990-es évek elejéig stagnáltak) hozzávetőleg 100 hektárnyi méretűre csökkentek. Ezzel azonos nagyságrendű az üres (eleve beépítetlen, vagy elbontás után kihasználatlanul maradt) zónák kiterjedése, és ennek alig egyharmadát közelítik a valóban megújult térségek (a diagrammon ez az „egyéb területhasználat” 2011-re történt látványos növekedésében fejeződik ki).

## **6. Vasúti területek térképezése a környezeti állapot áttekintéséhez**

### **6.1. Vasúti környezetvédelmi alapok**

Bár a vasút fajlagosan a legkevésbé szennyező, legkedvezőbb energiateljesítményű közlekedési ágazat, lokálisan komoly környezetterhelő hatása is lehet. Különösen igaz ez a városi vasúti területekre, ahol az üzemeltetési háttértevékenység zajlik. A legfőbb vasúti környezetszennyezési típusok a légszennyezés, a talaj- és talajvízszennyezés, a zaj- és rezgésterhelés; de jelentkezik a hulladék- (nagy arányban veszélyes hulladék-) és szennyvízkibocsátás is. A dolgozat jelen fejezete keretében az előbbieket bemutatására illetve feltérképezési lehetőségeinek kutatására kerül sor.

A levegőszennyezés vonatkozásában megkülönböztethetünk helyhez kötött és mobil forrásokat. A vasút háttértevékenysége révén az előbbi is jelentkezik, de a közlekedési jelleg dominanciája miatt érdekesebb az utóbbiak vizsgálata. Bár a gőzmozdonyok korára jellemző, látványos levegőszennyezés (szénpor, zsíros korom, szálló hamu stb.) nagymértékben visszaszorult, a vontatójárművek leggyakoribb fajtája, a dízelmozdony továbbra is sokféle szennyezőanyagot bocsát ki: a látható korom mellett CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> és további szénhidrogének kerülnek a levegőbe. Ezek eloszlása és kiülepedése függ a haladó jármű sebességétől is; nem lehet egy egységes értéket meghatározni, de a leginkább kitett területek az állomások, pályaudvarok, vontatási telepek (mivel a gépek indulásakor fokozott üzemanyag-használat és ezzel együtt fokozott füstkiadás jellemző, amely ráadásul a kis sebesség miatt könnyebben ki is ülepedik helyben.) Míg a nagyobb távú vagonközlekedésben jelentős a villanymozdonyok szerepe (amik helyben ugyan nem szennyeznek a levegőt, de az áramot biztosító erőműveken keresztül igen), addig a pályaudvarokon történő mozgások, vagonrendezések zömében dízeles vontatással történnek, ami fokozza a lokális levegőszennyezést (LUDVIGH, 2003).

A levegőszennyezés mellett a vasút jelentős talaj- és talajvízszennyező is lehet. A legjelentősebb és legnehezebben felszámolható talajkárosítás az olajszennyezés, ami

szintén a vasúti üzemi területek, gépészeti telepek, pályaudvarok környékére koncentrálódnak. A leginkább terhelt területek a kitérőkörzetek, ahol a váltók súrlódáscsökkentése érdekében – a nagy forgalmú kitérőknél akár napi gyakorisággal – olajos kenést alkalmaznak, ami az ágyazat olajos-saras elszennyeződéséhez vezet. Hasonlóan súlyosan károsodik a felszíni és felszín alatti olajtárolók, illetve az olajlefejtő és -feladó kutak környezete. Ide sorolandók továbbá azon állomási vágányok és jelzőkörzetek, ahol a gyakori mozdonyállás miatt a gépekből szivárgó olaj nagy mennyiségben jut a talajba. E szennyezés típus is sokkal nagyobb mértékben kötődik a dízelvontatáshoz, így például a rendező pályaudvarokhoz és az iparvágányokhoz. Az olajszennyezés mellett további talajterhelési forrás lehet az áruszállító szerelvényekből történő vegyszerelfolyás (tartályvagonok esetében), ömlesztett árukat szállító vagonok rendezésekor az ütközések következtében történő kiszóródás és a vagonok tisztítása során elfolyó mosószeres ipari szennyvíz. A pálya menti vegyszeres gyomirtások is károsítják az alépítmény környezetében a talajt. A mozdonyok és vagonok kerekeinek a síneken való súrlódása miatt vaspor ülepedik ki a gyakran használt, nagy terhelésnek kitett vágányszakaszok mentén. Mindezek a talajszennyezések évtizedekre visszanyúlóan halmozódtak fel a vasúti területek környezetében, így a ma már valamilyen mértékben alkalmazott környezetkímélőbb eljárások ellenére is igen nagy térségek esetében áll fenn súlyos szennyezés. A szennyezés elszivároghat a talajvízbe is bekerülhet, és a vontatási területek, állomások tágabb környezetének vízbázisát is tönkre teheti (PAJOR – MEZEI, 2002).

A harmadik, vasúti közlekedéshez köthető környezetszennyezési típus a zajterhelés. Fő okozója a vontató és vontatott egységek futóművének gördülési zaja. Ehhez adódik továbbá a gépzaj (motor, transzformátor, egyéb segédberendezések hangja), az egyéb szerkezeti eredetű zajok (például a tehervagonok laza rögzítései), a menetzaj és a fékezések zaja, a hangjelzések (mozdonykürt) és az alépítményektől (sínek rögzítése, kitérők) és a pályához tartozó műtárgyaktól (például vasúti hidak) származó, a szerelvény-áthaladás idején fellépő zaj. Ezek együttese időben és térben változó mértékű terhelést eredményez, de megállapíthatók bizonyos szabályszerűségek. Ilyenek többek között, hogy a dízelmozdonyok zaja nagyobb, mint a villamos mozdonyoké, az előbbieket gyakran elnyomják a vontatott kocsik zaját, míg utóbbi esetben a vagonzaj erősebb a mozdonyénál. Az induló szerelvények motorzaja nagyobb, mint a haladóké (főleg dízelmozdonyos vontatásnál); a tehervagonok zajosabbak, mint a



jobb lengéscsillapítással ellátott személyszállítók. A sínillesztéseknél jelentkező ütközési zajimpulzus 30-40 km/h sebességnél a legjelentősebb (tehát például állomásoknál történő be- és kihaladáskor), nagyobb sebességnél a növekvő gördülési zaj ennek fölébe kerül. Az egyenes pályaszakaszokon nem kell számolni azzal a csikorgó zajjal, amivel ívmenetben igen (LUDVIGH, 2003). Hozzávetőleges számértékek is köthetők a vasúti zajszennyezéshez: elhaladó mozdony zaja 25 méterre a vágánytól 70-100 dB közötti, de 100 méteres távolságban is e tartomány alsó határa körül mozog. A rendező pályaudvarok környékén az állandó gördülési és ütközési zajok miatt 50-80 dB a zajterhelés. A 85 dB szint alatti hangoknak elvileg nincs hallószerv-károsító hatása, de hosszabb távon ezek is okozhatnak hallószervi és idegi problémákat, ezért a biztonsági határérték 70 dB körüli. Zajszennyezésről hivatalosan 65 dB felett beszélnek.<sup>12</sup>

## **6.2. Alulhasznosított városi vasúti területek**

A vasúti szállítás visszaszorulása következtében Budapesten nagy kiterjedésű alulhasznosított MÁV-területek alakultak ki (vasúti járműgyártás és üzemeltetés telephelyei, pályaudvarok stb.). Így a környezetszennyezés problémaköre mellett a vasúti területek elértéktelenedésével, fizikai leromlásával is foglalkozni kell. Bár a város belsejéből már eltűntek a városfejlődést gátló vasúti, szállítási, raktározási területek (például a Széna tér környékéről, a Ferencvárosi Duna-partról, Lágymányosról és Vizafogó városrészből), további jelentős vasúti területek sorsa egyelőre rendezetlen. Ezek közül a legismertebb talán a Józsefvárosi pályaudvar, de eszünkbe juthat több másik teher- és rendező pályaudvar (például Rákosrendező) ma már feleslegesen nagy kiterjedésű „síntengere”, illetve a sorsukra hagyott telephelyek (ilyenek többek közt Istvántelek, és az Északi Járműjavító) is.

