

**Pécsi Tudományegyetem
Földtudományok Doktori Iskola**

**A települési térben megfigyelhető antropogén eredetű felszínváltozások
kvantitatív vizsgálata Pécs példáján**

PhD-értekezés

**Témavezető:
Prof. Dr. Fodor István**

**Doktoriskola vezető:
Prof. Dr. Tóth József**

**írta:
Ronczyk Levente**

**PTE TTK Földrajzi Intézet
Pécs
2010**

TARTALOMJEGYZÉK

I. BEVEZETÉS	3
I.1. Problémafelvetés	3
I.2. Célkitűzés.....	5
I.3. Alkalmazott módszerek	6
II. KUTATÁSTÖRTÉNET	8
III. ELMÉLETI HÁTTÉR.....	23
IV. KUTATÁSI TERÜLET LEHATÁROLÁSA	28
V. HUMÁN TÉNYEZŐK KVANTITATÍV VIZSGÁLATA A TELEPÜLÉSI TÉRBEN ...	31
V.1. Digitális domborzatminősítés.....	31
V.1.1. Digitális domborzatminősítés módszertana.....	33
V.1.2. Digitális domborzatmodell fejlesztése	35
V.1.3. Digitális domborzatminősítés a DDM alapján	37
V.2. A városi tájhasználat felszínformáló hatása	69
V.2.1. Alkalmazott módszerek	73
V.2.2. Antropogén feltöltés modellezése	76
V.2.3. A társadalmi beavatkozás következményei a hegylábi térszíneken	87
V.3. Archív térképek interpretálása.....	103
V.3.1. A Makár-hegy tájtörténeti fejlődésének nyomon követése térképi adatbázisok alapján	106
V.4. A távérzékelés szerepe a városok felszínfejlődésének vizsgálatában	139
V.4.1. Vízjáró felületek alakulása Pécssett 1985 és 2005 között.....	139
V.4.2. A szuburbanizáció hatása a pécsi agglomeráció településkörnyezetére	162
VI. ÖSSZEGZÉS	177
VII. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	182
VIII. ÁBRAJEGYZÉK	183
IX. TÁBLÁZATJEGYZÉK.....	185
X. IRODALOM	186

I. BEVEZETÉS

I.1. Problémafelvetés

Az ENSZ becslései szerint, ha a jelenlegi ütemben exponenciálisan folytatódik a népesség növekedése, akkor 2300-ra 15 billión fognak élni a Földön (UN 2004). Az aktuális demográfiai adatokból kalkulált érték nyilvánvalóan nem takar többet egy statisztikai számításnál, mivel a közvetlen hétköznapi tapasztalataink és aktuális tudományos ismereteink nem tartják reálisnak ennek a megdöbbentő létszámnak az elérését. Kétségtelenül, még a leghatékonyabb technikai fejlődésben bízva szinte kizártnak tűnik, hogy bolygónk eltartóképessége ily mértékben fokozható, ami pedig rávilágít arra, hogy a technológiai haladás nem tudja helyettesíteni a létfenntartó ökoszisztémák szolgáltatásait. Egyértelmű, hogy a népességrobbanás az egyik hajtóereje a súlyosbodó globális környezeti problémáknak, és a válság megoldását nem lehet csak a tudomány eredményeinek alkalmazásával orvosolni.

Az emberiség túléléséhez nélkülözhetetlen életmód- és szemléletmód-váltás szükségességét még inkább megalapozza, ha a demográfiai adatok aspektusait közelebbről szemügyre vesszük. A XX. század folyamán egyértelművé vált, hogy a városi környezet az, ahol az ember a legjobban képes kamatoztatni intellektuális képességeit. Mára a városok váltak a gazdasági, technikai, kulturális fejlődés központjaivá, egy magasabb életszínvonal vonzó térségeivé. Az emberek életforma-preferenciáját jól mutatják a XX század urbanizációs adatai. Míg 1900-ban a Föld népességének tizenhárom százaléka lakott városokban, ez az adat huszonkilenc százalékra emelkedett 1950-ig. 2005-ben már a világ népességének negyvenkilenc százaléka városokban töltötte minden napjait és nagy valószínűséggel egy-két esztendővel ezelőtt érkezett el az emberiség ahhoz a fordulóponthoz, amikor már bolygónkon többen laktak városokban, mint más településeken. 2030-ra tízből hat ember városi polgár lesz, ami 4,9 milliárd városlakót jelent (UN 2007). A városi népesség növekedése kétszer gyorsabban zajlik, mint a Föld népességnövekedése, amely adat egyértelműen jelzi, hogy az emberek egyre nagyobb hányada véli: a városok kedvezőbb életfeltételeket biztosítanak számukra (HAJNAL K.–TÓTH J. 2002).

A városi életforma fenntartása még nagyobb ökológiai terhet jelent környezetünknek, különösen, ha azt vesszük számításba, hogy egyre többen élnek egyre népesebb városokban (UN 2007). Ebből fakad, hogy a kutatók pár évtizede nemcsak a városok által produkált külső környezeti nyomást vizsgálják, hanem a városok belső mesterséges tereiben zajló folyamatokat is a tudományos érdeklődés homlokterébe helyezték. A természetes és

antropogén tényezők által egyaránt befolyásolt városi környezet egyre összetettebben és egyre mélyrehatóbban érinti a városlakók életminőségét. Nem szabad megfeledkezni arról a tényről sem, hogy a fejlett és a fejlődő országok polgárai más - más problémákkal szembesülnek lakókörnyezetükben.

Kontinensünk lakosságának a 72,2 százaléka városlakó és valószínűleg 2030-ra ez az arány 80 százalék körül lesz (UN 2007). Az Európai Unióban csak minden ötödik lakos él vidéken, és ebből már könnyen érthetőé válik, hogy miért helyezi az Unió környezetpolitikájának súlypontjába egy fenntartható városi környezetet kialakítását (EEA 2006). Az Unió városfejlesztési stratégiája világosan leszögezi, hogy a legtöbb városban hasonló környezeti nehézségek okoznak gondot, a problémák háttérében részben demográfiai, részben életmódbeli változások állnak, és ezeknek a problémáknak a megoldása különösen összetett cselekvést igényel. Az Európai Bizottság négy területen javasol intézkedéseket a városi környezet problémáit illetően: városüzemeltetés, fenntartható közlekedés, építés és várostervezés (EEA 2006). Az uniós dokumentumok kiemelik a helyi döntéshozatal és stratégiai állásfoglalás fontosságát, mivel az eltérő földrajzi környezetben és társadalmi-, gazdasági háttérben kell a természeti-társadalmi konfliktusokat kezelni.

Magyarországon 1960-ban a lakosság 59 százaléka élt városokban, ez az arány 1990-ig 69 százalékra emelkedett, ma a városi népesség 67 százalékot tesz ki az ország lakosságából (KSH 2009). A felsorolt adatok tükrözik a rendszerváltás utáni szuburbanizációs folyamatokat, tehát annak ellenére, hogy a mutatók csökkenő tendenciáról árulkodnak, a valóságban a városi környezet problémái csak fokozódtak, legfőképpen a fogyasztói társadalom kialakulásával járó életmódváltás hatására. Hazánk lakosságának több mint 70 százaléka ki van téve a városi környezet konfliktusainak, ami leginkább az egyre romló környezetegészségügyi körülményekben érezhető hatását. A nem megfelelő városi területhasználat és környezetgazdálkodás következtében emelkedhetnek a közüzemi díjak, nőhet a munkába járásra fordított idő, és egyre több szempont figyelembevételével kell megválasztanunk lakóhelyünket.

A bemutatott feszültségek tompítására szerveződött a település és környezet kapcsolatrendszerét vizsgáló új tudományág, a településökológia, amely több tudományterület összefogásával született meg a múlt század közepén (MEZŐSI et al. 2007).

Doktori értekezésemben fel kívánom tárnai, hogy a földrajztudománynak milyen lehetőségei vannak a településkörnyezeti kutatások megalapozásában, és ezzel egyben rá fogok mutatni a földrajztudomány gyakorlati problémamegoldó képességének egy fontos alkalmazási területére. A művi városi „ökoszisztéma” (technoszféra) szerteágazó

folymatainak, hatásmechanizmusainak vizsgálata egyre érettebb és izgalmasabb területeivé válnak a nemzetközi együttműködéseknek, és egyben olyan perspektivikus kutatási irányokat illetve problémaköröket foglal magába, amelyekben a földrajztudomány hasznosíthatja természet- és társadalomtudományi szemléletmódját, világlátását, szintetizáló képességeit.

I.2. Célkitűzés

Kutatásaim célja, hogy természetföldrajzi alapokról kiindulva meghatározzam a természeti környezet városi kapcsolatrendszerét. Problémakörök, jövőbeli kihívások megfogalmazásával feltárjam a települési teret formáló természeti hatótényezőket, és megállapítsam a fenntartható fejlődés gátját képző belső területi feszültségeket.

Központi kérdésként tárgyalom azokat a térbeli kölcsönhatásokat, amelyek a városi felszínfejlődés meghatározó tényezői, és döntően befolyásolják a városi felszínborítás, területhasználat és beépítettség alakulását.

Kutatásom a klasszikus természetföldrajzi elemzésre és a térinformatika modern eszköztárára alapozva taglalja a települési térben megjelenő antropogén beavatkozások vizsgálatának módszereit. Eltérő eljárások alkalmazásával térben és időben más léptéket követve analízálom a városi területek felszínváltozásának dinamikáját.

Kutatásaim egy adott földrajzi területre, Pécsre fókuszálnak. Értekezésemben igyekszem bemutatni azoknak a gyakorlati alkalmazásoknak a tudományos hátterét, amelyek az önkormányzati döntések meghozatalában fontos szerepet játszhatnak. Lényegesnek tartom kiemelni, hogy a pécsi esettanulmányok sora igazolja az általam használt kutatási módszerek szükségességét és problematikájukat.

Az elmondottakból következik, hogy dolgozatom a városok felszínfejlődésének térbeli folyamataira koncentrálok. A digitális domborzatminősítésre és a felszínborítás változásának számszerűsítésére vonatkozó adatbázisokat generálok és kapcsolok össze településszerkezeti egységekkel. Természetesen az értekezés első fejezetében a településkörnyezeti kutatások nemzetközi és hazai irodalmának áttekintésére fókuszálok. Majd a dolgozatom vázát jelentő elméleti modell megalapozására összpontosítok. Ezt követően a digitális domborzatmodell kiértékelésével törekszem szülővárosom domborzati adottságainak feltárására és a több ezer éves emberi jelenlét felszínalakító tevékenységének bemutatására. Egy mintaterület részletes térinformatikai feldolgozásával közelebbről szemügyre veszem a városi felszínborítás,

beépítettség aktuális problémáit. Távérzékelési adatok feldolgozásával átfogó képet rajzolok a területhasználat alakulásáról, átlépve az agglomerációs vizsgálatok területére.

A felsorolt elemzések alapján tematikus térképeket szerkesztek, amelyek a jövőben lehetőséget biztosítanak olyan komplex folyamatok feltárására, mint a települési vízgazdálkodás nehézségei, különös tekintettel a csapadékvizek kezelésére, vagy a felszíni vízminőségi mutatók javítására.

A természeti környezetre gyakorolt antropogén hatások bázisán jutottam el a városi térben generálódó környezeti konfliktusok összefoglalásához. Záró gondolataimmal világossá kívánom tenni, hogy az életmódunkhoz kötődő környezeti, társadalmi feszültségek az urbánus terekben koncentráltabban jelennek meg, így a problémák tompítására alkalmazott módszerek – technikai újítások, rendeletek, jogszabályok – hatékonysága nagyban függ a folyamatok pontos értelmezésétől. A földrajztudomány interpretációs lehetőségeit jelentősen tágította a térinformatika tudományának fejlődése, megvalósítva a valóság leírásának, ábrázolásának egy teljesen új módját.

Lényeges törekvésemnek tartom, hogy dolgozatommal rámutassak egy olyan kutatási irányra, amelyben a földrajztudománynak egyedüli adottságai vannak akadémiai versenytársaival szemben. A domborzat digitális minősítése településszerkezeti szempontból, a városi felszínfejlődés tanulmányozása, természet és társadalom kapcsolatrendszerének települési térben való elemzése páratlan lehetőség a földrajztudomány magyarázó erejének kibontására.

I.3. Alkalmazott módszerek

A településkörnyezeti kutatások napjainkban már elképzelhetetlenek Földrajzi Információs Rendszer (FIR/GIS) alkalmazása nélkül. A településeken zajló természeti, társadalmi folyamatok feltárásához nélkülözhetetlen a személyi számítógépek adatkezelő és adatfeldolgozó kapacitása. A térinformatika segítségével részletesebb és mélyebb leírását tudjuk adni a valóságnak, és a modellalkotás egészen új dimenziói váltak elérhetővé.

Tekintettel az információs technológia hihetetlen gyors fejlődésére, a hazai térinformatika alkalmazásának jelenlegi legnagyobb akadályát meglepő módon nem a hardver-, szoftverigények adják, hanem a feldolgozható adatállomány elérhetősége, minősége és mennyisége jelenti. A rendelkezésre álló adatsűrűség (mérőállomások, monitoring

rendszerek hiánya) és az alapadatok nyerésére szolgáló analóg térképek elavultsága ronthatja a kapott eredmények megbízhatóságát.

Az általam használt adatforrások sokféleségéből fakadóan először az adatforrások vetületi rendszereit, méretarányait kellett technikailag kezelhető formátumba hozni, és megtalálni azokat a térinformatikai programokat, amelyek rendelkeznek az általam kívánt vizsgálatok eszköztárával. A programok kiválasztásánál lényeges mozzanat volt, hogy mind a vektoros, mind a raszteres adatmodellek feldolgozhatóak legyenek, és ne jelentsen akadályt a különböző fájl formátumainak felhasználása.

A felsorolt szempontok figyelembe vételével az ArcGIS program térinformatikai adatfeldolgozó képességeit vettem igénybe, és az IDRISI szoftver eszköztárával alkalmaztam. Az említett két program segítségével sikerült a kutatásaimhoz szükséges adatokat egyetlen megfelelő földrajzi információrendszerbe „összegyűrti”, és az értékelésükhöz nélkülözhetetlen munkafolyamatokat végrehajtani.

Először a természetföldrajzi vizsgálatok központi elemét a digitális domborzat-modellt fejlesztettem ki a vizsgált területre. A domborzat-modell által eredményezett adatfedvényekkel és más környezeti és településrendezési adatokat tartalmazó analóg térképekkel – gumilepedő módszerrel történő illesztés után – metszési műveleteket hajtottam végre. A szuperponálással nyert adatok a későbbi elemzések során kerültek felhasználásra.

A településkörnyezeti folyamatok leírásánál alkalmazott további adatforrást jelentettek a különböző időpontban készült digitális úrfelvételek. A FÖMI által előfeldolgozott LANDSAT műholdképek értékelésénél a spektrális sávok különböző kompozícióival és bevett képalkotási folyamatokkal jártam el. A felszínborítási vizsgálatok esetében irányított osztályzással válogattam le az egyes felszínborítási csoportokat, de bizonyos esetekben a végszám (endmember) analízissel sikerült jobb eredményeket elérni.

A műholdfelvételek mellett ortofotók és archív térképek digitális feldolgozásával tettem láthatóvá a terület- és tájhasználat átalakulását egy általam választott pécsi mintaterületen. A mintaterület esetében ismételtén vissza kell térnem a méretarány-relevancia problémájához, mivel ebben az esetben voltak a leginkább eltérőek a digitalizálásra kerülő analóg térképek.

Több fejezetben az adatok kiértékelését matematikai statisztikai módszerekkel hajtottam végre, amely során a MS Excel és a SPSS (Statistical Program for Social Science) programok beépített lehetőségeit hasznosítottam.

Természetesen az alkalmazott módszerre az adott részben aprólékosan kitérek, hiszen a kapott eredmények csak ennek fényében lesznek megfelelően értelmezhetőek.

II. KUTATÁSTÖRTÉNET

A településkörnyezet kutatástörténete igen szerteágazó múltra tekint vissza. Ez a sokgyökerűség nem meglepő, ha történeti nézőpontból szemléljük a napjainkban egyre karakteresebb jegyeket mutató diszciplínát. A konkrét történeti áttekintés megkezdése előtt nélkülözhetetlen egy bevezető jellegű esztörténeti vázlat, amely segít értelmezni a településkörnyezet – mint új kutatási irány – fejlődésének szellemtörténeti hátterét.

A klasszikus természettudományok kutatási területeinek elmosódása a tudomány és a technika egymásra találásával (WHITE, L. 1967) indult meg. A tudományos eredmények gyakorlatban való alkalmazása totálisan átalakította a természet és az ember kapcsolatrendszerét. Az ipari társadalmakban kialakul a természeti erőforrások teljesen újfajta metabolizmusa, ami új értelmezési kereteket követelt a tudománytól. Az egyre összetettebb társadalmi-gazdasági elvárások megindítják a tudományágak specializációját, részdiszciplínák alakulnak ki, és ennek következtében a valóság addig nem vizsgált apró részletei is kirajzolódnak a kutatók előtt. Az ember gazdasági aktivitásával felgyorsulásával párhuzamosan jelentős antropogén hatást szenved el a természeti környezet, ami nem maradhat észrevétlen a modern kor embere számára. A XIX. század végén a XX. század elején kialakulnak azok az új diszciplínák, amelyek megpróbálják ezeket a változásokat feltárni, új, speciális megközelítésre és tudásbázisra építve. Igazán jelentős fordulat az ember és környezet viszonyrendszerének értelmezésében a II. világháború után következik be, amikor széles társadalmi rétegek számára válik ismertté a környezetszennyezés negatív hatása. Az 1960 évek végétől hajlandó a gazdaság és a politika egyre jelentősebb mennyiségű pénzt áldozni arra, hogy a tudósok megismerjék a gazdasági-társadalmi fejlődés addig nem vizsgált árnyas oldalát. A környezeti válság, a globális problémák kihívásaira adható válasz ma már a tudományos kutatás homlokterében szerepel. Ennek köszönhető az, hogy az egyre élesebben elkülönülő környezeti problémák széttagolják az egyes tudományterületeket, de ugyanakkor a válság összetettségéből fakadóan multidiszciplinális kutatócsoportok együttműködését is generálják. Tehát elmondhatjuk, hogy a kikristályosodó problémák új kutatási területeket eredményeznek, amelyek vizsgálatára egyszerre több klasszikus tudományterület felől áramlanak be a kutatók. A környezeti problémák egy sor tudományágot integrálnak, így a földrajztudomány kutatási területének egyre jelentősebb része esik egybe a jelenleg egyre gyakrabban környezettudományként értelmezett tudományterülettel.

Mivel a település a környezeti és a humán változók megjelenésének legintenzívebb tere, ezért a lényeges összefüggések feltárásához egyre speciálisabb tudásra és egyre átfogóbb

szemléletre van szükség. Ezt az állítást szem előtt tartva a településkörnyezet kutatástörténetének vizsgálatakor elkerülhetetlen az, hogy olyan kerettudományok, kutatási irányok bemutatását is vázoljam, amelyek túlmutatnak a földrajztudomány látókörén. Ugyanakkor azt sem szabad elfelejtenünk, hogy maga a településkörnyezeti kutatások elkülönülése csak pár évtizedes múltra tekinthet vissza. Ennek következménye az, hogy a történeti összefoglalásnak sok esetben olyan klasszikus kutatási területeket kell bemutatni, amelyeket a földrajztudomány, vagy más diszciplínák más részterületei is sajátjuknak vallanak.

Alapvetően a településkörnyezet tudományának múltja a tágabb értelemben vett ökológia (környezettudomány) és településföldrajz fejlődéséhez kötődik. E két tudományterület módszerei, szemlélete formálta és formálja a jelenlegi településkörnyezeti munkákat.

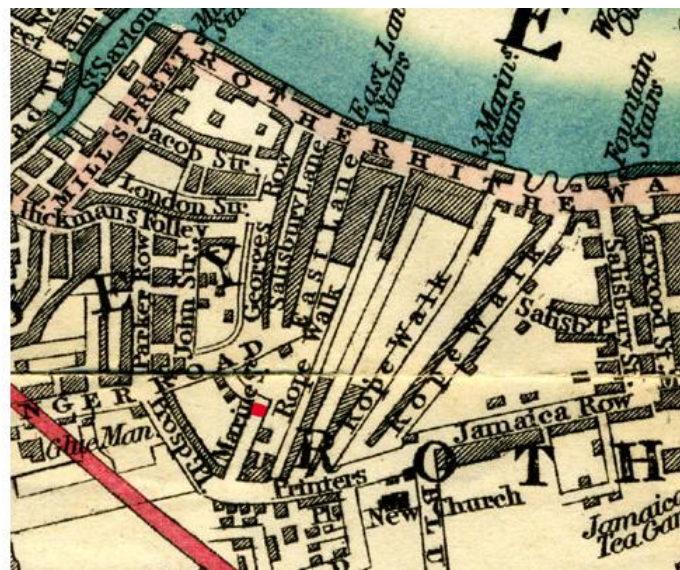
A településkörnyezeti kutatások a települések növénytakarásainak vizsgálatával kezdődnek (SUKOPP, H. 2002). Minden településen léteznek „ruderalis” növénytakarások; ez nem jelent mást, mint hogy az ember közreműködésének köszönhetően találják meg élőhelyüket, de ugyanakkor a társadalom nem fordít gondot a művelésükre. Ekképpen fogalmazták meg a települési vegetációval kapcsolatos megfigyeléseiket a XVIII. századi botanikusok: I. C. Buxbaum (1721), C. Linnaeus (1751). Ekkor a romok, útszélek, falak, személtlerakók növényvilágának tanulmányozásával indul a települések természeti környezetének leírása, de nem szabad elfelejtenünk, hogy a botanikus kertek növényzetének vizsgálata még ennél korábban kezdődött. A felsoroltak bizonyítják, hogy a növénytan kutatások tekintenek vissza legrégebbi múltra a településeken, és még mind a mai napig az egyik legfőbb kutatási irányt képviselik (SUKOPP, H.–WERNER, P. 1983). Kijelenthetjük, hogy a városi környezettel kapcsolatos XIX. századi tudományos munkák döntő többsége a növény- és állatvilág településeken való leírására koncentráltak, és a kor szokványos természetrajzi felfogását tükrözték (NAGY I. 2008).

Az abiotikus tényezők feltárása csak a XIX. században veszi kezdetét. A legkorábbi tanulmány London klímáját vizsgálva állapítja meg az eltéréseket a környező vidéki területekkel szemben (HOWARD, L. 1833). A klasszikus környezetterhelési kutatások a szén kéntartalmának és a kén-dioxid által okozott kár analizálásával indulnak (SUKOPP, H. 2002). Majd a század második felében az angliai Manchesterben ismerik fel először a kapcsolatot a légszennyezés és a fali zuzmók pusztulása között (GIRDON, L. H. 1859). A zuzmókat a levegőminőség indikátoraként Stokholmban 1926-ban alkalmazzák első ízben, R. Sernander készít egy zónációs térképeket (SUKOPP, H. 2008). A városi talajok kutatása a kohók környezetében már a XIX. században elindul, azonban átfogó vizsgálatokra az 1970 évekig várni kellett. A XX. század elején figyelnek fel a kutatók az élővizek biológiai

állapotváltozására, és megpróbálták biológiai indikátorok segítségével megállapítani a szennyezett vizek tápanyagterhelését (SUKOPP, H. 2002).

A XIX. század második felében két kutató munkásságát kell kiemelni, akik az előbb felsoroltakon túl egészen új nézőpontból közelítették meg az élőlények és a környezetük viszonyát, és új szellemi munícióval töltik fel a klasszikus biológia- és földrajztudományát. E. Haeckel nevével az ökológia tudományának megszületése kapcsolódik össze. Növények, állatok élőhelyeit vizsgálva alapozta meg az élőlények és környezetük kapcsolatrendszerének kutatását, így méltóképpen nevezik az ökológia atyának a német tudóst. F. Ratzel próbálja meg először tudományos alapokra helyezni a természeti tényezők társadalomra, településre és az egyénre gyakorolt hatását (RATZEL, F. 1887). A szerző a települések külső természeti és társadalmi kapcsolatrendszerét feltáró gondolatai paradigmaváltást jelentenek a földrajztudományban.

A klasszikus településkörnyezeti vizsgálatok egy másik előfutára napjaink epidemiológia kutatásaihoz köthető. Az 1854-es londoni kolerajárvány feltérképezésekor (1. ábra) J. Snow egyértelmű összefüggéseket állapít meg a fertőzés terjedése és az ivóvízellátás kiépítettsége között (SNOW, J. 1855). Helyzetfeltárásában nemcsak a kolera szennyvízzel való terjedését ismeri fel, hanem házról házra járva felmérte az egyes lakóközvetek vízellátását és a városrészek szociális státuszát, hogy a köztisztasági állapotokról térbelileg is pontos képet alkothasson. Snow munkájában kapcsolódnak először össze a különböző településkörnyezeti faktorok annak érdekében, hogy a környezetegészségügyi problémát kiváltó tényezőket tisztán felismerhessük.



1. ábra: Az első helyszín a londoni kikötőben (10, Marine Street, London Dock), ahol a kolera felütötte a fejét 1853-ban (vörös négyzettel jelölve).
(Forrás: http://www.ph.ucla.edu/EPI/snow/1859map/firstcholeraease_1853.html)

Szintén a szigetországból indul még egy említésre méltó tudós tevékenysége. A skót származású P. Geddes-t tekinthetjük a modern településfejlesztés megalapítójának, mivel műveiben először kísérelte meg holisztikusan értelmezni a városok természeti és szocio-ökonómiai adottságainak szerepét a jövőbeli célrendszerek alapján (MEGGYESI T. 1985). Giddens kapcsolta össze először a modern evolúciós biológiát és a városok fejlődését, utat nyitva egy dinamikus városfejlődési koncepció kiformalódásához (ALBERTI, M. 2008).

A környezetegészségügyi problémák is jelzik, hogy a hagyományos vidéki életforma felszámolódásával új kihívásokkal néztek szembe a kor tudósai a XIX-XX század fordulóján. A városnövekedés magával hozza az eddig nem ismert negatív társadalmi és környezeti hatásokat, amelyeknek a szociológiai aspektusa kerül kezdetben a kutatók látóterébe.

A „városökológia” fogalmának megszületése a következő említésre méltó mérföldkő a településkörnyezeti, településszerkezeti kutatások fejlődésének útvonalán. A chicagói szociológiai iskola megteremtői R. Park és E. Burgess dolgoztak ki egy merőben új vizsgálati módszert a városokban megfigyelhető szociológiai problémák értelmezésére. A városok fejlődését és a bennük zajló társadalmi folyamatokat a darwini evolúciós elmélet alapján interpretálták, és a biológiai indíttatású módszertannak köszönhetően definiálták vizsgálataikat az ökológiai jelzővel. Analógiát láttak a természet működése és az amerikai iparvárosok térszerkezetének fejlődése között.



2. ábra: Burgess koncentrikus modellje (A=Központi Üzleti Negyed, B=Ipari övezet, C=Átmeneti zóna, D=Munkásosztály lakóövezet, E= Magas státuszú lakóövezet)
(Forrás:

<http://www.macalester.edu/geography/mage/teachers/archives/2002nclb/marcotte/Burgess%20Model.jpg>)

Park és Burgess elméletének lényege, hogy a városokban az emberek között ugyanolyan harc folyik a korlátozott erőforrásokért – pl. terület –, mint a természetben, és ennek a versengésnek a hatására egyes társadalmi csoportok térbelileg elkülönült „niches-ekben” találják meg életfeltételeiket. A szegregálódó városi közösségek a településszerkezetre is rányomják bélyegüket, és a városcentrum (CBD) körül koncentrikus zónákat hoznak létre (2. ábra). A szerzők az ábrán látható modell segítségével próbálták magyarázni az egyes körzetekben

megfigyelhető társadalmi viselkedésmintákat. Fontos megállapításuk, hogy a városi életforma mindennapi ritmusa térben elkülönülő, más-más funkcióval rendelkező városi negyedek kialakulását eredményezi. A funkciókból adódó térbeli differenciálódás társadalmi karakterisztikával is bír, így a fizikai egységek alapján nyomon követhetőek a szociális helyzetre utaló főbb jellemzők.

Park és Burgess kutatásainak vitathatatlan érdeme, hogy ők rakták le a mai modern szociogeográfia és humánökológia alapjait. Ezen kívül azt sem szabad elfelejteni, hogy a chicagói iskola jelentős hangsúlyt fektetett a városok térbeli szabályszerűségeinek vizsgálatára, különösen Burgess jeleskedett a térképkészítés gyakorlatában. Ez a hagyomány tovább öröklődött a chicagói iskola városszerkezeti modelljeiben, ahol a térbeli tagozódás alapját a társadalmi-gazdasági tényezők jelentették (CSAPÓ T. 2005). Az elmondottakhoz hozzá kell fűzni, hogy Burgess koncentrikus modelljével nem a valóság, hanem az ideális helyzet leírását kívánta reprezentálni.

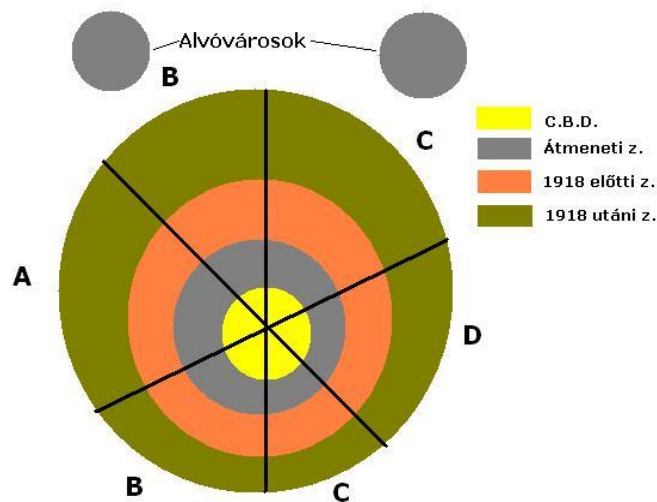
A modellt több szempontból is kritizálták. A bírálók kiemelték, hogy a chicagói iskola elképzelései csak a gyorsan növekvő, és nemzeti alapon elkülönülő bevándorlókat befogadó századfordulós amerikai nagyvárosokra igazak – Chicago lakossága 1860 és 1910 között majdnem húszszorosára növekedett. Burgess és kollégái koncepciója nem vesz tudomást a központilag irányított várostervezésről, amely képes befolyásolni a magántulajdon hasznosításának lehetőségeit (PACIONE, M. 2005). A felsoroltak ellenére a chicagói iskola teszi az első határozott kísérletet arra, hogy az ökológia fogalmát bevezesse a városok tanulmányozásába. Nem az ökológiai folyamatokat kívánták feltárni a városi térben, hanem a várost szabályzó, irányító rendszereket ökológiai analógia szerint vizsgálták (ALBERTI, M. 2008).

Az első átfogó kritikai elméletet a Burgess városszerkezetével kapcsolatban H. Hoyt jelentette meg 1939-ben. 142 darab amerikai város bérleti díjait vizsgálva jutott arra a következtetésre, hogy a városszerkezet karakterei szektorokkal pontosabban interpretálhatóak, mint a koncentrikus modellel. Eszerint Hoyt véleménye az, hogy a központi üzleti negyed körül szektorálisan fejlődnek ki az eltérő státuszú lakóterületek, úgy hogy az egyes társadalmi csoportok egy út, vagy egy hasonló természeti adottságú terület mentén kapcsolatban maradnak a városközponttal. A Hoyt-féle körcikkek nem hagyják teljesen figyelmen kívül a koncentrikus szerkezetet, de fontosnak tartják a központ felé irányultságot, és a sugármenti szomszédság hatását (PACIONE, M. 2005).

Az említett két modellt túl egyszerűnek tartotta a városszerkezeti folyamatok vizsgálatakor Harris és Ulmann. 1945-ben megjelent művükben hangsúlyozzák, hogy a legtöbb város nemcsak egy központi városmag körül fejlődik, hanem több szubcentrum indul

fejlődésnek a város területén. Véleményük szerint egy városon belül több olyan telepítési tényező ugyancsak közrejátszik a szerkezet fejlődésében, amelyek átszabják az eddigi modellek határait. Harris és Ullmann többközpontú modelljének nívója, hogy megpróbálják beépíteni a helyi adottságokat a városi térszerkezet kutatásába (PACIONE, M. 2005).

Több nemzet kutatói nem fogadták el az amerikai városökológia említett térszerkezeti koncepcióit, álláspontjuk szerint Burgess és Hoyt modelljei igen korlátozott mértékben használhatóak. Főleg Európában jelennek meg azok a kutatások, amelyek kiemelik a történelmi és természeti faktorok kitüntetett szerepét. P. Mann modellje az angol városok vizsgálatán alapulva rámutat a történelmi beágyazottságra, például az iparterületek és a munkásosztály, szociális bérlakások területi fejlődését tekintve. Természeti tényezők közül pedig kiemeli a nyugati szél hatását a lakóterületek szociális státuszában (3. ábra).



3. ábra: Mann-modell (A= Felső középosztály, B=Alsó középosztály, C=Munkásosztály, D=Ipari zóna, legszegényebbek)(Forrás: <http://www.answers.com/topic/mann-model> alapján szerkesztve)

G. Kearsely Mann elképzeléseit pontosítva hangsúlyozza az önkormányzatok városfejlesztési terveinek fontosságát, amellyel manipulálják az egyes területeket befolyásoló hatásokat. J. Vance a többközpontú modellt fejleszti tovább úgy, hogy alközpontokat különített el, amelyeket „város tartományoknak” nevezett. Úgy vélte, hogy öt hatótényező játszik szerepet ezeknek az alcentrumoknak a kialakulásában: 1. a szárazföldi és topográfiai akadályok, 2. a település mérete, 3. az átjárhatóság az egyes alcentrumok és a központ között, 4. a gazdasági aktivitás, 5. körgyűrű, repülőtér, azok a pontok, amelyek nem teszik szükségessé a központba való bejutást (PACIONE, M. 2005).

A chicagói iskola bírálata német nyelvterületen ugyancsak megfogalmazódott. A fogyasztói társadalom megjelenése, a megapoliszok, városi agglomerációk kialakulása, a

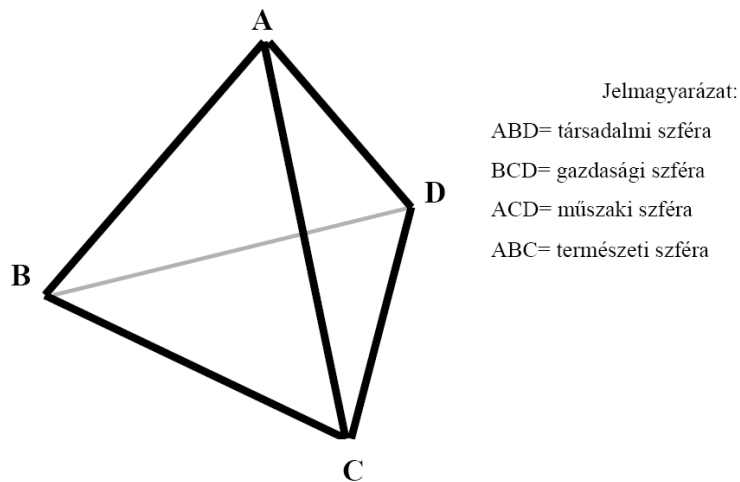
harmadik világban lezajló urbanizációs folyamatok hangsúlyeltolódást eredményeznek a XX. század elején megfogalmazott véleményekhez képest, és a vándorlás, a többközpontúság, a mobilitás, átjárhatóság fogalmai mentén interpretálják a városi térszerveződés folyamatait (HOFFMEYER, J.–ZLOTNIK 1977, KULS W.–KEMPER, F. J. 1993. IN: CSAPÓ T. 2005).

XX. század elején a chicagói iskolától függetlenül az európai kontinensen is megindul a települések belső szerkezetének tanulmányozása. A városok arculati elemeinek vizsgálata kerül a német településföldrajzi kutatások középpontjába (CSAPÓ T. 2005). Német mintára a formai elemek feltérképezésének gyakorlata honosodik meg a magyar településföldrajzban, és a német töltettel induló településkutatás még mind a mai napig őrzi a kontinentális hagyományt. Először az alföldi városok szerkezeti sajátosságai kerülnek leírásra, kiemelve a földrajzi energiák településformáló hatását (PRINZ GY. 1922, 1954). Majd Mendöl Tibor munkáságával teljesen új pályára áll a hazai településföldrajz. A részletes településmorfológiai vizsgálat mellett Mendöl műveiben megjelenik a funkcionális tagozódás analízise (MENDÖL T. 1936). 1963-ban publikált „Általános településföldrajz” című munkájával, pedig évtizedekre irányt mutat a magyar településföldrajzi kutatásoknak. Ez a mind a mai napig meghatározó könyv a legapróbb részletekig felfejti a településfejlődés, településszerkezet alapvonalait, és kialakítja a modern településkutatás hazai eszköztárát.

Egy-egy településre vonatkozó átfogó településmorfológiai tanulmányok mellett (WALLNER E. 1958, 1961, ERDŐSI F. 1968, LETTRICH E. 1968, CSANÁLOSI S. 1982) megjelennek a statisztikai adatok feldolgozására épülő leíró jellegű művek (SÜMEGHY M. 1968), és a földrajz teljes vertikumát átfogó településmonográfiák (ERDŐSI F.–LEHMANN A. 1974). A hatvanas évek közepén publikálja első műveit a hazai településhálózat-kutatás egyik atyja, Beluszky Pál. Tanulmányai, a települések hierarchikus vizsgálata, a városok tipizálása mind-mind alapvető jelentőségűek a magyar településföldrajz számára (BELUSZKY P. 1983, 2003). Mendöli alapokon indul a hazai városföldrajz egyik nagyhatású képviselője, Becsei József (CSAPÓ T. 2005). Békés megye területén végzett kutatásai nem csupán a településmorfológia területére szorítkoznak, hanem szerteágazóan feltárják a tanyasi világ átalakulását (BECSEI J. 1983, 2007). A jelenlegi városainkra nyolc jellemző beépítési formát különít el a KSH, és ezeket a szakma nagyrészt jellemzőnek tartja a hazai településmorfológiai viszonyokra. Gyökeres változásokról nem beszélhetünk az elmúlt évtizedekben a hazai beépítettségi viszonyok tekintetében, de érdemes kiemelnünk, hogy a városi központok közvetlen környezetében a többszintes zárt beépítés, míg a külső területeken a családi házas szerkezet válik dominánssá (CSAPÓ T. 2005).

A műszaki tudományok más megközelítésben vizsgálják a települések belső szerkezetét. Általában három témakör kerül érdeklődésük középpontjába: 1. az épített környezet integrációját jelentő településszerkezet, 2. az életminőséget közvetlenül érintő lakáshelyzet és 3. az épített értékek védelme (TÓTH Z. 1997).

Nem lehet megfélekedni a településföldrajz kutatástörténeti tárgyalásakor Tóth József 1981-ben publikált korszakalkotó művéről, amely először emeli be a hazai kutatások közül a környezet fogalmát a település definíciójába (TÓTH J. 1981). A már említett cikkben kifejtett tetraéder-modell új értelmezési keretbe helyezi a magyar településföldrajzot, hiszen a modell alapjául szolgáló földrajzi környezetet nélkülözhetetlen elemnek tekinti a települési térben zajló folyamatok leírásánál, és ebből kifolyólag utat nyit a hazai településkörnyezeti kutatások számára (4. ábra).



4. ábra: Tóth József tetraéder-modellje (Forrás: TÓTH J. (szerk) 2002)

A kutatástörténeti áttekintés vázát képező előbbi szerzők és művek döntő többsége térszerkezeti, szocio-ökonómiai nézőpontból közelíti a városok és környezetük kapcsolatrendszerét. E disszertáció eszmetörténeti háttérének van még egy forrása, amelynek taglalására ez idáig nem került sor. A modern környezetkutatás szempontjából döntő jelentőségű volt a tájökológia tudományának megszületése. A környezet átfogó értékelésével foglalkozó tudományterület C. Troll munkásságával kapcsolódik össze. A II. világháború előtt indult kutatásainak a jelentősége abban állt, hogy megpróbálta átfogó módon értelmezni az egy adott földrajzi területre vonatkozó igen szerteágazó természeti hatásmechanizmusokat. A tájökológia eszmei háttérére építkezve születhetett meg a települések környezetének összetett vizsgálata, amely ma már az egyre népszerűbb városökológiai kutatási irányokat foglalja magába (MEZŐSI G. et al. 1999).

A II. világháború után az ökológia, humánökológiai, a tájökológia és a település tudományok által kutatott kölcsönhatások egyre szövevényesebbé válása előmozdította a településökológia mint jól lehatárolható tudomány kialakulását. A biológiai alapokról induló ökológiai vizsgálatok figyelme egyre inkább az antropogén ökoszisztémák, a városok élőhelyei, speciális növénytársulásai felé fordul, így bekövetkezik a chicagói alapokról induló fogalom természettudományok felé történő elmozdulása. Európa egyre több országában tárják fel a biológusok a városi élőhelyek és növénytársulások speciális karakterisztikáját, a teljesség igénye nélkül. H. Sukopp a következő városokról tesz említést egyik, a városökológia történeti áttekintését nyújtó művében (2008): London, Párizs, New-York, Bécs, Berlin, Saarbrücken, Brüsszel. A kezdeti szakaszban megkülönböztethetünk egy, a mai környezetkutatás alapjait lefektető irányt, ami legfőképpen a vegetációtérképezésre irányult, majd az egyes szaktudományok is megtalálták saját kutatási területüket az urbán környezetben (MUCSI L. 1996).

A településkörnyezeti vizsgálatok az UNESCO által kezdeményezett Ember és bioszféra (MAB) program 11. projektje által kapnak igazi lendületet (KOVÁCS M. 1985). A nagy városok környezettanát több témakörön keresztül igyekeznek feltárni az UNESCO program. A MAB kutatásainak eredményeképpen kialakulnak azok a fő csapásirányok, amelyek mentén az egyes kutatócsoportok szerveződnek a településkörnyezeti kihívások analizálására. Középpontba kerül a városok energia- és erőforrás-használata, a városi környezetszennyezés csakúgy, mint az adminisztratív, várostervezési kérdések (MUCSI L. 1996.). Lényeges kiemelni, hogy az UNESCO kezdeményezésének köszönhetően válik világméretűvé a program, így a településökológiai vizsgálatok a Távol-Keleten is megjelennek (SUKOPP, H 2002).