Méretüknél fogva és a MÁV anyagi helyzete miatt e térségek „tehetetlensége” nagy, környezetüket is magukkal húzzák, azok értéke is csökken. Ennek elkerülése a vasút és a városfejlesztés közös célja kell, hogy legyen. Bár az ingatlanhasznosítás

---

<sup>12</sup> Mivel állandó zaj esetén már alacsonyabb érték is okozhat pszichés problémákat, Budapest stratégiai zajtérképnek elkészítésekor például a zajnövekedés megakadályozását azokon a területeken jelölték ki, ahol üzemi zaj esetén 46 dB feletti a nappali, 40 dB feletti az éjjeli terhelés, közlekedési zaj esetében pedig a 63 dB illetve 55 dB értéket meghaladja. Ugyanezen dokumentum szerint zajcsökkentést ott kell elérni, ahol ezek az értékek rendre 56 dB, 50 dB illetve 73 dB, 65 dB feletti.  
([http://terkep.budapest.hu/website/zajterkep\\_html/doc/zajterkep\\_reszl.pdf](http://terkep.budapest.hu/website/zajterkep_html/doc/zajterkep_reszl.pdf);  
utolsó megtekintés: 2012. 06. 04.)

fontosságát (és gazdasági jelentőségét) már felismerte a MÁV is, és a rehabilitációhoz szükséges szervezeti kereteket megteremtette, egyelőre kevés példa van az ilyen zónák megújulására (FÁBRY, 2004). Az átalakítandó városi vasúti területek közül a pályaudvarok esetében valósíthatók meg a leglátványosabb fejlesztések, hiszen ezek általában központi helyen fekszenek és könnyen integrálhatók a város szerkezetébe (erre példa a Duna-parti teherpályaudvar helyén felépülő Millenniumi városközpont, a Nyugati pályaudvar felesleges szélső vágányai helyén felépített Westend; jövőbeli nagy lehetősége pedig a Józsefvárosi pályaudvar rendezése). Elsősorban ipari és logisztikai kis- és középvállalkozások telepedhetnek meg a rehabilitált vasúti üzemi területeken (ez – elég kaotikus formában – már megtörtént a Ganz Művek Kőbányai úti telepén; rendezettebben, átgondoltabban ugyanennek kellene megtörténnie például Istvántelken és a Ferencvárosi rendező pályaudvar egy részén). Legkevésbé a nyíltvonali terek hasznosíthatók keskeny, hosszanti elhelyezkedésük miatt, így ezek vagy utak bővítésének adhatnak teret (például a Nagykőrösi út esete) vagy bicikliutak épülhetnek helyükre, esetleg a jövőbeni vasúti fejlesztések tartalékterületei lehetnek. (SOÓKI-TÓTH – SÜTŐ, 2003)

A potenciálisan átalakítható vasúti területek legismertebb példái (többek között a Nyugati és Déli pályaudvar megszüntetésének, Rákosrendezőre illetve Kelenföldre való kihelyezésének gondolata) mellett érdemes figyelmet szentelni a külsőbb városrészekben találhatóakra is. Ezek közé sorolható a Soroksári úti rendező pályaudvar is, mely alulhasznosított és elhagyott sínei, a rendszeres karbantartói tevékenység hiánya, a szennyezett környezet miatt tipikus példája a rehabilitálandó MÁV-területeknek.

### ***6.3. Vasúti környezetszennyezés ábrázolása geoinformatikai állományok és térképszerű illusztrációk segítségével***

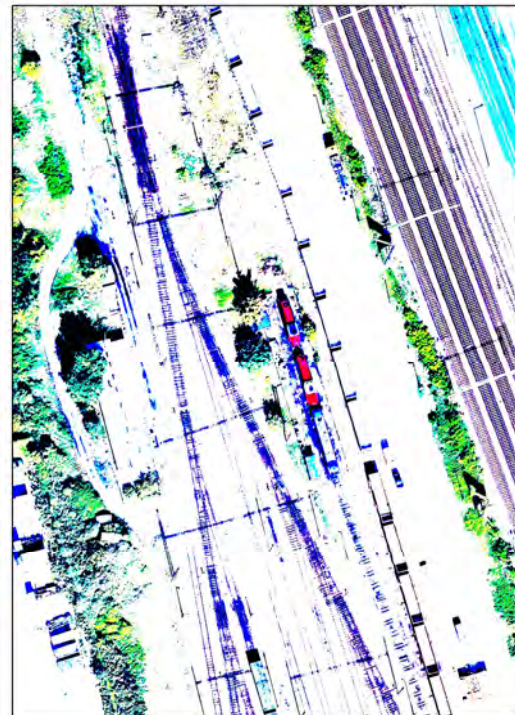
Tudva, hogy a vasúthoz köthető környezetterhelést legkoncentráltabban felvonultató területek egyik típusának képviselője, és figyelembe véve városfejlesztési relevanciáját, részletesebb vizsgálatra a Soroksári úti rendező pályaudvart tartottam érdemesnek. E vizsgálat alapját a terület vágányhálózatának és egyéb szorosan kapcsolódó vasúti tereptárgyainak vektorizálása adta, melyhez a nagy felbontású légifelvételek jó minőségű forrásanyagot szolgáltattak. A vektorizálás eredményét

mutatja be a 18. ábra. Ezen állomány vágányhálózatnak megfelelő vonalas objektumaihoz kapcsoltam a továbbiakban a vasúti környezetszennyezés tipikus térben elhelyezhető fajtáit, azaz a látható felszíni talajszennyezést és a következtethető zajterhelést. (A légszennyezésre vonatkozó elemzést terepen mért adatok nélkül, csak a légifelvételek alapján nem lehetett érzékeltetni. Mivel ez esetben a fő kibocsátók a mobil pontforrásnak felfogható vontatómozdonyok, szükség lenne ezek típus szerinti emissziós mutatóinak illetve az általuk lebonyolított forgalom adatainak ismeretére is. Itt ugyan nem kerül sor ilyen jellegű feltárássra, de esetleges további vizsgálatok esetén számolni kell e tényezővel is, hozzátéve, hogy elhelyezkedés szempontjából a pályaudvar a főváros fő szélcsatornájában helyezkedik el, így a szennyezés a transzmisszió útján a helyszíntől távolabbra jutva ülepedhet ki.)

A talajszennyezésre vonatkozó tematikus rétegek létrehozásakor erősebb hisztogrammodosítást, majd a nem automatizált, saját kézzel végzett osztályozás módszerét alkalmaztam. Ez utóbbi a földfelszín olyan csoportokra osztását jelenti, melyekben az egyes csoportok tagjait valamilyen közös tulajdonságuk (például a színek) kapcsolja össze (SÁRKÖZY, é. n.<sup>13</sup>).



16. ábra: Módosítás nélküli kép.



17. ábra: Ugyanaz a kép a hisztogrammodosítás után.

<sup>13</sup> Térinformatika: Távérzékelés III; Az osztályozás fogalma; ([http://www.agt.bme.hu/tutor\\_h/terinfor/t26.htm](http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/t26.htm); utolsó megtekintés: 2012. 06. 04.