A városökológia terepén vitathatatlan érdemeket szerzett Herbert Sukopp, akinek berlini kutatásai nyomán a nyolcvanas évek elején kezd kibontakozni a mai modern városökológia. A német nagyváros ökológiai karaktereinek feltárása (SUKOPP, H et al, 1973), a bioindikátorok kutatása (SUKOPP, H.–KUNICK, W. 1976), vagy akár a városi biotop térképezés módszertani alapjainak lefektetése (SUKOPP, H et al, 1979) mind biológiai alapokról induló természettudományos indítatásról árulkodnak a városökológiában. Sukopp műveiben a városökológiát mint természettudományt mutatja be, és rávilágít ennek a tudománynak a politikával, a környezetpolitikával és a városfejlesztéssel való kapcsolatára (NAGY I. 2008). Később a német kutatók körében elfogadott lesz az a vélemény, hogy a városökológia a tájökológiából fejlődött ki. Sukopp és Witting 1993-as művében már nagyobb szerephez jutnak az abiotikus elemek vizsgálatai (SUKOPP, H.–WITTING, R. 1993). A

települések ökológiai megközelítése azt jelenti, hogy a város mint egy ökoszisztéma jellemezhető, a saját történelme, szerkezete és funkciói alapján. A városökológiai vizsgálatok kiterjednek a biotikus és az abiotikus összetevőkre az anyag-, illetve energiaáramlásra, valamint átalakulásuk elemzésére. Politikai és várostervezési értelemben pedig a városökológia a „fenntartható fejlődés” szinonimája (SUKOPP, H. 2002). Német nyelvterületről még említésre méltóak K. Adam gondolatai, akinek álláspontja szerint a városökológiának a városi ökorendszerek keretében a városökológiai paraméterek elemzésére, a környezeti kataszter felállítására és az ökológiai alapokon nyugvó városfejlesztési javaslatok kidolgozására kell koncentrálni (NAGY I. 2008). A felsorolt szerzők elképzeléseihez kötődik E. Lichtenberger munkássága, de tanulmányaiban a biogén, abiogén tényezők mellett kiemeli a szociogeográfiai faktorok szerepét. A városökológiáról alkotott teóriáját egy háromszög alakú összefüggésmodelljében fogalmazza meg. Ezzel próbál választ adni azoknak a kutatóknak, akik a városökológiát, vagy mint természettudományos, vagy mint humánökológiát fogadják el. A modell csúcaiban található a klasszikus értelemben vett városökológia, a chicagói iskolán alapuló városökológia (településszociológia) és az ökotudatos várostervezés, az általuk határolt területen elhelyezhetők a városökológia kerettudományai. A modellel Lichtenberger azt kívánta hangsúlyozni, hogy a városökológia egy interdiszciplináris tudomány, amelynek alkalmazott és gyakorlati területei is vannak (NAGY I. 2008). A napjainkban egyre szélesebb spektrumon tevékenykedő, környezettani alapokon nyugvó településkörnyezeti kutatásai a városklímával foglalkozó vizsgálatokon keresztül kerülnek be a magyar tudományos életbe. A települések klímamódosító hatásának leírásában úttörő szerepet játszott Erdősi Ferenc (1966), hiszen tanulmányában részletesen összegyűjtötte a nemzetközi városklíma-kutatás eredményeit, és pécsi méréseket elemezve elkészíti a város hőmérsékleti térképét. Pécs példáján keresztül ismertette a hazai tudományos élettel a felszínhasználat, felszínborítás hatását az időjárási elemekre (ERDŐSI F. 1967). Sokkal szélesebb körben ismert Próbáld Ferenc könyve, amely Budapest városklímájának sajátosságaival foglalkozik. A szerző kidolgozza a városklíma kialakulásának módját, és megfogalmazza azt a bonyolult hatásmechanizmust, amellyel a sajátos antropogén, városi felszín és energiahasználat közreműködik a meteorológiai paraméterek megváltoztatásában (PRÓBÁLD F. 1974).

Mint már a bevezetőben is említettem, a településkörnyezet egy integráló tudományág, interdiszciplinális jellegéből fakadóan szerteágazó kutatástörténeti múlttal bír. Ezért a településföldrajz és a tájökológia mellett a településekkel foglalkozó műszaki tudományokra külön kell figyelni. Nyilvánvaló, hogy a mérnökök taborából elsőként az építészek ismerték fel

a településfejlesztés kihívásait, hiszen már a XIX század gyors urbanizációs folyamataira a gyakorlatban kellett reagálniuk. A településtervezés műszaki kihívásai mellett az 1980-as évek elejére megjelenik a magyar szakirodalomban az épített környezet és a természeti környezet kapcsolatrendszerének feltárására vonatkozó igény. Az első megközelítések az épületek energiaháztartásának meghatározásához szükséges természetföldrajzi tényezők vizsgálatára koncentrálnak (POLÁNYI K. 1983). A városok energiaháztartásának feltárásakor kerülnek szembe a városklíma-kutatás aktuális kérdéseivel, munkáik inkább a nemzetközi szakirodalomból vett eredmények bemutatását jelentik, mintsem önálló kutatásokat. Ehhez az áramlathoz köthető a már említésre került Kovács Margit kutatásai, amelyekhez érdemes visszakanyarodnunk néhány gondolat erejéig. Kovács Margit a biológiai indikátorokkal, a városi fák leveleinek elemtartalmával kapcsolatban folytatott részletes kutatásokat (KOVÁCS M. 1975), a már említett könyvében – először a magyar szakirodalomban – átfogó képet ad a városok környezetének átalakulásáról. Műve új szemléletet ültet át a hazai településkutatásba, és az energia- és anyagáramlási folyamatok mentén próbálja a településkörnyezeti problémákat feltárni. Olyan témák kerülnek bemutatásra – pl. szennyezőanyagok a nagyvárosi táplálékláncban, nehézfémterhelés és akkumuláció a városokban, téli sózás káros hatása, talajok peszticidtartalma stb. – amelyeket az uralmon levő politikai hatalomnak érdekében állt volna inkább elhallgatnia. A könyv Budapest példáján szemlélteti a nagyvárosok hatását a környezeti elemekre és az élővilágra, kiváló térképek segítségével teszi még szemléletesebbé a jellemző folyamatokat (KOVÁCS M. 1985).

A rendszerváltásnak köszönhetően nyilvánossá válnak azok a környezeti mutatók, amelyek az államszocialista időkben még nem lehet a szélesebb közönség elé tárni. Ebből fakadóan először a környezet állapotát leíró tanulmányok és környezetegészségügyi munkák látnak napvilágot. Ez annak a jele, hogy fokozódik a társadalmi igény is a lakókörnyezetben zajló környezetkárosító folyamatok megismerésére, ennek következtében egyre több forrás jut a környezeti kutatások finanszírozására.

A kilencvenes évek közepére a távérzékelés fejlődése és a földrajzi információs rendszerek (FIR) megjelenése teljesen új pályára állítja a településkörnyezeti vizsgálatokat. Szeged városökológiai vizsgálatával foglalkoznak az első esettanulmányok (MEZŐSI G.–MUCSI L. 1994). A városi területhasználat- és beépítés-típusok tanulmányozása távérzékelési módszerekkel történt. A kutatók a népszámlálási körzetek vegetációs indexét használták alapul a beépítettségi viszonyok feltérképezésére. A Szeged példáján született tanulmányok nemcsak egy-egy településökológiai problémát tárgyaltak, hanem egyben lefektették a magyar településökológia elméleti alapjait (MUCSI L. 1996, MEZŐSI G. et al, 1999). Részletes

szakirodalmi áttekintéssel rávilágítottak a településökológia és a természetföldrajz kapcsolatrendszerére, ezzel bizonyítva a földrajzi kutatások kiemelkedő jelentőségét a településtervezésben és fejlesztésben. A földrajztudomány fő erényének tartják a szerzők, hogy a FIR alkalmazásával a városokban zajló térbeli folyamatok új szempontok szerint interpretálhatóak, aminek köszönhetően a földrajztudomány döntő szerepet játszhat a tudományos alapokon nyugvó döntés-előkészítésben (MUCSI L. 1996). Véleményük szerint a városi környezetben az ember a meghatározó ökológiai faktor, ezért a humánökológiai, társadalomtudományi összefüggések nélkülözhetetlenek a korszerű városökológiai kutatásokban (MUCSI L. 1996, MEZŐSI G. et al, 1999).

A városi területhasználat modellezésére épít a modern városklíma kutatás, ami szintén szegedi példákon keresztül ismerhető meg legrészletesebben a magyar szakirodalomban. A helyi szélrendszerek, a városi hősziget tanulmányozása, és a város klímamódosító hatásának következményei a levegőminőség alakulására szerepelnek a kutatók érdeklődési körében (UNGER J.–SÜMEGHY Z. 2000, 2001, UNGER J. et al, 2001). A városklíma-kutatás fontos területe a klasszikus meteorológiai paraméterek vizsgálata mellett az energia- és vízegyenlegek módosulása városi területeken (UNGER J.–SÜMEGHY Z. 2002).

Természetes, hogy a városklíma vizsgálatában is teljesen új lehetőséget teremtett a távérzékelés fejlődése. Budapest klímáját finom-felbontású, multispektrális műholdfelvételekkel sikerül behatóan tanulmányozni (DEZSŐ ZS.–BARTHOLY J.–PONGRACZ R. 2005). A hazai nagyvárosok klíma-kutatásai között nem szabad megfeledkezni a debreceni vizsgálatokról, ahol szintén a beépítettség és a hősziget kialakulásának összefüggéseire fókuszálnak a szakértők (SZEGEDI S. 2005, BOTTYÁN ZS. et al 2004).

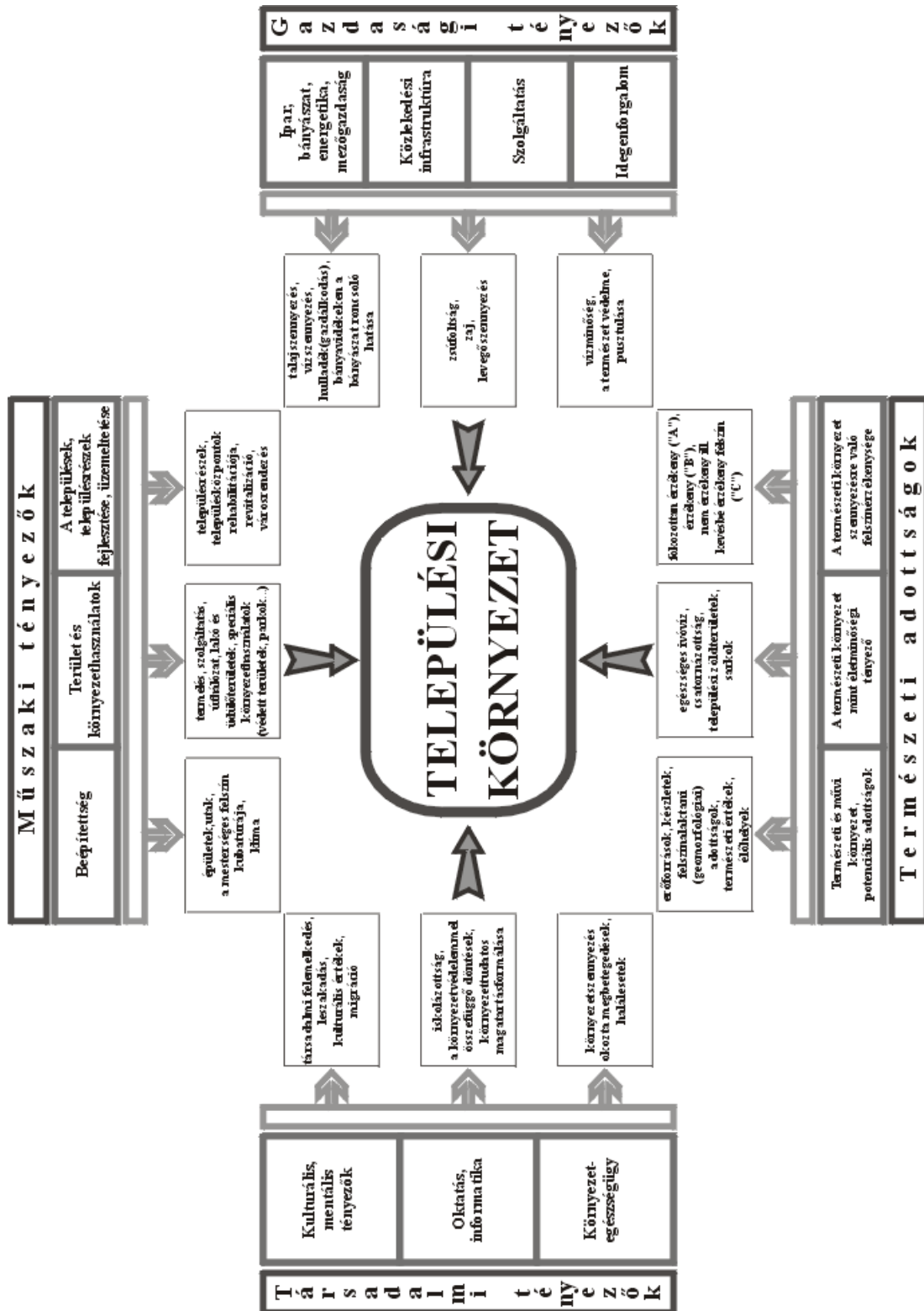
Visszakanyarodva az összefoglaló jellegű településkörnyezeti kutatások ismertetéséhez, Enyedi György által szerkesztett, „Magyarország településkörnyezete” című könyvet kell kiemelni. Enyedi definíciója szerint, a településkörnyezet olyan nagrendszer, amely összekapcsolja a természeti-földrajzi és a társadalmi környezetet. A környezetre vonatkozó kapcsolatrendszereket természeti-földrajzi – amelynek alrendszere a természeti- és az átalakított környezet – és társadalmi-gazdasági – ennek alrendszere az épített- gazdasági és kulturális-mentális környezet – részekre osztja a szerző, és kihangsúlyozza, hogy a mentális környezetben formálódó elképzelések a gazdasági és épített környezetben kerülnek megvalósításra, míg végül a természeti környezetben érvényesítik hatásukat. Lényeges még megemlíteni a földrajzi léptékre vonatkozó megállapításokat, amely alapján városon belüli, országos, vagy regionális és globális felosztást tart célszerűnek a kutató (ENYEDI GY. 2000). A könyv tematikája a településkörnyezeti nagrendszer alrendszerei alapján épül fel, és ezzel

egy olyan átfogó képet ad a témakörre vonatkozóan, amely még nem került publikálásra a magyarországi településkutatásban.

A hazai szerzőknél járva említést kell tenni a regionális településkörnyezeti szemlélet bevezetéséről, ami Fodor István nevével kapcsolódik össze. Népszégháldrajzi alapokról indulva mutatja be a településhálózat, felszínérzékenység és a regionális környezetterhelés kapcsolatrendszerét. A településkörnyezeti folyamatok sokirányú kölcsönhatását egy szemléletes ábrával (5. ábra) jeleníti meg a szerző. Az ábra jól érzékelteti azt a bonyolult hatásmechanizmust, ami a települések állapotát döntően befolyásolja. A természeti, társadalmi, műszaki, gazdasági tényezők kölcsönhatása környezetvédelmi aspektusból kerül bemutatásra (FODOR I. 2001).

Az eddig említett szegedi és pécsi földrajzi műhelyek mellett szükséges szóba hozni a Debreceni Tudományegyetemről Rózsa Péter munkáját. A közelmúltban megjelent könyve bevezető jellegű információkat tartalmaz a települések környezettanába (RÓZSA P. 2004). A mű az épített környezetet károsító folyamatok aprólékos leírásával válthatja ki a magyar szakemberek elismerést.

A történeti áttekintés folyamán többször, párhuzamosan bukkant fel a településkörnyezet és a településökológia fogalma. Ebben a kettősségben, úgy vélem, a magyar településkutatók eltérő megközelítésmódja érhető tetten. Egyes tudósok másképpen értelmezik az ökológia fogalmát. Ismert tény, hogy még nem lezárt kérdés a környezettan és az ökológia helye a természettudományok közt. A szakirodalmi összefoglalás után úgy látom, hogy az egyes kutatók a fogalmak definíciója során a valóság ugyanazon szegmensére utalnak, és ez az átfedtség csak hangsúlyeltolódásokban törik meg a településökológiai és a településkörnyezeti vizsgálatok során.



5. ábra: A településkörnyezet alakításának főbb összetevői (szerk: FODOR I. 2001)

A szerteágazó múlttal rendelkező településkörnyezeti diszciplína bemutatásának utolsó részeként, mintegy összefoglalásképpen szántam szűkebb szakmai bázisomhoz – a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Karának Földrajzi Intézetéhez – köthető kutatókat.

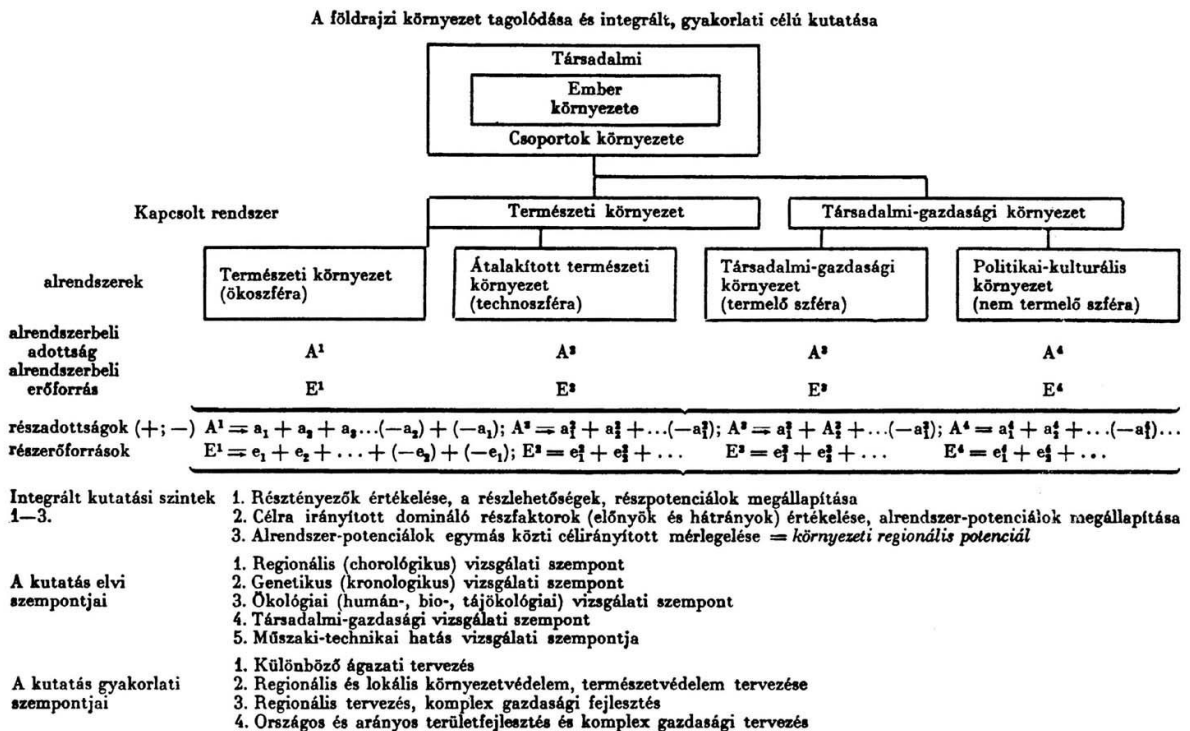
Az általános áttekintés során korábban kiemelt, szakmailag megkerülhetetlen szerzők mellett a településföldrajzi kutatások hazai lendületét egy igen széleskörű tudományos háttérrel rendelkező szakmai műhely támogatja. Ez a szakmai komplexitás nem a nyomdaipar fejlődésének az eredménye, hanem majdnem százéves múltra tekint vissza. A kezdő lépéseket Szabó Pál Zoltán tette meg, amikor 1926-ban megjelentette művét „Adatok Pécs környékének településföldrajzához: A térszín befolyása a Duna, Dráva és a Kapos közötti terület népsűrűségére és településének alakjára”. Ezt követően több évtizedes termékeny szakmai munkássága során irigylésre méltó alaposággal tárja fel Pécs vízföldrajzát, településföldrajzát, történetét (1940, 1945). Bemutatja a Mecsek földtani, szerkezeti és felszínfejlődési kérdéseit (1931, 1957). A felsorolt témaköröket a Mecseki karszton keresztül több művében összekapcsolja (1953, 1954). Szabó Pál Zoltán sokszínű munkássága megfelelő követőre talál Lovász György kutatásaiban. Talán nem túlzás azt állítani, hogy Lovász György foglalja össze először részleteiben a Dél-Kelet-Dunántúl természeti arculatát (1977), és utána ezt településföldrajzi vizsgálatainál kamatoztatja (1979, 1997, 2000). Az említett művek nem az íróasztalfióknak készülnek, és szerencsésen összeérnek Tóth József településföldrajzi kutatásaival (1981, 2004), hogy egy új generációt állítsanak tudományos pályára. Nagyváradi László, Wilhelm Zoltán és Gyenizse Péter doktori értekezéseinek fő mondanivalóját a természeti környezet és településfejlődés összefüggései alkotják (1996, 1998, 2002). Nagyváradi László feltárja a természeti környezet hatását Komló, Kozármisleny, Veszprém és Pécs fejlődésére (1996, 1997, 1998, 2000). A Dél-Kelet-Dunántúl településeinek fejlődésében szerepet játszott természeti tényezőket az Alsó-Duna-vidéken Wilhelm Zoltán fejt fel (1997, 2001), míg Gyenizse Péter a Mecsek, Zselic, Barnyai-dombság, Dráva-sík lakóhelyeit dolgozza fel térinformatikai módszerek alkalmazásával (1996, 2002, 2006, 2008). A bemutatott művek jól reprezentálják a földrajztudomány interdiszciplináris szemléletét, de a települések vizsgálatának társadalomtudományi megközelítése támogatókra talál Hajnal Klára (2006, 2008), Pirisi Gábor (2005, 2006, 2008) és Trócsányi András (2006) műveiben is.

Végezetül szükséges megemlítenem, hogy dolgozatom fejezeteinek bevezető részeiben közelebbről szemügyre veszem a releváns szakirodalmat, ezért a településkörnyezet térinformatikai modellezésének történeti háttérét az általános kutatástörténeti részben nem érintem.

III. ELMÉLETI HÁTTÉR

A földrajztudomány elméleti alapja, hogy a környező világunkban megragadható rend térszerkezeti alapon elkülöníthető. A tér szerveződése szerint kibontott rendszer, igen tág interpretációs tartományok szisztematikus feltárására ad lehetőséget. Tekintettel dolgozatom témájára, a legfontosabb térszerkezeti alapegységet a települések képezik, azaz azok a földrajzi helyek, ahol az emberi populáció viszonylag kis területen jelentős lélekszámban, életviteljelleggel fordul elő több generáción keresztül. Következésképpen mielőtt a településkörnyezettel kapcsolatos modellalkotás részletezésére sor kerül, rendszerezni kell a települési teret alakító hatótényezők főbb csoportjait, azaz a természeti és társadalmi tér azon elemeit, amelyek az említett rendszert befolyásolják.

Nyilvánvaló, hogy a településeken a nagy népsűrűségnek köszönhetően a természeti teret – természeti tér alatt a környezeti folyamatok terét értem, emberi behatás nélkül; a tér fogalma, ebben az esetben segít rendezni az általunk gyűjtött tapasztalatokat (kanti értelemben) – a természeti tényezők és antropogén faktorok együttesen befolyásolják. A társadalmi igények révén megváltoztatott környezet új értelmezési kereteket kapott a földrajztudományban, sajátosságait Pécsi Márton a *földrajzi környezet* fogalmával fejezte ki (6. ábra) (PÉCSI M 1979).



6. ábra: A földrajzi környezet tagolódása (szerk. PÉCSI M. 1979)

A természetes téralkotó tényezők feltárását az emberek aktuális igényei vezérelték, ezáltal a környezetről, annak térszerkezeti beosztásáról kialakított képünk folyamatosan változott. Ennek köszönhetően fejlődtek ki a földrajzi környezet alkategóriái és integrált, gyakorlati célú kutatás irányai (KERTÉSZ Á. 2003). Az ábrán látható kapcsolatrendszer más szerkezeti kapcsolatok alapján közelíti meg a tetraéder modell, amely arra törekszik, hogy a települési térben összesűrűsödő társadalmi-gazdasági aktivitás nagy egységeit követve alkosson egy kapcsolati modellt (TÓTH J. 1981). Ez a kapcsolati, feltáró modell lehet a kiindulási alap egy részletesebb településkörnyezeti kutatáshoz, ahol átfogóan kell értelmezni a természeti és a társadalmi tér „ütköző” felületeit (4. ábra).

A település a társadalmi céloknak megfelelően alakítja át a természeti környezetét, így a természeti környezetet vezérlő fizikai, kémiai, biológiai folyamatok módosulnak, és ez a változás a település fejlődésével párhuzamosan érinti a természeti környezet átfogó, nagy rendszereit.

Az éghajlati, geo és antropogén hatástér ütköző felülete a felszín, itt formálódik a hatótényezők függvényében a domborzat, a felszínborítás, a felszínhasználat. A felsorolt három összetevő határozza meg kutatásom fő pilléreit, tehát úgy vélem, a domborzat, felszínborítás, felszínhasználat vizsgálatán keresztül tárhatom fel a településkörnyezetben lejátszódó folyamatok földrajzi dimenzióit.

A domborzat a földrajzi környezet illetve a táj egyik alapvető alkotója. A domborzaton megy végbe a társadalom tevékenységének túlnyomó része, ez hordozza a településeket, az ember által létrehozott műszaki létesítményeket, ezen alakul ki a talaj és a növényzet (PÉCSI M. 1985). A domborzat döntő szerepe tükröződik a települési tájhasználat egyes elemeiben, meghatározza a település helyének kiválasztását, a település belső szerkezetét, a spontán és a tudatos műszaki településfejlődés lehetőségeit, a közlekedési, közösségi tereket (CSIMA P. 2006). A felsorolt indokok alapján a domborzatminősítés központi szerepet játszik a települési térhasználat alakulásának vizsgálatában, viszont a települések népességkoncentrációjának növekedése és a társadalom fejlődő technikai potenciálja egyre hatékonyabban képes a saját igényeinek megfelelően átformálni a felszíneket. Ezért a települések méretének és népességének növekedése egyre nagyobb területen változtatja meg a domborzatot, urbanogén felszíneket produkálva (ERDŐSI F. 1975). Az urbanogén domborzati elemek térképezését mind a mérnökgeomorfológia, mind az antropogén geomorfológia műveli. A mérnökgeomorfológia és az antropogén geomorfológia más-más oldalról közelíti meg a felszínfejlődés problematikáját. A mérnökgeomorfológia fő feladata, hogy feltárja a domborzatfejlődés anomáliáit, azaz a domborzatalakító hatótényezők kiegyensúlyozatlansága miatt bekövetkező felszínmozgásokat (PÉCSI M. 1970, SCHWEITZER F.

1992). Az antropogén geomorfológia tárgya a társadalom felszínformáló tevékenysége, tehát mint dinamikus felszínformáló erőt mutatja be a társadalmi aktivitás különböző területeit (ERDŐSI F. 1969).

Kutatásom további vizsgálati egységeit a városi felszínborítás, beépítettség (urban land cover) és az ezt determináló városi területhasználat (*urban land use*) képezi. Az angol szakirodalomban ezt a két kifejezést gyakran együtt használják (*LULC – land use and land cover*) a települési tájhasználat vizsgálatánál (*urban landscape*), ami nyilvánvalóan a fogalmak szoros kapcsolatát jelzi (WENG, Q.–LU, D. 2007). Az emberi beavatkozás eredményeképpen létrejövő felszínborítás, a növekvő beépítettség alapvetően módosítja a természetes hatótényezőket; megváltozik az adott terület élővilága, talajtakarója, vízkörforgása, domborzati jellemzői, energiaháztartása stb.. Ebből fakadóan a mesterséges felszínnek által vezérelt új fizikai paramétereken alapuló környezetben lépnek működésbe a fizika, kémia, biológia „törvényei”. Átformálódik az energia- és anyagcsere folyamatok és az ezekhez kapcsolódó összetett rendszerek tere.

A felszínborítás az egyik első lépés, amivel egy geográfus megközelítheti a városi környezetben zajló folyamatokat, és a területhasználattal együtt képes a településkörnyezetre ható térszerkezeti változásokat értelmezni. A felszínborítás alapján kezdetjük el elemezni a városi energiaháztartás, városklíma, lefolyási viszonyok módosulásait, ezért az erre irányuló vizsgálati módszerek kapnak központi szerepet disszertációmban.

Felszínen általában két különböző anyag közötti elválasztó felületet értek, amit legtöbbször két dimenzióban reprezentálunk. Fizikai szempontból elsődlegesen energia-, tömegcsere-folyamatok és átalakulások színtereként vehető figyelembe. Természetesen ez a síkidomokkal közelített felszín a települési környezetben nehezen megragadható felületet takar. Nemcsak a sok kis elemből összetevődő felszín egyenetlensége jelent problémát a városi felület vizsgálata során, hanem a felszíni anyagok fizikai jellemzői (mozgás, sugárzási áteresztő képesség) is nehezítik a folyamatok interpretálását (UNGER J.–SÜMEGHY Z. 2002).

A leírtak alapján egyértelműnek tűnik, hogy a városi környezetben vertikálisan több felszíni síkot, réteget tudunk megkülönböztetni. Azokat a felületeket, ahol az energia- és anyagáramlás folyamatai zajlanak, „aktív” felületeknek nevezzük (UNGER J.–SÜMEGHY Z. 2002). Ezek azok a felszínek, ahol a sugárzási energia nagy része elnyelődik, visszaverődik és kibocsátódik; ahol a fő energiaátalakulások és a fő tömegátalakulások végbemennek; ahol a légáramlást lassító súrlódási tényezők a leghatékonyabbak; ahol a csapadék összegyűlik és tovább mozog és ahol az anyagmozgás jelentős része detektálható.

A településen különböző energia- és vízháztartású felületek mozaikos szerkezete alakul ki. A vertikális és horizontális tagoltság sajátos energetikai, termális, hidrológiai, aerodinamikai tulajdonságokat eredményez. Így az inhomogén felszínarabok eltérő módon szabályozzák, és osztják el a rendelkezésükre álló energiát és vizet. Ezekből az anyagi tulajdonságokból adódó különbségek a felszín közelében a legnagyobbak, és ennek köszönhetjük a horizontális kölcsönhatások fellépését (UNGER J.–SÜMEGHY Z. 2002).

Az energia- és anyagáramlással kapcsolatos tényezők tovább bonyolódnak a domborzat közreműködésével. A lejtők meredeksége és tájolása módosítja a sugárzási, lefolyási viszonyokat, amit a mesterséges felszínformák árnyékolása tovább fokozhat. A topográfiai hatásnak köszönhetően megjelenik az anyag- és légáramlatokat megváltoztató helyzeti energia, ami tovább nehezíti a földrajzi környezet fizikai folyamatainak leírását. Az említett összetevők egyértelművé teszik, hogy a városi felszínek anyagi minőségének és topográfiai tényezőinek a változatossága döntő szempont a településkörnyezet befolyásolásában.

Ezek a felületek a társadalmi-gazdasági igények által vezérelve formálódnak, és az ember növekvő technikai potenciáljának köszönhetően fokozatosan háttérbe szorítják a természeti környezetből eredő hatótényezőket. Az antropogén befolyás következtében kialakuló térszínek átformálják a biogeokémiai ciklust irányító fizikai folyamatokat, és az aktuális társadalmi-gazdasági aktivitásnak megfelelő szennyeződéseknek akumulálnak a rendszerben. A környezet terhelése nem korlátozódik a településekre, hanem a környező természeti rendszereket is érinti, ezáltal globális szintet érhet el az anyag- és energiaáramlásban bekövetkező kedvezőtlen változás.

Az előző gondolatmenetek világossá teszik, hogy miért a városi felszínfejlődés számítógépes interpretálása disszertációm fő célkitűzése. Egy komplex térinformatikai adatfeldolgozással megalapozhatók az urbánmorfológiai vizsgálatok. Következésképpen dolgozatomban arra törekszem, hogy térinformatikai módszerekkel különböző szempontrendszerek alapján tárjam fel a települési térben megjelenő antropogén felszínformálást. Pécs város történelmi fejlődésén keresztül szemléltetem az általam fejlesztett térinformatikai eljárásokat. Fontos leszögezmem, hogy az alkalmazott térinformatikai módszerek disszertációm tartalmi kereteit ugyancsak magába foglalja, így alapvető kutatási eredményeim három fejezetben realizálódnak:

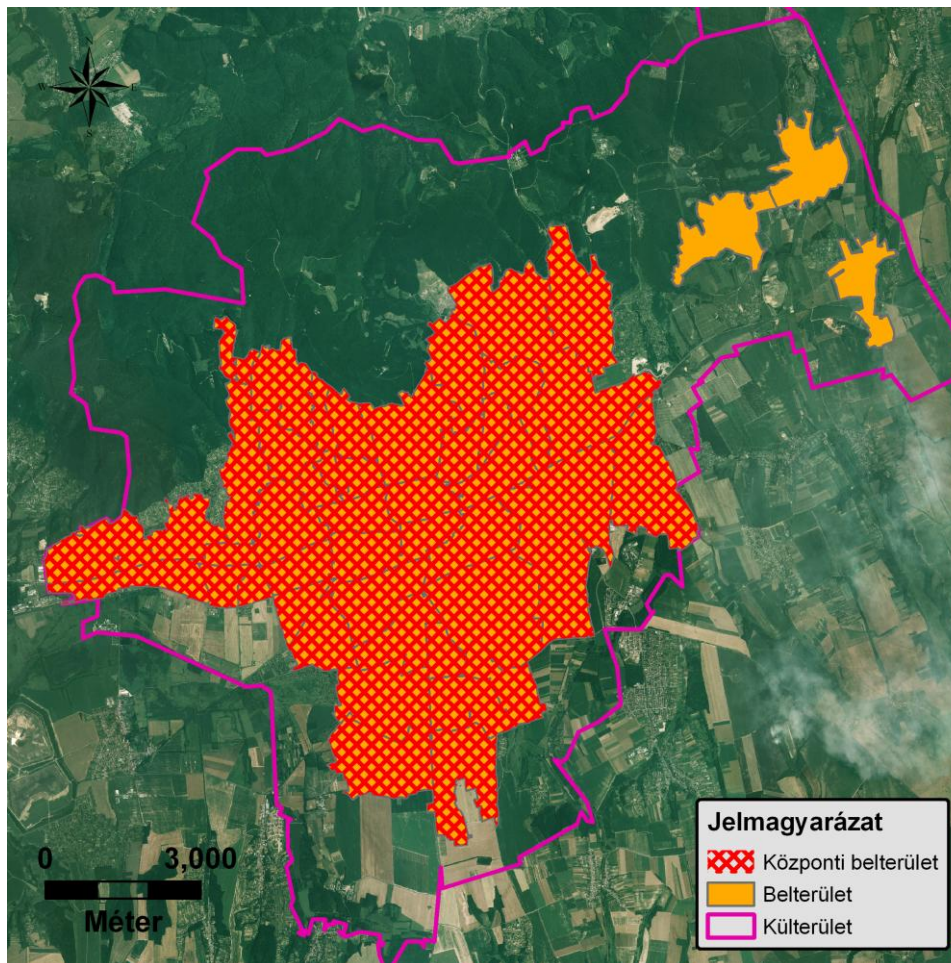
1. Domborzatfejlődés a települési térben – geomorfológiai vizsgálatok településkörnyezeti aspektusai,

2. Városrészek funkcióváltásának térképezése a felszínborítás szemszögéből – archív térképek interpretációja,
3. A városi terjeszkedés felszíni lenyomata – beépítettségi vizsgálatok távérzékelési módszerekkel.

A felsorolt pontok kibontásához nélkülözhetetlen egy digitális domborzatmodell és az ebből levezethető digitális domborzatminősítés futtatása a vizsgált területre. Következésképpen a kitűzött célok elérése előtt szükséges kifejtenem a digitális domborzatminősítés alapvető lépéseit, és demonstrálnom ezeket Pécs városrészeinek elemzésén keresztül.

IV. KUTATÁSI TERÜLET LEHATÁROLÁSA

Településkörnyezeti vizsgálataim Pécs központi belterületére vonatkoznak (7. ábra), tehát nem szándékozom foglalkozni Somogy, Vasas, Hird városrészek természeti adottságaival, mivel ezek a településrészek a központi területektől elkülönülve, inkább falusias karakterekkel rendelkeznek, és nem kapcsolódnak szervesen a városmaghoz. Ezen kívül nem képezi kutatásom tárgyát a bányászat felszínformáló hatása által érintett terület (központi belterület ÉK-i része), mert úgy vélem, az itt megfigyelhető antropogén beavatkozás nem az urbanizáció, hanem egy termelő ágazat jellemvonásait reprezentálja. A bányászat mellett a másik fő lehatároló tényező volt a rendelkezésre álló adatmennyiség, adatsűrűség. Ezért bizonyos adatfeldolgozásokat csak a központi belterület szűk részére tudtam végrehajtani. Az agglomeráció térképezése előtt pontosan bemutatom azokat a településeket, amelyekkel bővítettem a kutatási területet.



7. ábra: Kutatási terület lehatárolása – Pécs központi belterületének térképe (Forrás :saját szerk.)

A központi belterületre vonatkozó lehatárolás másik egyértelmű következménye, hogy a vizsgált térszinek nem alkotnak geográfiai egységet, igaz több esetben a közigazgatási határt átlépve bővítettem a térképezésre kerülő terület kiterjedését, mert a tájökológiai, földtani, meteorológiai, vízrajzi tényezők kikényszerítik a tágabb értelmezést.

Tekintettel arra, hogy dolgozatom természetföldrajzi alapokról kiindulva írja le a városi térben zajló folyamatokat, először kiemelésre kell, hogy kerüljenek Pécs szűkebb környezetének tájpotenciál által lehatárolt területi egységei, azaz a várost érintő földrajzi kistájak.

Pécs város közigazgatási területe két kistáj-csoporton fekszik, és ezeket pedig a Mecsek és Tolna-Baranyai-dombvidék középtájhoz soroljuk, amelyeket a Dunántúli-dombság mint önálló nagytáj foglal magába. A tájalkotó tényezők gazdagságát jelzi a település területén, hogy mind hegység, mind dombság és mind síkság földrajzi fogalmakkal jellemzett kistájjal rendelkezik a város. A táji inhomogenitás már előre jelzi a természeti adottságok változatosságát, a tájalkotó tényezők széles skáláját. A Kistáj Kataszter szerint, három kistájhoz köthető a város: Mecsek-hegység (4.4.11.), Pécsi-síkság (4.4.31.), Dél-Baranyai-dombság (4.4.34.) (MAROSI S.–SOMOGYI S. 1990) (8. ábra).



8. ábra: Pécs által érintett földrajzi kistájak (Forrás: saját szerk.)

A vizsgált terület lehatárolása során a kistájakat további egységekre bonthatjuk domborzati-morfológiai jellemvonásaik alapján. Ebből fakadóan kerülhet lehatárolásra a Nyugat-Mecsek antiklinális szerkezete, amelynek K-i boltozatát alkotó, a hegység egyik fő tömegét adó mezozoos karbonátos üledékek ÉNy-DK-i vonulata (Misina-Tubes tömb) meghatározó eleme a város környezetföldrajzi arculatának. A középsőtriász mészkövekből fölépülő kiemelkedést K-ről meredek formákkal a Pécsbányai üledékgyűjtő határolja, amelynek üledék-folytonossággal kifejlődött rétegsora a városfejlődés történetében meghatározó szerepet játszó kőszéntelegeket rejt.

Szintén döntő jelentőségű a város fejlődésének szempontjából a karbonátos formációból álló antiklinális DNy-i előterében tektonikailag és denudációsan differenciált, változatos domborzatú hegyláb felszín. A terület szerkezetalakulása folyamán kisebb antiklinális formák (Donátus, Makár-hegy) színezik a hegylábi lépcsők törmelékes és karbonátos üledékeiből külső erők által formált mozgalmass formagyűtéseit. A területet D-ről a Pécsi-síkság élesen elkülönülő fiatal süllyedéke határolja, amely Ny-i irányba nyílván a Dráva síkjával mutat egységet. A Pécsi-síkság K-i, a város központi területét érintő térszíne Pécsi-félmedence néven is említésre kerül a szakirodalomban (LOVÁSZ GY. 1977), amely kifejezés egy átfogó felszínalaktani lehatárolása több, már említett elkülönülő kistájnak. A félmedence alacsonyabbik, D-i peremét adó pleisztocén üledékekből álló Görcsönyi-hát a Dél-Baranyai-dombság legészakibb szegélye.

V. HUMÁN TÉNYEZŐK KVANTITATÍV VIZSGÁLATA A TELEPÜLÉSI TÉRBEN

V.1. Digitális domborzatminősítés

Ebben a fejezetben két alapvető axiómára építve igyekeztem megalapozni a településkörnyezetre vonatkozó összefüggéseket. Az első ilyen alapelv, hogy a topográfiai mutatók és a geoökológiai összetevők között térbeli párhuzamosság nyomait tételezhetjük fel. Azaz együtt-változó tulajdonságokról van szó, következésképpen a geofolyamatok leírásának legelső eleme a domborzatminősítés (DENG, Y. X. et al. 2006).

Másodsorban egy általános tudományelméleti megalapozásról van szó, ami a geomorfológia vonatkozásában részletesebb tárgyalást igényel. Gyakorlatilag az osztályozásra mint alapvető metodikai eljárásra hívom fel a figyelmet, ami hasonlóan más tudományágakhoz a hagyományos geomorfológiai térképezés esetében is döntő szerepet játszik. A geomorfológusok a formák lehatárolása során a hasonlóságokat, eltéréseket keresték, és jelzőket, minőségi kategóriákat használtak megfigyeléseik megfogalmazásához (MATHER, P.M.–DOORKMANP J.C. 1970). A domborzati elemek területi és genetikai szempontok szerint kerültek elkülönítésre. A differenciálás során az egyes mennyiségi paraméterek ugyan megfogalmazódtak, de nem töltötték be azt az egzakt szerepet, mint más tudományágakban, elég csak a meteorológiára, vagy az ökológiára gondolni. Egyszerűbben fogalmazva, a formák mennyiségi jellemzése csak a II. világháború után került a geomorfológusok érdeklődésének homlokterébe, és ezt a folyamatot a személyi számítógépek és a GIS elterjedése gyorsította fel az elmúlt évtizedekben. Úgy vélem, nem szükséges részletesen taglalom a kvantitatív kategorizálás előnyeit, de talán nem lényegtelen kihangsúlyoznom, hogy fő haszna az azonosíthatóság, a diszkrétség és a megismételhetőség.

Ugyanakkor azzal is tisztában kell lennünk, hogy a numerikus alapon történő definiálásnak is megvannak a maga önkényes lépései. Elég, ha csak arra gondolunk, hogy egy kontinuum felszínen hogyan szeparálhatunk el egyedi darabokat, mely összetevők jelenthetik az egyediséget, miközben ezek nem biztos, hogy korrelálnak egymással (GRIGG, D. 1967). Véges egységekkel kell lehatárolni és értelmezni egy végtelen entitást. Megoldásként a legelfogadottabb eljárás, ha négyzetkilométert vagy hektárt használunk mint értelmezési keretet.

A mai korszerű geomorfológiai vizsgálatok az említett problémákat akarják kiküszöbölni, és ebben jelentős szerepe van a számítástechnikának és a térinformatikai szoftvereknek. A számítógépek alkalmazásával sikerült a domborzati alkotóelemeket

geometriai számításokkal közelíteni, és a nyert eredményeket osztályozni (WILSON, J.P.–GALLANT, J.C. 2000). Az informatikai feldolgozás adatforrása a digitális domborzatmodell. Ez az az adathalmaz, amelyen a geometriai műveleteket végrehajtjuk, és a valóságra vonatkoztatjuk. Még mielőtt részleteiben vázolnám a digitális domborzatmodell és más térinformatikai műveletek domborzatminősítő képességét, hadd kanyarodjak vissza néhány gondolat erejéig a fejezet általános ismertetéséhez.

Mint már említettem, a települések környezetminősítésének első lépése a biogeokémiai folyamatokat alapvetően meghatározó domborzati tényezők leírása. Az alakrajzi összetevők taglalásán túl szintén e fejezet látókörébe tartozik a geomorfológia mint a földrajzi burok jelenségeinek genetikáját magyarázó tudomány (KERTÉSZ Á. 1972) segítségével való megközelítés. Vagyis nem kívánok megfélekedni arról, hogy a földfelszín alaki tulajdonságainak minősítése egyben hozzájárul egy adott terület felszínfejlődésében szerepet játszó tényezőcsoportok feltáráshoz. Nyilván települési környezetben az antropogén tényezők felszínformáló folyamataira igyekeztem összpontosítani, de ez nem jelenti azt, hogy a mérnökgeomorfológiai vizsgálatokat elhanyagoltam. A települési térben megjelenő antropogén geofolyamatok az ember növekvő technikai potenciáljával egyre szerteágazóbbá válnak, ami jelenős előrelépést jelenthet a kárelhárításnál, de ugyanakkor konfliktushelyzetet teremthet a természeti környezethez való viszonyulásban.

Ahhoz, hogy az említett célt elérjem, egy igen szerteágazó folyamat komponenseit kellett összehangolnom. Első lépésként a város geomorfometriai alapú elemzését kellett végrehajtanom. Tehát legelőször a domborzat egyes formáinak bemutatásához matematikai, statisztikai módszereket vettem igénybe. A felszínalakotani jellemzők interpretációját ma már megkönnyítik a térinformatikai szoftverek, mivel a papír alapú szintvonalas térképet felváltották a digitális domborzatmodellek. A digitális domborzatmodellből származtatható információk leegyszerűsítik a domborzat tematikus térképezését, és olyan adattartalmakat kapcsolhatnak össze, amelyek feldolgozása évtizedekkel ezelőtt óriási energiákat igényelt volna. A domborzati változók kvantitatív értelmezése azonban önmagában még nem adhat megfelelő magyarázatot, magából a morfometriai térképezésből még nem lehet egyértelmű genetikai következtetéseket levonni. Így elkerülhetetlen, hogy a klasszikus geomorfológia vizsgálati módszereit is figyelembe vegyük. Második lépésként a főleg földtani térképezésből (építésföldtani fúrások, mesterséges-, természetes feltárások, talajvíztérképező fúrások, épületalapozási dokumentációk stb.) és régészeti feltárásokból származó adatokat szerveztem geoadatbázisba. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a digitális feldolgozást ötvöztem a geomorfológiai térképezés hazánkban meghonosodott gyakorlatával. Végezetül a digitális

adatbázisokra épülő eredményeimet az eddigi szakirodalmi munkákkal és terepi tapasztalataimmal vettem össze, hogy szintetizálni tudjam Pécs településkörnyezetének felszínfejlődését.

V.1.1. Digitális domborzatminősítés módszertana

A domborzatot eltérő szempontok alapján minősíthetjük. A domborzat legrégebbi és legáltalánosabb minősítése az alakrajzi szemléletmód alapján történik (PÉCSI M. 1991). Az alaktani minősítés merev, statikus közelítésmódját dinamizálja a domborzat egyensúlyi állapotának minősítése, amelyhez társul a domborzatalakulás időtartalmának meghatározása. A felsorolt minősítési aspektusokat szintetizálja a domborzat genetikai minősítése. E komplex domborzatminősítés lehetőséget biztosít a földfelszínnel kapcsolatos geofolyamatok áttekintésére, a településen belüli elkülönítésére.

A minősítési eljárások alapeszköze a szintvonalas topográfiai térkép (PÉCSI M. 1991). A minősítési módszerek kidolgozása óta a térképek feldolgozása gyökeresen megváltozott. A papír alapú interpretálást teljesen kiszorította a digitális adatfeldolgozás. A digitális alapú felszínelemző rendszerek a terepfelszín leírásának kiinduló lépéseként leggyakrabban a digitális domborzatmodellt (DDM) használják. A DDM-ek szabályos rácsháló metszéspontjaiban elhelyezett magassági (z) értékekkel közelítik a felszínt. A rácsháló által közrefogott cellák egy magassági értéket tartalmaznak, ezeknek a diszkrét pontoknak a szabályos rendszerével történik meg a felszínleírás. A topográfiai térképekről vektorizált szintvonalak, magassági pontok nem szabályos elhelyezkedésűek, ezért a DDM-ek generálásához alkalmaznunk kell valamilyen interpolációs eljárást, vagyis minden cellaközéppontot fel kell töltenünk.

A DDM-ekből származtatható domborzati jellemzők a korszerű domborzatminősítés legfontosabb eszközei. Általában megkülönböztetünk elsődleges és másodlagos domborzati változókat. Az elsődleges domborzati jellemzők közvetlenül a DDM-ből számíthatók, míg a másodlagosak vagy összetett jellemzők több elsődleges változóból tevődnek össze (WILSON, J.P.–GALLANT, J.C. 2000). A másodlagos jellemzők már a természetben lejátszódó fizikai folyamatok indexei is lehetnek, következésképpen mélyebb bepillantást jelentenek a környezetünkben zajló természeti jelenségekbe (*1. táblázat*).

1. táblázat: Domborzati modellekből származtatható változók (Forrás: WILSON, J.P.-GALLANT, J.C. 2000).)

Elsődleges domborzati jellemzők	Meghatározása	Jelentősége
Tengerszint feletti magasság	Magasság	Klíma, helyzeti energia, vegetáció
Adott pont feletti lejtő magasság	Adott pont feletti lejtőoldalak átlagos magassága	Helyzeti energia
Kitettség	Lejtő azimut	Napsugárzás, evapotranspiráció, vegetáció
Lejtőszög	Elhajlás	Lefolyás, beszivárgás, besugárzás, párolgás, talaj víztartalma, csapadék, felszínforma, vegetáció, beépítés
Adott pont feletti lejtő meredeksége	Átlagos lejtése egy adott pont feletti területnek	Lefolyás sebessége
Adott pont alatti lejtő meredeksége	Átlagos lejtése egy adott pont alatti területnek	Beszivárgás
Vízgyűjtő lejtése	Vízgyűjtő átlagos lejtése	Összegyülekezési idő
Adott pont feletti lejtő területe	Vízgyűjtő terület nagysága egy adott pont felett	Lefolyás nagysága, beszivárgás aránya
Adott pont alatti lejtő területe	Vízgyűjtő terület nagysága egy adott pont alatt	Beszivárgás aránya
Vízgyűjtő területe	Egy vízfolyás vízgyűjtő területe	Lefolyás nagysága
Sajátos vízgyűjtő terület	Pont feletti lejtő területe szintvonal egységre vetítve	Talaj víztartalma, felszínalak, talajtulajdonságok
Lefolyás hossz	Vízfolyástól való távolság	Erózió, összegyülekezés, hordalék lerakódás
Adott pont feletti lejtő hossza	Átlagos lefolyás hossz egy adott pont felett a vízgyűjtőben	Áramlási sebesség, eróziós ráta
Vízgyűjtő hossza	A legmagasabb pont és a erózióbázis magasságának különbsége	Areális lefolyás felgyorsulása
Vertikális lejtő profil	Vertikális lejtő profil görbülete	Áramlási sebesség, erózió, depozíció, felszínforma
Horizontális lejtő profil	A kontúr görbülete	Össze-, szétfolyás, talajtulajdonságok, talaj víztartalma
Tangenciális lejtőprofil	Horizontális lejtő profil szorozva lejtőszöggel	Alternatív mutatója a helyi össze-, szétáramlási tulajdonságoknak
Adott pont relatív helyzete	Egy adott pont körüli tetszőleges körbe tartozó pontok aránya	Relatív pozíció, vegetáció

A táblázat rávilágít, hogy a digitális domborzatmodell felhasználásával számtalan domborzati mutatót vezethetünk le felszínalak, hidrológiai, talajtani és más egyéb környezeti vonatkozásban. Végigolvasva a táblázat sorait, azonnal feltűnik, hogy a digitális domborzatmodell alkalmazása új távlatokat nyitott a domborzatelemzésben. A digitális domborzatmodell földrajzi alkalmazása hosszabb múltra tekint vissza, és ha a gyökereit

keressük, akkor a morfometria történetét szükséges áttekinteni. A digitális domborzatmodellel végzett felszín térképezés eredete a múlt század közepén indult morfometriai elemzésekhez nyúlik vissza. A vízgyűjtő analízisből eredően először R. E. Horton majd N. Strahler kezdte el matematikai alapon térképezni a hidrológiai rendszereket befolyásoló domborzati tényezőket (KERTÉSZ Á. 1972). Törekvésük lényege az volt, hogy a leíró jellegű jellemzések helyett egy indexeken, konstansokon alapuló, megismételhető, statisztikai eljárásokra épülő metodikát fejlesszenek ki. A kvantitatív módszerek az 1960-as évektől kezdve váltak egyre általánosabbá, de igazán kiemelkedő ugrást E. H. Hammond munkássága jelentett. A domborzati formák osztályozását igyekezett tematikus térképek kombinációjával megoldani, és több függvényt is felállított a felszínformák elhatárolásához (MORGAN, J. M.–LESH, A. M. 2007). Manuális módszeren alapuló Hammond-módszert R. Dikau (1989) fejlesztette digitális alapúvá, azaz először automatizálta a mutatók fejlesztését digitális domborzatmodellek felhasználásával (DRAGUT, L.–BLASCHKE, T. 2006.).

Természetesen a digitális domborzatmodellezés nem önmagában álló „hajtása” a térinformatikának, hanem az elmúlt negyven évben lezajlott tudományági fejlődés eredménye, amelyhez szorosan kapcsolódnak a Földrajzi Információs Rendszerekben (FIR/GIS) tett előrelépések. Ennek köszönhető, hogy manapság már nem jelent problémát nagy mennyiségű térbeli adatok kezelése és feldolgozása, a köztük levő térbeli kapcsolat feltárása. Nem feledkezhetünk meg a FIR/GIS-hez szervesen kapcsolódó megjelenítési eljárások fejlődéséről sem, mivel ezáltal válnak mindenki számára értelmezhetővé a levezetések, új információk.

V.1.2. Digitális domborzatmodell fejlesztése

A domborzatminősítést döntően befolyásolja a digitális adatnyerés technikája és a felszín közelítésére alkalmazott matematikai függvény. Az adatnyerésen belül az adatok eredete, méretaránya, a digitalizálás pontossága lehet meghatározó, míg a felszín generálás esetében az interpolálási eljárás az egyik legfontosabb tényező.

A domborzatmodell fejlesztése során alkalmazott interpolációs eljárás alapvetően meghatározza, hogy milyen forrásadatokat használhatunk fel (elsődleges támaszpontok) a digitális domborzat feldolgozáshoz. Jelen esetben egy helyi viszonyokhoz alkalmazkodó rácsháló fejlesztő eljárás (locally adaptive gridding, ANUDEM, gyakorlatilag egy strukturális támaszpontokra épül) került alkalmazásra (WILSON, J.P.–GALLANT, J.C. 2000). Az eredeti adatforrás az EOTR 1:10000 méretarányú Pécsre vonatkozó térképszelvényei voltak, a FÖMI által egységesen EOVS koordinátarendszerbe referálva. A szelvényekről a főszintvonalakon

(10 m-es szintköz) kívül a domborzattípusokhoz alkalmazkodva a alapszintvonalakat is digitalizáltam (5 m-es szintvonalak a dombsági és hegyláb felszíneken, 2,5 m-es és kiegészítő szintvonalak a sík medence területeken). Az eljárás során összesen 454 szintvonal került bevitelre, mintegy 3199 km összhosszúsággal, ezáltal hét darab térképlap teljes egészében digitalizálásra került, míg három lapot csak részben érintett a folyamat. A szintvonalak mellett még a felszín 321 db jellemző pontja rögzítésre került, ezzel próbálva elkerülni az izovonalak „lefejező” hatását.

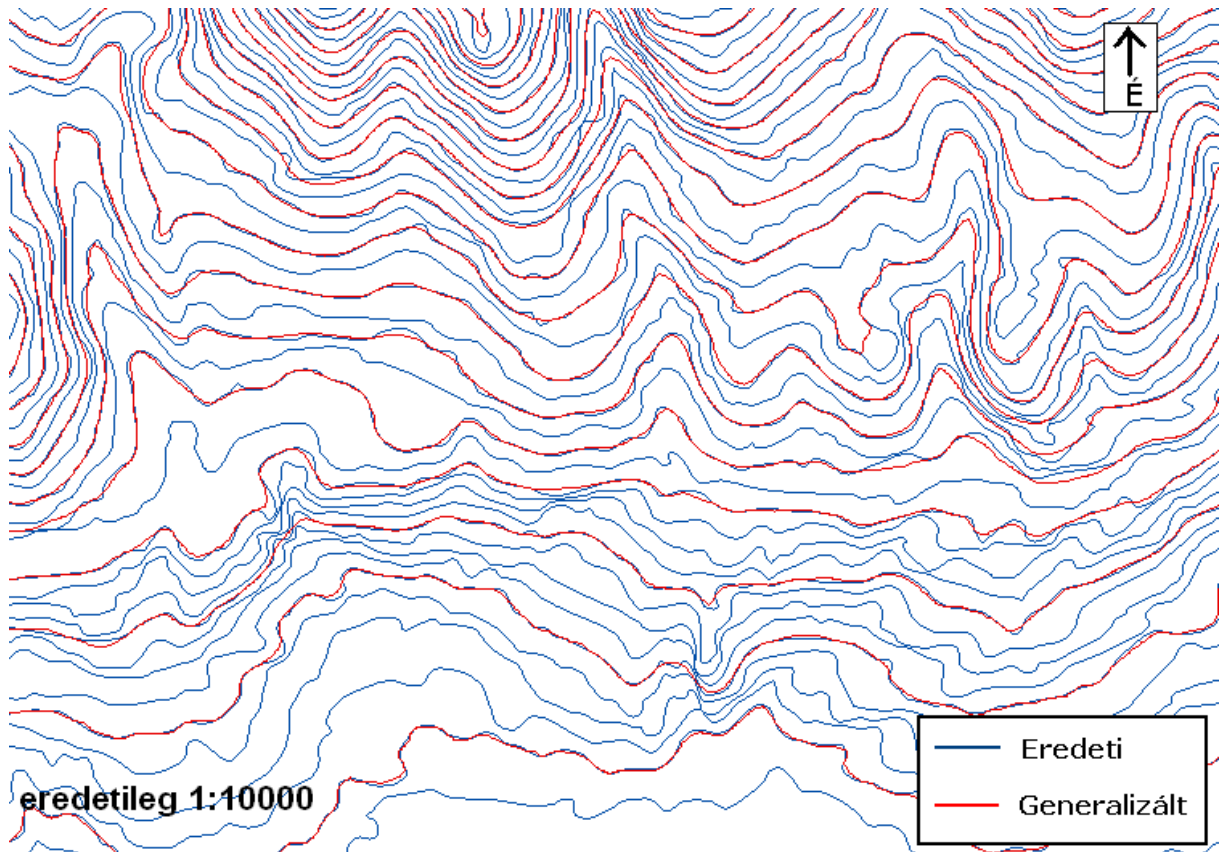
A pontosítás érdekében 26 darab vízfolyás 116 km hosszan folyásirányban szintén rögzítésre került elsődleges támaszpontként, a mélyedések interpolációját pedig a tavak körvonalának bevitelével igyekeztem kivédeni (2. táblázat).

2.táblázat: A strukturált modell elsődleges támaszpont összetevői (Forrás: saját szerk)

Támaszpont típus	darabszám	Egyéb jellemző	Adat modell típus
Szintvonalak	454	3199 km	Vektor vonal
Magassági pontok	321		Vektor pont
Vízfolyások	26	116 km	Vektor vonal
Tavak	1	1,6 km ²	Vektor poligon

A digitalizálás az ArcGIS 9.2 ArcView programmal végeztem. Az felvett szintvonalakat generalizáltam, majd „visszagörbítettem” (bend) a felszínre, hogy elkerülhessem egy lépcsőzetes DDM kialakítását. A simító eljárások után a „Topo to Raster” interpolációval hoztam létre a raszteres felszínemet a vektoros fájlkból. Ez a beépített algoritmus az ANUDEM eljáráson alapul, amit először M. F. Hutchinson (1989) és kollegái fejlesztettek ki Ausztráliában a hatékonyabb vízgyűjtő modellezés érdekében. Lényeges új eleme ennek a diszkrét rácsháló-fejlesztő eljárásnak, hogy képes különböző típusú magassági adatformátumokat hatékony becslési módszerrel interpolálni (Iterative method, discretized spline in tension) (WILSON, J.P.–GALLANT, J.C. 2000)

A DDM minőségét első lépésben árnyékolt domborzattal vizsgáltam, a sima felületeken kerestem olyan „félredigitalizált” magasság-értékeket, amelyek árnyékokkal jeleznek a hibás felszínre. Ezt követően a DDM-ből levezetett szintvonalakat vettem össze az eredeti kontúrokkal, majd a DDM eloszlásfüggvényét néztem meg, hogy a szintvonalak túlreprezentáltsága fésűs szerkezetet eredményez-e. Az első esetben nem sikerült azonosítani egyetlen egy hibát sem, míg a másik két vizsgálat során jelentéktelen eltérések mutatkoztak (9. ábra).

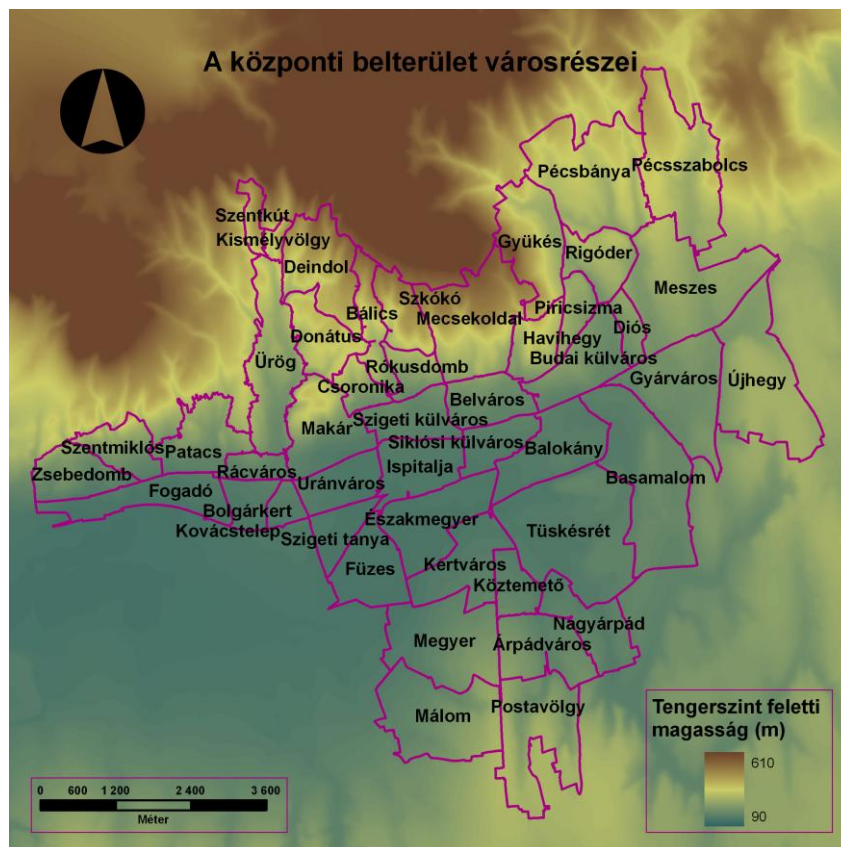


9. ábra: A generalizált és az eredeti szintvonalak futása (Forrás: saját szerk.)

V.1.3. Digitális domborzatminősítés a DDM alapján

Tíz méteres cellaméretű DDM 311 km²-t takart, de mivel csak a pécsi városrészek domborzati adottságait taglaltam, így Pécs központi belterületével maszkoltam a DDM-et a végső eredményeknél. A központi belterület történelmi városrészei szervezik egységbe az általam vizsgált teret, hiszen ehhez kapcsolódva tudtam a településkörnyezet természeti és társadalmi összefüggéseit későbbi információnyeréseim során feltárni (10. ábra).

A digitális domborzatelemzés jelen esetben alkalmazott módszere alapjaiban E.H. Hammond (1954, 1964) által kifejlesztett eljárást követte, azaz a lejtőszög, a relatív relief, és relatív tengerszint feletti magasság mutatóira támaszkodva írja le a felszint. Több mint harminc tematikus és módszertani (matematikai átalakítások miatt generált fedvények) térkép előállításával alakítja ki a végső formaelemekre vonatkozó tematikus térképet (MORGAN, J. M.–LESH, A. M. 2007).



10. ábra: Pécs központi belterületének városrészei (Forrás: saját szerk.)

Dolgozatomban nem taglalom a digitális minősítés minden egyes lépésének módszertani hátterét, továbbá egyes lépéseket kiegészíték, módosítok a pécsi természetes környezethez jobban alkalmazkodó megoldásokkal. Először az egyes városrészek domborzati karakterét térképeztem fel, ebben az esetben a közigazgatási városrészek határolják le a különböző cella értékű leválogatásokat. Tehát a történelmi városszerkezet alapján taglaltam a domborzati jellemzőket, azzal a szándékkal, hogy az egyes városrészek rendelkeznek-e sajátos ismertető jegyekkel, vagy az esetlegesség játszott szerepet körvonalaik megállapításaikor. Második lépésben különböző méretű szűrők felhasználásával elemeztem a város domborzati adottságait. Ebben az esetben nem a raszter-cellák képezik az elemzés területi alapjait, hanem a képpontok célnak megfelelő környezete, azaz a szomszédos cella értékeket is tartalmazza a vizsgálat. Ennek következtében feltárhatók a topológiai kapcsolatok, az egyes cellák környezetükben való pozíciója, beágyazottsága. Következésképpen kirajzolódhatnak azok az összetevők, amelyek alapján a formacsoportokat elhatárolhattam. Kicsit leegyszerűsítve a fent említett két eljárást az első esetben, a városrészeket hasonlítottam egymáshoz, tehát ezek az egységek képezik azt a térbeli keretet, ami az elemzés fizikális alapja. Míg az utóbb

bemutatott módszernél a pixel egy bizonyos környezete a döntő. Itt a keretméret a meghatározó tényező a felszín leírásánál, mivel domborzattípusonként változik az alkalmazott keret hatékonysága. Sík területeken egy nagyobb (500 méter<) átmérőjű környezet lehet hatékony, míg egy tagoltabb felszínen néhány száz méter ad igazán jó eredményt.

Térbeli műveletek szemszögből bemutatva az elkövetkező oldalak tartalmát, kezdő lépésként elsődleges adatbázist fejlesztettem (DDM), majd ebből új adatokat állítottam elő, amelyet beépített elemző-funkciók (pl. lejtőszög) támogatnak, de a különböző módon nyert új rácshálókat további elemzéseknek vethettem alá: aritmetikai-, boolean-algebrai műveletekkel (raszter kalkulátor), vagy cella statisztikai műveletekkel, újraosztályozási eljárással és természetesen ezeknek a tetszőleges kombinációjával. A kapott eredményeket területi lekérdező rendszerekkel a kívánt térbeli struktúrára bontottam le, további releváns információhoz juttatva vizsgálataimat, ahol utólagos statisztikai elemzésekkel (klaszterezés) dimenziószűkítést hajtottam végre.

V.1.3.1. Domborzatleíró paraméterek

A felszínleíró domborzati mutatói körbe tartoznak az egyszerűbb matematikai műveletekkel nyerhető domborzati tulajdonságok, és egyben ez jelenti az alakrajzi minősítés első lépését, alapját. Az elsődleges domborzati jellemzőket összefoglaló táblázat alapján ide soroltam a tszf-i magasság, relatív relief, lejtőkategória, felszín görbületi és a kitétség térképeket, ezeknek újraosztályozott változatait. A kapott tematikus fedvények ugyanakkor reprezentálni fogják a domborzatminősítés klasszikus térképezését (PÉCSI M. 1991). Az említett domborzati attribútumok vonatkoztatási területét az egyes városrészek alkotják.

Az abszolút magassági adatokból kiindulva elmondhatjuk, hogy Pécs átlagos tengerszint feletti magassága 180 méter. Legmagasabb pontja 416 méter körüli, míg a legalacsonyabb terület 115 méteres magasságban fekszik a bemutatott eljárással előállított digitális domborzatmodell (DDM) alapján. A város abszolút reliefje 301 méter, az átlagos maximális szintkülönbség egy 300 méter átmérőjű körön belül vizsgálva 23 méterre tehető. A mért szélső értékeknél a maximális relief az említett területre számítva majdnem 117 (116,99) méter, míg a sík térszíneken csak 15 cm kapott a legkisebb érték.

A kutatási terület domborzatának változékonyságát a felszabdaltsági-indexszel jellemezhetjük még, mivel a relatív relief és az abszolút relief önmagukban nem adják meg még az ehhez szükséges értéket (KERTÉSZ Á. 1972). A felszabdaltsági-index az egyes 300 méter átmérőjű körökön belül mért maximális relatív relief és az abszolút relief aránya. Pécs

tekintetében ez átlagosan 0,06-os értéket jelent 0,34 és 0,0004 szélső értékek között 0,06-os szórással. Ez azt jelenti, hogy a terület felszabdaltsága viszonylag jelentős, igaz, nagy területeken jelentkező alacsony relief-értékek erősen tompítják a hegylábi felszínek markáns szintkülönbségeit.

A DDM-ből elkülönítettem az egyes városrészek topográfiai mutatóit. A „zonal statistic” menüpont alkalmazásánál (térbeli adatkiolvasás) a városrészeket vettem számításba területi egységként, és ezekre a következő leíró jellegű statisztikai mutatókat tudtam leválogatni:

- Szélsőértékek (legmagasabb, legalacsonyabb tszf-i magasság),
- Terjedelem (relief),
- Átlag (átlagos tszf-i magasság),
- Szórás (felszínátlagosági mutató),
- Pixelszám (terület).

A felsorolt mutatókkal az egyes városrészek domborzati karakterének tszf-i magasságból számított értékeit állíthattam össze. Az átfogó táblázat a relief alapján rendezi a városrészeket, de gyakorlatilag minden egyes index bemutatását fontosnak tartottam (3. táblázat). Szükségesnek láttam kihangsúlyozni, hogy a szórással a minta középértékétől való eltérésről szerezhetünk információt, ami ebben a konkrét esetben azt jelenti, hogy az átlagos tszf-i magasság értékéhez viszonyítjuk a városrész magassági adatait. Ha ez az érték alacsony, akkor kiegyenlített felszínről beszélhetünk, ha viszont magas, akkor tagolt térszínnel állunk szemben.

A legkiegyenlítettebb a felszín a Fűzes, Északmegyer, Szigeti tanya városrészekben, itt a tíz métert sem éri el a helyi maximális relatív relief. Szintén ezekben a városrészekben kapjuk a legalacsonyabb értékeket az abszolút maximális és minimális tszf-i magasság tekintetében. Az említett adatok arra utalnak, hogy ezek a területek állnak legközelebb a város erózióbázisához, tehát a beépítés szempontjából nemcsak előnyös tulajdonságokkal rendelkezhetnek, hanem a felszíni, felszínalatti vizek gyűjtő területei is lehetnek egyben mély fekvésükből adódóan.

Mecsekoldal, Bálics, Gyükés, Deindol területek legmagasabb és legalacsonyabb pontja között több mint 200 méter a szintkülönbség. A négy legmagasabb ponttal is ezek a városrészek rendelkeznek a 47-ből. Érdekes, hogy átlagos tszf-i magasság esetében csak a második és negyedik helyet birtokolják, mivel az abszolút csúcstartó Szentkút a maga 304 méterével. A változatos felszín még nem utal egyértelműen a nehéz beépíthetőségre, inkább arról árulkodik, hogy az infrastruktúra, a szolgáltatások kiépítésének költségei az átlagosnál jóval jelentősebbek lesznek.

3. táblázat: Tszf-i magasság alapján számított indexek Pécs központi belterületének városrészeiben (Forrás: saját szerk.)

Városrész	Relief	Legalacsonyabb pont	Legmagasabb pont	Átlagos tszf-i magasság	Felszíntagoltság
Füzes	3,63	115,21	118,84	116,43	0,62
Északmegyer	6,49	117,15	123,63	119,20	1,33
Szigeti tanya	9,03	115,71	124,75	118,56	1,83
Kovácstelep	11,93	122,48	134,41	127,32	3,01
Bolgárkert	15,45	119,49	134,94	125,57	3,73
Uránváros	16,48	117,65	134,13	122,63	3,13
Siklósi külváros	17,57	121,76	139,33	128,70	4,45
Ispitalja	17,63	117,17	134,80	123,56	3,32
Balokány	19,38	119,22	138,61	127,89	3,64
Fogadó	22,92	111,37	134,29	120,04	4,38
Tüskésrét	24,68	119,26	143,94	129,32	6,63
Nagyárpád	27,25	123,25	150,51	134,00	5,75
Kertváros	30,10	116,88	146,97	127,17	6,64
Köztemető	31,65	125,63	157,28	136,18	6,81
Basamalom	33,33	124,38	157,71	141,00	8,11
Rácváros	43,98	127,98	171,95	141,14	8,61
Gyárváros	44,06	137,35	181,41	158,61	8,60
Szigeti külváros	44,19	125,63	169,82	139,65	8,14
Diós	48,50	148,57	197,07	170,54	11,73
Újhegy	51,52	161,74	213,26	195,67	15,06
Budai külváros	56,50	131,49	187,99	156,14	12,10
Piricsizma	58,86	162,04	220,91	190,34	11,98
Árpádváros	61,03	130,51	191,53	153,12	13,82
Belváros	69,06	130,86	199,92	150,99	13,01
Rigóder	70,12	161,70	231,82	203,49	16,85
Meszes	77,16	160,81	237,97	189,71	15,68
Megyer	83,88	116,68	200,56	145,74	19,25
Rókusdomb	86,51	144,76	231,28	187,33	21,78
Postavölgy	87,61	134,67	222,28	189,94	22,35
Málom	96,18	125,55	221,73	160,35	25,04
Csoronika	100,58	147,90	248,49	192,93	28,61
Zsebedomb	100,63	118,36	218,99	152,40	19,98
Donátus	101,24	179,05	280,29	245,89	21,11
Patacs	108,57	125,99	234,56	168,23	23,90
Kismélyvölgy	109,81	226,67	336,48	275,20	25,01
Pécsbánya	116,95	184,57	301,52	237,71	23,52
Pécsszabolcs	124,62	187,21	311,83	241,87	30,65
Havihegy	132,51	155,33	287,84	217,89	29,05
Szentkút	138,12	233,68	371,80	304,40	33,92
Ürög	146,65	139,97	286,62	195,99	29,66
Makár	150,14	121,93	272,07	173,72	45,57
Szentmiklós	160,71	126,35	287,05	177,68	33,03
Szkókó	179,51	205,45	384,95	295,48	41,99
Deindol	206,36	200,94	407,30	300,88	39,30
Gyükés	209,24	191,00	400,24	269,51	54,83
Bálics	229,90	161,14	391,04	259,27	60,50
Mecsekoldal	244,97	170,97	415,94	295,03	62,85

Fontosnak tartottam mindegyik kategóriában az első három helyezett városrészt kiemelnem, hiszen ezek az adatok döntőek a városrészek klimatikus, hidrológiai, és beépíthetőségi mutatók tekintetében (4. táblázat).

4. táblázat: Városrészek rangsora különböző domborzati mutatók alapján (Forrás: saját szerk)

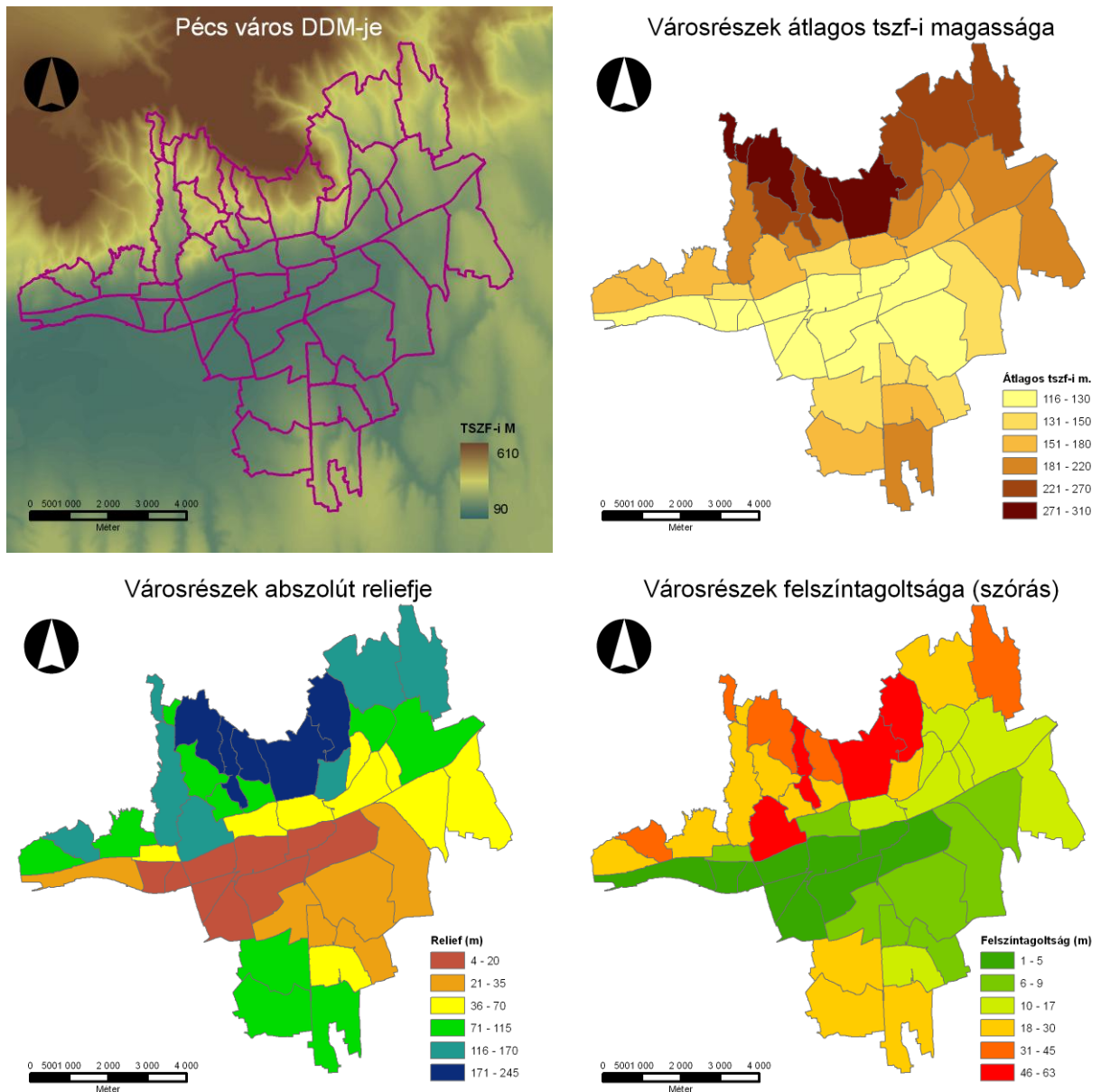
Index	1.	2.	3.
Legnagyobb relief	Mecsekoldal	Bálics	Gyükes
Legkisebb relief	Füzes	Északmegyer	Szigeti tanya
Legalacsonyabb min.	Fogadó	Füzes	Szigeti tanya
Legmagasabb min.	Szentkút	Kismélyvölgy	Szkókó
Legalacsonyabb max.	Füzes	Északmegyer	Szigeti tanya
Legmagasabb max.	Mecsekoldal	Deindol	Gyükes
Legkisebb átlagos tszf-i m.	Füzes	Északmegyer	Szigeti tanya
Legnagyobb átlagos tszf-i m.	Szentkút	Deindol	Szkókó
Legegyenletesebb felszín	Füzes	Északmegyer	Szigeti tanya
Legváltozatosabb felszín	Mecsekoldal	Bálics	Gyükes

A maximális relatív relief bemutatásával már kirajzolódott az a karakter, amit a táblázatban látható jellemzők tovább erősítenek. Füzes, Északmegyer, Szigeti tanya városrészek a város legmélyebb, leglaposabb területei, egyértelműen a Pécsi-félmedence nyugatra nyíló szerkezetének köszönheti ismertető jegyeit.

A táblázatból ugyancsak kiderül, hogy jelentős eltérés lehet Szentkút, Deindol és Füzes, Északmegyer klímája között, hiszen majdnem 200 (188) méter az átlagos abszolút tszf-i magasságbeli különbség. Nyilvánvaló, hogy a Mecsekoldal, Bálics, Gyükes, Deindol területén sokkal jelentősebb helyzeti energiával bírnak, rövidebb a felszíni vizek összegyülekezési ideje, ezáltal az erózió tekintélyes anyagmozgásokat eredményezhet.

Ha nem a szélső értékeket vizsgáltam, hanem az átlagos adottságokkal rendelkező városrészek közül emeltem ki azokat, amelyek bizonyos karakterjegyeik alapján kiugranak a környezetükből, akkor érdemes megemlíteni a Donátust. E városrész átlagos tszf-i magassága alapján a nyolcadik helyezést éri el, de előkelő helyezése ellenére a relief, vagy a felszínagoltsági indexet tekintve a középmezőnybe sorolható. Ezek a domborzati mutatók a terület földtani adottságának köszönhető, hiszen ebben az esetben egy antiklinálisról kell beszélnünk.

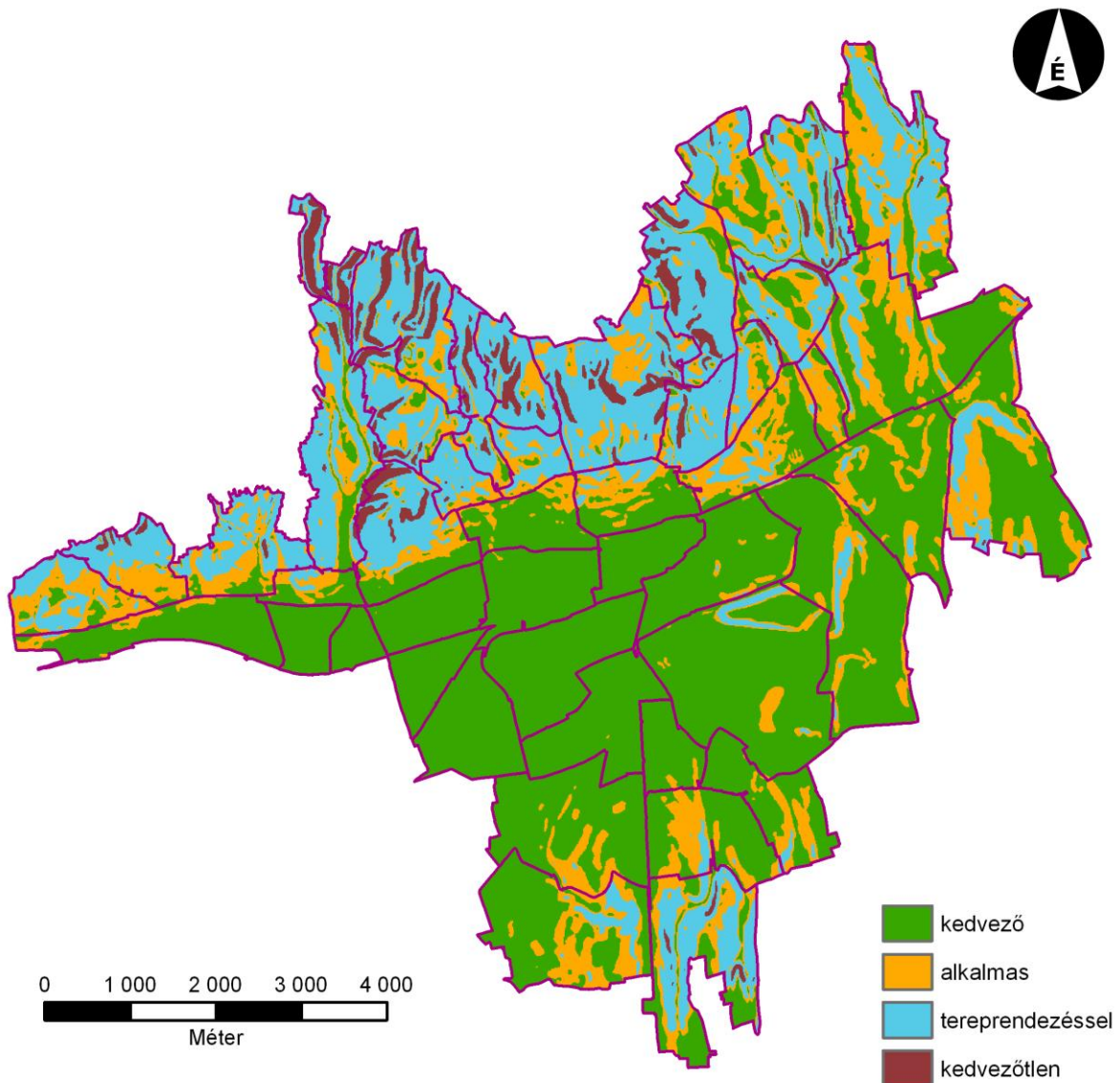
A városrészekhez tartozó domborzati tulajdonságok vizsgálatának az egyik legfőbb érdekessége, hogy vajon az egyes városrészek elhatárolhatóak-e természetföldrajzi adottságaik alapján, és a város igen változatos felszínalaktani jellemzői tükröződnek-e a városrészek határvonalaiban. A felsorolt mutatók alapján erre még nem kaphatunk közvetlenül választ, tovább kell elemezni a DDM paramétereit.



11. ábra: Tszf-i magasságból számolt domborzati mutatók Pécs városrészeiben (Forrás :saját szerk)

A mérnökgeomorfológiában alkalmazott felosztás szerint (PÉCSI M. 1970) építészeti alkalmassági szempontok alapján öt csoportba bonthatjuk a lejtőkategóriákat (%):

- 0-5,5% kedvezően beépíthető (1),
- 5,5-11% lakótelepi beépítésre alkalmas (2),
- 11-33% csak tereprendezéssel építhető be (3),
- 33-77% kedvezőtlen, csak nagyobb tereprendezéssel lehet egyedi házakat építeni (4),
- 77%< mindenféle beépítésre alkalmatlan (12. ábra).