A hisztogrammódosításra azért volt szükség, hogy a barnás árnyalatú alapon a sötétebb barna szennyeződés foltokat jobban el lehessen különíteni. Miután – kísérleti alapon – a pixelértékeknek a látható fény három sávjára (RGB) vonatkozó eloszlási értékeit külön-külön úgy állítottam be, hogy a lehetséges tartomány (0-255) első felében minimális (0), második felében maximális (255) legyen az értékük, eredményként egy olyan képet kaptam, amelyen a szennyezett foltok sötétkekes-lilás részekként válnak ki a fehér háttérből (16. és 17. ábra). (E lépés során gyakorlatilag az eredetileg világosabb árnyalatú képelemeket élesen elválasztottam az eredetileg sötétebb képelemektől.)



18. ábra: A vágányhálózatot és egyéb vasúti műtárgyakat ábrázoló tematikus réteg.

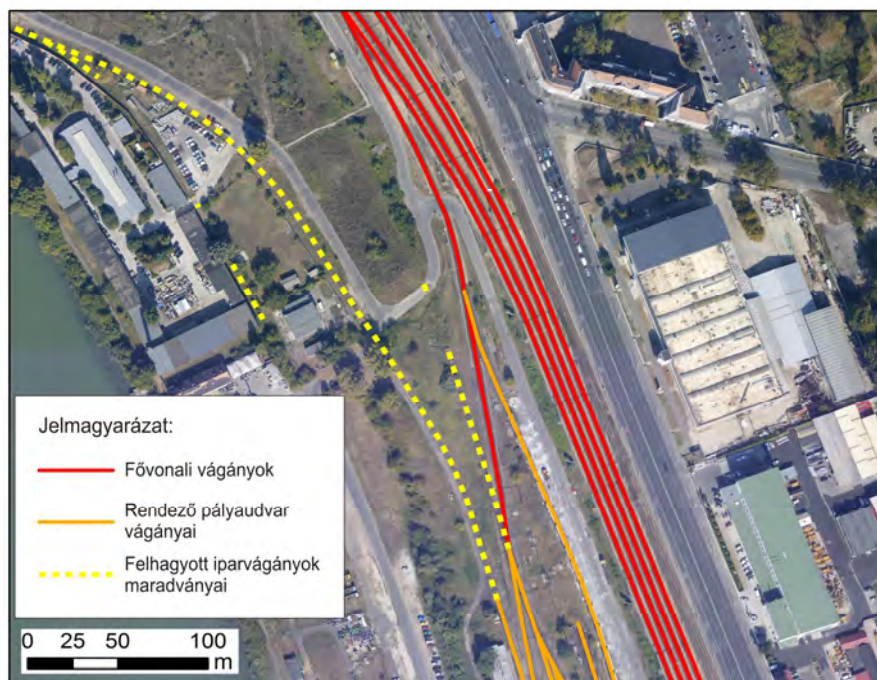


19. ábra: A talajszennyezettséget ábrázoló tematikus réteg.

Az ezt követő manuális úton történő, szelektív osztályozás során a szennyezést sejtető sötét foltokat gyűjtöttem össze, és a sínek vonalas elemei mentén szabályos kiterjedésű objektumokként (pufferzónákként) ábrázoltam őket. Az így kimutatott szennyezés egy része jól láthatóan kapcsolódik a kitérők körzeteihez (olajszennyezés), hosszabban elnyúló foltjai pedig valószínűleg a vaspör kiülepedéséből származnak. Emellett a legsúlyosabb terhelést okozó mozdonytároló, -karbantartó és üzemanyag-utánpótló vágányokból csak egy van a területen. Az eredményül kapott tematikus réteg a 19. ábrán látható.

Ez a feldolgozás önmagában természetesen még nem nyújt teljes körű információkat, de jó kiindulást jelenthet például a terepi mintavételezéshez. A talajszennyezés monitoringjának lényege a károsodásnak leginkább kitett helyek (gázolajfeladó és -lefejtő állványok, olyan helyek, ahol a mozdonyok sokáig tartózkodnak, kitérőkörzetek, bejárati vágányok stb.) folyamatos ellenőrzése, a kijelölt pontokban történő mintavételezés és ez alapján a szennyezés összetevőinek elemzése a kiterjedés változásának nyomon követése. E leginkább kitett helyek feltárásában lehet szerepe a légfelvételek alapján történő szennyezés-lehatárolásnak.

A pályaudvar tágabb környezetének kármentesítéséhez, rehabilitálásához lehet fontos ismeret az egykori vasúti területek elhelyezkedése (ez alapján lehet következtetni arra, hogy hol találkozhatunk esetleg a vasútra jellemző szennyezés-típusokkal). Áttekintés szintjén információt adhatnak erről a korábban bemutatott, a vasúti térhasználat változását elemző térképek (4. és 5. térkép). Részletesebb szemléltetés céljából készült a lenti (20.) ábra. Ennek elkészítéséhez – a nehezebben fellelhető, csak halványan megjelenő, használaton kívüli vágányok, vágánycsonkok láthatóbbá tételéhez – egyszerűbb hisztogram módosítást (az értékek szélesebb spektrumon való megjelenítését) és a kontraszt kismértékű növelését alkalmaztam. A feldolgozás igazi alapját nem a pixelértékek átalakítása, hanem a pixelek terepi felbontása adta, hiszen a nagy felbontásnak köszönhető, hogy ezek a terepi elemek is felismerhetően jelen vannak a képen.



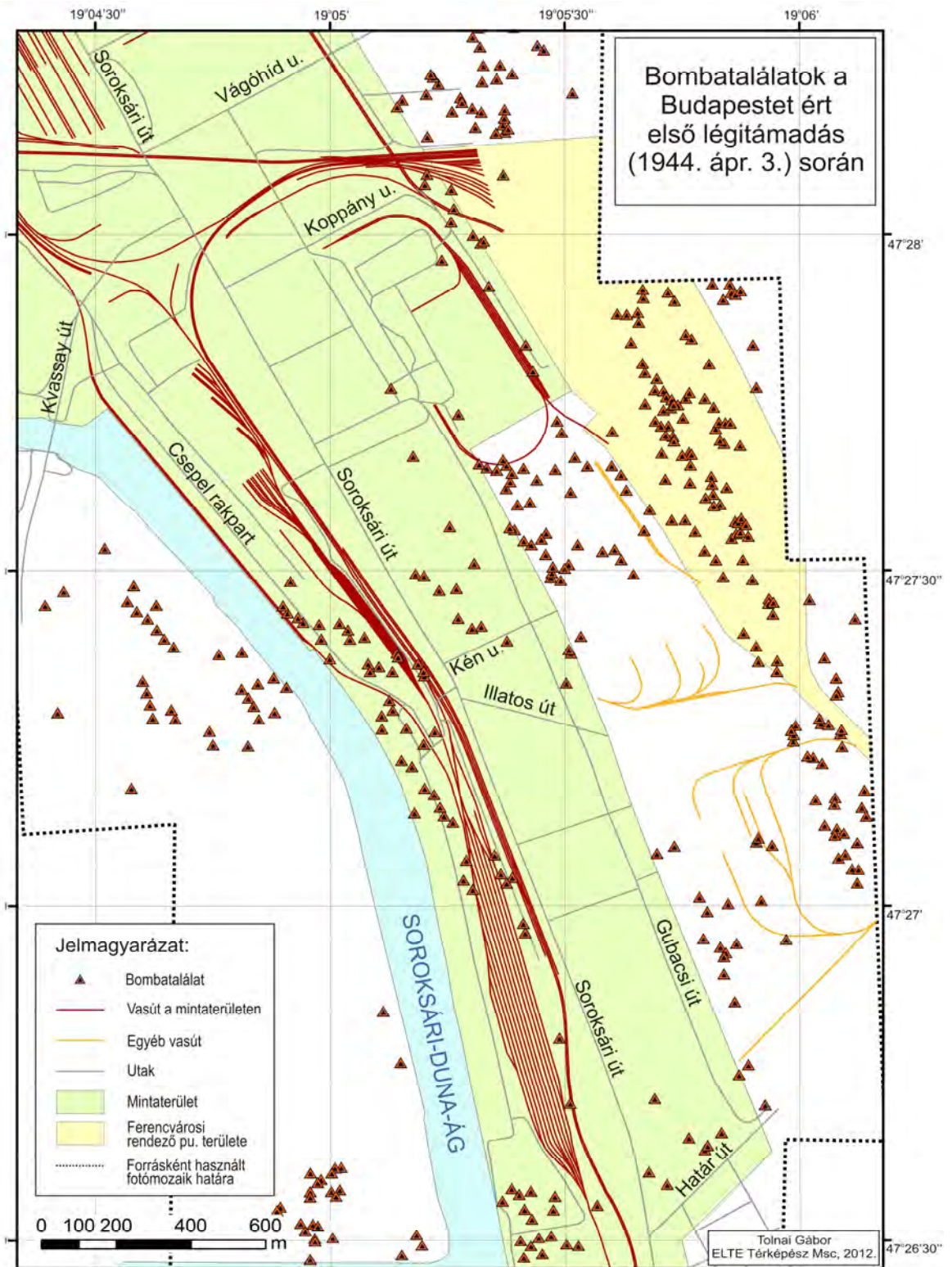
20. ábra: Egykori iparvágányok maradványai a Soroksári úti pályaudvar közelében.