12. ábra: Pécs lejtőkategória térképe, építészeti alkalmasság szerint (Forrás: saját szerk.)

A felosztásból két fontos határértéket szükséges kiemelni: 11%-os lejtő a tömbházas beépítés, míg a 77%-os lejtő a beépítés abszolút határa. Pécs esetében nem kell a 77%-os limitet figyelembe venni, mivel csak a tájsebek esetében találkozunk ezzel a kategóriával. Ezért csupán a lakótelepi beépítésre vonatkozó értéket vettem alapul. Ezt vizsgálva kiderül, hogy a város területének 51%-át reprezentálják olyan képpontok, amelyek kedvezően beépíthetőek. 20,5 % még alkalmas minősítést nyert, 25% csak tereprendezéssel építhető be, míg 3,5%-ról le kellene mondani városfejlesztési szempontból.

Városrészekre vetített adatokkal egy sokkal árnyaltabb képet kaptam. Ismét futtattam a városrészeket tartalmazó poligont a lejtőkategória térképen mint érték területen. A városrészekre bontott adatokkal újból bepillantunk Pécs belső szerkezetébe.

Statisztikai mutatók közül a következőket válogattam le:

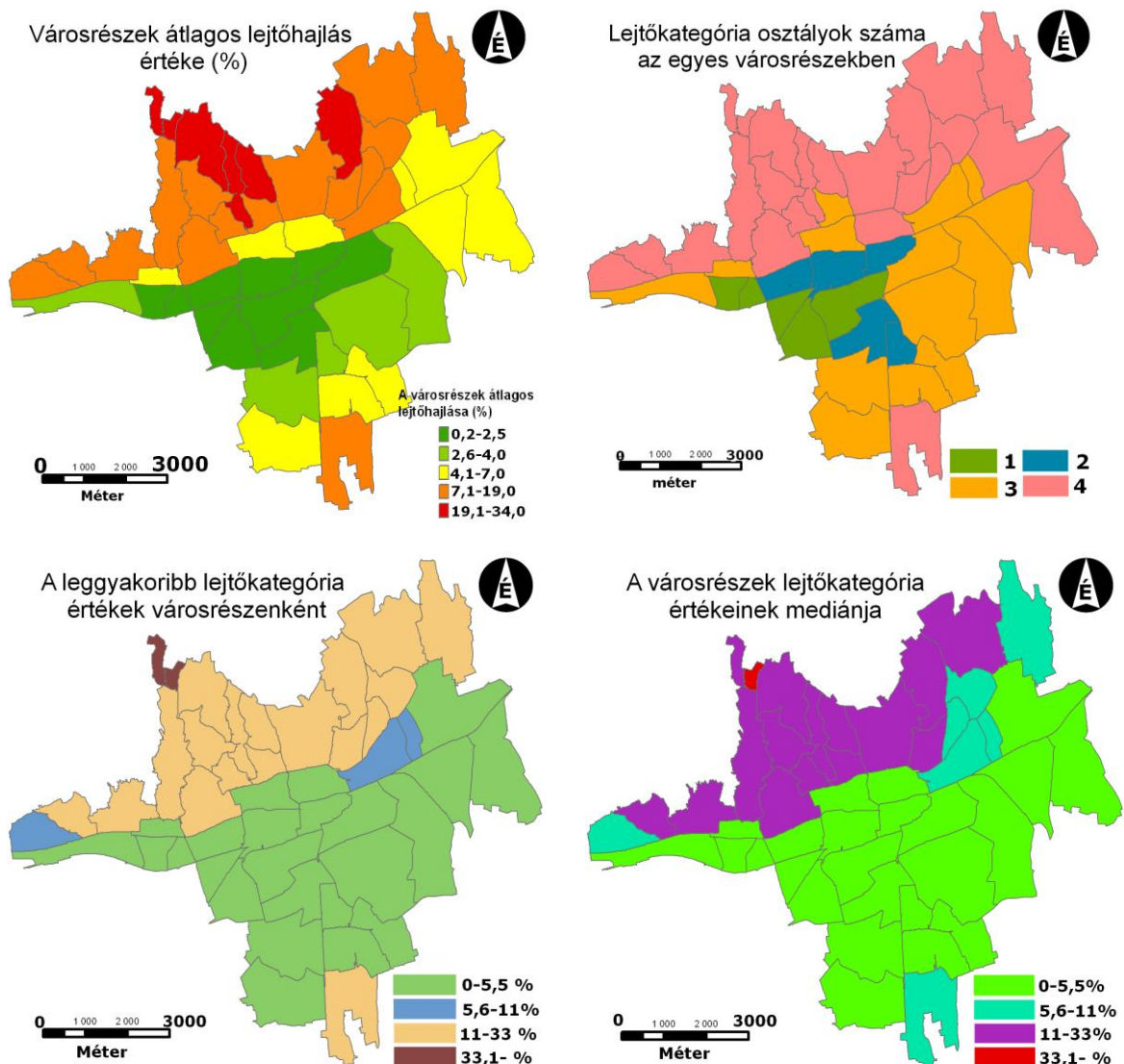
- Szélsőértékek (min., max.),
- Terjedelem (lejtőkategória osztályok száma),
- Leggyakoribb kategória,
- Legritkább kategória,
- Medián (helyzeti középérték).

Nincs egyetlen-egy városrész sem, ahol legalább egy pixel ne venné fel a kedvező beépítési kategóriát. Viszont azt ugyancsak konstatálnom kellett, hogy öt darab városrész csak egy osztály alá tartozik, és ez minden esetben az „1”-es, azaz a 0-5,5% közé tartozó kedvezően beépíthető lejtő. Nem meglepő, hogy itt találjuk az alacsony relieffal rendelkező városrészeket: Fűzes, Északmegyer, Szigeti tanya, Kovácstelep, Bolgárkert. Szintén öt városrésznél figyelhető meg, hogy csak két kategória fordul elő, és minden esetben ez a kettő a kedvező és lakótelepi beépítésre alkalmas osztály. Körültekintően szükséges eljárni a városrendezési tervek készítésénél 23 városrészben, ahol mind a négy osztály tagjai kiolvasásra kerültek a lejtőkategória térképen. Két városrész Szentkút és Kismélyvölgy a legkedvezőtlenebb adottságú építészeti szempontból a lejtőkategória adatok alapján, mivel ezen a két területen a leggyakoribb értékek 33%-nál magasabb lejtőket mutatnak. Kismélyvölgy az egyetlen, ahol a helyzeti közép a négyes osztályba sorolódott. További 18 városrészben a térszínének többségén tereprendezést kell folytatni az építészeti alkalmasság javítása érdekében. Összesen tizenegy városrészben a kedvezően beépíthető területek aránya a legalacsonyabb, így ezekben a városrészekben elvileg nem kell félni a tömbházas lakóterületek megjelenésétől. Ennek ellenére háromban megvalósultak ilyen típusú fejlesztések (Rókusdomb, Mecsekoldal, Szókó) valószínűleg a kedvező fekvés (tájolás, belvároshoz való közelség) miatt és nem a felszínalaktani tényezők következtében. 21 városrésznek a mediánja egyes, vagyis a pixelértékek több mint a fele 5,5%-os lejtőnél kisebb értéket vesz fel. Ezek a városrészek a legkedvezőbbek építészeti alkalmasság szerint, a táblázatban is ezeket szerepeltetem az első sorokban (5. táblázat).

5. táblázat: Építészeti alkalmasság szerint osztályozott lejtőkategória értékek (1= 0-5,5% kedvező, 2=5,6-11% alkalmas, 3=11-33% tereprendezéssel, 4=33-77% kedvezőtlen). (Forrás:saját szerk.)

városrész	Terjedelem	Leggyakoribb kategória	Legritkább kategória	Medián
Kovácstelep	1,00	1,00	1,00	1,00
Bolgárkert	1,00	1,00	1,00	1,00
Északmegyer	1,00	1,00	1,00	1,00
Szigeti tanya	1,00	1,00	1,00	1,00
Füzes	1,00	1,00	1,00	1,00
Ispitalja	2,00	1,00	2,00	1,00
Siklói külváros	2,00	1,00	2,00	1,00
Uránváros	2,00	1,00	2,00	1,00
Kertváros	2,00	1,00	2,00	1,00
Köztemető	2,00	1,00	2,00	1,00
Rácváros	3,00	1,00	3,00	1,00
Gyárváros	3,00	1,00	3,00	1,00
Balokány	3,00	1,00	3,00	1,00
Basamalom	3,00	1,00	3,00	1,00
Tüskésrét	3,00	1,00	3,00	1,00
Nagyárpád	3,00	1,00	3,00	1,00
Megyer	3,00	1,00	3,00	1,00
Málom	3,00	1,00	3,00	1,00
Fogadó	3,00	1,00	3,00	1,00
Árpádváros	3,00	1,00	3,00	1,00
Szigeti külváros	3,00	1,00	3,00	1,00
Belváros	4,00	1,00	4,00	1,00
Meszes	4,00	1,00	4,00	1,00
Újhegy	4,00	1,00	4,00	1,00
Budai külváros	3,00	2,00	3,00	2,00
Diós	3,00	2,00	3,00	2,00
Zsebedomb	4,00	2,00	4,00	2,00
Piricsizma	4,00	3,00	4,00	2,00
Rigóder	4,00	3,00	4,00	2,00
Pécsszabolcs	4,00	3,00	4,00	2,00
Postavölgy	4,00	3,00	4,00	2,00
Rókusdomb	3,00	3,00	1,00	3,00
Mecsekoldal	4,00	3,00	1,00	3,00
Szkókó	4,00	3,00	1,00	3,00
Bálics	4,00	3,00	1,00	3,00
Deindol	4,00	3,00	1,00	3,00
Donátus	4,00	3,00	1,00	3,00
Havihegy	4,00	3,00	1,00	3,00
Gyüvés	4,00	3,00	1,00	3,00
Szentmiklós	4,00	3,00	1,00	3,00
Szentkút	4,00	4,00	1,00	3,00
Csoronika	4,00	3,00	4,00	3,00
Makár	4,00	3,00	4,00	3,00
Ürög	4,00	3,00	4,00	3,00
Pécsbánya	4,00	3,00	4,00	3,00
Patacs	4,00	3,00	4,00	3,00
Kismélyvölgy	4,00	4,00	1,00	4,00

Természetesen újraosztályozás nélkül is vizsgálhatjuk az egyes pixelértékekhez tartozó lejtőszögeket a városrészeken belül. Ha erre alapozzuk adatnyerésünket, akkor ismét azzal kell szembesülni, hogy a Kismélyvölgy, Szentkút, Szókó, Deindol, Gyűkés az öt legmeredekebb városrész. A leglankásabb felszín a már jól ismert csoport mutatja; Füzes, Északmegyer, Szigeti tanya, Uránváros, Ispitalja. A Szigeti tanya városrész több mutatóban is az első, annak ellenére, hogy az átlagértéke csak a harmadik helyre rangsorolja. Legalacsonyabb maximális értékkel rendelkezik és a terjedelme szintén a legjelentékenyebb az összes városrész közül. A táblázatba foglalt (5. táblázat) és az imént felsorolt adottságok bemutatását térképekkel könnyen szemléletessé tehetjük (13. ábra).



13. ábra: Lejtőkategóriák főbb statisztikai mutatói Pécs városrészeiben (Forrás: saját szerk.)

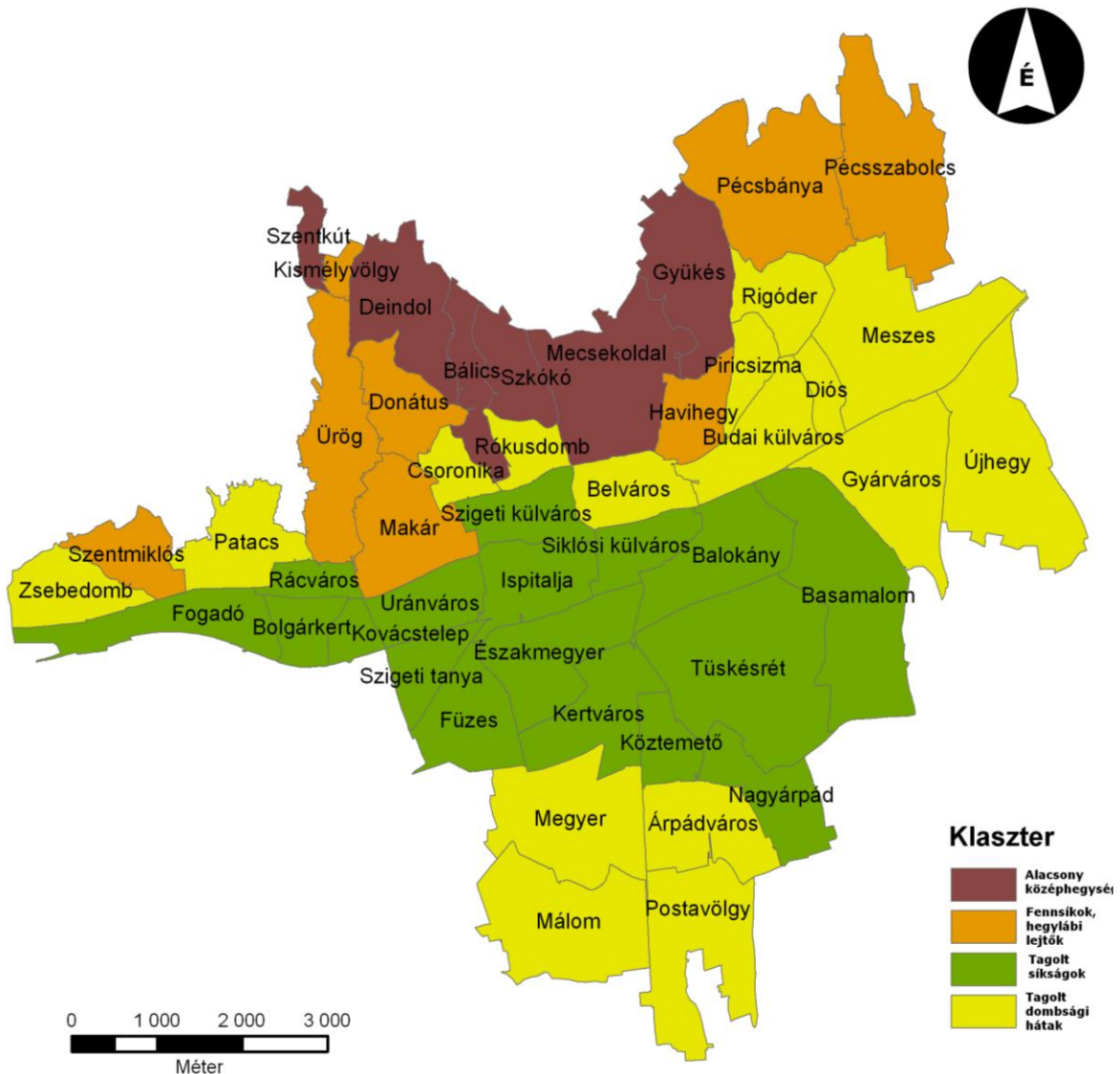
Az egyes városrészek karaktereinek megrajzolásához klaszterelemzést alkalmaztam, mivel ezzel a dimenziócsökkentő eljárással egyszerűsíthettem adatbázisunkat. A klaszter-középpontok számát négyben határoztam meg, ez megfelel a Pécsen azonosított domborzattípusoknak (Közepes magasságú tagolt síkság (3) / Tagolt dombsági háta (4) / Közepes magasságú fennsíkok, dombsági háta, hegylábi lejtők (2) / Alacsony középhegységi háta típus (1)) (BALOGH J. ET AL. 1989). A városrészeket vettük megfigyelési egységekké és a városrészek reliefjét, tszf-i magasság terjedelmét, átlagos tszf-i magasságát, felszínváltozatosságot (DDM szórás), lejtőszög szélsőértékeit, átlagos lejtőszöget, a lejtőszög terjedelmét, szórását, építészeti szempontból a legkedvezőbb kategóriát, a legkedvezőtlenebbet, lejtőkategória értékek terjedelmét, leggyakoribb és legritkább kategória értéket és végezetül kategória mediánját. Eszerint összesen tizenhat változót vizsgáltam a csoportosítás során, négy klaszterbe tömörítve a normál eloszlású adatokat. A klaszterezést az SPSS 14v. statisztikai programcsomag segítségével oldottam meg (K-mean Cluster Analysis, iterálási folyamat: 100, klaszterközéppontok változása (Convergence) (6. táblázat).

6. táblázat A végső klaszter-középpontok értékei az egyes kategóriákban (Forrás:saját szerk.)

(lejtőszög min=legkisebb lejtőszög, lejtőszög maximum=legnagyobb lejtőszög, felszíntagoltság=városrészek tszf-i magasságának szórása, legkedvezőbb építészeti kat.=legkedvezőbb építészeti kategória, lejtőkat. ért. terjedelme=lejtőkategória értékek terjedelme, leggyakoribb lejtőkat.ért.=leggyakoribb lejtőkategória értékek; lejtőkategóriák 1=0-5,5%, 2=5,6-11%, 3=11,1-33%, 4=33,1-78%)

	Klaszter			
	1	2	3	4
lejtőszög min.	0,52	0,32	0,16	0,57
lejtőszög max.	64,55	59,90	10,64	34,99
lejtőszög terjedelme	64,03	59,58	10,49	34,42
átlagos lejtőszög	23,02	17,76	2,39	8,72
lejtőszög szórása	11,44	10,39	1,53	5,05
legalacsonyabb pont	193,86	165,13	120,01	139,94
legmagasabb pont	395,21	295,46	142,11	214,99
relief	201,35	130,33	22,10	75,05
Átlagos tszf-i	287,43	220,74	128,14	172,85
felszíntagoltság	48,90	29,70	4,71	17,48
legkedvezőbb	1	1	1	1
legkedvezőtlenebb	4	4	2	4
lejtőkat. ért. terjedelme	3	3	1	3
leggyakoribb lejtőkat.	3	3	1	2
legritkább lejtőkat. ért.	1	3	2	3
lejtőkategória medián	3	3	1	2
Városrészek száma	6	8	17	16

A klaszter-analízissel automatizált felszín-karakter vizsgálat sikeresen leválogatta a digitális adatbázisból Pécs központi belterületét alkotó városrészeket domborzattípus szerint (14. ábra). Természetesen a városrészek határai nem esnek tökéletesen egybe a természeti határokkal, de ha a domborzatminősítéssel tovább lépünk, és a formaelemeket városrészekről függetlenül szintén feltárjuk, akkor a két műveletsort egyesítve megvizsgálhatjuk, hogy a városrészek területi egysége köthető-e egy adott felszínformához.



14. ábra: A klaszter-analízis által létrehozott domborzattípus osztályok a központi belterület városrészeiben (Forrás: saját szerk.)

A térképből és a táblázatból az olvasható ki, hogy a közepes magasságú tagolt síkságot reprezentáló hármasklaszter városrészei nem tartalmaznak lakótelepi beépítésre alkalmatlan lejtőkategóriát, mivel a legmeredekebb térszínek sem érik el a 11%-os lejtőt. Tszf-i

magasságuk, klaszter-középpontjuk értékeinek terjedelme 120 és 142 méter között változik, az osztály közepét jelentő átlagos tszf-i magasságuk pedig 128 méter. Tizenhét darab városrész sorolható ide, egyben ez azt is jelenti, hogy a legnépesebb csoport elemei lefedik a Pécsi-félmedence mély fekvésű területeit. Tagolt dombsági hátaknak jelöltem a medenceterületet körbeölelő városrészeket, kivételt képez a Makár-hegyet magába foglaló Makár városrész, ami déli lejtőjével átmenetek nélkül a Pécsi-síkságba süllyed. A Tubes-Misina tömb irányába való közeledés a városrészek domborzati karaktereit egyértelműen átszabja. A középhegység peremére felkúszó városrészek relief klaszter-középpontja 201 méter, és átlagos tszf-i magassága majdnem 300 (287) méter. Markánsan elkülönül a többi csoporttól az egyes klaszterre jellemző legmagasabb pont. A 395 méteres érték száz méterrel haladja meg a legközelebbi klaszter középpont mutatóját (6. táblázat). Érdekes még szemügyre venni az egyes városrészek klaszter pozícióját azoknál az eseteknél, ahol valamilyen kimagasló értéket kaptunk a kezdeti leválogatások során (abszolút, relatív pozíció, lejtőszög). A legfeltűnőbb példa Kismélyvölgy, ahol a lejtőkategória-vizsgálat során a legmeredekebb kategóriát reprezentáló pixelek voltak túlsúlyban, ennek ellenére mégis a „hegylábi lejtők” osztályzatot kapta a középhegységi klaszter helyett. Ennek hátterében a relief értékek állnak, és ez a tény más tanulságot szolgáltat. Nem lehet egyértelműen minden esetben a meredek lejtőket és a magas relief értékeket összekapcsolni a városrészekre vonatkozóan. A numerikus mutatók mellett felszínforma-karaktereket szintén be kell építeni a vizsgálatba, hogy a városrészek felszínleírását adekvátabbá tehessem. Másképpen fogalmazva a domborzati összetevők egyes elemeinek leírása után a köztük fennálló kapcsolatot, vagyis a „formába öntést” volt szükséges elemezni. Nem elkülönítve vizsgáltam a domborzat közelítésére használt mutatókat, hanem komplexitásukat, kapcsolatrendszerüket próbáltam megőrizni különböző adattömörítő eljárásokkal.

V.1.3.2. Digitális domborzatminősítés (Hammond-módszer)

Edwin H. Hammond a Wisconsin Egyetem kutatójaként úgy vélte, hogy a domborzati összetevőket a térgeometria módszereivel kell közelíteni (1964). A felületek komplexitását analitikus módszerrel kívánta feloldani. A vizuális interpretáció helyett matematikailag megfogalmazható komponenseket, elemeket keresett, habár tudatában volt annak, hogy a felületre vonatkozó geometriai tulajdonságok sem minden esetben különíthetőek el. Kiindulási alap egy háromdimenziós derékszögű koordináta-rendszerben elhelyezkedő pont lehet, ami a felszín egy adott pontjának felel meg, és a síkmértan tárgyaláskörébe tartozik.

Másképp fogalmazva a pozíció és a magassági adatok alapján járhatunk el, és ezekből az adatokból kell, hogy matematikai úton levezessük a felszín leírására kiválasztott összetevőket. Ezek a speciális felszíni karakterek, amelyek indexekként kerülnek beépítésre egy taxonómiai rendszerbe. E. H. Hammond korai művében (1954) három kategóriát tartott alapvetőnek a felszínalaktani térképezés során. (i) Relief, a maximális magasság különbség, öt osztályba tagolva. (ii) Nyolc százalékos lejtésnél alacsonyabb értékek aránya egy tetszőleges méretű környezetben (near-level land), tíz százalékos osztályzással. (iii) Profil, úgy, mint a „near-level land” területek eloszlása magassági viszonyok függvényében, négy csoportba bontva. A felsorolt kategóriák kombinációjával 200 osztályt alkothatunk, de természetesen a valóságban – az USA térképezésekor - ennek kevesebb, mint a negyede (21) érhető utol Hammond megállapítása szerint. Az osztályokat egy-egy számjegy reprezentálja, ezáltal három számból tevődik össze egy felszinforma kódja.

A fent említett módszer alapján előállított térképeknél több dologra is tekintettel kellett lennem. Elsősorban figyelembe kellett venni, hogy a felszínleírás más elvonatkoztatásai is léteznek, és ezek szintén képesek a domborzat megfelelő absztrakcióját nyújtani. A térképek nem adnak a felszínalakulásra magyarázatot, csak az aktuálisan létező formákat tárják fel. A nyolc százalékos lejtőkategória a szántóföldi gépi művelés határértékeként került beépítésre. Hammond a kisméretarányú térképezéskor – Észak-Amerikát vizsgálta 1:5000000 méretarányban (1954) – hat mérföld nagyságú négyzet rácst alkalmazott egységként, ezt a méretet találta a legcélravezetőbbnek tapasztalatai alapján. Igaz részletesen kifejti, hogy a méretarány kérdése az egész vizsgálat szempontjából sorsdöntő, mivel ez határozza meg a kategóriákon belüli értékhatárokat és az elemzés alapját jelentő területi egységet. Végezetül azt is meg kell jegyezni, hogy Hammond 1:250000-es méretarányú térképekről becsülte meg az értékeket (lejtőszög, profil típus), és csak a reliefet számolta (Dikau et al. 1991).

Nyilvánvaló, hogy a Hammond által kidolgozott módszer digitális domborzatmodell felhasználásával számítógépeken lényegesen egyszerűbben és gyorsabban elvégezhető, mindamelllett, hogy új feltételeket ugyancsak szükséges alkalmazni az elemzés során. Az osztályozás folyamatának digitális szimplifikációja több kísérleti lehetőséget biztosít a kernel méretre, vagy a profil-kategóriák számításának megváltoztatására. Ezt már több szerző is kihasználta (DIKAU ET AL. 1991, HEGEDŰS A. 2004, MORGAN et al. 2007) és saját tapasztalatai szerint módosította Hammond profil számításait.

Dolgozatomban J.M. Morgan és A.M. Lesh, (2007) által kifejlesztett módszert követem több okból kifolyólag. Elsősorban a szoftverháttér (ESRI ArcGIS 9.3, ArcView)

megegyezik az általam használt térinformatikai programmal, másrészt könnyen követhetően vezeti végig az érdeklődőt a Hammond-módszer egyes lépésein, amelyet a digitális domborzatmodellezés módszertanára át kellett alakítani.

A településkörnyezeti mutatókhoz alkalmazkodó módosított Hammond-térkép előállítását hat részre bontottam. A kiinduló lépésben raszter-műveletek végrehajtásához szükséges alaprastereket hoztam létre. Majd a lejtőkategória térképet készítettem el. Ezt követte a relief osztályozása, amit a profilszámítások kísérték. Utolsó előtti lépésként a kódolt felszínformákat szerkesztettem meg a felsorolt kategória térképek alkalmazásával. Végezetül a kapott eredmények ellenőrzéseképpen összevettem a hagyományos geomorfológiai térképezést a háromdimenziós digitális domborzatmodell által nyert interpretációkkal.

A bevezetőben már említésre került, hogy a felszínformákat nem lehet egyetlen pixelre vonatkozóan megállapítani, így egy képpont meghatározott környezetét kell alapul venni az alaktani vizsgálatok során. Ezt a raszteres adatmodellt használó szoftverháttérrel egy adott képpont meghatározott környezetén belül – esetemben 300 méter átmérőjű kör – előforduló vizsgált változók százalékos arányával tehetem meg. Következésképpen először létre kell hoznom egy homogén rasztert, amely a kutatási területen minden magassági értéket tartalmazó cellához hozzárendel egy „1”-es értéket. Ez a rácsháló előállítható újraosztályozással, vagy osztással is. A kapott raszter felhasználásával számszerűsíthetem, hogy egy pixel adott környezetében hány cella található nem nullás értékkel. Ahhoz, hogy nem egész számokat is tartalmazó eredményt kaphassak, „floating point”-t kellett alakítanom az egész számokból (integer) álló raszteremet, és ezáltal már tört értékek birtokába is jutottam a későbbi aritmetikai műveletek során.

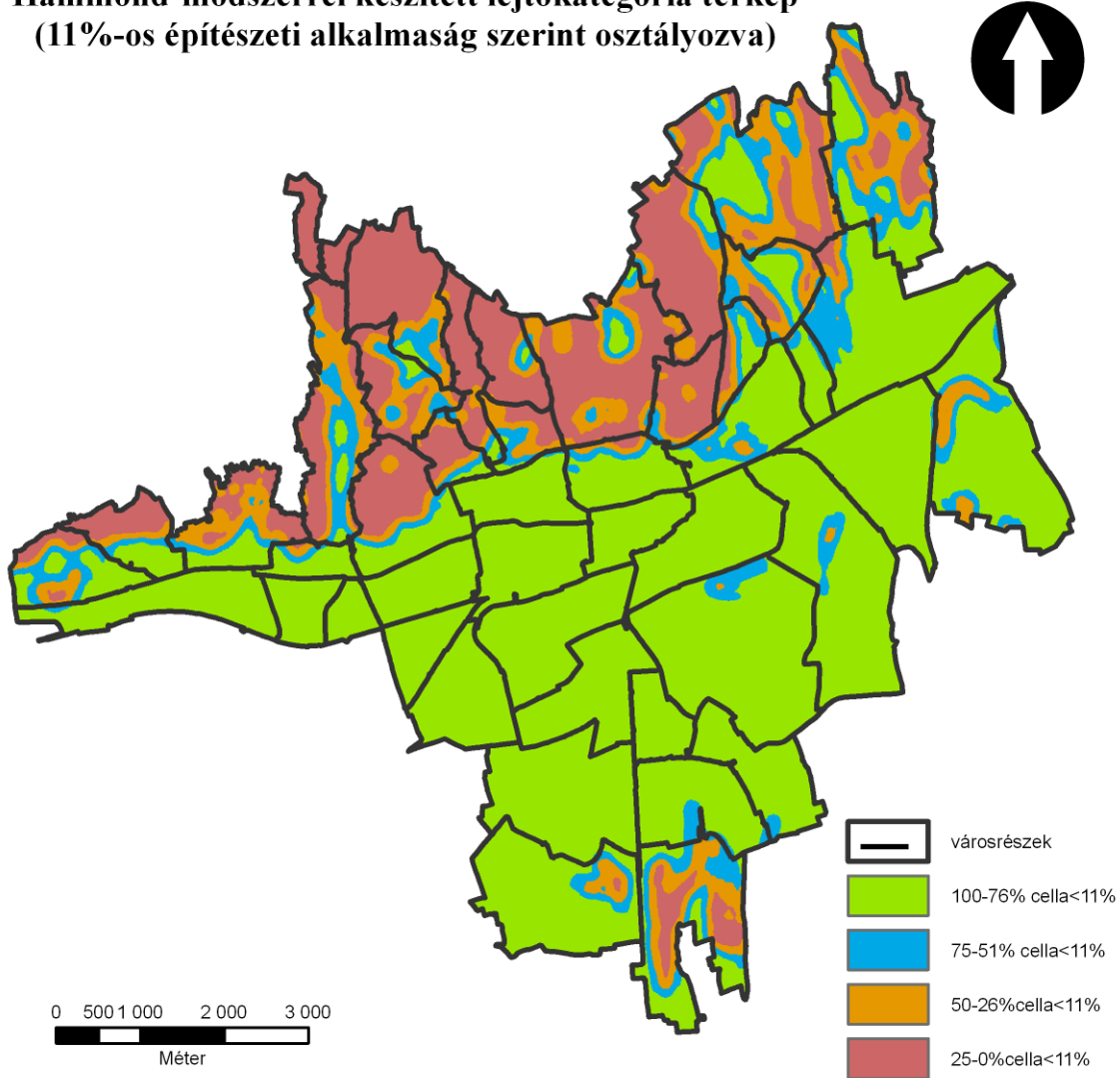
A „slope” modul segítségével nyert lejtőkategória térképet újraosztályoztam az építészeti alkalmasság 11%-os határértéke szerint:

0=11%-os lejtésnél nagyobb területek,

1=11%-os lejtésnél kisebb területek.

Majd egy 150 méter sugarú körben megszámláltam, hány cella veszi fel az adott cella körül az egyes értéket (neighborhood statistics/sum). A kapott térképet elosztottam a képpont 150 méter sugarú körében található magassági értéket tartalmazó képpontok darabszámával, és az így produkált 1-0 közé eső értékeket újraosztályoztam 0,25 százalékos intervallummal. A térkép a Hammond-féle lejtőkategória térképnek felel meg (15. ábra).

Hammond-módszerrel készített lejtőkategória térkép (11%-os építészeti alkalmaság szerint osztályozva)



15. ábra: A Hammond-féle lejtőkategória térkép (Forrás: saját szerk.)

A felszínformákat összefoglaló térképen a lejtőkategória a százás helyértékeket kapják és a négy osztályban a következő értékek szerepelnek:

100=100-76%-a celláknak < 11%-os lejtőkategória,

200=75-51%-a celláknak < 11%-os lejtőkategória,

300=50-26%-a celláknak < 11%-os lejtőkategória,

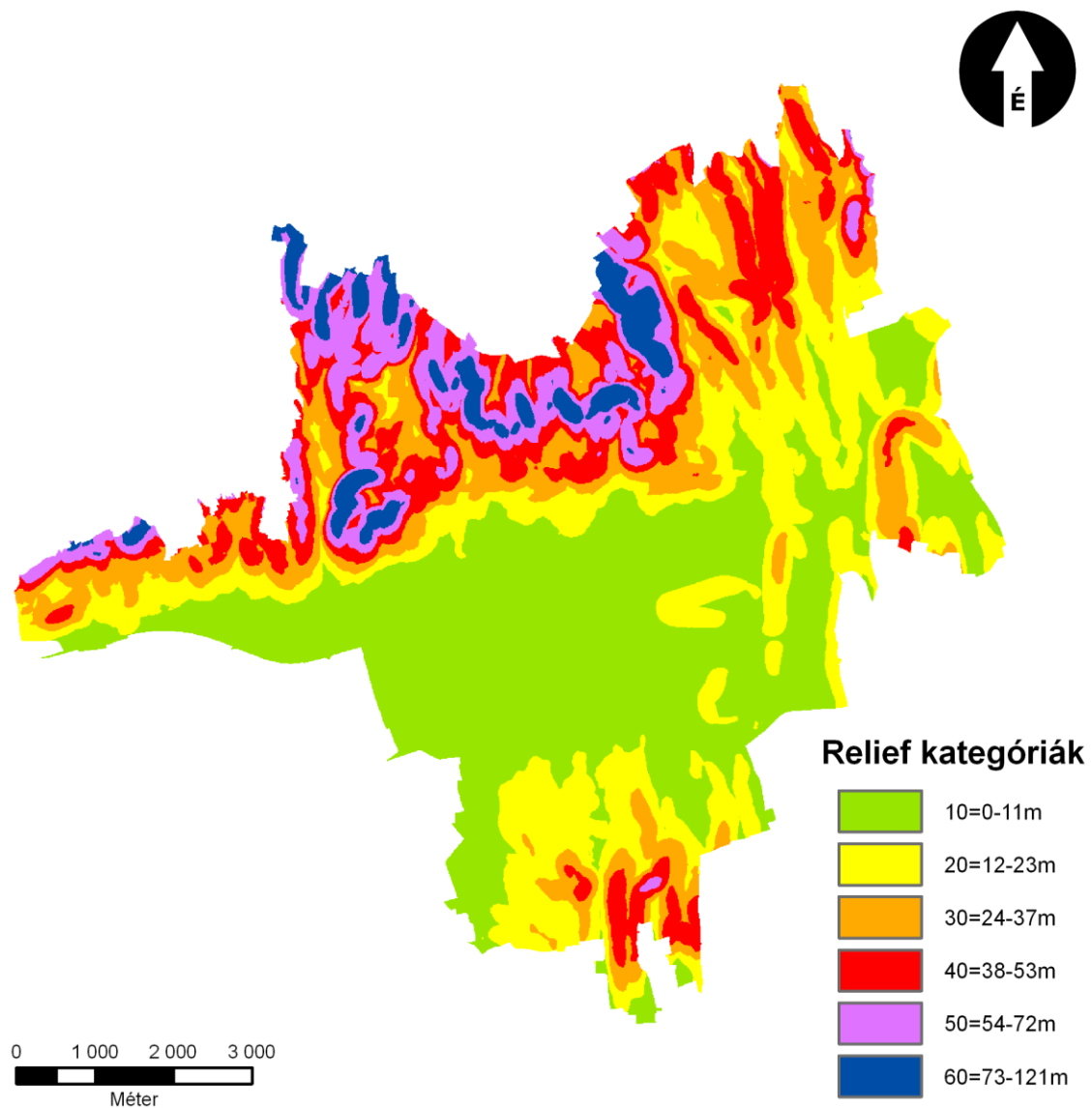
400=25-0%-a celláknak < 11%-os lejtőkategória.

A százás helyérték egyben azt is jelenti, hogy a lejtőszögnek döntő szerepe lesz a formák meghatározásában.

A relief adatokat különböző módszerekkel nyerhetjük a DDM-ből, természetesen ismét a 150 méteres sugarú kört vettem alapul a számításhoz. A relief értékeket öt osztályba

soroltam, a határértékek megállapításához a Jenks-féle természetes törésvonalakat vettem alapul. A hat kategória a tízes helyértékeket kapta, és a következő relief adatokat jelentik (16. ábra):

- 10=0-11m,
- 20=12-23m,
- 30=24-37m,
- 40=38-53m,
- 50=54-72m,
- 60=73-121m.



16. ábra: Hammond-módszerrel készített relief térkép(6 kategóriába átosztályozva)

(Forrás: saját szerk.)

Hammond a profil-indexel legfőképpen a sík területeken belül a fennsíkakat kívánta elkülöníteni az alföldi térszínektől. Egyben ez a mutató igényli a legösszetettebb számításokat, és kutatásomban azt a célt szolgálja, hogy ábrázolhassam az enyhe lejtőket, amelyek még alkalmasak a beépítésre a környező területek tszf-i magasságának viszonylatában. Következésképpen először a környezetéhez képest relatíve mélyebben és magasabban fekvő területeket különíthetem el. A relatív pozíció meghatározására a következő két képlet szolgálhat (17. ábra) (DIKAU et al. 1991.):

$$\text{Alföldek} = \text{max. tszf-i m.} - \text{tszf-i m} > \frac{1}{2} \text{ relief}$$

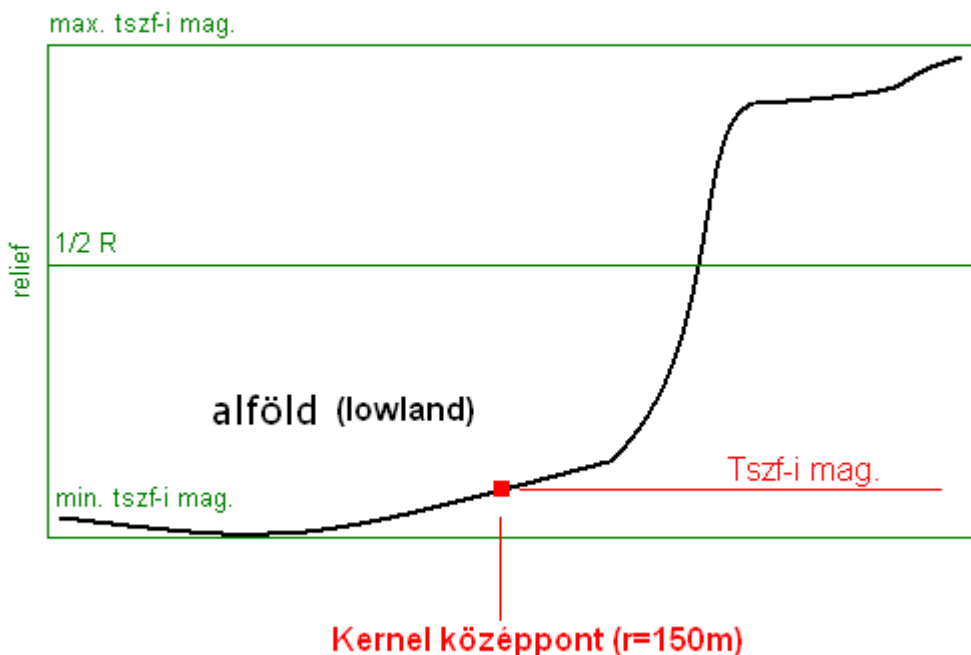
$$\text{Felföldek} = \text{max. tszf-i m.} - \text{tszf-i m} < \frac{1}{2} \text{ relief}$$

max. tszf-i m. = legmagasabb cella a vizsgált területen belül (150m sugarú kör)

tszf-i m = a kör középpontjában levő cella tszf-i magassága

$\frac{1}{2}$ relief = a vizsgált területen belül (150m sugarú kör) relief fele

A relatív tszf-i pozíció meghatározása



17. ábra: Sematikus ábrája a Hammond-féle profilszámítási módszernek (Forrás:DIKAU et al. 1991 alapján szerkesztve)

A relatív tszf-i pozíció meghatározása után leválogattam a 11%-os lejtésnél alacsonyabb meredekségű felszíneket mind az alföldek, mind a felföldek esetében, és a vizsgált cellák adott környezetben való aránya alapján megállapíthattam a Hammond-féle profilt. Ezt a gyakorlatban raszter-kalkulációk és újraosztályozások futtatásával érhettem el.

Látható, hogy a profil-mutató kialakításában két tényező játszik szerepet: a környezethez viszonyított tszf-i magasság és a lejtőkategória. A viszonylagos tszf-i magasság mutatójával a völgytalpak, domb- és hegyláb felszínek jól elkülöníthetőek, természetesen a szűrőméret döntő befolyással lehet az eredményekre. A lejtőkategóriával ezt a rendszert bontjuk tovább, és így az alföldek és fennsíkok szintén szétválaszthatók lesznek. Azok a területek, amelyeknek 150 méteres körzetében nem található 11%-nál lankásabb lejtő, nem kapnak besorolást a profil kategóriába (0). Miközben azok a cellák, ahol az alföldek vannak túlsúlyban (>50% lowland) és egyben a 11%-os lejtőkategóriát jelentő pixelek aránya több mint ötven százalék, abban az esetben egyes értékkel láttam el az adott pixelt. Hasonló paraméterek alapján tagoltam a felföldeket, csak kettes értéket adtam a gyakoribb beépíthetőségi indexet tartalmazó területeknek.

Az eredeti Hammond-módszer lineáris kombinációját tartalmazta a felsorolt három morfológiai paraméternek, ami Hammond (1954) esetében kis-, nagybetűkkel és számokkal azonosított felszínformákat jelentett. Taxonómiailag hét fő csoportot különböztetett meg, és ezek mögé rendeli a kódokat a relief, lejtőszög és profil sorrendben. Az eredeti kategóriák a következő domborzattípusokat különítették el:

- Egyenletes síkságok (Nearly flat plains): Alacsony reliefű, igen sík felszínek, a 8% alatti lejtésű cellák dominálnak a térszínen. A profilnak nincs különösebb jelentősége.
- Hullámos síkságok (Rolling and irregular plains): Inkább alacsony relief értékek a jellemzőek és a sík értéket mutató cellák nagy aránya, nincsenek meredek lejtők). A profilnak nincs különösebb jelentősége.
- Tanúhegyek és egyéb kúpok (Plains with widely-spaced hills or mountains): Felszínek a mérsékelttől a magas relief kategóriáig, de magas arányú a sík cellák száma. A profil tekintetében a sík területek inkább mély fekvésűek.
- Tagolt fennsíkok (Partially dissected tablelands): Felszínek a mérsékelttől a magas relief kategóriáig, de magas arányú a sík cellák száma. A profil tekintetében a sík területek inkább magas fekvésűek.
- Domságok (Hills): Felszínek a mérsékelttől a magas relief kategóriáig, és alacsony a sík cellák aránya. A profil nem meghatározó.