Szintén a talajszennyezés felméréséhez lehet fontos adalék – igaz nem közvetlen vasúti környezetterhelés – egy az 1944-es felvételsor alapján kimutatható információ: a második világháborús bombázások következményei. Bár a robbanóanyagok a becsapódás helyén önmagukban is károsítják a talajt, jelentősebb az a hatás, hogy a helyreállítás során a bombatölcsek feltöltésére használt építési törmelék a továbbiakban másképpen vezeti el a szennyeződések (könnyebben a talajvízbe juttathatja őket), sőt önmagában is tartalmazhatott szennyező anyagokat (PAJOR I. – MEZEI I.; 2002). Emellett nagyobb terepátrendezéssel járó beavatkozások esetén lehet érdekes, hogy hová koncentráltak egykor a bombatalálatok, mert ez alapján fel lehet készülni arra, hogy hol bukkanhatnak a továbbiakban esetlegesen fel nem robbant szerkezetekre.

Az archív felvételek alapján, vizuális interpretáció útján készült 8. térkép tanúsága szerint a Soroksári úti rendező pályaudvar viszonylag épen megúsza az első bombázást (szemben a Ferencvárosi rendező pályaudvar, a vele szomszédos vegyipari üzemek és a Csepel-sziget északi részén levő repülőtér súlyosabb károsodásával). Környezetében csak a Soroksári-Duna-ág menti, viszonylag extenzíven hasznosított raktárterületek, lerakatok sérültek nagyobb mértékben. Természetesen ez a térkép csak

egy fázist mutat be, a teljes értékű ilyen tematikájú feltáráshoz Budapest ostromának több szakaszából származó információk feldolgozására lenne szükség.

8. térkép.

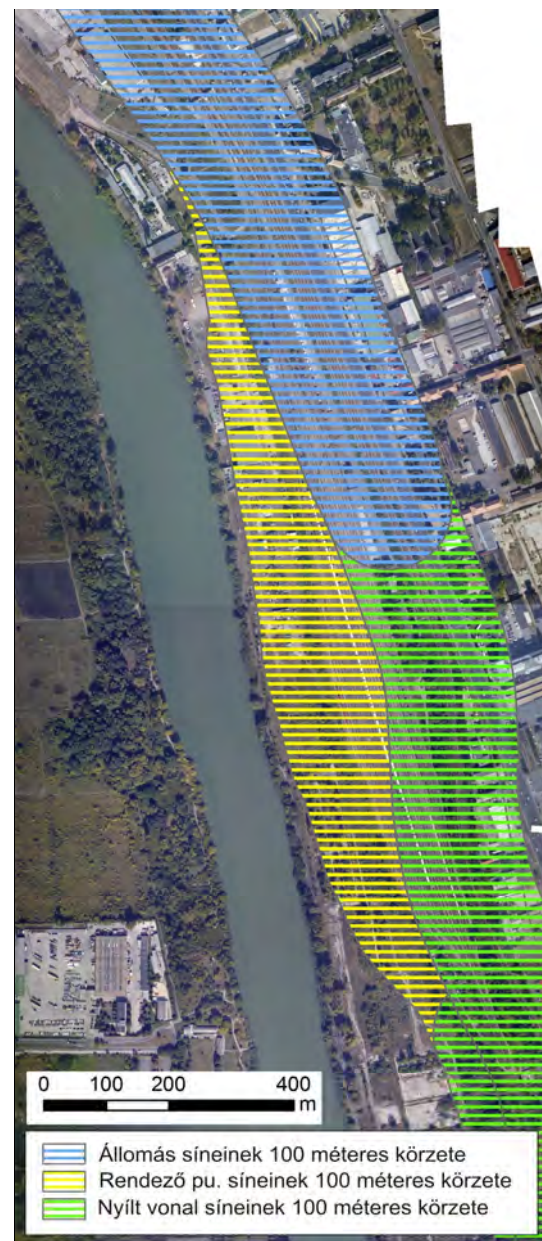


Forrás: saját szerkesztés.

A Soroksári úti rendező pályaudvar esetében reális lehetőségnek tűnik a funkcióváltással történő rehabilitáció. Ennek különlegességét ugyanakkor az is adná, hogy míg a vasúti területek helyén általában ipari és logisztikai zónákat vagy üzleti parkokat kívánnak megvalósítani, itt a lakó- és/vagy rekreációs funkció fejlesztése merült fel ötletként (Podmaniczky Program; 2005). Ennek megvalósíthatósága szempontjából érdekes a zaj- és rezgésterhelés vizsgálata. Bár a pontos felméréshez itt is hitelesített helyszíni mérésre lenne szükség, a vasúti környezetvédelmi ismeretek szerint jellemző zajterhelési értékek és Budapest stratégiai zajtérképének határértékei alapján készíthetők elméleti alapon nyugvó ábrák (21. és 22. ábra).



21. ábra: Zajszennyezés a vágányok 25 méteres körzetében.



22. ábra: Zajszennyezés a vágányok 100 méteres körzetében.



Ezek a sínek 25 illetve 100 méteres körzete lett kijelölve, azaz azok a távolságok, amelyek esetében már szükséges lehet a zajvédelmi beavatkozásra a határérték-túllépés miatt (25 m), illetve amelyeken belül egyértelműen negatív hatást gyakorol az ember szervezetre a hosszú távú terhelés (100 m). Látható, hogy még a rendező pályaudvar esetleges megszüntetése után is a terület nagy részére jelentős hatással lenne a megmaradó vasútvonal okozta zajterhelés, ezért vagy valamilyen formában védekezni kellene a hanghatások ellen (például zajvédő falak segítségével), vagy újra kellene gondolni, hogy milyen formában hasznosítható a terület (jó elképzelés-e a lakófunkció fejlesztése?).

Az itt bemutatott elméleti, modell alapú környezeti értékelés hasznosíthatóságának mértékét a terepi felmérések, kutatások világítanak meg. A tapasztalatok esetlegesen felhasználhatóak lennének további, a Soroksári úti rendező pályaudvarhoz hasonló helyzetű, alulhasznosított, átalakításra érdemes vasúti üzemi területek (például Rákosrendező, Angyalföld, Törökőr vagy Kőbánya-felső pályaudvarok) kezelésénél, fejlesztésénél.

## 7. Befejezés

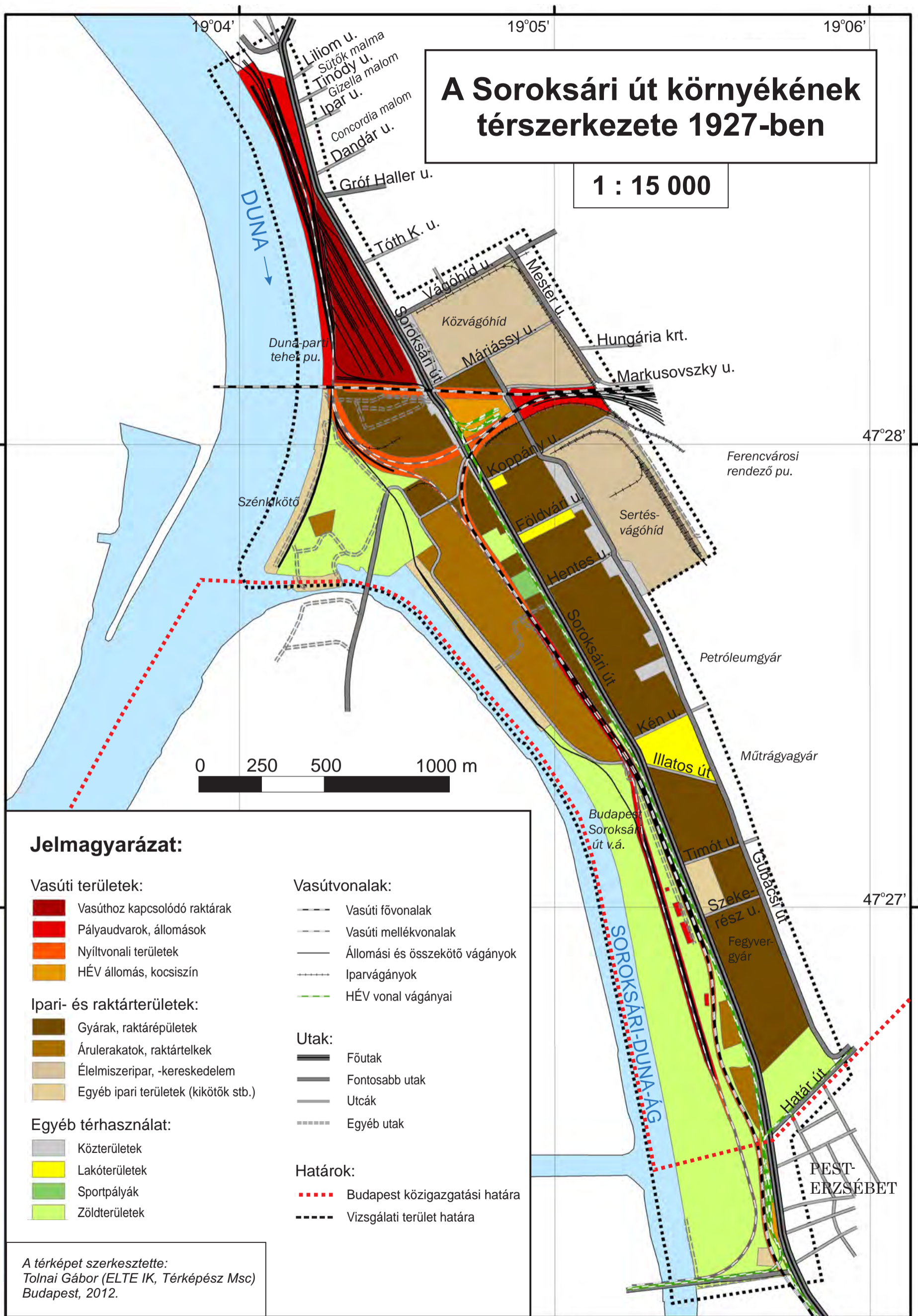
A dolgozat mintaterületül választott Soroksári út környéke Budapest egyik legfontosabb vasúti és ipari zónája volt, a rendszerváltás után azonban a pályaudvarok, raktárterületek és egyéb üzemek állapota erősen leromlott, forgalmuk is jelentősen visszaesett. A térségben a legnagyobb átalakulások pont a vasúti területeket érték (Duna-parti teherpályaudvar eltűnése, majd a Millenniumi Városközpont kiépülése; a Kvassay út csomópontja környéki közúti fejlesztések a vasúti delta és az egykori HÉV- és villamos kocsiszín helyén; a Nagyvásártelepet környező vágányok és raktárak elbontása nagy ívű városfejlesztési elképzelések előkészítéseként). A változások ezen észak-déli irányú térbeli egymásutánisága teszi érdekessé a Soroksári út környezetét.

Dolgozatomban a digitális fotogrammetria síktranszformációra épülő részének elméleti ismertetése után a jelenlegi és archív légifelvételek alapján, önálló kutatómunka során elkészítettem a terület idősoros térhasználati térképeit, a vasúti funkció kiemelésével. A kiválasztott időpontok – a légifelvételek elérhetőségének függvényében – a terület fejlődésének legfontosabb időszakaihoz kötődnek (a Soroksári-Duna-ág menti szakasz nagy átalakulásának kezdetéhez [1920-as évek], az átalakulás kibontakozását követő időszakhoz [1940-es évek], és a hosszú ideig tartó hanyatlást követő jelenlegi, részben megújult, de sok tekintetben még rehabilitációra váró állapothoz). A kiemelt időpontok közti változásokat szemléltető térképek elkészítésével a térség bő nyolc évtizednyi fejlődési folyamatait tettem vizuálisan megjeleníthetővé és könnyebben leírhatóvá. A térképezési munka mellé ennek kihasználásával került rövid átalakulás-elemzés, mely bizonyítja a vasút térnyerésének majd drasztikus visszaszorulásának folyamatát, és vele párhuzamban bemutatja az ipari és raktárlétesítmények sorsát. A Soroksári út mentének e hosszabb időtávon végigvezetett változás-elemzése esettanulmányként hozzájárulhat a várostörténeti, városfejlesztési vonatkozású ismeretanyaghoz.