- Alacsony-hegységek (Low mountains): Magas relief értékek és elenyésző a sík cellák aránya. A profil nem meghatározó.
- Magas-hegységek (High mountains): Igen magas relief értékek és elenyésző a sík cellák aránya. A profil nem meghatározó.

Szóba került már, hogy nem az összes – a kombinációk alapján matematikailag lehetséges – felszínforma fordul elő a valóságban. Pécs esetében 40 formakódot generált az eljárás, ez a lehetséges 72 (4x6x3) variációhoz viszonyítva egy igen magas szám, főleg ha figyelembe vesszük, hogy bizonyos kódok csak matematikai alapon léteznek (7. táblázat). A formák interpretációját a táblázat alján látható példa szerint is meg tudtam volna oldani, de ez egy vizuálisan nehezen értelmezhető képet eredményezett volna, ezért célszerűbbnek tartottam az egyes osztályok összevonását, annak függvényében, hogy adott formacsoportra melyik változó egyszerűsítése jelent elfogadható megoldást.

7. táblázat: Hammond-módszer szerint készített domborzatminősítés kódtáblája. (Forrás: saját szerk.)

Hammond-módszer szerint készített domborzatminősítés alkalmazott kódtáblája		
Lejtőkategória (11% alatti lejtő aránya) 100-as helyérték	Relief (max tszf-i m – min. tszf-i m.) 10-es helyérték	Profil felföldek $\frac{1}{2}$ relief $>$ max. tszf-i m. – tszf-i m $>$ $\frac{1}{2}$ relief alföldek és lejtőkategória
100=100-76% sík	10=0-10m lapos	0=nincs többségben a 11%-os vagy lankásabb lejtő 300 méteres körzetben
200=75-51% lankás	20=11-30m hullámos	1=alföldek+100-as és 200-as lejtők.
300=50-26% meredek	30=30-50m enyhén tagolt	2= felföldek+100-as és 200-as lejtők.
400=25-0% igen meredek	40=51-90m tagolt	
	50=91- m erősen tagolt	
111=sík, enyhén hullámos alföldi terület		

A kódok számának csökkentésekor szabályokat fogalmaztam meg. Az alacsony lejtő és relief kategóriában nem láttam értelmét a profil-mutatóknak, abból eredően, hogy az enyhén hullámos felszíneken kis értékek már minden esetben új kategóriákat eredményeztek. A nagyobb relief és lejtőosztályokban, viszont pont a profil-mutató segítségével lehetett egyesíteni a nehezen értelmezhető mozaikokat, mert így felismerhetővé váltak az egyre meredekebb völgytalpak, vagy lejtős gerincek. A „morzsás” szerkezet javítható még a „többségi” szűrők (majority filter) használatával. Az adatredukció ezen módja azáltal járul hozzá az egységesítéshez, hogy egy bizonyos kiterjedésre vonatkoztatva csak a domináns rácsokat őrzi meg az adott területen belül. Egy hektárt választottam területi egységnek, vagyis ezzel a paraméterrel láttam el a szűrési metódust. Az eljárás során két formakódot

elvesztettem, így 38-ra esett az összlétszám Pécs belterületén. Ha ehhez még hozzáveszem a jelentéktelen (<5 ha) kiterjedéssel bíró felszíneket, akkor már csak 29 kóddal kell számolnom. A kiesett kilenc kód összterülete épphogy elérte a 10 hektárt (10,1 ha), tehát igazán nem beszélhetünk jelentős kiterjedésű területekről. A megszüntetett indexeket a legközelebbi osztályokba soroltam át, ezek a kódok általában a kategória határokhoz eső szélső értékek voltak.

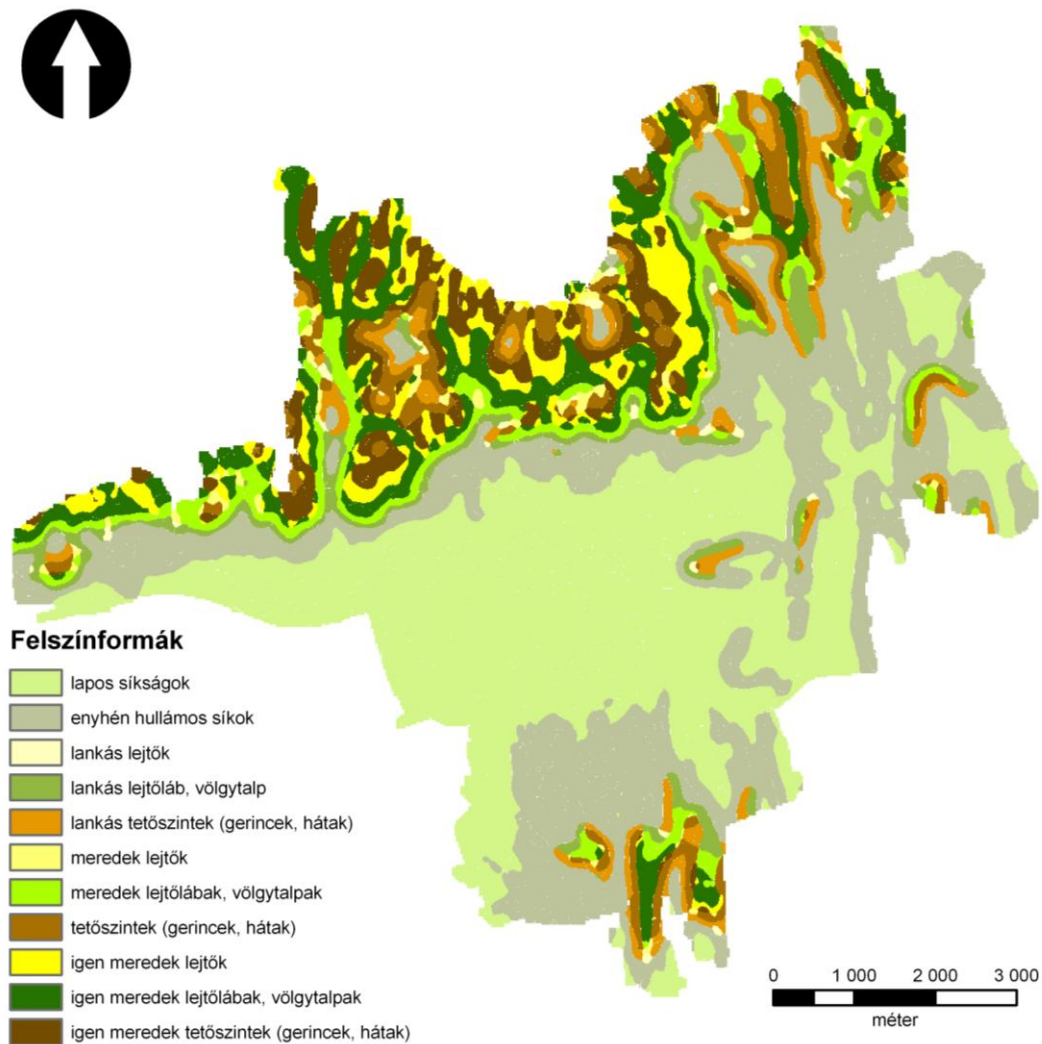
Egy rövid kitérő erejéig pillantsunk rá a kódtáblázatba (7. táblázat) foglalt morфомetriai paraméterek oszlopaiban található értékekre. A 11% alatti lejtőkategóriába tartozó pixelek aránya alapján létrehozott négy kategória közül az első osztályba (pixelek $75-100\% < 11\%$) a város belterületének kicsivel több, mint 60%-a található. A relief esetében a hullámos (34%/10-30m) és az enyhén hullámos (33%/0-10m) térszínek dominálnak. Profil tekintetében a völgytalpak, lejtőlábakra vonatkozó érték birtokolja a pixelek számának több mint ötven százalékát (55%).

Visszakanyarodva a lineárisan képzett kódokhoz, a már említett kritériumrendszer szerint transzformált mutatók tizenegy osztályba tömörítik a felszíninformákat. A huszonkilenc öt hektár feletti háromértékű formakód összevonását a legtöbb érintett területen a relief kategóriák egyesítésével oldottam meg. A kódok a következő felszíninformákat jelölik a valóságban (8. táblázat):

8. táblázat: Az összevont indexek értelmezése (zárójelben az összevont relief csoportok szerepelnek) (Forrás: saját szerk.)

Formakód	
11(0/1/2)= <i>lapos síkságok</i>	3(2/3/4)1= <i>meredek lejtőlábak, völgytalpak</i>
12(0/1/2)= <i>sík enyhén hullámos felszínek</i>	3(2/3/4)2= <i>meredek tetőszieitek (gerincek, hátak)</i>
2(2/3)0= <i>lankás lejtők</i>	4(3/4/5)0= <i>igen meredek lejtők</i>
2(2/3)1= <i>lankás lejtőlábak, völgytalpak</i>	4(3/4/5)1= <i>igen meredek lejtőlábak, völgytalpak</i>
2(2/3)2= <i>lankás tetőszieitek (gerincek, hátak)</i>	4(3/4/5)2= <i>igen meredek tetőszieitek (gerincek, hátak)</i>
3(2/3)0= <i>meredek lejtők</i>	

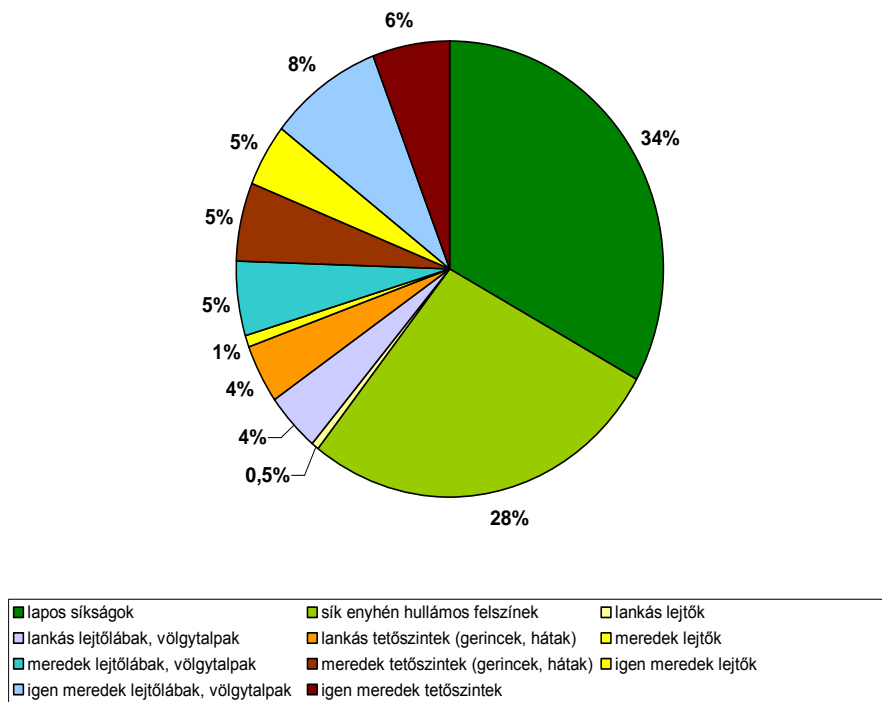
Pécs domborzatának alaktani minősítése tükrözi azt a képet, amit a topográfiai térképekből elvárhatunk. A részletes alaktani tagozódás mozaikos szerkezetet mutat a város északi és déli peremén, míg a központi részek monotonitást produkálnak. Az egyes formacsoportokat igyekeztem színárnyalatokkal összekapcsolni, hogy az emelkedő dőlésű területek vizuálisan összefüggők legyenek (18. ábra).



18. ábra: Pécs domborzatának alakrajzi minősítése a Hammond-módszer felhasználásával
(Forrás: saját szerk.)

Az alakrajzi szempontok alapján szerkesztett térkép könnyen áttekinthető képet ad a domborzati formák városon belüli elterjedéséről, de a digitális feldolgozásnak köszönhetően pontos adatokat nyerhetünk az alakzatok arányáról. A térképezés a sík, lapos vagy enyhén hullámos felszínek dominanciáját mutatja (62%). Ezt az arányt részben növelte, hogy a külszíni fejtés rekultívatlan területeit is ide soroltam (50 ha). Ebben az osztályban hagytam, és nem különítettem el három hegylábi területet, amelyek nyilvánvalóan fennsíkok közé tartoznak inkább. Kiterjedésük nem jelentős, hiszen a donátusi tető a maga 9,5 hektárjával a legnagyobb, ezt követi a Mecsekoldali városrészben található Fenyves sori terület kb. 6,2 hektárral – talán nem „véletlen”, hogy pont ide települt ez a villasor. Végezetül említést kell tenni a Bárány-tetőről. Igaz 0,8 hektár körüli területe nem jelentős, de mégis érthetővé teszi, miért alakulhatott itt ki Pécs mecseki településmagvainak egyike – más telepítőtényezők együttes figyelembe vételével. Magyarázatot igényel a lejtőkként definiált területek

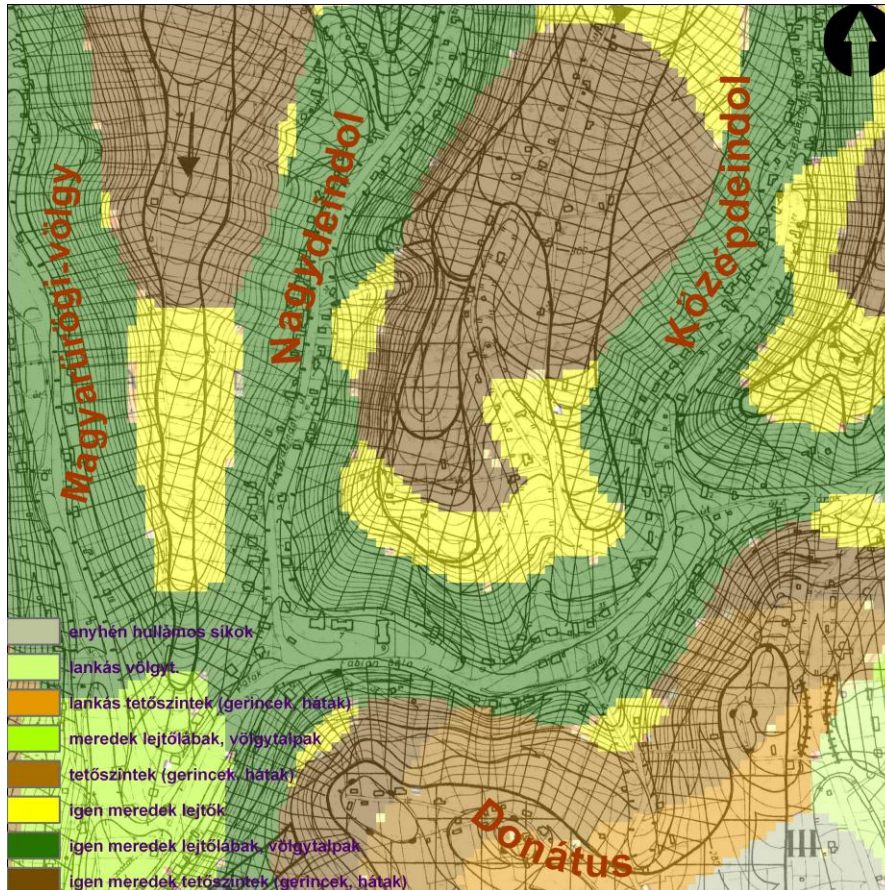
marginális szerepe (6,5%). Ennek háttérében nyilvánvalóan az áll, hogy a Hammond által meghatározott profil-kritériumok az adott cella környezetébe tartozó reliefet kettővel osztja el (17. ábra). Egyszerűbben fogalmazva azt is mondhatnám, hogy főként a lejtőláb és lejtőgerinc kerül csak meghatározásra. A tetőszintek és völgytalpak, lejtőlábak részaránya közel azonos. 15%-ot mutató tetőszintek közül az igen meredek gerincek a legjelentősebbek hat százalékos eredményükkel. A völgytalpak és lejtőlábak esetében szintén az utóbbi kategória dominál, nyolc százalékot tesz ki az említett alakzatok által elfoglalt tizenhét százalékból (19. ábra).



19. ábra: Pécs domborzatának alakrajzi összetétele a Hammond-módszer szerint (Forrás: saját szerk.)

A Hammond-módszerrel kapcsolatban több kritikai megjegyzést olvashatunk, így nem engedhetem meg, hogy ellenőrzés nélkül elfogadjam az elért eredményeket. Többféle eljárást tartottam célravezetőnek. Az általam választott mindkét megoldás a hagyományos leíró, deduktív módszerrel kapott geomorfológiai térképezéssel veti össze a Hammond-térképeket.

Az első verziónál az MTA Földrajztudományi Kutatóintézete által az 1970-es évek végén zajlott építésföldtani térképezéshez készített geomorfológiai lapokat (SZILÁRD J.–SCHWEITZER F 1979) vettem össze a digitális úton előállított térképpel. Vizuálisan oldottam meg a térképek összehasonlítását; egymásra helyeztem a kézzel szerkesztett és a digitálisan előállított alaktani lapok. Félig átlátszóvá tettem a manuális térképet és az alatta látható színfoltokkal összemértem a különbségeket (20. ábra).



20. ábra: A digitális és manuális alakrajzi térképek fedvénye (Forrás:saját szerk.)

A kiválasztott mintaterület a Magyarürögi-völgyből leágazó deindoli völgyrendszer. Azonnal szembetűnik, hogy a formák nagyvonalakban egyeznek. A völgytalpak vonalvezetése fedti egymást. A tetősíntek, gerincek, hátaik szintén párhuzamosan mozognak, jól megfigyelhető az átfedés, igaz a lejtők értelmezése már nem ennyire egyértelmű. Az eltérések fő oka, hogy a kézi szerkesztés során sokkal több formatényezőt vettek számításba. A digitális modellbe nem került beépítésre a vízszintes irányú görbültség, és nem választódnak szét a völgytalpak, lejtőlábak. A hátaik, gerincek sem olyan szűken értelmezettek, mint a hagyományos módszerekkel előállított geomorfológiai térképeken.

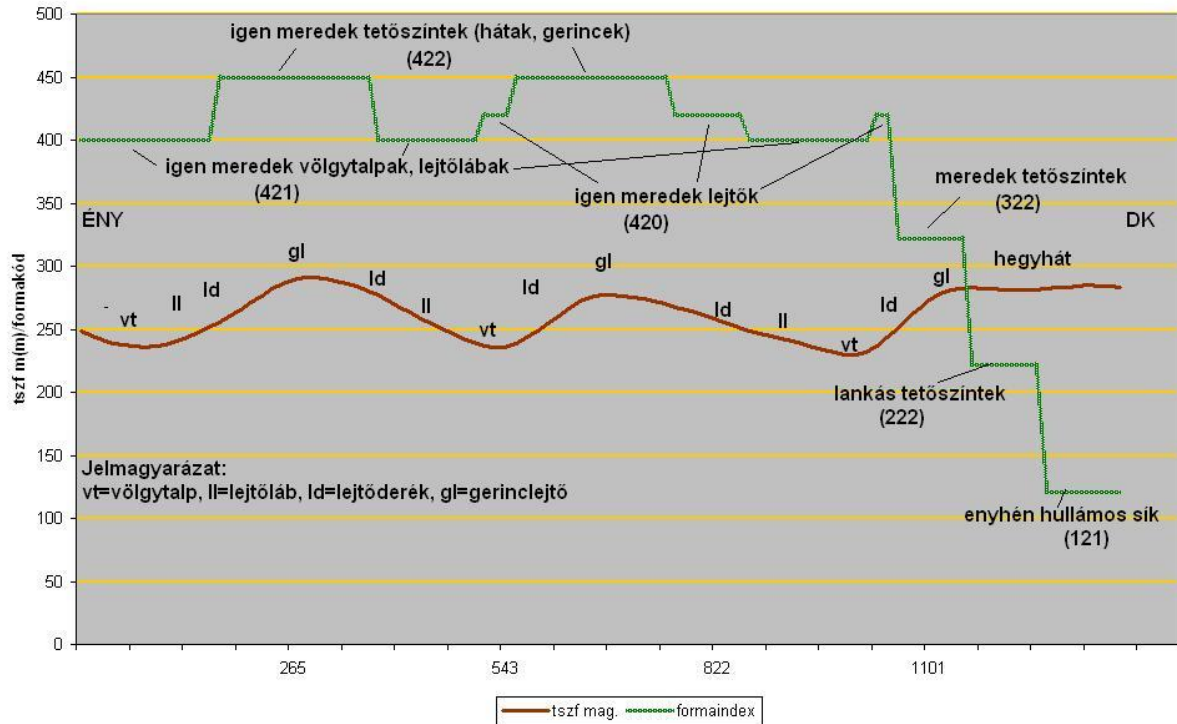
Ha közelebbről vizsgálom a kiválasztott területet, akkor a magyarázó alapján a következő képet kaphatjuk: „...felszínrészek éppen a nagyméretű feldaraboltság miatt fokozottan érvényesülő helyi lepusztító erők hatására, valamint az intenzív szerkezeti mozgások következtében eléggé változatos szintkülönbségekkel válnak el egymástól. A különböző korú és helyzetű lepusztulási szinteken kívül a változatosságot fokozzák a meredek és lankásabb lejtőkkel határolt, mélyebb-keskenyebb és laposabb-tágasabb alakzatú szétágazó völgyek, köztes hátaikkal, gerincekkel és a kisformák meglehetősen nagyszámú

előfordulása.....Egyébként az eróziós völgyeket morfológiai jellemzők alapján csoportosítottuk, ahol a mélységet és a szélességet vettük alapul. A völgyközi gerincek a mélyre vágódott völgyek között meredek lejtőkkel határolt, viszonylag nagyobb esésű gerincvonalakkal jellemezhető keskeny tetőszinteket hordoznak. A térképezett területet általában meredek lejtők jellemzik. 5°-nál kisebb hajlású lejtő alig fordul elő, viszont a területnek csaknem 2/3-a a 5-15°-os, 1/3-a pedig ennél is meredekebb (SZILÁRD J.–SCHWEITZER F. 1979).” Az idézett szövegrészek kiválóan jellemzik a terület geomorfológiai összetevőit, igyekeztem az átfogó magyarázóból a térképkivágoton (20. ábra) kiemelt térszínekre vonatkozó megállapításokat kiemelni.

Hammond-eljárását követő morfológiai alapokra helyezett alaktani leírás hasonló megállapításokra vezetheti az elemzőt. Talán a legszembetűnőbb a választott területen, hogy a város teljes alaktani kategóriájából (11) nyolc tetten érhető. Az igen meredek és meredek völgytalpak, lejtőlábak és tetőszintek dominálnak. De ehhez a kategóriához társíthatók azon lejtők is, amelyeknek 300 méteres körzetében elenyésző számban fordul elő 11% lejtőhajlásnál lankásabb térszín. 43%-át a területnek igen meredek völgytalpak és lejtőlábak foglalják el. 25%-kal az igen meredek tetőszintek, gerincek a második leggyakoribb formaelem. Ha ehhez még hozzá veszem, hogy a választott egy négyzetkilométeren az igen meredek lejtők a maguk 14%-ával a harmadik legjelentősebb felszínalkotó elemek, akkor nem véletlen az idézett szövegrészekben található „nagy méretű feldaraboltság, változatos szintkülönbségekkel” jelzők. A többi elkülönített formaelem egyike sem éri el a tíz százalékot, viszont megjelenésük a terület változatos formavilágára utal, ami szintén előfordul Szilárd Jenő leírásában.

A párhuzamok feltárására nem fordítanék több időt, a kritikai megjegyzéseket pedig a másik típusú ellenőrzési eljárás tapasztalatai után, egyszerre fogalmazom meg. Ez a vizsgálati módszer pontosan két különböző eljárást takar, de mindkét esetben azonos alapokra épül. Az összehasonlítási alapot a digitális domborzatmodell jelenti, ezt fogom ábrázolni kétféleképpen.

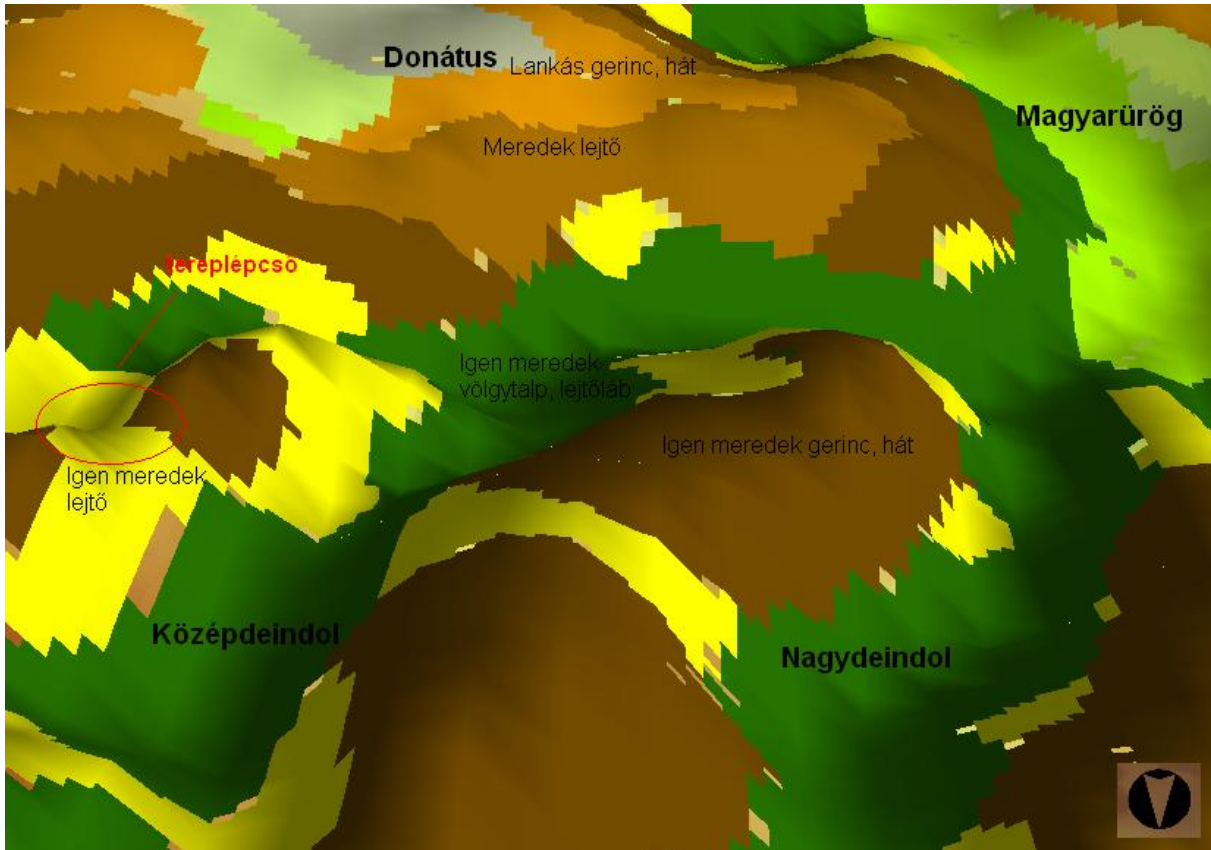
Az első esetben azonos tengely mentén két profilrajzot vettem fel. Az egyik a domborzatot, a másik a Hammond-módszer szerint fejlesztett digitális formakódokat tartalmazza. A domborzati metszetre a lejtőalakzat szakaszainak jellemző nevezéktanát írtam fel, miközben a formakódokat az előzőekben már bemutatott módon értékeltem. A metszetek fedik egymást, vagyis a Hammond-módszer jól közelíti a valós domborzatot (21. ábra).



21. ábra: A DDM- és a Hammond-profil értelmezése a választott mintaterületen húzott metszett alapján (Forrás:saját szerk.)

Hiányérzete az embernek a lejtőderék detektálásánál lehet. De nem árt figyelembe venni, hogy a Hammond-módszernél egy cella értékét a körülötte levő háromszáz méter átmérőjű kör befolyásolja. Következésképpen rövidebb lejtőknél ezek a formák beleolvadnak a lábak és a gerincek „felségterületébe”.

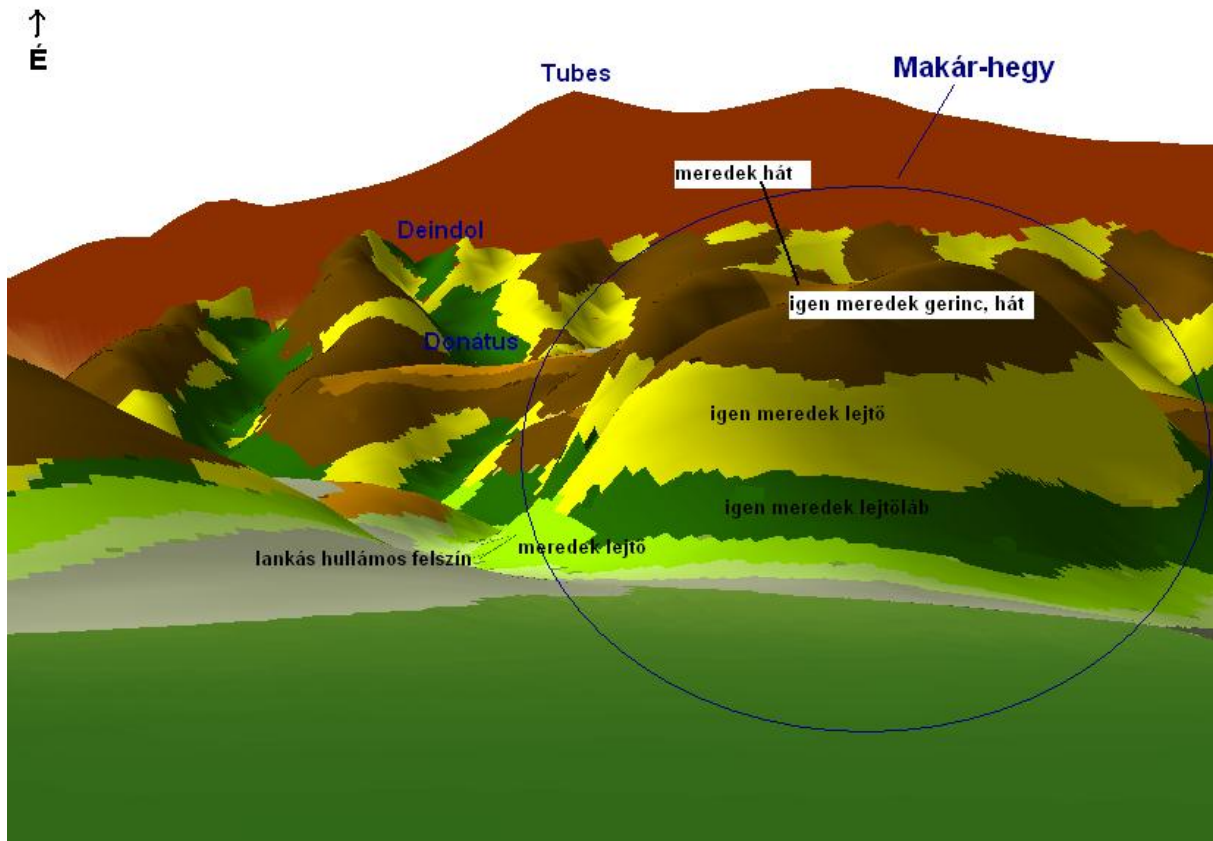
Másféleképpen is rátekinthetünk a digitális alaktani minősítésre, ebben az esetben a digitális domborzatmodell háromdimenziós képére feszített Hammond-térképet vizsgáltam. Illetőleg azt, hogy a térbeli megjelenítés során felfedezhető felszínformák és az ezeket reprezentáló eltérő színekkel jelölt formakódok mennyire vágnak egybe. Nyilván nehéz így mindenre kiterjedő összevetést végrehajtani, ezért ennél a módszernél a már említett mintaterületen kívül még egy városrészt elemeztem. A korábban láthatott mintaterületen hasonló következtetéseket vonhattam le, mint az eddig elmondottak. A háromdimenziós szimuláció jól tükrözi a kapott eredmények pontos alaktani mibenlétét. Szembeötlő, hogy az igen meredek gerinceket lejtők törik meg. A problémásnak tűnő eljárásra magyarázatot ad, ha a piros körrel kiemelt részre pillantunk az ábrán (22. ábra). Itt egyértelműen felismerhető, hogy egy meredek tereplépcső áll a gerincek feldarabolódása mögött.



22. ábra: Háromdimenziós ábrázolása a Hammond-térképnek az eredeti digitális domborzatmodellen (3x-os magassági torzítással) (Forrás: saját szerk.)

A völgytalpak, lejtőlábak reprezentációjánál nehéz vizuálisan felismerni, hogy az adatbázis mely elemeiből következnek a lehatárolások, sok esetben érzékelhető, hogy ezek a formák túlnyúlnak a hagyományos morfológiai térképezés elvárásain. A lejtők pozíciója szintén esetlegesnek látszik, csak a lejtők leválogatásának műveleti háttérét felidézve válik megmagyarázhatóvá. A háromdimenziós ábrázolás után már nehezebb nyomon követni az egyes formakódokat, és valószínű, hogy ebben döntő szerepet játszik a deindoli mintaterület mozgalmassága. Egyértelmű, hogy az igen változatos meredek felszínformákra csak nagyjából képes közelíteni ebben az esetben a Hammond-módszer.

Ha egy nyíltabb terepen alkalmaztam az eljárást, akkor viszont sokkal könnyebb volt összekötnöm a digitális és a vizuális információkat. A számításokkal nyert formák helyzete megegyezik a geomorfológiai jellemzésben használatos minőségi kategóriákkal. A Makár-hegy területét egyre meredekebbé váló lejtőlábak határolják, majd a tetőszinteket körbeöleli egy igen meredek lejtődérék zóna. A nyereg alakú tetőszint mélyedését, pedig egy lankásabb gerinc kategória reprezentálja a digitális modellben (23. ábra).

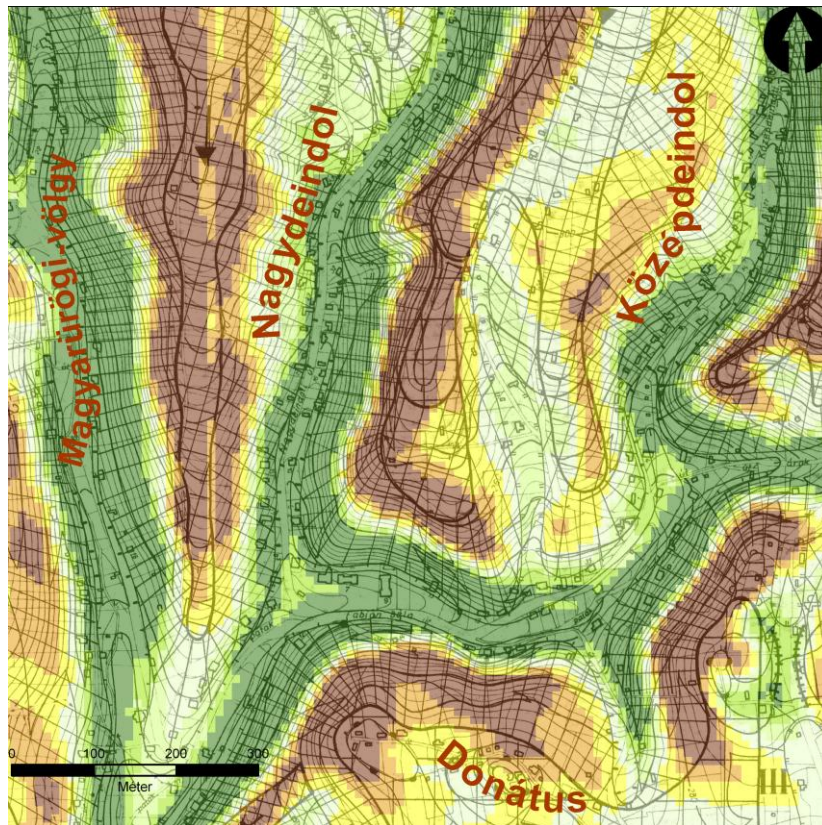


23. ábra: a Makár-hegy háromdimenziós ábrázolása a Hammond-térképpel fedve az eredeti digitális domborzatmodellen (3x-os magassági torzítással) (Forrás: saját szerk.)

Fontosnak tartottam tisztázni, hogy mi állhat az egymásnak némileg ellentmondó eredmények háttérében, és esetleg van-e lehetőség az eljárás finomítására. Nem jelentett problémát az okok felderítése, különösen a bemutatott kontroll vizsgálatok során szerzett tapasztalatokat felhasználásával. Ezekre építve könnyen megállapítható két tényező, amelyek lényegileg befolyásolták a Hammond-féle térképezés végeredményét.

Első meghatározó paraméter az elemzés során a cellakörnyezet. Ez az összetevő már említésre került, de talán nem hangsúlyoztam eléggé központi szerepét. Bizonyára nem haszontalan még egyszer kiemelnem, hogy egy képpont, pixel, cella környezetébe vont szomszédos cellák vizsgálatára azért volt szükség, mert magában álló cella adatainak feldolgozásával nem érhetünk el megfelelő eredményt az alaktani elemzések során. Az egyedül álló cellák nem képesek reprezentálni a formákat, mint ahogy a lejtőprofil is csak egy szegmense egy háromdimenziós kiterjedéssel bíró forma leírásának. Következésképpen a cellakörnyezet kiterjedését már a domborzatminősítés kezdetén meg kell határozni, miközben elvileg még nem vagyunk tisztában a térképezett terület alaktani összetettségével. Az általam választott megoldás egy irodalmi hivatkozásokban szereplő 300 méteres átmérő volt (SPEIGHT, J. G. 1974). Ezzel a paraméterrel futtattam először a modellt, de a későbbiek során

100, 200, 400, 500 méteres környezetre is alkalmaztam. Az eltérő beállítások, más-más morfológiai környezetben nyújtottak megbízhatóbb eredményt. A mozgalmas felszínek esetében egyértelműen a kisebb átmérő ajánlható, miközben a monotonabb, vagy egy-egy elkülönülő formával rendelkező térszínek esetében egy nagyobb átmérő jobban közelíti a valóságot. A cellakörnyezettel felvetett probléma a geomorfológia egyik fundamentális kérdését hozza a felszínre: hogyan húzzuk meg a formahatárokat egy kontinuum (folytonos) adathalmazban, szegmensek kérdése. Ezt a lehatárolást már a Hammond-módszer alkalmazása előtt meg kell tenni, miközben éppen formafüggő a parametrizáció. Különösen nagy kihívást jelenthet, ha viszonylag kis területen belül egy igen összetett és egy egyhangúbb táj találkozik egymással, sajnos erre példaképpen említhetem Pécsset. Ez áll a háttérben annak, hogy a formák osztályozása nem mindenhol és nem minden esetben kielégítő. Esetleg nem teljesen hiábavaló, ha többször más paraméterekkel futtatjuk a modellt és a kapott eredményeket a bemutatott kontrolleljárások alá vetjük (24. ábra).

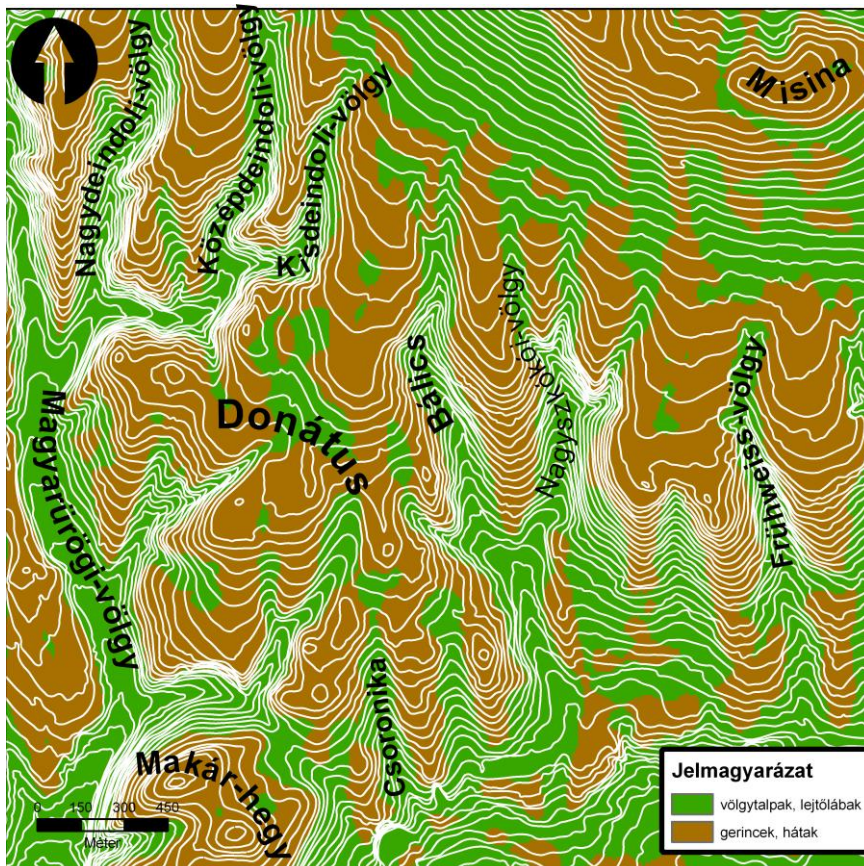


24. ábra: 100 méteres cellakörnyezettel futtatott modellezés (Forrás: saját szerk.)

A már bemutatott deindoli mintaterületen végzett 100 méteres átmérővel végrehajtott modellezés szemmel láthatólag pontosabban közelíti a hagyományos geomorfológiai térképet. A kvalitatív módszerekkel és a kvantitatív eljárással előállított térkép határfelületei jól

egybevágnak, a domborzati összetevők fedik egymást. Pécs domborzati sajátosságainak figyelembe vételével a 200 és a 400 méter közötti cellakörnyezetet tartom elfogadhatónak. A finomabb felbontás sok esetben indokolatlanul feldarabolja a szélesebb, de egységes gerincképzőket, habár a keskenyebb formákra vonatkozóan megbízhatóbb képet ad. 400 méter felett elvesznek a kisebb eróziós-deráziós száraz völgyek és más mikro-geomorfológiai összetevők.

A Hammond-módszer finomításának másik fontos eleme egy adott cella környezetének maximális vagy minimális tszf-i magasságának és relief értékének aránya. Hammond ebben a tekintetben megfelezte a vizsgált területet, de ma már a térinformatikai szoftverek segítségével több osztályozási eljárást kivitelezhetünk. GIS-szoftverek az adathalmazt különböző statisztikai eljárások felhasználásával bonthatják fel. Az egyes kategóriák kialakítása nemcsak egységes részekre tagolással képzelhető el, hanem az átlagtól való eltérés, vagy a Jenks-féle klaszterképzés módszerét is számításba vehetjük. Az említett eljárás következménye lehet, hogy a tetősínek valamint a völgyek elkülönülése (25. ábra) tovább bontható, és nagyobb valószínűséggel sikerülhet elválasztani a lejtőformák egyes elemeit.



25. ábra: Tszf-i magasság és a relief-értékek aránya a legkisebb tszf-i magassághoz (Forrás: saját szerk.)

A domborzat geometriailag homogén összetevői alapján történő közelítésre a Hammond-módszerből táplálkozó számítógépes eljárások alkalmasak, annak ellenére, hogy a kapott eredmények kétségtelenül nagymértékben függenek a fentiekben említett parametrizációs folyamatoktól. Ennek köszönhető, hogy nagyobb méretarányú térképezés esetén többszöri finomítási eljárással lehet alkalmazni alaktani minősítésre. Döntő fontosságúnak tartom, hogy a Hammond-módszer felhasználásával sikerült lényeges domborzati összetevőket elkülöníteni, majd ezekből levezetve komplex módon értékelni a felszínt. Az alkalmazott eljárás megismételhető, és kvantitatív módon jellemzi az eddig főként kvalitatív módon feltárt domborzati tényezőket. Nemcsak egy önmagában álló cellaértéket vizsgál, hanem környezetében helyezi el az adott felszínt. Annak ellenére, hogy a profilmutató egy a másik két elemből (lejtőszög, relief) származtatott összetevő, jól segíti a formák szétválasztását. Relatív pozíciójuk és a vizsgált felszínrész lejtése együttesen képes elhatárolni a fő domborzati komponenseket. A völgytalpak, háta, gerincek egyértelműbben felismerhetők, miközben a lejtőderék lehatárolását már erősen érinthetik a kezdeti parametrizáció lépései.

Az emberben akaratlanul is felvetődik a kérdés; vajon milyen célra lehet hasznosítani a Hammond-módszerrel elért eredményeket? Elképzeléseim szerint két kimenetét látom a nyert adatoknak. Először is a fejezet elején taglalt városrészekre vonatkozó összehasonlítást tovább szélesíti a vázolt eljárás. Másodsorban, pedig a formakódok beépíthetők a domborzatfejlődést vizsgáló, a későbbiekben bemutatott mátrixba. Számszerűsített formájának köszönhetően megalapozhatja az egyes földtani térképező fúrások pozíciójának leírását, mivel egységes elvek alapján kaphatnak kódokat az egyes fúrások.

V.2. A városi tájhasználat felszínformáló hatása

Az antropogén, technogén felszínformálás egyik külön csoportját képezi a települési térben megvalósuló domborzatalakítás. A folyamat következtében a település környezete a korábbi, eredeti állapothoz képest jelenetős mértékben módosul. Ez a mezőgazdasági tájformálás után a legjelentősebb felületi hatással bíró antropogén tevékenység. A változások nemcsak a környezet állapotát érintik, hanem markáns átalakulásokat eredményezhet a környezet alakulását befolyásoló geofolyamatokban. Ezek a geofolyamatok részben vagy egészében antropogén kontroll alá kerülhetnek. Elég, ha csak a lejtőfejlődésre gondolunk, ahol felszín burkolása, támfalak kiépítése és lejtő stabilitásának fokozása érdekében tett lépések mind-mind megpróbálják „kimerevíteni” a dinamikus egyensúlyban levő felszínt. A felszínfejlődés szempontjából neutrális felszín kialakítása jelentős anyagi áldozatot igényel a társadalomtól. De említhetném a felszíni vizek mesterséges csatornába történő elvezetését, amely a víz természetes körforgásában tett drasztikus beavatkozás. Fontos megállapítani, hogy a települési tájhasználatot szabályzó településrendezési, -szabályozási tervek nem komplex módon szemlélik a településkörnyezetet alakító geofolyamatok kölcsönhatását, hanem mérnöki oldalról szabványosítják egy adott hely éppen aktuális problémáját. Ez a szemlélet az akut feladatok megoldására, de nem megelőzésükre, fenntartható kezelésére alkalmas.

Visszatérve az eredeti gondolatmenethez, a településfejlődés a felszínalakulás természetes egyensúlyát többféleképpen is megbonthatja. A szakirodalom eltérő csoportosításokat ismer (ERDŐSI F. 1975, PÉCSI M. 1991, CSIMA P. 2006, LÓCZY D. 2007), én a jelen esetben a meghatározó társadalmi hajtóerők tükrében kívánom osztályozni a települési térben megjelenő mesterséges felszínformálást. A konkrét csoportok felsorolása előtt azonban szükséges vázolnom az alapvető felszínátalakítási csoportokat.

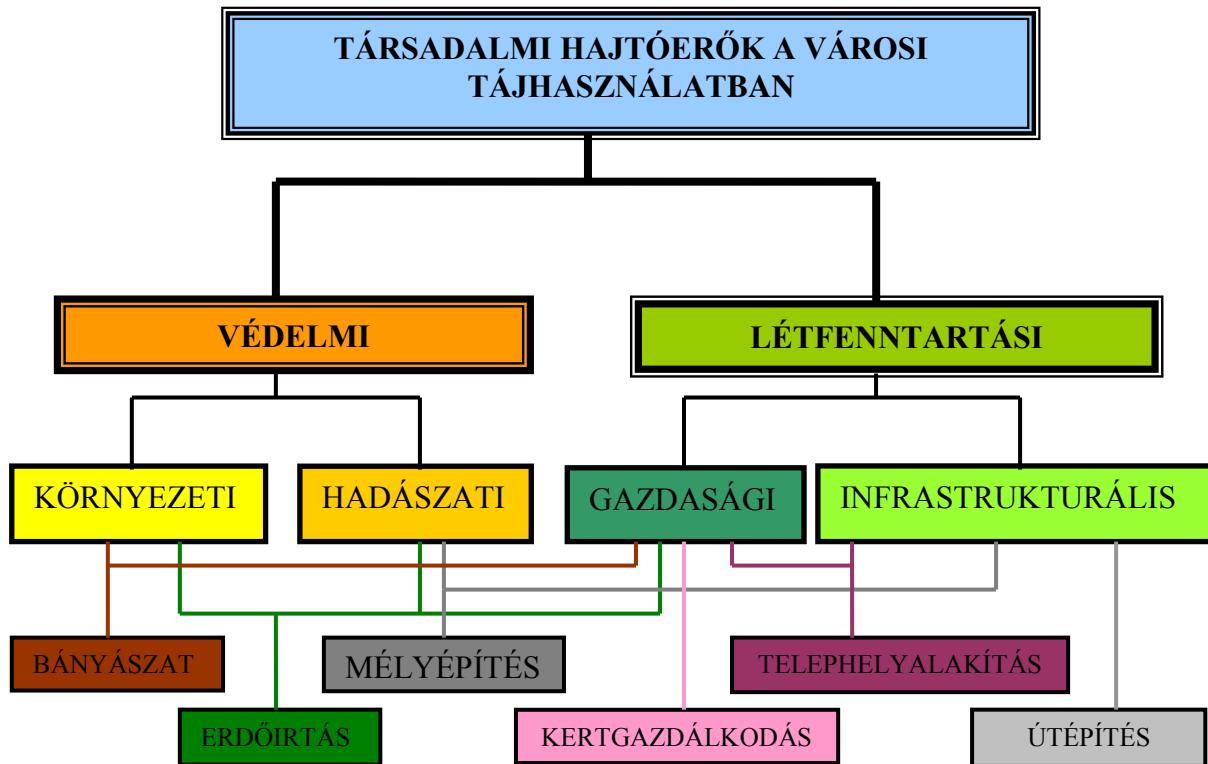
Lényegileg kétféle módon képes az ember formálni a domborzatot a települési térben. Ez a két folyamat az anyagmegmaradás törvénye miatt mindig együtt jár – pár speciális bányászati esetet leszámítva –, mivel elképzelhetetlen, hogy a felszínből elvett, kifejtett, kivájt anyag elveszen, tehát ezt az anyagmennyiséget valahol fel kell halmozni. Az említettek alapján párhuzamosan beszélhetünk a felszín feltagolásáról és feltöltéséről (PÉCSI M. 1991). Az ember technikai fejlődésével ez a két folyamat térben egyre jobban elkülönülhetett, de ennek részletes kifejtésére a későbbiekben vállalkozom. A felszínformálás során tapasztalt emberi beavatkozás fundamentális összetevői tovább tagolhatók azáltal, hogy közvetlen, vagy közvetett hatást váltanak ki a felszínfejlődésben (PÉCSI M. 1991). Közvetett hatással akkor

találkozhatunk, amikor a domborzat stabilitását, állékonyságát változtatja meg az emberi területhasználat, vagy a domborzatot alakító geofolyamatokat szabja át a felszín formálásával, és ez hat vissza a domborzat alakulására. Következésképpen a kezdeti két kategóriát (feltagolás, feltöltés), még két további osztályra bontottam, és ezekkel jellemeztem a társadalmi aktivitás felszínfejlődésre ható tevékenységeit.

A vizsgálandó probléma megfogalmazásához érdemes újból visszatekinteni a magyar földrajzi gondolkodásba, Mendöl Tibor (1963) által részleteiben feltárt „helyi energiák” és „helyzeti energiák” fogalmához. Az idézett fogalmak túlmutatnak a térbeli kapcsolatrendszeren és bizonyos esetekben – várossá válás – az időbeliség dimenzióját szintén beemelik a településfejlődés értelmezésébe. Ezt a szemléletmódot az antropogén geomorfológia sem hagyhatja figyelmen kívül, különösen abban az esetben, amikor a települési térben zajló emberi tájformálás történelmi folyamatát kívánjuk definiálni. Egyértelmű, hogy az ember letelepedésével kezdetben kismértékű közvetlen és nagyobb mértékű közvetett hatást fejtett ki a felszín alakulására. Majd az ember technikai potenciáljának növekedésével a táj átalakítása folyamatosan fokozódik. Gyakorlatilag párhuzamot látok a helyi energiákkal induló településfejlődés környezeti kapcsolatainak felgyorsulásában a helyzeti energiák megjelenésével.

Ha ebbe a kapcsolatrendszerbe ágyazom a társadalom és a természet viszonyát alakító elsődleges célokat, akkor „védelmi” és „létfenntartási” okokkal tudom magyarázni a településfejlődés társadalmi indokait. A vázolt kontextusban további kategóriákat hoztam létre, amelyek áthidaló szerepet töltenek be a konkrét környezetalakítási folyamatok és a fő értelmezési keretek közt.

Talán nem kell részleteiben feltárnom a „védelmi” és „létfenntartási” kategória közötti különbségeket, viszont a főcsoportok egyes összetevőiről érdemes külön említést tennem (26. ábra). A letelepedő embernek védekeznie kellett a környezeti csapások és az ellenséges támadásai ellen, ezért alakítottam ki a fent említett két kategóriát. „Környezeti” címszó alatt a lakókörnyezettel kapcsolatos felszínalakító munkálatokat értem, két legjellemzőbb példája az építőanyagok beszerzéséhez (bányászat, erdőirtás) és a mikrokörnyezet terepadottságaihoz való alkalmazkodás. Nyilvánvalóan a különböző korokban más-más mértékben érintették a felsorolt folyamatok a lakókörnyezetet, és főként az adott település történelmi múltja határozza meg a hatások térbeli kiterjedését. A társadalmi hajtóerőkhöz kapcsolt társadalmi-gazdasági aktivitások fogalomkörei szintén koronként változnak, de a felsorolt aktivitások lefedik a megjelenési formákat.



26. ábra: A felszínformáló társadalmi hajtóerők megjelenése a települési térben (Forrás: saját szerk.)

A történelmi dimenzióra utal a „hadászati” kategória, mivel a múltban központi szerepet játszott a települések ellenséges támadásokkal szembeni védhetősége, ami nem csekély közvetlen és közvetett felszínalakítással járt. Árkok, sáncok – annak ellenére, hogy ma már jelentőségüket veszítették – fontos formálói voltak a városok és természetes környezetük viszonyának.

A településnek a város védelmi funkciója mellett létfenntartó funkciókat kellett ellátnia az életben maradásához, azaz biztosítani az ott lakók megélhetését. Ezt a gazdasági tevékenységük tette lehetővé, amely egy egyre összetettebb infrastruktúrán keresztül működhetett hatékonyan. Ezen az elméleti háttéren alapul a „létfenntartási” kategória és alosztályai, amelyek hasonló tevékenységi köröket fedhetnek le, mint a „védelmi” szándékból táplálkozó környezetalakítások.

Úgy gondolom, hogy ennek a fejezetnek a központi kérdése az, hogy milyen adatokkal tudjuk összekapcsolni az ábrán látható antropogén aktivitásokat. Hogyan tárhatók fel a természetes felszínfejlődés megbontására utaló környezeti indikátorok. Mely adatforrások tárolnak erre vonatkozó bizonyítékokat, vagyis az ember mint környezeti faktor megjelenése, letelepedése, társadalmi-gazdasági tevékenysége a geomorfológiában hogyan érhető tetten.

A felsorolt kérdésekkel foglalkozik napjaink egyik legdivatosabb földtudományi kutatási irányzata, a környezeti rekonstrukció. Több szakterület érdeklődési körében fekszik, de alapvetően földtani, őslénytani, geokémiai és geomorfológiai kutatási módszerekre épít. Az új tudományág gyökerei magába foglalják a történeti földrajzi vizsgálatokat, amely egyet jelent a geoszférák és a társadalom kapcsolatrendszerének kutatásával (SÜMEGI P. 2003.). A külföldi szakirodalomban geoarcheológia néven vált közismertté ez a tudományterület. Európában leginkább a régészek és a földrajzosok által űzött tudomány, míg a tengerentúlon a geológus szakemberek érdeklődését keltette fel (BUTZER, K.W. 2008).

A földrajz tudományának művelőjeként a geoarcheológia több tudományágot felölelő kutatási profilját a térbeli tagozódás alapján tudom a legátfogóbban értelmezni. Térbeli kiterjedés alapján több szerző is három kategóriába osztja a geoarcheológiai vizsgálatokat (BUTZER, K.W. 2008). A regionális léptékű távérzékelésre alapozott kutatásokat „makro” szintű vizsgálatoknak minősítik. Jelentőségük, hogy megalapozzák a részletesebb feltárások színtereit. „Mezo” kategória alá sorolják a kisebb vízgyűjtőkre kiterjedő, lokális jelentőségű kutatásokat, amelyek még képesek táji szinten értelmezni a geofolyamatokat. „Mikro” léptékről akkor beszélhetünk, amikor a szakemberek konkrétan egy feltárásból, ásatásból gyűjtik a környezeti stabilitást megváltoztató események lenyomatait (BUTZER, K.W. 2008).

Dolgozatomban nem kívánok foglalkozni regionális szintű antropogén beavatkozásokkal, mint például a folyószabályozás, hanem táji szintem igyekszem feltárni az ember hatását a geofolyamatokra, amihez a térinformatika eszközét használom. A geoarcheológia vizsgálati módszereinek széles tárházából a számomra elérhető forrásokat a földtani, építésföldtani és vízföldtani térképezés során felvett rétegtani leírások jelentették. A sztatiográfiai feldolgozásokat térinformatikai programok alkalmazásával kívántam kombinálni. Arra a felvetésre alapozva, hogy az antropogén tevékenység a város egyes területein rétegtöbbletet, máshol pedig réteghiányt eredményezett. Az említett változásokat közvetlen és közvetett antropogén hatásokra vezetem vissza, tehát megpróbáltam számításba venni a felszínhasználat változásából következő folyamatokat. A történelmi belváros környezetében a közvetlen feltöltést, planációt állt szándékomban feltárni, miközben ezzel párhuzamosan kerestem azokat a korrelatív rétegeket a lejtőszinteken, amelyek hiánya szintén az ember jelenlétének hatására változhatott.

Ha egyszerűbben kellene összefoglalnom az elkövetkezendő fejezet tartalmát, akkor azt mondhatom, hogy a geomorfológia, a geológia és a helytörténet diszciplínáit kapcsolom össze, azzal a céllal, hogy több ezer évre tekinthessünk vissza Pécs város környezetföldrajzára, közelről vizsgáljuk az ember hatását a negyedidőszaki összletek

képződési környezetére. A fejezet első részében a földtani és vízföldtani térképezés antropogén eredetű rétegeit válogatom le. Sajnos nem az egész város területére rendelkezem kielégítő sűrűségű adatokkal, ezért eredményeim csak a belváros és környezetében értelmezhetőek. A rétegtani feltárás második szakasza olyan összletek detektálására koncentrált, amelyek segítségével a város felszínfejlődésének történetéből kiragadhatóak az emberi jelenlétre visszavezethető események. Alapvetően a felületi és árkos eróziós folyamatok által áttelepített laza kőzetek térbeli elhelyezkedését követem.

V.2.1. Alkalmazott módszerek

Igyekeztem a kutatási területen mélyített nagyszámú földtani fúrás jelentős részének feldolgozását elvégezni. Ez több különböző korú és indíttatású fúrásadat közös adatbázisba való szerkesztését jelentette. A rétegsorok azonosítását megnehezítette a fúrások mélyítésének eltérő célja, és a rétegsorok leírását végző földtani szakemberek által használt szaknyelv heterogenitása. Ezt az is magyarázza, hogy a fúrásdokumentáció több mint hatvan évet ölel fel, így maga a szakma szemléletmódjának az átalakulása nyomon követhető a rétegek jellemzésében. A kitűzött cél elérését tovább bonyolította, hogy a negyedkor földtani viszonyait döntően meghatározó üledékképződési folyamatok igen változatos és összetett rétegződéssel bírnak, amelynek feltárása sok esetben nem a kellő részletességgel szerepel a dokumentumokban, miközben sok esetben analitikai eljárások bevonása nélkül nehezen megállapítható a képződési folyamatuk. Mindezek alapján úgy véltem, részletesen be kell mutatni a földtani adatokat tartalmazó forrásokat, hogy az adatintegráció részleteiről pontos és átfogó képet nyerhessünk.

Pécs város építésföldtani feltárása 1976-ban kezdődött el a Magyar Állami Földtani Intézet Déldunántúli Osztályán (HETÉNYI A. –CHIKÁN G. 1980). Négy darab térképlap készült el, amelyek egyenként 1:5000 méretarányban fedték le a városközpont területét. A térképlapok között átfedések vannak, de ezek a jelölési kódok alapján felismerhetőek. Három térképlap dokumentumait sikerült feldolgozni; Mecsekalja, Belváros és Patacs lapok adatgyűjteménye került be egy térinformatikai adatbázisba. Ez az adatbázis tartalmazza a természetes és mesterséges feltárások leírását, az archív fúrások rétegsorait, és a térképezés során mélyített fúrások rétegtani jellemzőit. Az új fúrások helyét a feltárások és az archív fúrások adatainak figyelembe vételével jelölték ki. A dokumentáció további fontos része a közműárkok földtani leírása, amit szintén az adatbázisba építettem. A feltárások, fúrások és közműárkok adatgyűjteményéből nem minden információt vettem át. Csak a negyedkori

képződmények réteghatárát és feküjét rögzítettem. Külön kiemeltem azokat a helyeket, ahol antropogén feltöltés, vagy kőzetlisztes összlet, lejtőtörmelék jelenlétét dokumentálták. Természetesen digitalizáltam a tengerszint feletti magasságot, a fúrás talpmélységét. A feltárások, fúrások és árkok helyét a dokumentáció mellékleteként szereplő EOV referált 1:10 000-es méretarányú térképről nyertem.

Az építésföldtani adatgyűjtemény tartalmazta a közmű-rekonstrukció során végzett szelvényekből 7405 fm leírását. Ezeket az adatokat vonalas vektor fájlként digitalizáltam.

Az építésföldtani munkálatok mérnökgeológiai térképezés néven folytatódtak az 1980-as évektől. A fő feladat ekkor a hiányzó munkarészek pótlása volt. Az újonnan készülő dokumentáció nem tartalmazta a korábban mélyített fúrásokat. Az alapadatokat 1:5000-es méretarányú térképre vezették, és a táblázatos formába rendezett fúrások sok esetben magukba foglalták a geotechnikai és vízkémiai vizsgálat eredményeit. A pótlólagos adatgyűjteményekből számomra a „Mecsekalja” lap és a „Belváros” lap talajmechanikai fúrásai voltak elérhetők. A táblázatos összefoglalás során minden fúrásnál feltüntették a sorszámot, a terepszintet (tszf magasság), a rétegződést a relatív mélységnek megfelelően. Egyes fúrások esetében még jelölésre kerültek a harántolt rétegek geotechnikai paraméterei, talajfizikai eredmények, vízkémiai adatok és a relatív nyugalmi vízszint. Adatokból szintén az antropogén réteghatárt, a löszre utaló leírásokat igyekeztem áttemelni térinformatikai adatbázisba.

Az antropogén feltöltések vizsgálatához a földtani adatgyűjteményeket kiegészítettem a régészeti ásatások anyagával. A régészeti feltárások esetében nem lehet beszélni egységes rétegtani leírásokról, ezért a római járószintet feleltettem meg az antropogén feltöltés határfelületének. Sajnos a régészeti adatok padlószintjének az értelmezése sem a legegyszerűbb dolog. Általában, ha lehetőségem volt rá, akkor a kápolnák és nem a sírkamrák padlószintjét vettem alapul, igaz a különálló sírok esetében nehéz volt mást választanom. Értékes adatoknak számítanak még a vízvezetékeket és a csatornákat említő feltárások. Fő adatforrás Fülep Ferenc és Sz. Burger Alice által készített „Pécs város régészeti topográfiaja” volt. Az első kötet tartalmazta a római kort érintő ásatásokat, a pontos helyszínrajzzal és relatív padlószinttel, de előfordul, hogy a tszf-i magasság (Balti) is említésre került.

A topográfiai adatokat a Janus Pannonius Múzeum Régészeti Osztályának irattárából egészítettem ki. Az ásatási dokumentációkat és az utcajegyzéket néztem át. Az utcajegyzéknél a szórvány leleteket nem vettem figyelembe és a leletekkel igyekeztem a rómaiak által használt terület kiterjedését feltérképezni. A felsorolt régészeti dokumentumok mellett saját

magam is gyűjtöttem adatokat több, az elmúlt két évben zajlott ásatáson. Összesen tíz adat került így a geodatabázisba a topográfiaiból nyert 69 adat mellé. A régészeti forrásokból származó adattáblák a római szint relatív és tszf-i magasságát, az adatforrást és a leletfaját ölelik fel.

Nyilvánvaló, hogy ily „sokszínű” adatbázis nehezen értelmezhető egyszerre, de egyes elemei, így az antropogén rétegek a földtani és a régészeti adatbázisokból is kigyűjthetők. Ennek ellenére a gyakorlatban három adatbázis kezelésével igyekeztem a feltárások adataiból minél több hasznosítható információt megőrizni. Az egyesített adatbázis mellett elkülönítve is kezeltem az építésföldtani és a későbbi mérnökgeológiai adatgyűjteményeket. Voltak olyan szituációk, amikor a régészeti adatbázist kellett önállóan feldolgozni. Az adatintegráció mellett a készadatbázist tovább szűrtem, így összesen 1419 adat került az integrált bázisba (9. táblázat).

9. táblázat: A geodatabázisba bevont földtani adatok (Forrás:saját szerk)

Adattípus	Forrás	Darabszám
FÖLDTANI	Építésföldtani térképezés	235
	Mérnökgeológiai térképezés „Belváros”	674
	Mérnökgeológiai térképezés „Mecsekalja”	431
	Építésföldtani térképezés árkok	19 (7405 fm)
RÉGÉSZETI	Pécs város régészeti topográfiája	69
	Janus Pannonius Múzeum Régészeti Osztály irattár	10

Az antropogén genetikájú rétegek elhelyezkedésének és kiterjedésének vizsgálatához a földtudományokban széles körben elterjedt speciális geostatistikai módszert, a krigelést használtam. Feltételezésem szerint a fúrások és a feltárások adataiból interpolált pontok jobban hasonlítanak a térbelileg közelebb levő adatokhoz, így a kérdéses pontbeli értékek súlyozhatóvá válnak (STEINER, F. 1990). A krigelés alap gondolatát még kiegészíthetem azzal, hogy a gyakorlatban a krigelés során kétszer használjuk fel a rendelkezésre álló adatokat, először meghatározzuk a térbeli autokorrelációt, majd interpoláljuk a felszíni rács pontokat. A Krige-féle módszert úgy parametrizáltam, hogy a lehető legközelebbi pontokat vegye figyelembe az új attribútum-értékek meghatározásához, és a lejtő irányú támpont gyűjtést szintén beállítottam.

V.2.2. Antropogén feltöltés modellezése

Sajnálatos módon a város központi belterületének csak töredékét fedték le kellő sűrűségben a fúrások és feltárások adatai. Az óvatosságot az antropogén feltöltések vizsgálatának az esetében az indokolta, hogy ezen típusú emberi beavatkozás esetlegesen zajlott évezredekken keresztül. Térben először a településmag közvetlen környezetében jelentkezhetett lokális elegyengetések és anyagnyerések formájában. Majd a település növekedésével párhuzamosan, az anyagigények fokozódása mellett a már használt terület áthalmozása szintén felgyorsult. Pécs építőanyagok szempontjából különösen jó adottságokkal rendelkezett. Nyilván ennek az oka az igen összetett földtani környezet, amely kevesebb, mint egy kilométeren belül elérhetővé tette a téglá-, cserépgyártás alapanyagát (lejtőlész), a habarcsához, vakolathoz szüksége homokot (pannon homok) és a különböző szilárdságú építőköveket (lapisi mészkő, mésztufa stb.). Hadd említsek még egy példát: a Pécs fejlődésében fontos szerepet játszó szőlőművelés által kiváltott közvetett tájformálást. A lejtős felszíneken szőlőtermelés okozta negatív hatások tompítását csak szervezett felszínalakítással lehetett megoldani a városlakóknak, aminek jelei már a római korban megmutatkoztak (KRAFT J. 2007). Szőlőtermeléshez kapcsolódó pincék a történelmi belváros egész területét behálózták (SZÖRÉNYI J. 1981), és nyilvánvaló módon a kitermelt anyagokat a környezetükben felhalmozták, vagy felhasználták (homok) a helybeliek. Mint tudjuk, Pécs története nem egy egyenletes fejlődési pályáról tanúskodik. A fejlődési szakaszokat megbontó időszakokban a település maga bizonyos mértékben mindig lakott volt, de a környezeti hatásokkal nehezebben boldogulhatott egy fogyatkozó, kevésbé szervezett népesség, ezért a város központja a természeti erőkhöz való alkalmazkodás következtében többször áthelyeződhetett a történelem folyamán (KRAFT J. 2006). Érdekes szem előtt tartanunk, hogy a múltban a felhagyott épületek anyaga értékes építőanyagot jelentett, tehát a mai szokásokkal ellentétben bizonyára sokkal kisebb törmelékkel, hulladékkal járhatott az újjáépítés. A telekkialakítás is nyilvánvalóan kevésbé érintette a természetes felszínt. Maga a város organikus fejlődéséből adódik, hogy ugyan elképzelhetőek olyan esetek, amikor a fúrás egy feltöltött beszakadt pincét, vagy kutat harántol, de a város történelme és a mintavétel sűrűsége kellő alapot biztosíthat az antropogén feltöltés kiterjedésének modellezéséhez (10. táblázat).

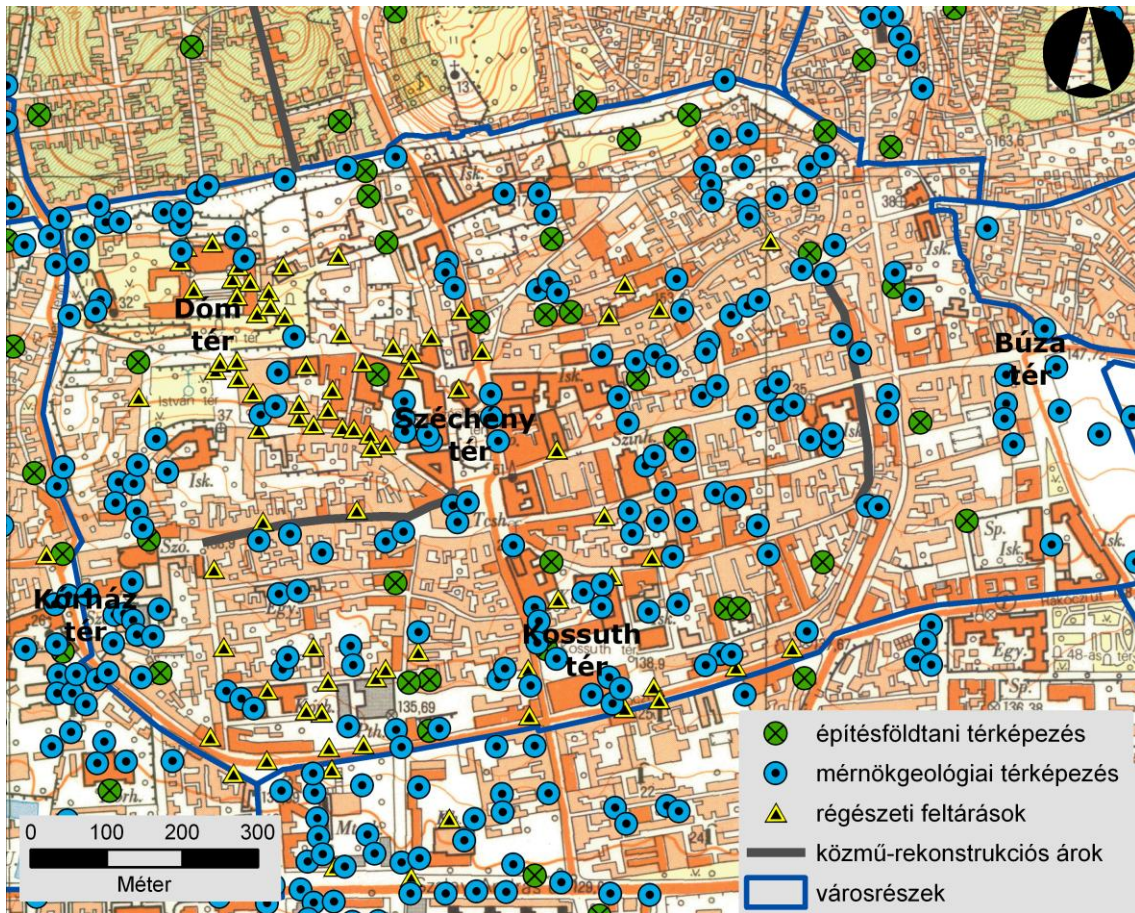
Ha ezt konkrét adatokkal kívánom vázolni, akkor azt látjuk, hogy a Belváros területén 3500 négyzetméterenként jut egy fúrás vagy feltárás (27. ábra), igaz ezek nem egyenletes eloszlásban figyelhetők meg. A városrészekre jutó mintavételek (fúrás, feltárás) számát elosztottam a városrész területével, és egy minta/hektár mutatóval jellemeztem a területi

egységeket. Az egy minta/hektár határérték feletti mutatóval rendelkező városrészeket vontam be a vizsgálati körbe, de természetesen figyeltem a fúrások eloszlására is, hogy térbelileg minél nagyobb területet fedjenek le a mintavételi helyek.

10. táblázat: Pécs belső városrészek esetében feldolgozott fúrások (Forrás saját szerk.)

Városrész	Fúrás/feltárás	Átlag (m)	Min.	Max.	szórás	Minta/ha
Belváros	276	2,8	0	12,4	2,05	2,87
Szigeti külváros	201	1,06	0	5,9	0,96	1,38
Siklósi külváros	127	2,02	0	6,1	1,14	1,69
Ispitalja	155	1,15	0	3,5	0,71	1,32

A táblázatban felsorolt négy városrészt határoló városrészek mintaértékeit ugyancsak elemeztem, és mélyebb feldolgozás nélkül is érdekes eredményeket szűrtem le belőlük. Látni kell, hogy a belvárosi városrészekben mutatkozó átlagértékeket a környező városrészek adatai, csak a jelentősebb (több évszázad) történelmi múlttal rendelkező városrészek közelítik meg. Esetükben az is azonosítható, hogy a fúrások a belvároshoz esnek közel, vagy olyan speciális adottságokkal rendelkeznek, mint a Tettye-völgy (Tettye városrész) vagy a Budai külváros bányagödrei. A Tettye városrészben 26 darab fúrás került feldolgozásra, ezek átlagosan másfél méter feltöltést harántolnak, a Budai külvárosban ez az érték 1,1 méter. Ezekhez a városrészekhez hasonlóan magas értéket mutat a Füzes városrész a maga 1,3 méteres átlagos adatával. Magyarázatul az szolgálhat, hogy a város egyik legmélyebb fekvésű területéről van szó, így Pécs terjeszkedésével jelentős feltöltésekre került sor, például a Bőrgyár területén. A Balokányban hasonló folyamatok támasztják alá a kapott adatokat, de az eredményeket nagymértékben befolyásolja a városrész területén elhelyezett zagykazetták magas értékei (8-9 m). A várt karaktert mutatják a mecseki városrészek, minimális értékeik egy-két lejtő kiegyenlítő feltöltés-harántolásának köszönhetőek, amelyek a csekély mennyiségű fúrásnál jelentős torzulást eredményezhetnek. Ennek ellenére a Donátusban 12 minta átlaga három centiméter, és ezt az értéket egyetlen fúrás torzítja. A minták alapján azt az általános megállapítást tehetem, hogy a Belváros felől minden irányban csökkennek a minta átlagai, de az átmenetek más-más tendenciát mutatnak. Míg déli irányban a medence mély fekvésű területei felé fokozatos az átmenet, északi irányban viszont a lejtőlábi területek irányába hirtelen csökkenés detektálható.



29. ábra: Pécs Belvárosi városrészének feldolgozott földtani dokumentációja (Forrás: saját szerk.)

A városrészekre vonatkozó gyors áttekintésnél pontosabb képet nyertem krigelést alkalmazva. Úgy vélem, hogy az antropogén feltöltések a belváros területén egy folyamatosan változó paraméterként becsülhetőek – a több ezer éves történelmi múltból kiindulva, a problémát jelentő éles határok az adatbázisból részben (pincék, sírkamrák, feltöltött kutak) kiszűrhetők. Gyakorlatilag azzal próbálkoztam, hogy krigelés folyamán a szemivariogram segítségével nyert térbeli struktúrát beépítsem az ismeretlen pontok számításába. Ahhoz, hogy ezt a feladatot kellő megalapozottsággal végrehajthassam, első lépésben igen körültekintően szükséges feltárnom a rendelkezésre álló adatok tulajdonságait, szerkezetét. A geostatistikai adatfeldolgozást az ArcGIS szoftver „Geostatistical Analyst” nevű bővítményével végeztem, mivel a szoftverbe épített algoritmusok mind az adatszerkezeti, mind az interpolációs eljáráshoz kellő alapot biztosítanak.

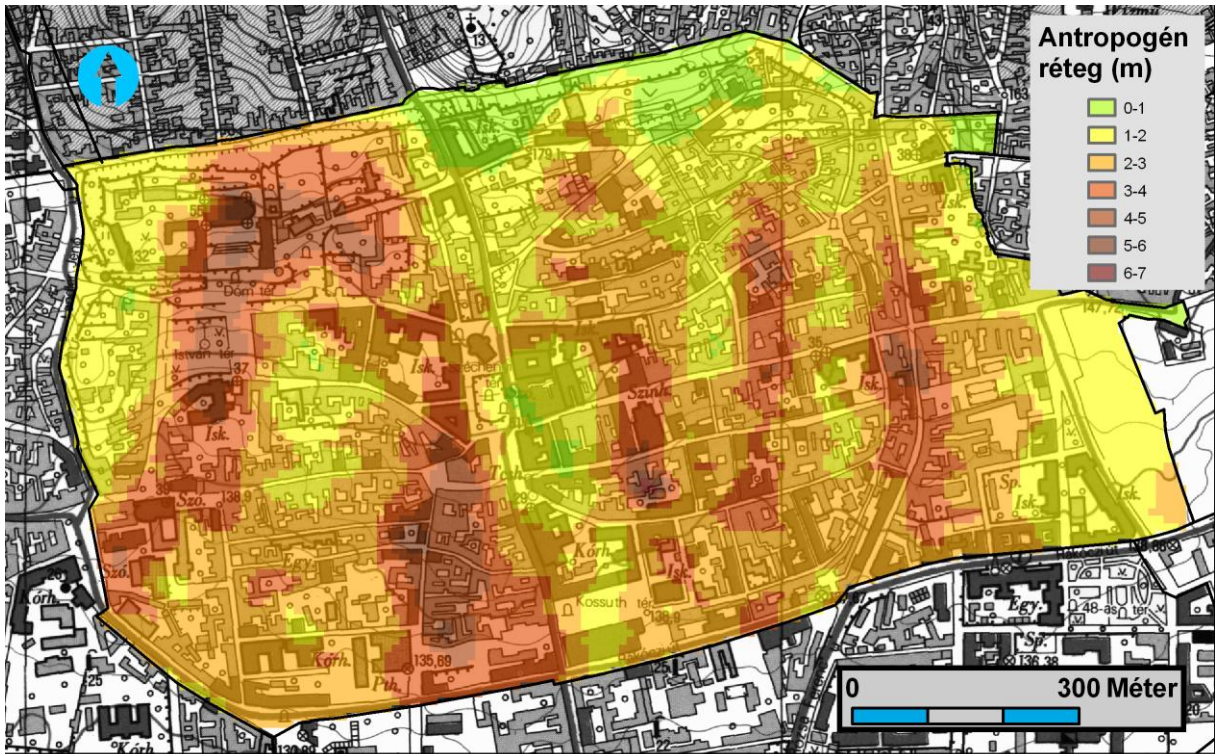
A négy belvárosi terület geostatistikai elemzése során 804 mintát vettem figyelembe. Kiszűrtem a szélsőértékek közül azokat a mélyedéseket, ahol több mint tíz méter antropogén réteget detektáltam (éles határok; pince kút stb.). Már a fúrások digitalizálása során elkülönítettem pinceboltozatot harántoló adatokat. A sűrűségfüggvény elől elhelyezkedő

csúcsa pozitív ferdeségi értékre utal (1,36). Ezt mutatja a medián (1,42) és az átlag (1,74) eltérése is. A lapultság pozitív értéke egy csúcsosabb sűrűségfüggvényt jelez, mint ami a normál eloszlás esetében lenne. Ezt az adatbázishoz igazított normalizálási eljárásokkal a „Geostatistical Analyst”-ban automatikusan meg lehet szüntetni.

A ternd vizsgálat után a szemivariogram parametrizálása következett, vagyis a mintapontok közötti kapcsolatok vizsgálata a távolság függvényében. Fogalmazhatnánk úgyis, hogy a szemivariogram biztosítja a térbeli becslés optimalizálását azáltal, hogy feltárja egy adott távolságra levő fúrás-pár-értékek négyzetes eltéréseinek számtani átlagát.

Mielőtt a végső felszín megkapnánk az összes ismeretlen ponttal, a program lehetőséget biztosít a modell predikációs képességeinek vizsgálatára. Az alkalmazott statisztikai eljárás segítségével megállapíthatjuk, hogy érdemes-e fenntartanunk modellünket, vagy további finomítást kell eszközölni. Kereszt-validációval a program összehasonlítja a létező értékekre a modelltől számított becslésekkel, vagyis első lépésben eltávolítja az ismert adatokat, majd megbecsüli őket a beállított függvény alapján. Egy megfelelő minőségű térkép készítéséhez több feltételt kell teljesíteni. Fontos kíváncságot, hogy a becslési hibákat leíró statisztikai jellemzők közül az átlagos hibaérték minél közelebb legyen a nullához (Prediction errors mean: 0,000268). Habár nem szabad elfelejteni, hogy az átlagos eltérés az adathalmaz értékeitől függ, ezért célszerűbb a standardizált változatát figyelembe venni (Mean standardized: 0,01016). A középérték (RMS: 0.1131) és az átlagos standard hibának (Average Standard Error: 0.1116) az arányából megállapíthatjuk, hogy mennyire pontos a becslési eljárás, ha az említett két mutató hányadosa az egyhez közelít, akkor elfogadhatjuk az eredményt. Egyben azt is megállapíthatjuk az jellemzőkből, hogy túlbecsüli az ismeretlen értékeket ($ASE < RMS$). A térkép minőségét jól jellemzi még a standardizált középérték (RMS Standardized: 1.029), amelynek az egyhez kell közelítenie. Az adatokból látható, hogy a pontossági kívánalmakhoz közelítő felszín sikerült interpolálni, amely lehetővé teszi az adatok további feldolgozását.

Az adatok értelmezésekor tanácsos figyelembe venni, hogy az eredeti terepfelszín nem kaphatjuk meg úgy, hogy a jelenlegi járőrfelületből kivonjuk az antropogén feltöltés vastagságát. Ennek a fő oka, hogy több esetben is a feltöltött rétegek alatt csonka természetes rétegsorok találhatók, ami nyilvánvalóan terepegyengetés vagy bányászat nyomait tükrözi. Az eredeti morfológiai állapot megismeréséhez mégis támpontot jelenthetnek az antropogén eredetű rétegre vonatkozó adatok, mivel vastagságuk, a feltöltések által rajzolt izovonalak formája, pozíciója támpontot jelenthet a történelmi tájhasználat alakulásának vizsgálatakor (28. ábra).



28. ábra: Antropogén feltöltés vastagsága a Belvárosi városrészben (Forrás: saját szerk.)

A Belvárosi városrész a Pécsi-félmedence és a Mecsek találkozásánál fekszik a hegylábi területen. Úgyis fogalmazhatnánk, hogy a denudációs-akkumulációs határterületen, a hegyoldalról lepusztuló anyagok felhalmozódásának kezdeti térszínén. A gravitációs anyagmozgás eredményét könnyen tetten érhetjük a hegylábi felszínen lejtőtörmelékek és hordalékkúpok formájában. A pleisztocén anyagáthalmozódás nyomait őrzik azok a durva törmelékes, cementálódott hordalékkúpok, amelynek anyagában a helyi mészkő osztályozatlan, görgetetlen törmeléke dominál. A proluviális-deluviális üledékek és más tömegmozgással áttelepített üledékek alatt a fiatal hegyszerkezeti mozgásoknak köszönhetően már sekély mélységben megjelenhetnek a szilárd kőzettestek. Ezek anyaga az édesvízi mészkővel együttesen képezhette az első emberi építmények alapanyagát. A felsoroltak mellett a lejtőkön deluviálisan áthalmozott lösz bányászata játszott fontos szerepet a római kori épületek növekedésében. Az épületek alapanyagának ily koncentrált előfordulása megkönnyítette az ókori város fejlődését (KRAFT J. 2006). Az említett összetevők nyomait vélhetjük fölfedezni az antropogén feltöltések vastagságát vázoló térképen (28. ábra).