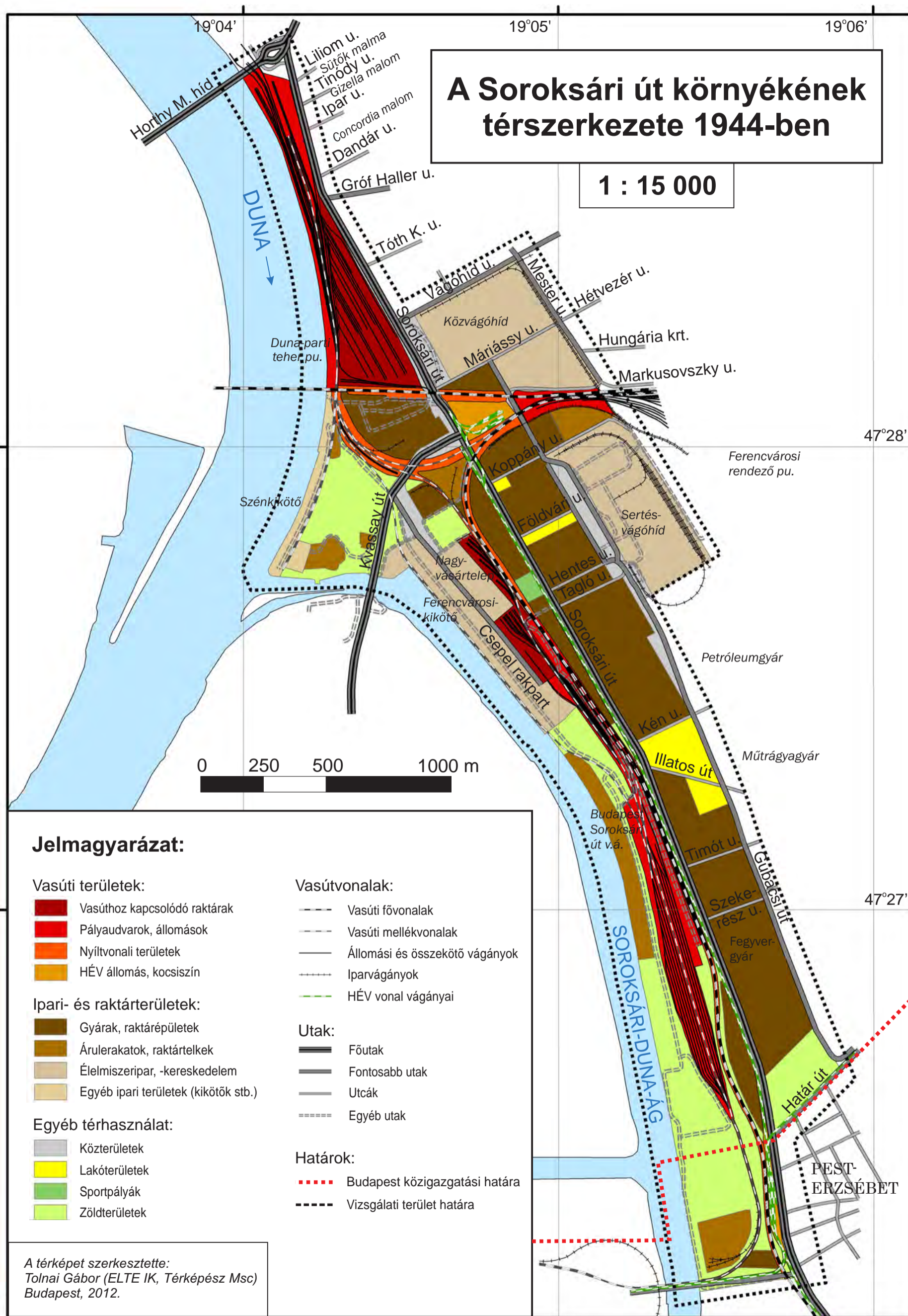
Kutatásomban a nagyfelbontású légifelvételeket a változás-elemzés mellett lokális, környezetvédelmi szempontú helyzetfeltárássra is használtam. A vizsgálatba bevont fotók nagy terepi felbontásának köszönhetően – a Soroksári úti rendező pályaudvart mintaterületül választva – készítettem nagy pontosságú térbeli adatbázist, melyhez a vasúti környezetvédelmi szakirodalomból megismert jellemzők alapján

kapcsoltam a lehetséges szennyezés- és terheléstípusok légifelvételéről leolvasható, vagy elméleti úton következtethető kiterjedését (talajszennyezés, zajterhelés). Ennek eredménye például a további terepi mintavételezéshez jelenthet kiindulási alapot, illetve a kutatás kiterjesztéseként el lehetne végezni ugyanezt a felmérést Budapest többi alulhasznosított, potenciálisan funkciót váltó vasúti területére is; ami azután a rehabilitációs munkálatok részleges előkészítését is segíthetné.

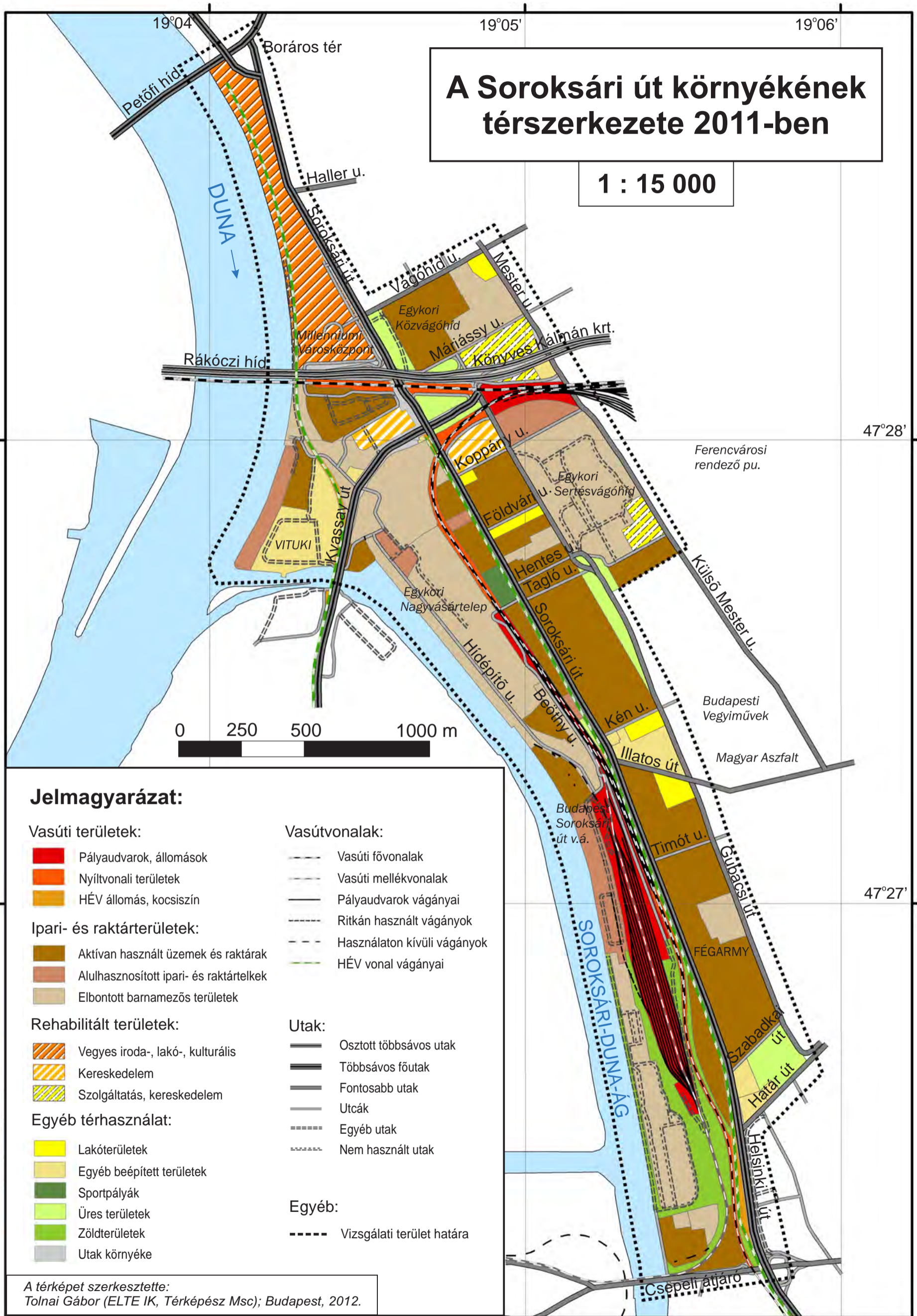
Dolgozatomban tehát *síktranszformációra épülő légifelvétel-feldolgozás* és geoinformatikai állományok létrehozása után végeztem el egy kiválasztott *városi vasúti terület* változásának *térképezését* és *elemzését*. Végül a nagy felbontás adta lehetőséget kihasználva tettem lépéseket a rehabilitáció előkészítésében való *alkalmazás* irányába.



I. térkép. (Saját szerkesztés [TOLNAI G. 2012; kézirat])



II. térkép. (Saját szerkesztés [TOLNAI G. 2012; kézirat])



# A Soroksári út környékének térszerkezete 2011-ben

1 : 15 000

## Jelmagyarázat:

### Vasúti területek:

- Pályaudvarok, állomások
- Nyíltvonali területek
- HÉV állomás, kocsiszín

### Ipari- és raktárterületek:

- Aktívan használt üzemek és raktárak
- Alulhasznosított ipari- és raktártelek
- Elbontott barnamezős területek

### Rehabilitált területek:

- Vegyes iroda-, lakó-, kulturális
- Kereskedelem
- Szolgáltatás, kereskedelem

### Egyéb térhasználat:

- Lakóterületek
- Egyéb beépített területek
- Sportpályák
- Üres területek
- Zöldterületek
- Utak környéke

### Vasútvonalak:

- Vasúti fővonalak
- Vasúti mellékvonalak
- Pályaudvarok vágányai
- Ritkán használt vágányok
- Használaton kívüli vágányok
- HÉV vonal vágányai

### Utak:

- Osztott többsávos utak
- Többsávos főutak
- Fontosabb utak
- Utcák
- Egyéb utak
- Nem használt utak

### Egyéb:

- Vizsgálati terület határa

A térképet szerkesztette:  
Tolnai Gábor (ELTE IK, Térképész Msc); Budapest, 2012.

III. térkép. (Saját szerkesztés [TOLNAI G. 2012; kézirat])

## IRODALOMJEGYZÉK

Könyv, könyvfejezet, tanulmány, jegyzet:

BARTA Györgyi (szerk., 2004): A budapesti barnaövezet megújulási esélyei. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 348 p.

BELUSZKY Pál – GYŐRI Róbert (2004): Budapest ipari övezetének kialakulása. In: A budapesti barnaövezet megújulási esélyei (szerk.: BARTA Györgyi), MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, pp. 17-34.

BERCZIK András (1998): A közlekedés fejlődése és városépítési vonatkozásai. In: Budapest városépítésének története 1945-1990 (szerk.: PREISICH Gábor ), Műszaki könyvkiadó, Budapest, pp. 187-238.

Budapest félszázados fejlődése 1873-1923 (1925, szerző nélk.). Budapest Székesfőváros Statisztikai Közleményei 53., Budapest Székesfőváros Statisztikai Hivatala, Budapest, 200 p., 12 grafikus táblával.

Budapest Középtávú Városfejlesztési Programja – Podmaniczky Program (2005). Budapest Főváros Önkormányzata, Budapest, 101 p.

FÁBRY György (2004): Rosszul hasznosított MÁV-területek. In: A budapesti barnaövezet megújulási esélyei (szerk.: BARTA Györgyi), MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, pp. 165-178.

FRISNYÁK Zsuzsa (2001): A magyarországi közlekedés krónikája 1750-2000. História, MTA Történettudományi Intézet, Budapest, 346 p.

GEGESY Ferenc et al. (szerk.: GÖTZ Eszter – ORBÁN György ) (2010): Ferencváros kétszáz éve. Ráday Könyvesház, Budapest, 254 p.

IX. kerület, Ferencváros (1998, szerző nélk.). In: Budapest kézikönyve II. (szerk.: JÓZSÁNE HALÁSZ Margit), Magyarország megyei kézikönyvei 20/2., CEBA Kiadó, Budapest, pp. 233-258.

KRAUS, Karl (1998): Fotogrammetria. (Fordította: DETREKŐI Ákos – MÉLYKÚTI Gábor.) Tertia Kiadó, Budapest, 379 p.

LUDVIGH Eszter (2003.): Vasúti környezetvédelem (egyetemi jegyzet). Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, Út és vasútépítési tanszék, Budapest, 41 p.

MÉLYKÚTI Gábor (2007): Fotogrammetria. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, Budapest, 122 p.

- PAJOR István – MEZEI István (szerk., 2002): Vasúti környezetvédelem. MÁV Rt. Vezérigazgatósága, Budapest, 259 p.
- PREISICH Gábor (cop. 2004): Budapest városépítésének története – Buda visszavételétől a II. világháború végéig. TERC, Budapest, 379 p.
- SOÓKY-TÓTH Gábor – SÜTŐ András Balázs (2003): Nagykiterjedésű vasúti területek rehabilitációja Budapest rozsdáövezetében (Stratégiai megalapozó tanulmány). Studio Metropolitana-Ecorys-Naos, Budapest, 93 p.
- XANTUS Zoltán (1973): Ferencvárosi krónika képekben. Budapest főváros IX. ker. Tanácsának Végrehajtó Bizottsága, Budapest, 167 p.
- XANTUS Zoltán (1992): Ferencvárosi évszázadok. (Helytörténeti füzetek), Budapest, 132 p.

#### Térképi források:

- Budapest közlekedési térképe (1942). M.a. nélk., Stoits György szerk., Dóczi Sándor Litográfia, Budapest.
- Budapest Székesfőváros térképe (1926). 1:25 000, Magyar Királyi Állami Térképészeti Intézet, Budapest.
- Nagy-Budapest (1930). M.a. nélk., Stoits György szerk., Aczél testvérek kiadása (Uránia Könyvkiadóvállalat), Budapest.
- TOLNAI Gábor (2012, kézirat): Városszerkezeti változások vizsgálata légifelvételek alkalmazásával (Geográfus MSc diplomamunka) egyes térképei.

#### Internetes források:

- BAKÓ Gábor (2011A): Archív légifelvételek digitalizálása, In: Távérzékelési technológiák és térinformatika online – RS&GIS 2011/1., <http://www.rsgis.hu/index.php/legi-taverzekeles/legifelveletek-digitalizalasa>; utolsó megtekintés: 2012. 06. 04.
- BAKÓ Gábor (2011B): Távérzékelési, fotogrammetriai és térinformatikai fogalomtár. In: Távérzékelési technológiák és térinformatika online – RS&GIS 2011/1., pp. 93-111. <http://rsgis.hu/index.php/kezdeap>; utolsó megtekintés: 2012. 06. 04.
- MUCSI László – KOVÁCS Ferenc – SZATMÁRI József – NAGYVÁRADI László (2011): Geoinformatika alapjai. <http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/ab-Geoinfo-tananyag/geoinformatika-alapjai.html>; utolsó megtekintés: 2012. 06. 04.



MUCSI László (évsz. nélk.): Digitális fotogrammetria

[http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc\\_Fotogrammetria\\_2.pdf](http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc_Fotogrammetria_2.pdf);

utolsó megtekintés: 2012. 06. 04.

MUCSI László (évsz. nélk.): GIS műveletek I. – Transzformáció.

[http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc\\_Transzformaciok.pdf](http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/geoinformatika/BSc_Transzformaciok.pdf);

utolsó megtekintés: 2012. 06. 04.

MUCSI László (évsz. nélk.): Képfeldolgozás.

[www.geo.u-szeged.hu/~laci/.../phare\\_tananyag\\_kepfeldolgozas.doc](http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/.../phare_tananyag_kepfeldolgozas.doc);

utolsó megtekintés: 2012. 06. 04.