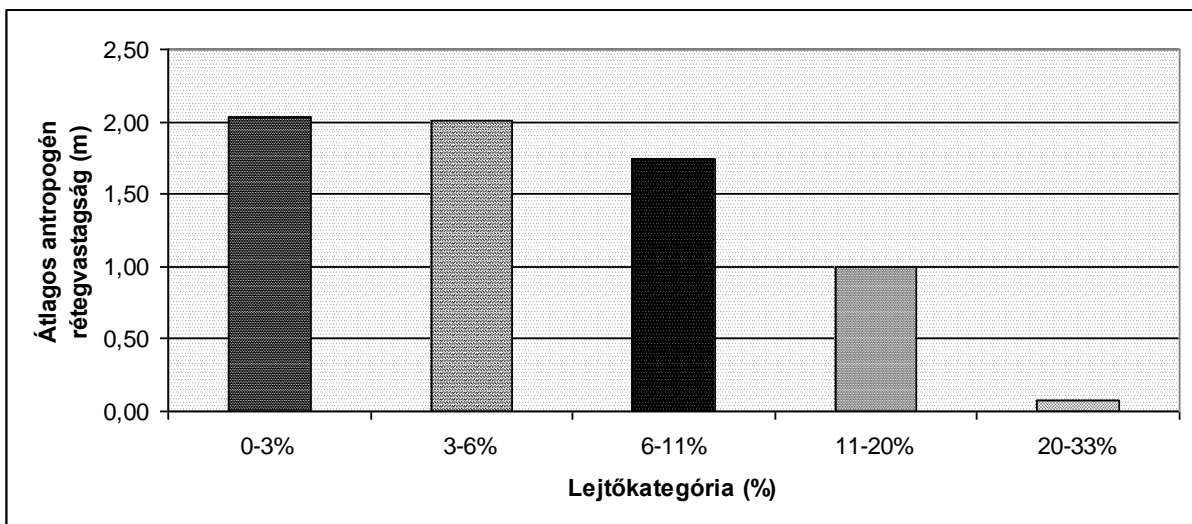
Az ember letelepedésével együtt járó domborzatmódosító hatásokat szokták spontán és tervszerű átalakításokra visszavezetni (ERDŐSI F. 1975 b). A megkülönböztetést a történelmi múlt alapján teszi meg a fent idézett szerző. Álláspontját annyiban módosítanám,

hogy a spontán felszínformálás tevékenységét az anyagnyerési lehetőségekkel kapcsolnám össze, mivel ezekben az estekben nem az ember határozza meg a felszínalakítás helyszínét. A nyersanyag jelenléte a döntő szempont az antropogén beavatkozás megkezdésekor. Úgy vélem, az ezt követő településfejlődési folyamatok már történelmi koroktól függetlenül tudatosan végrehajtott tevékenységhez köthetők. A tervszerűség térbeli kiterjedése és intenzitása fokozódhat az ember technikai potenciáljának növekedésével. A felhalmozott urbanit vastagsága egyenesen arányos az adott település történelmi múltjával (ERDŐSI F. 1975b). A fúrások kiterjesztésével nyert térképem megerősíti Erdősi Ferenc megállapítását, de egyes térszíneken más eredményt mutat, mint az általa készített felmérés. A térinformatikai adatfeldolgozásnak köszönhetően kirajzolódnak a spontán és tervszerű domborzatalakítás körvonalai. Az interpolációval nyert felszín feltárja a történelmi anizotrópiát az urbanit felhalmozódásában. A fúrásadatok kiterjesztésének módját jelentősen befolyásolja, hogy az antropogén anyagok természetes településéről nem beszélhetünk. Következésképpen, amikor az interpoláció parametrizálását végeztem, nehéz volt megadni a „természetes” felhalmozódáson alapuló súlyozást. Azt a feltételezést építettem a modellbe, hogy az ember a nehézségi erővel ellentétes irányban igyekezett volna a felszín átformálására. Ezt a lokális támpontok kiválasztásánál is érvényesítettem, azaz a főtengelyre (ÉD) torzítottam a mintavételi ellipszoidot.

Valószínűsíthetőek a hegyláb felszíni elsődleges anyagnyerési helyek, amelyek a város terjeszkedésével visszatöltődtek, és elvesztették depressziós formájukat. A feltöltések vastagságát és a történelmi múlt párhuzamosságát szintén szemlélteti a krigeléssel generált térkép. A római településmagok környezetében megfigyelhető jelentősebb mesterséges anyagfelhalmozódás, amely már a tudatos felszínalakítás nyomait mutatja. A rómaiak által aktívan használt felszínrészek a legvastagabb urbanit összlet detektálható. Az áthalmozás, feltöltés a belváros egyes területein oly jelentős mind vertikálisan, mind horizontálisan, hogy az eredeti felszínformákat érdemben átalakíthatta, akár már a római időkben (KRAFT J. 2006). A fúrások rétegsorai alapján bátran kijelenthetem, hogy a jelenlegi felszín csak részben korrelál az eredeti domborzattal, és a változások sem egységesíthetők, általánosíthatók. Már többször említettem, hogy az urbanit alatt nem a 2000 évvel ezelőtti felszín rejtőzik, mi több, a mai felszín és a feltöltések vastagsága között nem feltételezhetünk közvetlen kapcsolatot; mivel az emberi tevékenység következtében a domborzati formák fokozatosan megsemmisültek. Eredeti felszínnek feltételezték a korábbi geomorfológiai kutatások (SZILÁRD J.–SCHWEITZER F. 1979) egy a periglaciális felszínformáló folyamatok által feltagolt pleisztocén takarósávot. A humidusabb fázisokba rövid völgyek réselődtek a

felszínbe, és köztes völgyközi gerincekkel szabdalták fel az eredeti sík térszint. Az antropogén tevékenység ezt a tájat rendezte, és egyengette el a viszonylag fiatal formákat. A geomorfológiai térképezés feltételezéseit tükröződni látjuk a krigeléssel nyert felszínben. Több ÉD irányú völgykezdemény utal a hajdani morfológiai helyzetre. A belváros keleti részén a Tettyéhez, míg nyugati szegletében a Krumpli-völgyhöz köthetők ezek a vonalas formák. A völgytalpak közötti hátaikon jelentéktelenebb a felhalmozódott feltöltés.

A planáció tetten érhető, ha a lejtőkategória térképet vetem össze az antropogén anyag vastagságával. A térinformatikai szoftver térbeli kiolvasó modulját futtatva egyértelműen kirajzolódik az egyengetésre utaló szándék (29. ábra). Az adatok alapján feltűnik, hogy az enyhébb lejtésű felszínek alatt vastagabb urbanit jelentkezik, míg a belváros meredek térszínein vékonyabb az emberi tevékenységhez köthető anyagfelhalmozás. A beépítésre kedvező területek (5,5% alatti, első két kategória) közel hasonló mértékű feltöltést mutatnak, amelyek egyben a legjelentősebb mesterséges anyagfelhalmozódások az öt kategóriából. Igazán változatos háttérrel a 11-20 % dőléssel bíró felszín rendelkezik, és ebből a szemszögből vizsgálva a legmeredekebb területekre a legegységesebb feltöltés a jellemző (szórás alapján), tehát a kiegyenlítés nem feltételezhető a felhalmozódás hátterében.



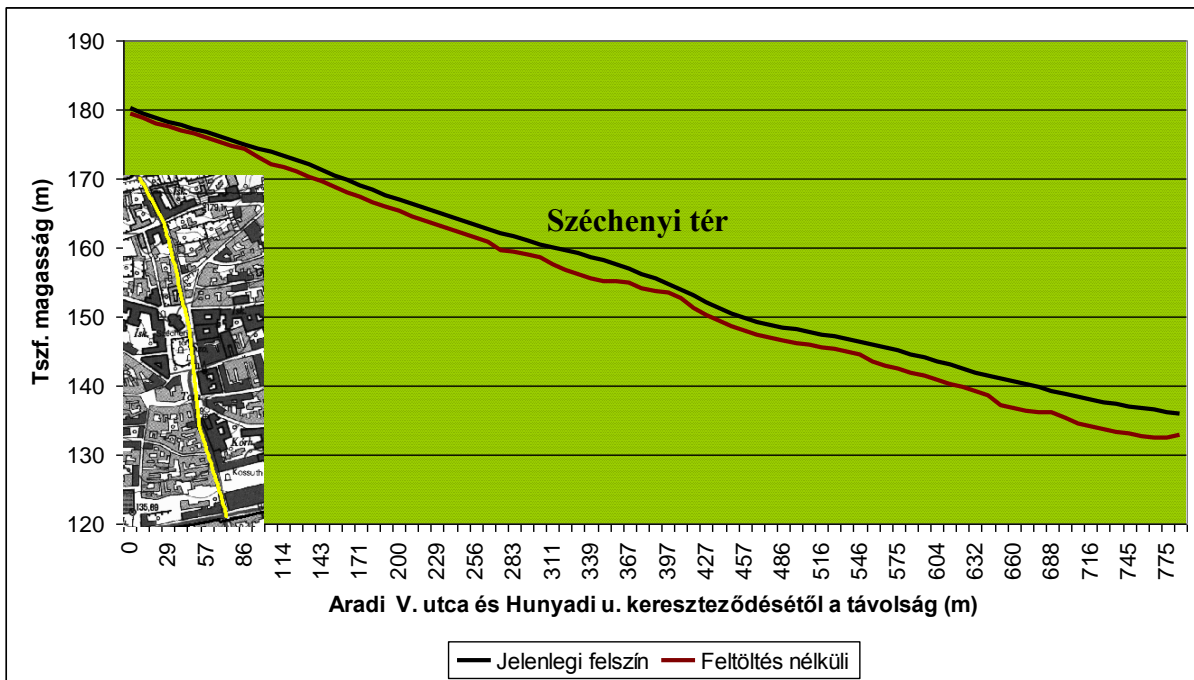
29. ábra: Egyes lejtőkategóriákhoz tartozó antropogén összlet vastagsága (m) (Forrás: saját szerk.)

A lejtőkategória-változást feltérképezhetjük, ha az antropogén feltöltés nélküli felszint kivonjuk a jelenlegi állapotot leíró lejtőkategória térképből. A kapott eredmény azt mutatja, hogy a belváros térszínének feltételezhetően ötven százaléka lankásabb lett a mesterséges anyagfelhalmozásnak köszönhetően, harminckilenc százalékán 1%-os lejtésnél kevesebbel változott a felszín, míg kicsivel több, mint tíz százaléknál ma meredekebb értékkel

találkozunk, mint az érintetlen réteggel képviselt esetében. Nem szabad megfeledkezni, hogy az összehasonlítás alapjául szolgáló feltöltések nélküli felszín nem az eredeti, természetes felszín, csak részben lehet átfedéseket feltételezni közöttük. A kapott mozaikos szerkezet és a vonalas formák a hajdani Tettye-patak területén és a Szent István tér környékén egyértelműen kirajzolódnak, és arra utalhatnak, hogy a felszínt enyhébb lejtés érdekében alakították.

A térinformatikai adatfeldolgozás más módszerekkel is betekintést enged nyerni a belváros mesterséges felszínformálásába. A profilmetszetek felvételével különböző felszíneken és különböző irányokban ugyancsak megrajzolhatóak a feltételezett nivók. A módszer lényege, hogy a szoftver egy adott vonal mentén kiolvassa a különböző raszter-felszínek cellaértékeit, majd ezeket MS Excel szoftverbe exportálva diagramok felhasználásával jeleníthetők meg az értékek.

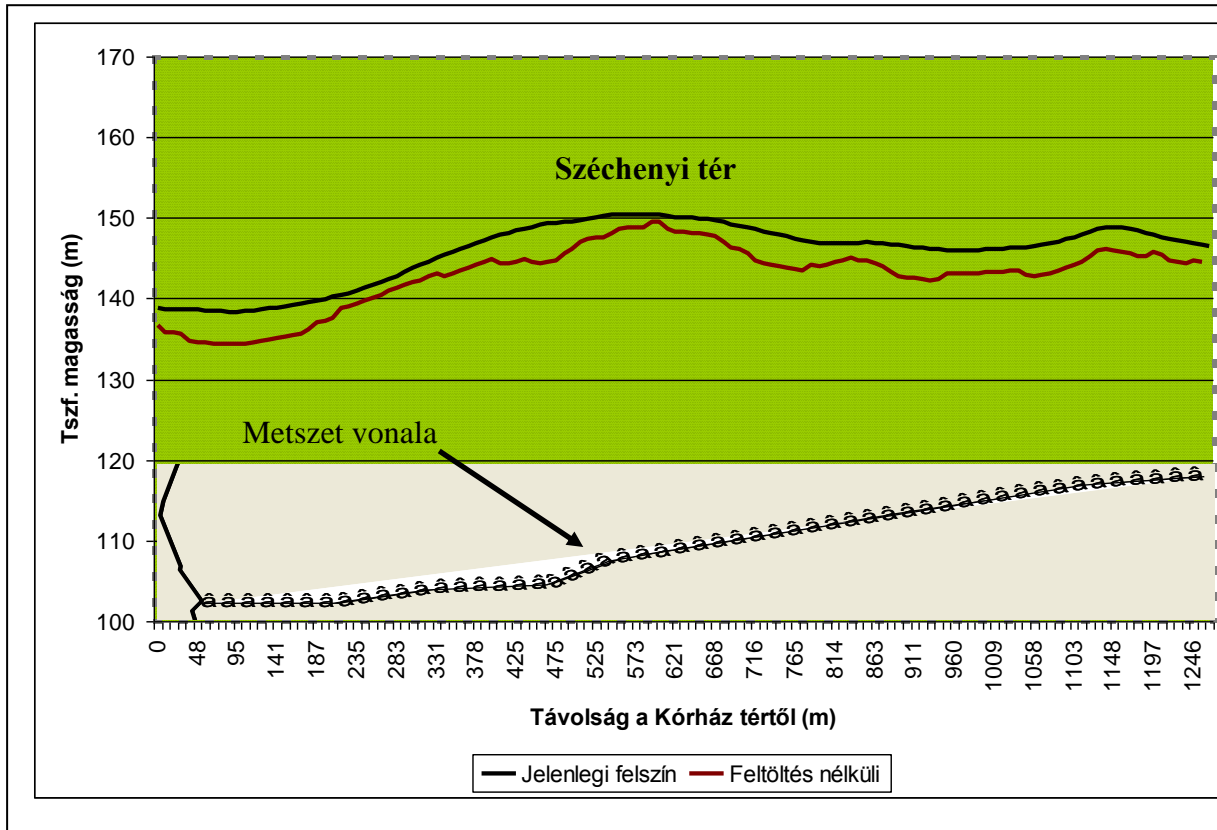
A kapott metszetek egy a mainál egyenetlenebb felszínt mutatnak. ÉD-i irányban kisebb lépcsők rajzolódnak ki, de sok esetben párhuzamosnak tűnik a felszín az antropogén feltöltés nélküli formákkal. A Hunyadi út, Irgalmasok utca mentén húzott metszet a félmedence felé egyre vastagabb feltöltésről árulkodik (30. ábra), lépcsők, orrok mikroformáit feltételezhetnénk a pleisztocén üledékköpenyben.



30. ábra: ÉD irányú profil metszet a Hunyadi út és az Irgalmasok útja mentén (Forrásaját szerk.:)

A belváros fő tengelyét jelentő, a Széchenyi tér déli oldalán keresztülhaladó KNy tájolású metszet a kezdeti feltételezésnek megfelelően tükrözi a lineáris bereselődésekkel felszabdalt felszínt. Alaktanilag a fő jellemzője a völgyközi gerincekkel szabdaltsága, egy markáns

völgyel a Kórház tér irányában (31. ábra). A fúrásadatok egyenkénti elemzése és az interpolált felszínrajz együttesen alátámasztják azt a feltételezést, amelyet már mások is megfogalmaztak a belváros eredeti morfológiai állapotával kapcsolatban. E szerint a Krumplic-völgy források, záporpatakok eróziós tevékenysége nem ért véget a Széchenyi tér fölött, hanem Ny felé folytatódott és a takaróösszletet átvágva a felső-pannon rétegeket is érintette a felszínformálás a Kórház tér irányába (KRAFT J. 2006.). A belváros területén található pleisztocén képződménysorozatok eseményszerű üledékképződésre utalnak, a gravitációs potenciált, a záporpatakok szállítótevékenységét kihasználó durva anyagáttelepülést a klimatikus hatások mellett a belváros feletti sajátos feltorlódási tektonikai zóna jelenléte is befolyásolta. Az egyedi hegyszerszerkezeti karakternek köszönhető, hogy a belváros északi határa egybeesik az említett szerkezeti vonallal (KRAFT J. 2007). Maga a belváros földtanilag és morfológiailag jól elkülönül a tőle északra található hegyoldali lejtőktől, deróziós-eróziós völgyektől. A belváros területén levő negyedidőszaki takarósáv viszonylag gyors változású domborzati formák kialakulásának kedvezett. Mivel az epizodikus felszínformálódás jellemezte a térszint, ezért a pusztító és üledékfelhalmozó folyamatok térben, időben igen változatosan jelentkeztek. A belváros felett fekvő víztartó közettér völgytalpi kinyitódása után sem beszélhetünk sokkal kiegyenlítettebb vízhozamú külső erőkről, de a fiatalabb üledékek kerekítettségi és koptatottsági mutatói (HORVÁTH Z. 2009.) már arra utalnak, hogy állandóbb jellegű eróziós tevékenységek megjelenhettek a felső-pleisztocén végi felszínfejlődés során. A tektonikai okokkal magyarázható a periglaciális lejtőtörmelék gyors elvékonyodása, amelyre eolikus üledékképződés és a nehézségi erő hatása alatt álló lejtőtörmelék agyagos-vályogos takaróréteg települt. A lejtőlöszös üledékköpeny által kiegyenlített felszint könnyebben felszabdalthatták a hegységéből érkező torrens vízfolyások, és gyakorlatilag a ma is tapasztalható lejtőirányú üledékkihordás vált a felszínformálás domináns tényezőjé (KRAFT J. 2006). A stabilitás a növénytakaró megjelenésével alakult ki a hegylábi, hegyoldali területeken, ennek eredménye az az altalaj, amellyel az első letelepülők a belváros területén találkozhattak.



31. ábra: KNy irányú profilmetszet a Széchenyi téren keresztül (Forrás: saját szerk.)

Az adathalmazokból konstruált felszín értelmezését nem lehet egyetlen tényezőre visszavezetni. A rekonstrukció során több kiindulópontot kellett elfogadni, és ezekre alapozva bontakozhat ki az antropogén felszínfejlődésének története. A kortárs szakirodalom előszeretettel használja a 4D-s jelzöt az említett eljárás leírására (IZSÁK–MINDSZENTY 2007), nyilvánvalóan azzal a céllal, hogy ezzel hangsúlyozza az idő dimenziójának központi szerepét. Hipotetikusán ez nem jelent mást, minthogy egyrészt felvázolhatók a vizsgált térszín természetes felszínfejlődésének természetföldrajzi összefüggései. A földtani, vízföldtani, éghajlati, morfológiai és ökológiai viszonyokra alapozva feltárhatók a geofolyamatok által generált természetes változások, és ezekhez a folyamatokhoz kell illeszteni az ember tájtörténeti szerepét. A tájtörténeti szerep a letelepedéssel kezdődik, és ha a populáció létszáma átlép egy koronként változó határt, akkor a szórványos antropogén hatások – tájsebek – egy nagyobb területre kiterjedő regionális változást eredményeznek. Pécs esetében ennek a folyamatnak a történelmi belváros területén kerestem a tereprendezéshez köthető nyomait. Az antropogén beavatkozás feltárásához meg kellett találnom azokat az indokokat, amelyek az ókori Római Birodalom polgárait a Mecsek lábánál való letelepedésre sarkallták. A több szerző tollából megfogalmazódott kedvező fekvés (KISS J. 1894, DERCSÉNYI D. et al 1966) pontos, számszerű értelmezése lényegesen összetettebb feladat volt,

mint azt először gondoltam. Az általam ismert szakirodalom a kedvező fekvés alatt leginkább a déli tájolású lejtőlábi felszín érti, de ez több faktort figyelmen kívül hagy. Ennek köszönhetően fontosnak vélem megfogalmazni a digitális terepmodellből levezethető összefüggéseket, amelyek a városmag lokalizációjában döntő tényezők voltak. Módszertanilag úgy bontottam ki ezt a vizsgálatot, hogy Pécs Belváros nevű városrészét vettem össze a település többi részével. Az alapkoncepció lényege az volt, hogy a legösszefüggőbb történelmi múlttal rendelkező Belvárost a többi városrész környezeti adottságaival mértem össze. A szempontrendszer alapját a klasszikus természetföldrajzi analízis képezte, ebből ragadtam ki a legfontosabb összetevőket és építettem egymásra a sokszor szerteágazó faktorokat, hogy a mesterséges felszínfejlődés fő tényezőit megragadhassam.

Első és talán egyik legfontosabb összetevő a földtani háttér feltárása volt. Erre már nagy vonalakban az előző fejezetekben tettem utalásokat, de számszerűsítésre, a földtörténeti közelmúlt részletesebb leírására ekkor még nem került sor. Nyilván nemcsak azért volt fontos kiemelni a térszín földtanát, mert befolyásolja az épületek alapozását, az elérhető építőanyagokat, a vízföldtani feltételeket és ezáltal a felszínen és felszín alatt elérhető vízkészleteket. A képződmények diverzitása elősegíti a településföldrajzi szempontból kedvező feltételek kialakulását. Ugyanis könnyebb beszerezni a szükséges építőanyagot, a vízzáró- és áteresztő kőzetek a források kialakulását segítik, így megvethetik a permanens lakhatás feltételeinek alapját (KRAFT J. 2007).

A Belváros felett közvetlenül elhelyezkedő Mecsekoldal városrész földtanilag a legösszetettebb városrész Pécsen. 71 földtanilag elkülönülő egység került lehatárolásra a Magyar Állami Földtani Intézet térképén (Chikán Géza által szerkesztett digitális állomány (MÁFI), amely tizenhét különböző képződményből tevődik össze. Fontosnak tartom rámutatni a képződmények pozíciójára, mivel a gravitáció által érintett folyamatoknak az alatta elhelyezkedő Belváros van kitéve. Ezek lehetnek kedvezőtlenek – záporoseményekhez köthető anyagkihordás – de pozitív hatást szintén kifejthetnek – forrásvizek, anyagmozgatás, anyagbeszerzés. Az utóbb említett tényezők sokkal fontosabb szerepet töltenek be Pécs városának alapításában, mint az alkalmi jelleggel adódó eróziós események. A számba vett telepítési tényezőknek köszönhetően alapított római város területhasználata ugyan nem kontinuum a Belvárosi városrész területén, de a tájatalakítás lényeges lépései már Kr.e. III. sz. körül elindultak a Mecsek lábánál. A természetes geofolyamatoknak és az ezeket átformáló antropogén beavatkozásnak köszönhetően csak egy jelentős tereprendezéssel válhatott

lakhatóvá Pécs belvárosa. A modellezés során átlagosan 2,8 méter feltöltést detektáltam a tanulmányozott terepszínen, 0-12,4 méter szélső értékekkel.

Ez az anyagmennyiség a tömörödési tényezőt nem számolva mintegy kétszázharminc ezer fuvart jelentene tíz köbméteres billencsekkel számolva.

V.2.3. A társadalmi beavatkozás következményei a hegylábi térszíneken

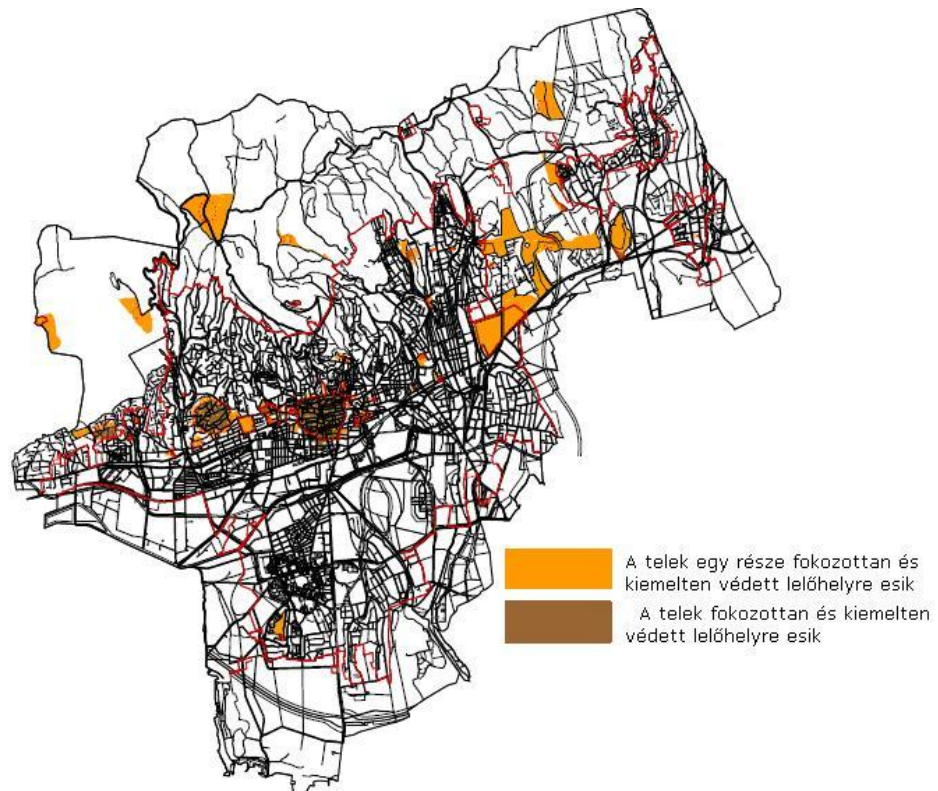
Ebben a fejezetben a hangsúlyt a társadalom közvetett felszínformáló tevékenységére helyezem Pécs központi belterületén. Lényegében arra kívánok rámutatni, hogy az ember letelepülésével, és társadalmi, gazdasági aktivitásával képes megbontani lejtős térszínen a domborzat oly kényes stabilitását. Úgyis fogalmazhatnánk, hogy a geofolyamatok hatásmechanizmusának átalakításával a domborzat formálódása felgyorsulhat. Ennek a processzusnak az egyik legárulkodóbb jele, amikor a felszint alkotó kőzettér kora nem egyezik meg a felszínformák korával. Pécs hegylábi terepfelszínén a hiányzó negyedkori üledékek a helyben képződött törmelékek és a lösz lepusztulására utalnak (MOLDVAY L. 1962, KRAFT J. 2007). Az említett folyamatok több tényezővel hozhatók összefüggésbe. A lejtőn végbemenő anyagáttelepítést irányíthatja a tektonikai változások, klímatis faktorok és a felszínborítás, felszínhasználat módosulása. A felsorolt tényezők mindegyikének közreműködését megfigyelhetjük a negyedidőszak folyamán a vizsgált térszínen. A tektonikai összetevők hatása a hegységszerkezeti folyamatok alakulásához köthető, azaz a felső-pleisztocén során bekövetkezett kiemelkedés döntő szerepet játszott a denudáció aktivizálásában (LOVÁSZ GY. 1977). A relief-energia növekedésével megindult a lejtők intenzív lepusztulása. A nehézségi erő által vezérelt tömegmozgások mind a mai napig tapasztalhatóak, pusztulási-felhalmozódási terepei megegyeznek a több tízezer évvel ezelőttivel. A lejtőtörmelék képződését és áttelepítését jelentősen felgyorsították a periglaciális klímafolyamatok (PÉCSI M. 1997). A fagyváltozékonyság, az időszakos záporpatakok tevékenysége, üledékfelhalmozódása különböző takaróköpenyek képződésében jelentkezett a Mecsek D-i oldalán. A pusztító erők állandó működése mellett további, az éghajlati tényezőkkel összefüggésbe hozható üledékképződési folyamat volt a lösz képződése. A pleisztocén kezdetétől a holocénig terjedő üledékfelhalmozódás egy eszményi üledékgyűjtővel számolva 60 méter vastagságú lösztakaró képződését vehetnénk számításba (MOLDVAY L. 1962). Orográfiai okok miatt a löszképződés az ideális helyzetnél jelentékenyebb szerepet játszott a felszínfejlődésben, és szignifikáns vastagságkülönbségek figyelhetők meg az egységesebb lösztakaró és löszcsonkok között (LOVÁSZ GY. 1977). A

lejtőpusztulás alakulásával párhuzamosan zajló löszképződés az üledékgyűjtő morfológiai bélyegeinek megfelelő lejtőlöszképződést eredményezett. A jelentős alaphegység törmelékeket tartalmazó lejtőlösz egységes takaróösszletet alkotott Pécs hegylábi, hegyoldali térszínein, természetesen a települési viszonyaiknak megfelelően igen változatos vastagsággal (KRAFT J. 2007, MOLDVAY L. 1962). Az egységes lejtőlöszköpeny feldarabolódását a természetes pusztulási folyamat mellett az ember gazdasági aktivitása ugyancsak befolyásolta. A szárazföldi üledékfaciesek alakulásában döntő faktorrá vált az ember. A több évszázados szervezett emberi jelenlét során Pécs lakói a hegyoldal, hegylábi területek természeti erőforrásait aknázták ki a legintenzívebben. Ennek fő következménye, hogy a Mecsek déli lejtői már 1500 évvel ezelőtt, a római Sopianae idejében kultúrtájja váltak, és ha nem is beszélhetünk folyamatos emberi területhasználatról az említett térszíneken, napjainkra minden kétséget kizáróan egy antropogén eredetű tájként kell számításba venni az említett terepfelszínt.

Az antropogén felszínformálás feltárásához a következő hipotézist állítottam fel: a felszínformáló geofolyamatok természetes hatásmechanizmusa azonos morfológiai bélyegek kialakulását eredményezi a tájban. A földtani, természetföldrajzi feltételrendszernek megfelelően fejlődik a domborzat, és ez a domborzatformálódás tetten érhető a negyedkori üledékképződés alakulásában. Ez nem jelent mást, minthogy a digitális domborzatmodell alapján nyert domborzati összetevők és a felszínt takaró földtani képződmények között szignifikáns összefüggés feltételezhető. Másképpen fogalmazva azt preszupponáltam, hogy az élénk tektonikai háttér ellenére léteznek azok a morfológiai ismertetőjegyek, amelyek alapján a negyedkori üledékképződés folyamata rendszerezhető, bizonyos térszínekhez köthető. Ha a domborzati jegyekben nem tükröződik ez a struktúra, akkor a domborzat egyensúlyának megváltozása a társadalom gazdasági tevékenységéhez köthető. Hipotézisem ellenőrzését több lépésre tagolom, először egy tájtörténeti áttekintést tartok szükségesnek elképzelésem kibontásához. Ezt követi a földtani adatok digitális feldolgozása, majd kiértékelése.

Az ember megjelenése előtt a város területét összefüggő őserdő fedte le (HORVÁT A.O. 1959, GÖRCS L. 1939). Az erdő képes volt a külső erők pusztító hatásától megvédeni a felszínt, így a talajképződés az erózió mértékével jelentős területen egyensúlyt tudott tartani. Feltételezhetően ez a tájkép a rómaiak megjelenésig nem változhatott számottevően. A táj átalakításához a Kr. u. I. sz.-ban megjelenő rómaiak fogtak. Egyes szerzők szerint a Tettye pataktól a Makár-hegyig terjedő területet vették fokozatosan birtokba, és szorították vissza az erdőt (GÖRCS L. 1939). Igyekeztem a rómaiak által használt területről átfogó képet kapni a Baranya Megyei Múzeumok Régészeti Osztályának irattárában végzett kutatással. Áttekintve

az utcajegyzéket, azokat a leleteket emeltem ki, amelyek nem véletlenszerű római jelenlétre utalnak (pl. pénzérméket nem vettem figyelembe). Valószínűsíthető, hogy a rómaiak ismerték a város feletti egészen távoli (Deindol) forrásokat, és ezeket a város környékén található uradalmak több esetben befoglalták, és vízvezetékekkel hasznosították hozamukat. Más leletek (kincses láda) arra utalnak, hogy az ókori városlakók „látókörébe” beletartozott a Boszorkány utca környéke. Ha nem is lakták, de gyakrabban megfordulhattak ezen a területen. Nyilván egy külön Phd-értekezés témáját tudná képezni a római leletek pozíciójának térbeli összefüggésének taglalása, amelybe én most nem bocsátkozom, azonban hadd emeljem ki, hogy a régészek előtt is még ismeretlen terep Sopianae belső úthálózatának futása, vagy hogy hol léptek ki az utak a városfalon kívülre. Mielőtt tovább lépnék a rómaiak területhasználatának általános bemutatására, fontosnak tartom kiemelni, hogy Pécs városának szabályozási tervében a régészeti védelmet élvező területek térképe pontosan feltárja azokat a térszíneket, amelyeket őskori, ókori elődeink birtokba vehettek. A belváros területe mellett ezek általában a város környéki, vagy a városon belüli jelentősebb magaslatok (32. ábra).



32. ábra: Régészeti védelem alatt álló területek Pécssett
(Forrás: Pécs egységes településrendezési terve 2006)

A rómaiak tájformálása, már nem hasonlítható a legeltető ókori népek felégetéssel történő erdőpusztításához. Tudatos erdőgazdálkodást folytattak (ZIVUSKA J. 1899), valószínűsíthető, hogy ez Pécs környékén sem volt másként. A szőlőültetvények kialakítása előtt tervszerűen

termelték le az értékes faállományt, de a város körüli erdőket takarmányozási célra fenntarthatták (GÖRCS L. 1939). A magasabb térszínre feltolt erdőhatár alatt kialakult kertkultúra megszüntette a talajtakaró természetes védelmét, és a lejtős térszíneken antropogén hatásra felgyorsultak a gravitációs tömegáthelyeződések. Ennek egyértelmű jelét látják geotechnikai szakemberek, abban a hordalékos összletben, amely a középkort megelőzően keletkezett és a római város területén kívül vastagodik ki (KRAFT J. 2007). Gyakorlatilag azt mondhatjuk, hogy a rómaiak tájhasználatát túllépte a geomorfológiai küszöbértéket, a domborzat kényes egyensúlyának megbontása a felszínfejlődés új szakaszát eredményezte. Ezt bizonyítja, hogy a rómaiak uralmának megszűnésével, már nem volt olyan szervezett közösségi kultúra a jelenlegi Pécs területén, amely képes lett volna a külső erők letaroló tevékenységét kordában tartani, így az ókori Sopianae kultúrája a lejtőről érkező hordalékok, felszíni vízelvezetési problémák áldozatául esett (KRAFT J. 2006). A népvándorlás korszakában nem beszélhetünk jelentős kiterjedésű tudatos környezethasználatról a vizsgált terepfelszíneken, de valamilyen szinten – apró településmagvakban, uradalomszerűen – fennmaradhatott egy bizonyos mértékű kerthasználat. Ezt támasztja alá a salzburgi érsek birtokjogi oklevele, amelyben Pécs városával kapcsolatban szerepel a szőlőművelés. A XIII sz.-ban ismét említésre kerülnek a szőlőbirtokok (VÁRADY F. 1896), és utalásokat találunk arra is, hogy a szénégetés tevékenyen hozzájárult az erdők pusztításához (GÖRCS L. 1939). Más források ugyancsak rámutatnak a szőlőterületek térnyerésére, és kihangsúlyozzák, hogy ezek a folyamatok a város délies lejtőire jellemzők. Oláh Miklós Hungária című művében (1536) említést tesz a Mecsek csúcsát övező hatalmas tölgyekről és borban való bővelkedéséről a városnak. Nyilván a török hódoltság alatt a szőlőművelés visszaszorult és az ültetvények helyét visszafoglalta az erdő. A hajdani szőlőültetvények elvadult tőkéké még a XIX. sz.-ban láthatók voltak az erdővel borított hegyoldalakon (HÖLBLING M. 1846). Azonban nem szabad megfeledkeznünk Evlia Cselebi leírásáról, aki említést tesz Pécs híres szőlőjéről és gyümölcsöseiről, amelyeknek termőterülete nyilvánvalóan a Mecsek déli oldalán lehetett. A Pécs feletti lejtőket gyakran stratégiai okok miatt szintén fátlanították, majd a török kiűzése után ismét a szőlőültetvények nyertek teret. A lakosság faigénye, az állatok legelő szükséglete együttesen járult hozzá a szőlőterületek feletti hegyoldalak erdeinek teljes kiirtásához a XVIII-XIX sz. során. A talajpusztulás jelentős mértéket öltött, kialakultak olyan területek, ahol még a szőlőt sem lehetett elültetni (SZABÓ P. Z. 1930). Ezek a folyamatok már a katonai felmérések térképein jól követhetők. Ekkortájt kezd a szőlőterületek déli határa magasabb térszínre kerülni, mivel északi irányba megindul a beépített területek növekedése. A szőlőbirtokok északi

irányú terjeszkedésének – ez képezte a lakosság jövedelmének jelentős részét – gátat szab az 1879. évi erdőtörvény, amely a mezőgazdasági művelésre nem alkalmas terepfelszíneken véderdő fenntartását írja elő. Az erodálódott déli lejtők alkalmatlanná váltak épület- és bútortfa termelésre. A sziklás kopár területeken sarjerdők és kőrisek, cserjések jelenek meg, majd a századfordulón megindul a feketefenyővel való beültetése. A meszes talaj és a jelentős levélhullás miatt választják ezt a fajt, amely mellett a cser-, molyhos és kocsánytalan tölgyek nyerik vissza élőhelyüket (GÖRCS L. 1939). Megállapítható, hogy a vizsgálat alá vont térszíneken több száz éve változatlanok a területhasználatok határai, csak a „belső” arányok változnak. Viszont ezek számottevően befolyásolhatják a laza lejtőlöszköpeny vastagságát. Koronként változó arányban kerültek beültetésre, beépítésre, vagy maradtak parlagon a Mecsek déli lejtői. Elég, ha csak a mai tendenciákra gondolunk, amikor jól kivehető a szuburbanizáció folyamata a hajdani gyümölcsöskertek helyén, de egyben nyomon követhető a meredekebb, nehezen beépíthető felszínek spontán visszaerdősülése.

Az alapadatbázist korábban leírt földtani dokumentumokból nyertem. Amint említésre került, a fúrásdokumentációk igen nehezen egységesíthetők, és az általam vizsgált összlet nem rendelkezik egyértelmű nevezéktannal sem. Ehhez járul még hozzá, hogy a negyedkori lejtőüledékek mikrorétegtani vizsgálata – még az építésföldtani dokumentációban sem – nem szerepelt a térképezés érdeklődésének a középpontjában. A negyedkori üledékföldtani viszonyok genetikai oldalról nem kerülnek megvilágításra, márpedig az elemzés homlokterében szereplő lejtőlöszök vonatkozásában ez gyakran elkerülhetetlen. A felsorolt tényezők nagyfokú körültekintésre adnak indokot, és az adatbázis alapos szűrésére ösztökéltek. Ennek eredményeképpen mindössze 61 darab fúrásról, feltárásról állapítottam meg, hogy nagy valószínűséggel harántolja a némileg tágabb körét a keresett fációsoknak. Az adatokat tovább szűkítettem azáltal, hogy kivettem a félmedence és a déli városrészek dombvidéki viszonyaira vonatkozó leírásokat, így jutottam el a negyvenhárom fúráshoz, amelynek statisztikai kiértékelését megkezdtem. A fúrásokhoz hozzárendeltem a digitális domborzatmodellből nyert relief, lejtőszög, kitettség, függőleges felszín görbület, vízszintes felszín görbület, lejtőkategória és a Hammond-módszerrel nyert digitális domborzatminősítési adatokat. A kiértékelés során szem előtt tartottam a Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutatóintézetének a lejtőkutatásban elért eredményeit, különös tekintettel azt a megállapítást, hogy a pleisztocén, holocén lejtőfejlődés hézagatlan eseménysorozatát igen nehéz a terepen tetten érni, így a lejtőfejlődés rekonstrukciójának érdekében célszerű minél több tényező táblázatok, diagramok segítségével történő szemléltetése (PÉCSI M. 1991).

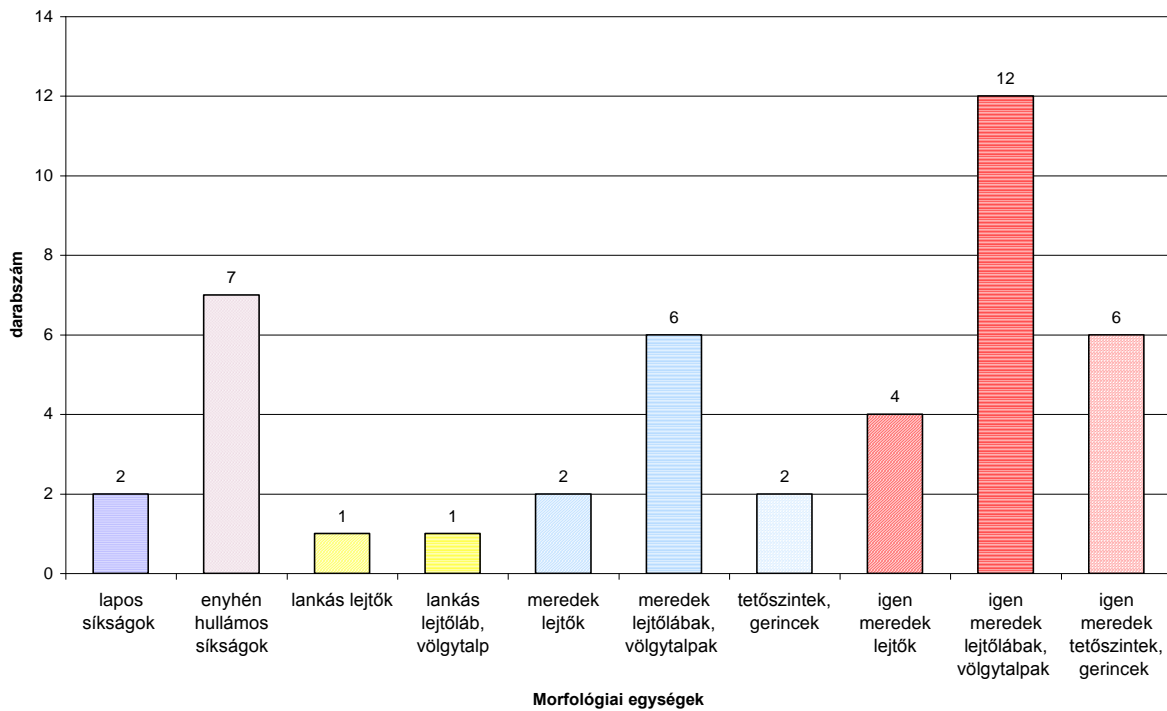
Másik módszeremmel ugyancsak a felsorolt digitális adatokra támaszkodtam, de térbeli adatkiolvasási-technikám poligonok alapján válogatott. A poligonokat a négy darab 1:5000 méretarányú építésföldtani térképek digitalizálásával nyertem. A térképsorozatból a fedett földtani térképet dolgoztam fel. A térkép adatait kronosztatiográfiai szempontból összevont litosztatográfiai kategóriákban tároltam, és egyedül a lejtőlösz képződményét hagytam érintetlenül. Így például „holocén-pleisztocén általános lejtőtörmelék”, vagy „holocén közettörmelék és antropogén összlet” vonatkoznak még a negyedkori üledékekre a „völgytalpakat kitöltő hordalékok” mellett. A fedett földtani kategóriákhoz tartozó domborzati paramétereket a legnagyobb valószínűség (maximum likelihood) klasszifikációs eljárással értékeltem ki. A domborzati formák automatikus digitális feldolgozásánál bevett módszer (VENTURA, S.J.–IRVIN, B.J. 1997) lényege, hogy az irányított képfeldolgozáshoz hasonlóan begyűjti a tanulóterület képpont-értékeinek adatait, amiket valószínűségi eloszlásuk alapján osztályoz.