SÁRKÖZY Ferenc (évsz. nélk.): Térinformatika.

[http://www.agt.bme.hu/tutor\\_h/terinfor/tbev.htm#tartalom](http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/tbev.htm#tartalom);

utolsó megtekintés: 2012. 06. 04.

#### Egyéb forrás:

Erdas: Field Guide PDF. 824 p.

Podmaniczky Program – Budapest Középtávú Városfejlesztési Programja (2005).  
Budapest Főváros Önkormányzata, Budapest, 101 p.

Budapest Stratégiai Zajtérképe.

[http://terkep.budapest.hu/website/zajterkep\\_html/doc/zajterkep\\_reszl.pdf](http://terkep.budapest.hu/website/zajterkep_html/doc/zajterkep_reszl.pdf);

utolsó megtekintés: 2012. 06. 04.

## MELLÉKLET:

### FORRÁSKÉNT HASZNÁLT LÉGIFELVÉTELEK:

#### I. A kutatás során felhasznált archív légifelvételek:

Nyilvántartási szám	Film-/ képszám	Szelvénytyszám	Évszám
65807	6	Bp.	1927.
65805	5	Bp.	1927.
65803	4	Bp.	1927.
65801	3	Bp.	1927.
65985	95	Bp.	1927.
65986	96	Bp.	1927.
65990	97	Bp.	1927.
65992	98	Bp.	1927.
65993	99	Bp.	1927.
66517	320	Bp.	1928.
66498	310	Bp.	1928.
66503	311	Bp.	1928.
61834	137	5062	1944.
61836	139	5062	1944.
61930	163	5062	1944.
61808	107	5062	1944.
61899	71	5062	1944.
61893	50	5062	1944.
61737	320	5062	1944.
61945	262	5062	1944.
61948	264	5062	1944.

*Forrás: Hadtörténeti Múzeum Térképtárának Archívuma.*

#### II. További áttekintett archív légifelvételek:

Nyilvántartási szám	Film-/ képszám	Szelvénytyszám	Évszám
31158	165/53	L-34-15-C-a	1953.
31159	165/54	L-34-15-C-a	1953.
31160	165/55	L-34-15-C-a	1953.
31243	971/1903	L-34-15-C-a	1962.
31231	971/1822	L-34-15-C-a	1962.
63867	7-315/8786	L-34-15-C-a	1987.

*Forrás: Hadtörténeti Múzeum Térképtárának Archívuma.*

#### III. A kutatás során felhasznált aktuális légifelvételek:

Az Interspect Kft. 2011.09.27. 11:24–12:04 között készített felvételei (Bakó Gábor).  
Belső számozás: 9075 – 9080., 9141 – 9146., 9171 – 9180., 9240 – 9242., 9307 – 9310. (29 db)

FORRÁSKÉNT HASZNÁLT LÉGIFELVÉTELEK – MINTAANYAG:

**1927.**



*Forrás: Hadtörténeti Múzeum Térképtárának Archívum; nyilvántartási szám: 65803.*

**1944.**



*Forrás: Hadtörténeti Múzeum Térképtárának Archívum; nyilvántartási szám: 61899.*

**2011.**



*Forrás: Interspect Kft; belső számozás: 9143.*

## KÉPEK:

### *Az egykori vasúti területek régen és ma*

I. kép:

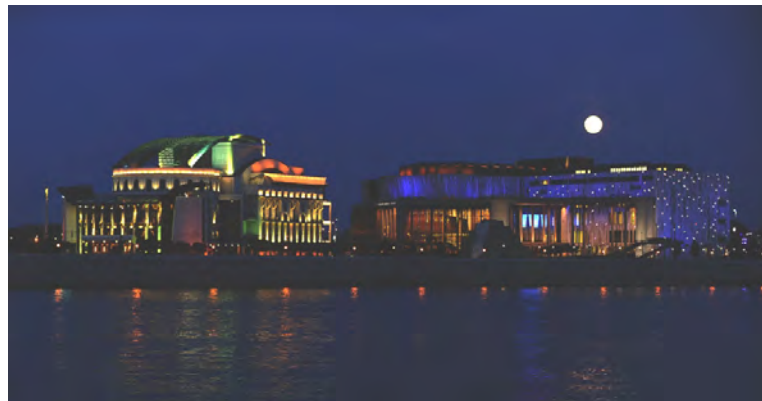
A Duna-parti teherpályaudvar a megszüntetés előtt.



*Forrás: A IX. kerület Integrált Városfejlesztési Stratégiája I. kötet, p. 165.*

II. kép:

A Duna-parti teherpályaudvar helyén létrejött Millenniumi Városközpont.



*Forrás: <http://kilencker.blog.hu>*

III. kép:

A Nagyvásártelep raktáraihoz vezető sínek az építkezés idején.



IV. kép:

A Nagyvásártelep megmaradt csarnoka mögötti rendezetlen területek ma.



*Forrás: <http://budapestcity.uw.hu/03-muemlekek/09/Nagyvasartelep/index-hu.htm> (III. kép); saját felvétel(2012. 05. 01.) (IV. kép).*

## ***A vasúti területek környezeti állapota:***

V-VI. kép: Az alulhasznosított Soroksári úti rendezőpálya udvar sínei.

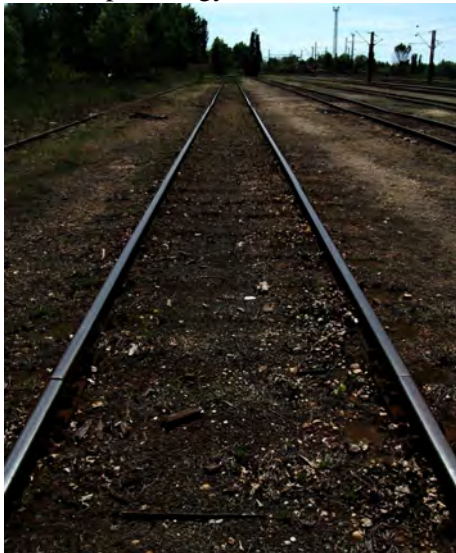


*Forrás: saját felvétel (2012. 05. 01.).*



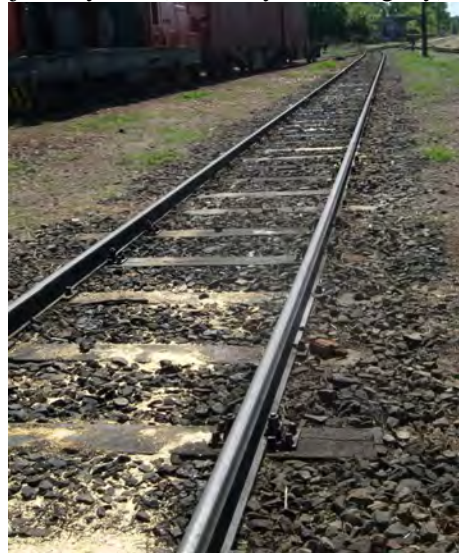
*Forrás: saját felvétel (2012. 05. 01.).*

VII. kép:  
Vaspor és egyéb törmelék.



*Forrás: saját felvétel (2012. 05. 01.).*

VIII. kép:  
Olajszennyezés (mozdonytároló vágány).



*Forrás: saját felvétel (2012. 05. 01.).*

IX. kép:  
Olajszennyezés váltóközvetben.



*Forrás: saját felvétel (2012. 05. 01.).*

X. kép:  
Elhagyott iparvágány.



*Forrás: saját felvétel (2012. 05. 01.).*