Kétségtelen, hogy az építésföldtani térképek képződményeinek lehatárolása szubjektív módszerek alapján történt, a térképező földtani szakemberek addigi terepi tapasztalatukat és a fúrások adatait vették számításba a felszíni lehatárolások során. Nyilván nem ez a legegzaktabb módszer a negyedkori képződmények feldolgozásához, de egyben ez az egyedüli adatforrás, amire a kívánt kutatást építhetem. A kapott eredmények ezért egyben a földtani térképezés megbízhatóságára ugyancsak utalhatnak, és csak nagyvonalakban írhatják le egy olyan összetett felszín, mint Pécs hegylábi területeinek poligenetikus domborzatfejlődését.

A fúrásadatokhoz rendelt domborzatminősítési mutatók kigyűjtése két részből állt. Először térbeli-kiolvasó algoritmus felhasználásával kinyertem a fő domborzati paramétereket, majd a Hammond-módszerrel végzet digitális domborzatminősítés szerint besorolt fúrásokra a domborzati és üledékföldtani jellemzők leíró statisztikai adatait elemeztem. Gyakorlatilag egy mátrixot kaptam, amelynek egyedei az egyes domborzati kategóriákba gyűjtött együttes fúrásminták, attribútumai pedig a felszínleíró digitális adatok mellett a negyedkori üledékösszletek paraméterei.

Az eredmények értékelését a digitális domborzatminősítés kategóriái alá sorolt fúrásminták eloszlásának elemzésével kezdem. A legszembetűnőbb adat, hogy egyetlen kivétellel minden morfológiai egység kapott legalább egy fúrásmintát, ami a lejtőlöszre utaló réteget harántolt. Ezt a diverzitást maga a vizsgált képződmény alapvető genetikai jellemzőjének tulajdonítom, de egyben arra ugyancsak utal, hogy hegylábi, hegyoldali területen mélyített fúrások mindegyikében a löszös üledékösszleteknek elvileg utolérhetőnek

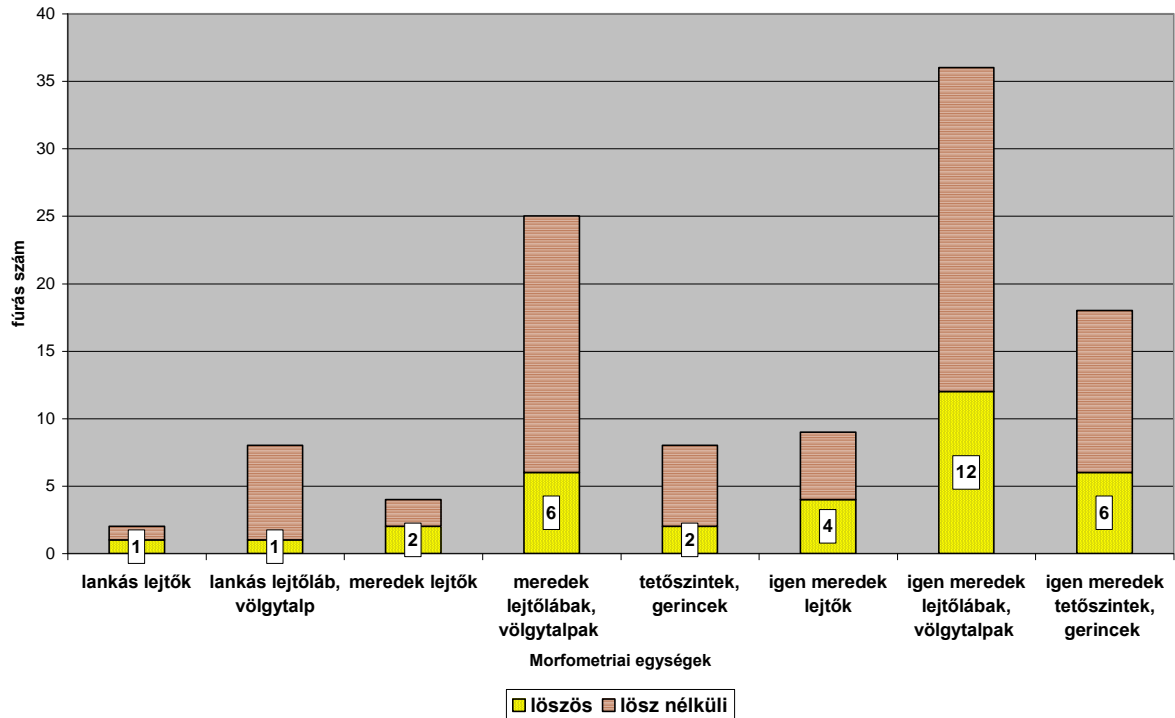
kellene lenni. Ha a lejtőalakzatokat a lejtőszögtől függetlenül vonjuk össze, akkor a kapott három kategória – gerincek, háta/lejtőderék/lejtőláb, völgytalp – közül a lejtőderékek birtokolják a legalacsonyabb elemszámot a fúrásokból löszösszlet tekintetében (7 db), míg a lejtőlábak előfordulásánál van legnagyobb esély a lejtőlöszök megjelenésére (19 db). A Hammond-módszerrel elkülönített fúráseloszlást a 33. ábrán láthatjuk. A morfológiai bélyegek bemutatása azt a célt szolgálja, hogy a lejtőüledékképződés színtereit elkülönítsem.



33. ábra: A lejtőlöszöt tartalmazó fúrásminták eloszlása morfológiai paramétereik alapján (Forrás: saját szerk.)

A völgytalpakban, lejtőlábaknál és a félmedence peremén kapott magas értékek az áthalmazódás folyamatára utalnak. A részletes rétegtani leírással rendelkező építésföldtani fúrások morfometriai egységeit, ha egyenként vettem számba, akkor azt láttam, hogy a meredekebb felszíneken minden harmadik fúrásban érhető tetten csak a löszös összlet forma kategóriától függetlenül, és ez az arány csak romlik, ha a lankásabb térszínek felé közelítünk (34. ábra). A kapott eredmények egyik érdekessége, hogy a lejtőkön viszonylag nagy arányban találunk lösz jellegű üledékeket. Ennek háttérében több dolgot feltételeztem. Az egyik indok lehet a viszonylag alacsony mintaszám, ami óvatosságra int a következtetések levonásánál. De ha a természetes képződési körülmények dinamikája felől közelítünk, akkor azt is gyaníthatjuk, hogy a lejtőn zajló üledék-áthalmazódások gyakoribb és összetettebb faciens-változást eredményezhetnek. Ezért könnyebben fedésbe kerülhet a lösz, mint a

kiemelt tetőszinteken, vagy a folyamatos eróziós tevékenységgel érintett völgytalpakban (állandó vízfolyások).

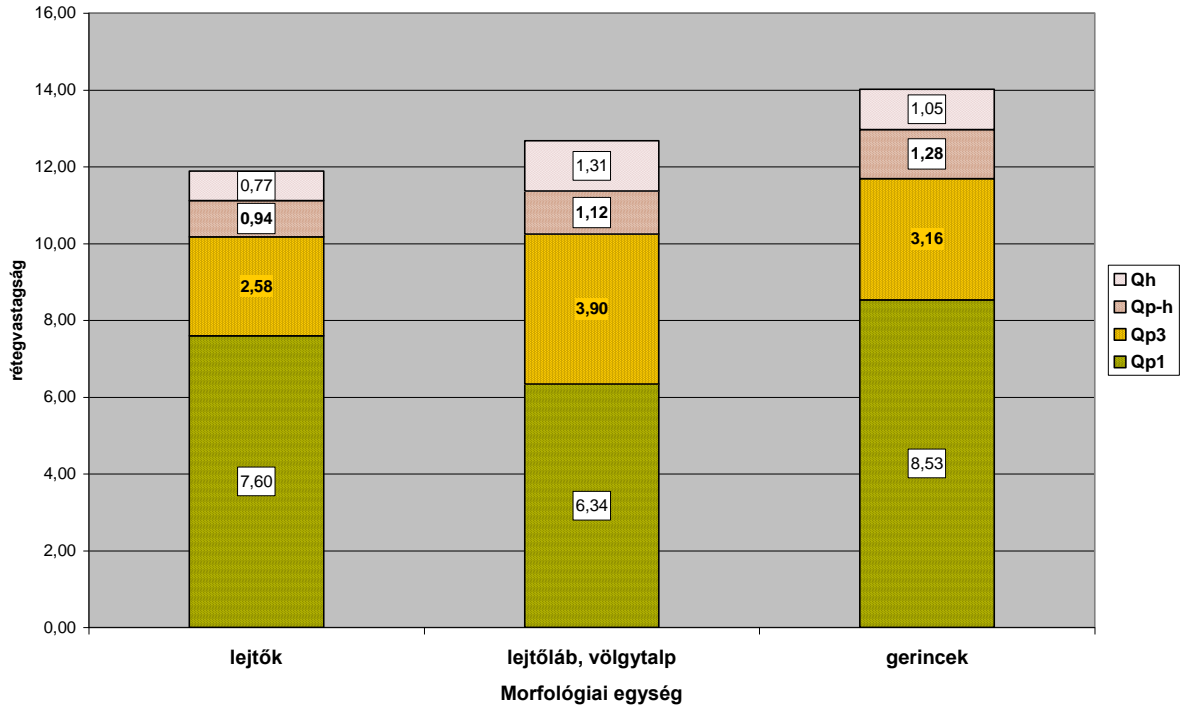


34. ábra: Lössös összetet tartalmazó fúrásminták az egyes morfológiai kategóriákban (Forrás: saját szerk)

További következtetések vonhatók le a morfológiai kategóriákhoz sorolt lössös minták arányának tanulmányozásából. Elfogadva a szakma azon álláspontját, hogy a löss a negyedidőszak során összefüggő üledékköpennyel takarta a tájat, azt várhatnánk, hogy a morfológiai osztályok között lesznek a különbségek és nem az egyes osztályokon belül. Az üledékfáciések alakulásában megfigyelhető differenciákat a lejtőfejlődés területi dinamikájában tapasztalható eltéréseknek tulajdonítom, amiben véleményem szerint nemcsak a tektonikai, kőzetmorfológiai tényezők játszottak döntő szerepet, hanem a térben és időben eltérő intenzitással jelentkező antropogén tényezők is.

Nehéz megmondani, hogy a differenciáltan zajló kéregmozgások és ritmikusan változó klimatikus tényezők összehatása alatt a lejtőüledékek mai településére pontosan milyen természetes feltételek hatottak. Az említetteken kívül maga az üledéktakaró vastagsága, kiterjedése szintén hatással lehetett a felszínfejlődés menetére. A lejtőfejlődés intenzitásának térben és időben igen nagy változatossága a lejtőüledék fáciensekben kell, hogy tetten érhető legyen. Erre alapozva igyekeztem a földtani adatok rétegsoraiból elkülöníteni az egyes

kronológiai egységekhez köthető képződményeket. Alapvetően holocén, pleisztocén-holocén, felső-pleisztocén és alsó-pleisztocén összetetkekre osztottam a fúrásokban sokszor jelkulccsal is definiált rétegeket. Az adatok kiolvasásának alapjai ismét a morfológiai egységek voltak, eszerint az átlagos üledékvastagságot ábrázoltam (35. ábra).



35. ábra: Átlagos lejtőüledék vastagság morfológiai kategóriák szerint a vizsgált fúrásokban (Forrás:saját szerk.)

A fúrások értékelésével nyert szelvények nem az általános morfológiai kategóriák lejtőüledék-képződését tükrözik, hanem csak a löszös üledékeket tartalmazó minták karaktereinek átlagos rétegvastagságát tárják elénk. A meglepően vastag üledéksorok több okra vezethetők vissza. Az élénk negyedkori tektonika mellé hozzá kell fűzni a kőzetmorfológiai háttérrel, mivel a minták döntő többsége az alsó-triász törmelékes összeteteken képződött üledékekből származott. Alacsony számú minták miatt nem vonnék le messzemenő következtetéseket a formacsoportokra vonatkozóan. Talán kellő körültekintéssel annyit érdemes kiemelni, hogy a völgytalpak alsó-pleisztocén összetete a legvékonyabb a többi lejtőszakaszhoz képest, míg a holocén rétegeknél a legvastagabb üledékréteget detektáltam. Ez összekapcsolható a terület hegységszerkezeti mozgásával, a kiemelő kéregmozgások a medence területek felé szállítódik ki a helyben képződött törmelék.

A mintavételi helyek morfológiai adottságainak elemzése két következtetés levonására ad kellő indokot. Az első az eredeti kutatási célnak megfelelően azt támasztja alá, hogy a

tektonikai, domborzati és kőzetmorfológiai adottságoktól függetlenül figyelhetjük meg a löszös üledékösszletek előfordulását. Nem találtam a mintavételi helyek morfológiai összetevőinek azon speciális bélyegét, amellyel interpretálhatók lettek volna a lejtőlösz harántoló fúrások. Ennek hiányából arra a következtetésre jutottam, hogy lejtőfejlődés dinamikáját más nem vizsgált faktorok ugyancsak befolyásolták. A kézenfekvő magyarázat az összefüggések hiányára az antropogén tényező lehet, amely térben és időben igen heterogén módon avatkozott be a domborzatfejlődés természetes folyamatába.

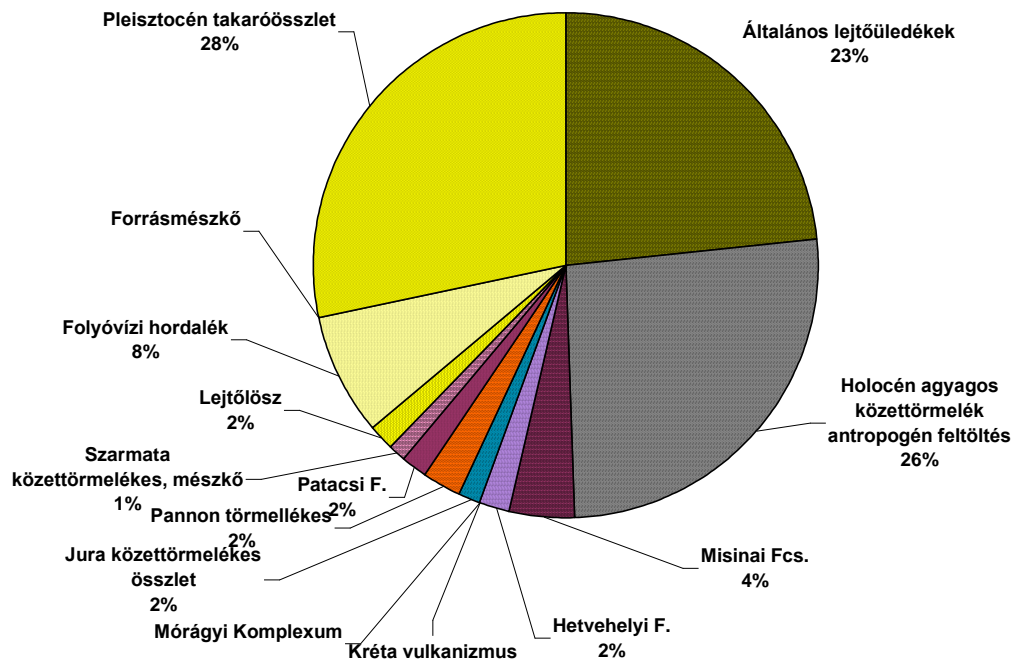
Másik megállapításom az adatfeldolgozás módszerére vonatkozik. Vizsgálatom során bizonyosságot nyert, hogy a térinformatikai adatkiolvasó algoritmusokkal támogatott geomorfológiai analízis értékes új információkat hoz a felszínre. A digitális domborzatmodell segítségével feltárható adatok csak akkor engednek mélyebb bepillantást a lejtőüledékek képződési környezetébe, ha az adatfelvétel során szem előtt tartjuk későbbi vizsgálati módszerünk adatigényét. Amennyiben pontosítani szeretnénk az üledékföldtani vizsgálatokat, akkor az archív fúrások alapos, egyenkénti elemzése után további feltárások vagy fúrások kialakításával lehetne egy mintavételi terv alapján kialakítani egy adatbázist, ami nagyobb valószínűséggel írná le a negyedkori felszínfejlődés mozzanatait. Térinformatikai oldalról a szükséges műveletek már végrehajthatók, másik oldalról a földtani szakembereknek kell kialakítani egy megfelelő adatbázist.

A lejtőlösz és a felszínfejlődés kapcsolatrendszerének feltárásához egy másik utat is választottam. Elképzelésem lényege az volt, hogy a fedett földtani térképek digitalizálásával létrehozom azt az alapállományt, amihez a felszíni földtani képződmények előfordulása szerint tanulóterületeket tudok rendelni. A tanulóterületek fő funkciója, hogy a digitális domborzatmodellből nyert domborzatleíró-paramétereket a választott földtani képződmény kategóriákhoz rendeljék. A tanulóterületek a hozzájuk tartozó relief, felszín görbület, lejtőkategória adatokból építkeztek, és a felsorolt domborzati paraméterek alapján osztályozták az ismeretlen besorolású cellákat. A tanulóterületekkel irányított osztályozás adatait a legnagyobb valószínűség (maximum likelihood – később részletesen bemutatásra kerül a módszer) eljárás módszerével soroltam a kiválasztott kategóriákba. Három kategória szerint alakítottam ki a tanulóterületeket. Az első csoport a lejtőlösszel fedett térszíneket reprezentálta. A második kategória a lejtőtörmelék pusztulása miatt felszínre került kőzetekre utalt, míg végezetül egy általános kategóriát választottam, ami főleg a félmedence területéről és a völgytalpokról gyűjtött információkat a domborzati formák tekintetében.

Az elmondottakból következik, hogy az első lépés a kitűzött célok eléréséhez a fedett földtani térképek digitalizálása. Az alaplapokat az építésföldtani térképezésből vettem. Négy

darab 1:5000 méretarányú térképlapról a Belváros, Tettye, Mecsekalja, Donátus fedett földtani képéhez jutottam. Az ezeket a lapokat övező peremterületeket az 1:20000 méretarányú átszerkesztett lapokról olvastam be. A hegyoldali és hegyláb felszíni vizsgált összletek beleestek a nagyobb felbontású térképezés eredményébe, így az eltérő méretarányból nem fakad adatvesztés. A következő nehézség a képződmények nevezéktanának számomra célszerű kategóriákba való sűrítése, azaz olyan nevezéktan kialakítása, ami magán viseli az adatfeltárás szempontjait. Az építésföldtani térképeken található igen sokszínű rétegtani egységeket tizenöt csoportba vontam össze. Külön választottam a Mórági Komplexum, a Jakabhegyi Homokkő Formáció, a Patacsi Aleurolit Formáció és a Hetvehelyi Dolomit Formáció képződményeit. A Misinai Formáció csoport, a Jura közettörmelékes és a Kréta vulkánizmus már több képződményt egyesít, hasonlóan a Szarmata törmelékes és mészköves üledékekhez, a Pannon közettörmelékes kategóriához. A negyedkori képződményeknek sem kívántam minden tagját kiemelni, ezért némely összletre vonatkozóan átfogó besorolást alkalmaztam. Ezáltal jutottam el a „Pleisztocén takaróösszlet” kategóriához, amellyel alapvetően a félmedence keleti és déli peremterületeit borító törmeléküledékes fedő képződményeit állt szándékomban definiálni. Létrehoztam egy „Általános lejtőüledék” csoportot, ebbe kerültek az agyagos, homokos közettörmelékes pleisztocén-holocén lejtőüledékek. „Hordalék” azonosítóval fogtam össze a negyedidőszaki homokos, kavicsos, agyagos folyóvízhez köthető képződményeket. A forrásmészköveket és a lejtőlöszöket meghagytam külön osztályként. Viszont a holocén agyagos közettörmelékeket és az antropogén felhalmozást egy kategóriának vettem. Látható, hogy a negyedkori lehatárolásban előfordulhatnak átfedések, ebben az esetben területi pozíciójuk alapján választottam el a „Pleisztocén takaróösszletet” a kutatásom középpontjában álló hegyoldali, hegylábi lejtőlöszöktől.

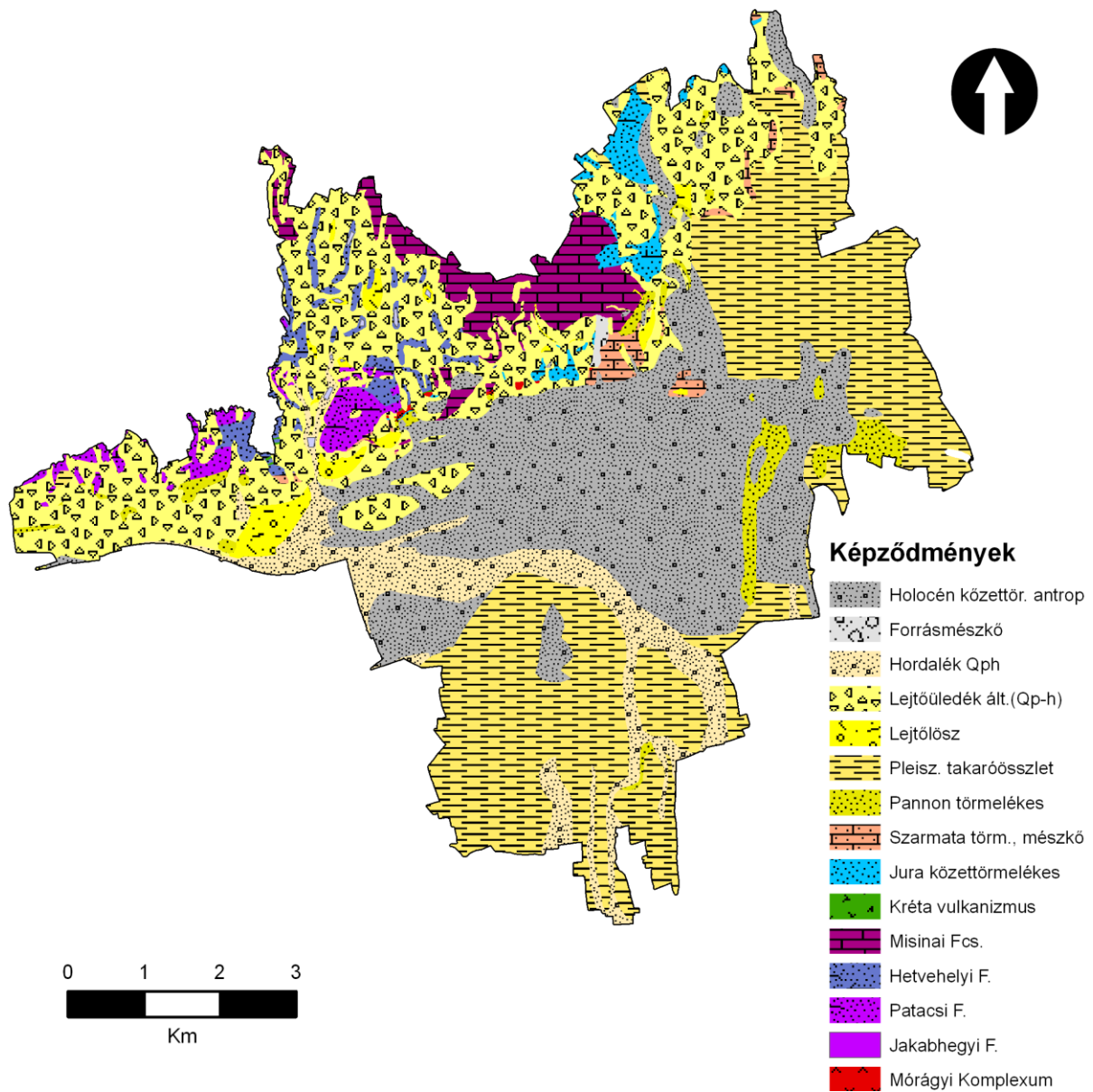
A poligonokba rendezett képződményeket raszteres formátumba alakítottam át, és kiolvastam az egyes földtani összletekhez tartozó képpont számokat. A felszín majdnem 90 %-át negyedkori törmelékes üledékek borítják (87%). A legnagyobb területen (pixel alapon számolva) a déli és keleti városrészekben megfigyelhető agyagos, homokos, löszös törmelékes pleisztocén takaróösszletek (28%) jelentkeznek. Ezt a holocén és antropogén anyagfelhalmozás képződményei követik (26%). Domináns szerepet játszanak még az általános lejtőüledékek (23%) (36. ábra).



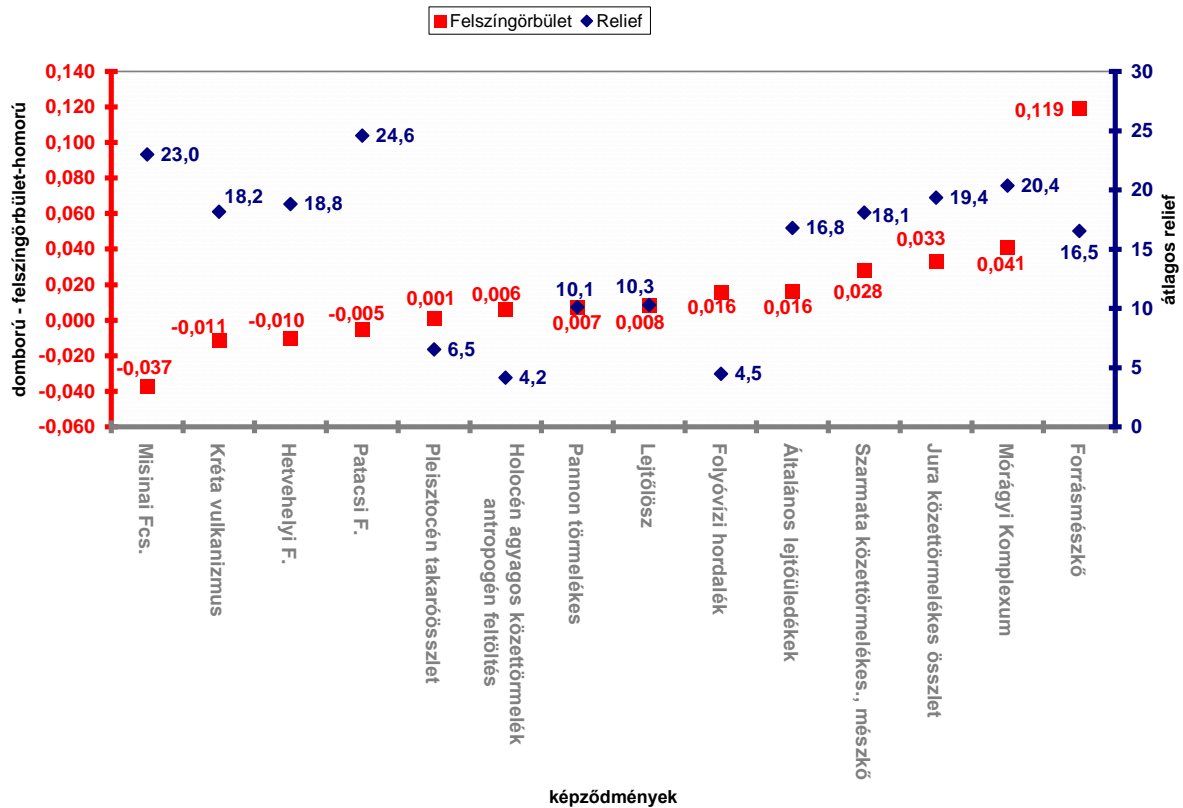
36. ábra: A fedett földtani térképek alapján készített képződmény megoszlás Pécsen (Forrás:saját szerk.)

Triasz képződmények található még viszonylag nagyobb arányban a felszínen (8%), jellemzően a város nyugati területein. Keleten a jura időszaki és szarmata emeleti rétegek bukkannak a felszínre. Elszórtan több városrészben is találkozhatunk Pannon törmelékes összletekkel (37. ábra).

Az egyes képződmények sajátos karaktereket mutatnak a morfológiai szempontok szerint. Jól elkülönülnek egymástól a lejtőkategória vagy a felszín görbülete alapján és megerősítik a poligenetikus domborzatfejlődésről eddig megfogalmazottakat. Térbeli kiolvasó algoritmus futtatásával számszerűsíthetjük ezeket, így előkészíthetjük a tanulmányterület kijelölését (38. ábra). Ha az egyes képződmény-csoportokhoz tartozó átlagos relief és lejtőirányú felszín görbületi értékeket vesszük szemügyre, akkor kiderül, hogy a domború (negatív értéket mutató) formákhoz magas relief-index tartozik. A nullához közelítő felszín görbületnél a relief értékek a legalacsonyabbak, majd a homorú formák felé újból emelkedik a relief-mutató. Nyilván az adatok további elemzése geomorfológiai következtetések széles körének lenne kiváló táptalaja, de dolgozatomban szempontjából nem ezt az irányt jelöltem ki, hanem az irányított domborzatminősítési osztályozást a legnagyobb valószínűség klasszifikációs eljárás felhasználásával.

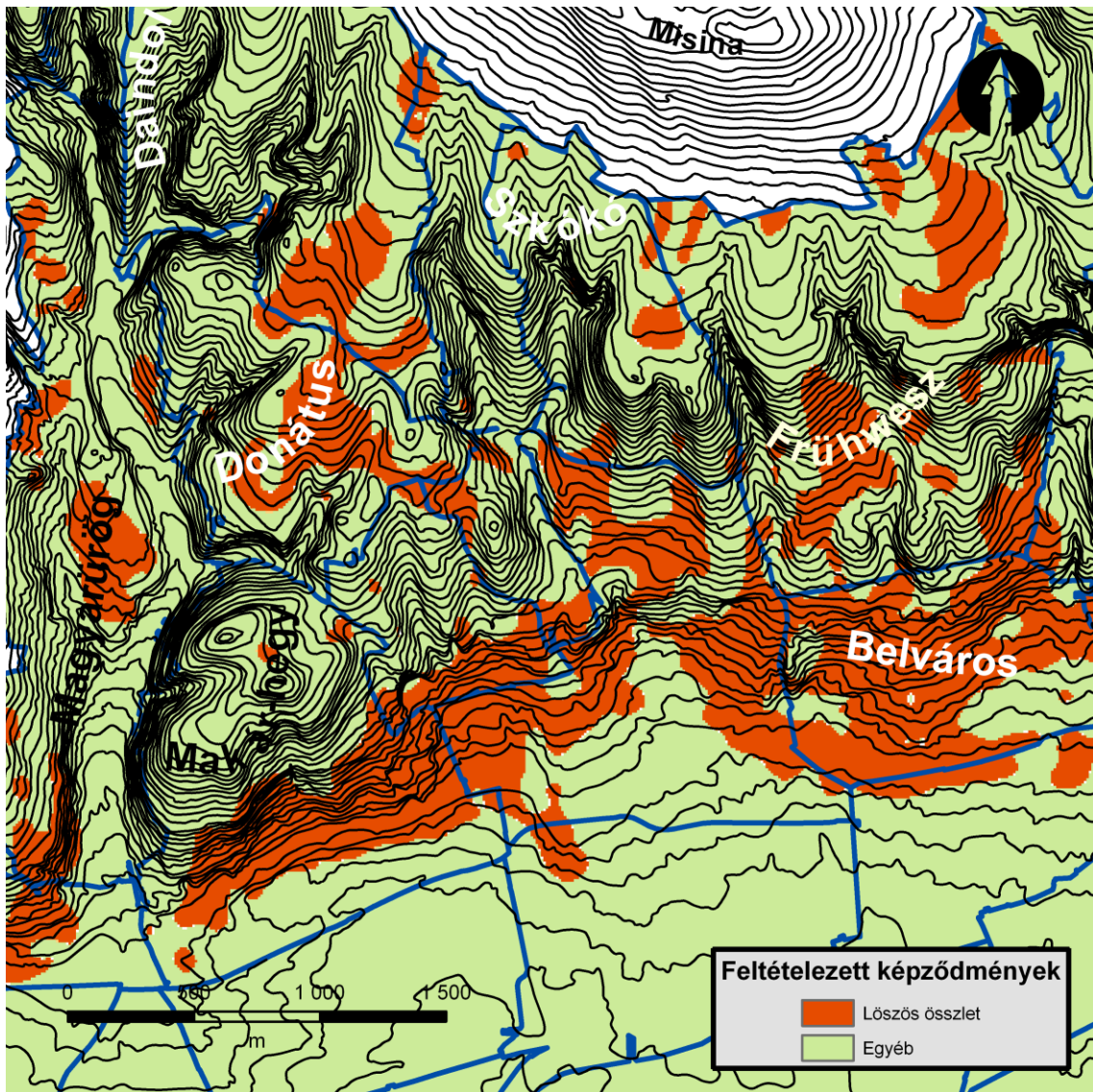


37. ábra: Pécs fedett földtani térképe (építésföldtani térképezés alapján szerkesztette a szerző)



38. ábra: Az átlagos felszín görbületi és relief értékek kapcsolata a vizsgálat céljainak megfelelően kategorizált képződmény csoportokban (Forrás:saját szerk.)

Eltérő domborzati körülmények között találhatunk löszös összleteket Pécs tanulmányozott terepfelületén. A fedett földtani térképekből kiindulva a gerincek, háta tartoznak az egyik csoportba, míg a lejtőlábaknál különíthetünk el egy másik képződménytípust. A divergencia háttérben nyilvánvalóan genetikai okok állnak, hiszen felhalmozódásukban más erők játszottak döntő szerepet. Az említett problémáknak az a legfőbb következménye, hogy nem lehet célravezetőbb két külön tanulmányterülettel jellemezni a térképezett üledéket. Feltételezésem alapján a hátaokról, gerincekről, lejtőlábokról begyűjtött domborzati paraméterek leírják azokat a felületeket, amelyek lösszel borítottak lehettek, mivel ilyen csekély földrajzi távolságon belül nem valószínű, hogy más képződési körülmények lettek volna dominánsak, például a Donátusban vagy a Makár-hegyen. A regionális eltérés helyett tehát a helyi települési feltételek jöhetnek számításba, ezeket pedig a felsorolt morfológiai paraméterekkel detektálhatjuk. Hipotézisem tehát arra épít, hogy a domborzati mutatókat követő osztályozási rendszer, az előzetesen betáplált domborzati paramétereket követve feltárja azokat a felületeket, ahol a domborzat alapján hasonló képződési körülmények lehettek (39. ábra). A kapott eredményt egy tíz képpontos többségi szűrővel homogénebbé tettem.



39. ábra: A jelenlegi löszel fedett térszínek alapján kalkulált potenciális löszelőfordulások Pécs ÉNy-i térszínein (Forrás: saját szerk.)

A fenti térképen követhető, hogy a jelenlegi löszelőfordulások morfológiai pozíciójához hasonló térszínek egyrészt a lejtőlábi területeken található, másrészt a háta, gerincek tetőrégiójának közvetlen környezetében. A csúcsokat nem emelte be a potenciális előfordulások közé az osztályozás. Egyértelműen a medence peremi és hegylábi területnél elterülő felszínek dominálnak. Nem véletlen, hogy hajdanán ebben a sávban működtek a tégláégetők.

Az osztályozás ellenőrzésére az a módszer mutatkozik, hogy az irányított osztályozással nyert eredményemet összevettem a fedett földtani térkép lejtőlössz felszíneivel. Egy szimpla raszter-újraosztályozással és Boolean-algebra műveletével elő tudom állítani azt a felszínt, amely azokat a pixeleket tartalmazza, amelyek mindkét eredeti

raszterben előfordultak. Az ezzel a módszerrel nyert pixelszámot össze tudom vetni a fedett földtani térképről eredő értékekkel, így számszerűsíthetem a klasszifikációs eljárásom pontosságát. A jelenlegi löszös felszínneknek majdnem 60%-át (58,8%) leválogatta az alkalmazott eljárás. Az eredményt ismét több szempontból kell figyelembe venni, ez alatt azt értem, hogy interpretálhatjuk úgy is, mint egy viszonylag megbízható eljárás. Ennek alátámasztására hadd térjek vissza a földtani képződmények domborzati indexeiről mondottakra. Ekkor azt látjuk, hogy széles tartományokban mozoghatnak az egyes morfológiai paraméterek. A lösz esetében ennek hátterében – mint már említettem - állhat az antropogén beavatkozás, így nehéz a száz százalékos biztonságú osztályozás közelébe kerülni.

Áttekintve a domborzati mutatók által irányított klasszifikációs eljárást, megállapíthatom, hogy a jelenleg löszös képződményekkel fedett terepfelszínhez hasonló térszíneket detektálhatunk a város más területein. Ezen felszínnek egy jelentős része – lejtőláb – az antropogén felszínformálás szemszögéből a város legaktívabb területei. A külső erők hatására érzékenyen reagáló lejtőköpeny már az ember érkezése előtt áttelepülhetett a lejtők alacsonyabb, lankásabb és homorúbb részeire, de a mozaikos szerkezetben fennmaradt löszös csonkok az ember beavatkozására – erdőirtás, szőlő-, kertkultúra, bányászat – jelentéktelen méretűvé zsugorodtak. A földtani fúrások és térképezés adataira támaszkodó térinformatikai eljárással nagy vonalakban kimutathatóvá váltak azok a jegyek, amelyek a társadalom közvetett felszínalakító tevékenységére utalnak. Az elért eredmények magyarázatául szolgálhatnak egy nagyobb terület domborzatfejlődésének mesterséges elemeire, akkor is ha ezeknek pontos térbeli és időbeli nyomon követése nagy kívánni valót maga után. Ezzel leginkább arra célok, hogy az alkalmazott módszer hatékonyságát jelentősen növelné egy nagyobb biztonsággal értelmezhető földtani adatbázis. Itt nemcsak arra gondolok, hogy szakmai fejlődésem egyik főirányvonala lehet a lejtőüledékekkel kapcsolatos kutatásokban való jártasság erősítése, hanem, hogy a földtani szakemberek segítségével az archív anyagok olyan adatbázisba rendeződjenek, amelynek használata, leírása nem szubjektív tényezőktől terhelt. Geotechnikai szakemberek, földtannal foglalkozó kutatók és tájtörténeti, térinformatikai feltárást folytató geográfusok együttműködésében valósulhatna meg a dolgozatban felvetett probléma mélyebb értelmezése. Végezetül szeretném kihangsúlyozni, hogy a bemutatásra került módszerekkel feltárható információk nem mindenre kiterjedően kerültek interpretálásra, az eredmények szélesítésének terjedelmi akadályai is voltak. A különböző adatbázisok térbeli műveletekkel való feldolgozása, összekapcsolása egy külön disszertáció témáját képezhetné, ami jelen esetben nem szerepel törekvéseim között.

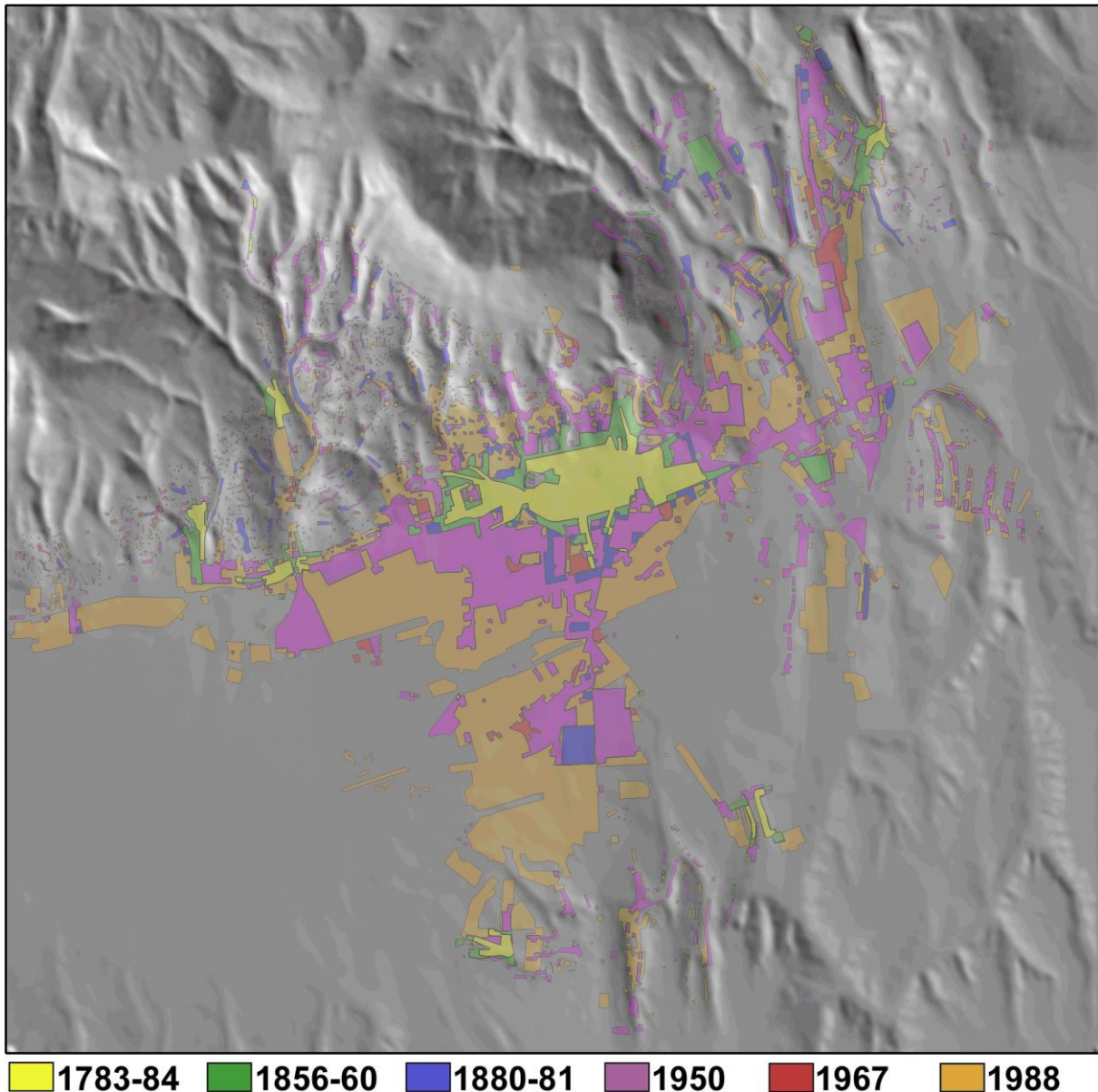
V.3. Archív térképek interpretálása

Az előző fejezett zárógondolatai között szerepelt, hogy a tájtörténeti múlt ismerete domináns összetevőjévé vált a recens domborzatfejlődés értelmezésének. A felszínborítás a domborzati formák alakulásának egyik meghatározó tényezője. Az elmúlt évszázadok folyamán az ember vált a felszín takaró képződmények fő szabályozójává. A felszínformákat mindaddig üledékföldtani komponensek nyomon követésével igyekeztem tanulmányozni dolgozatomban. A lejtőformálódás geológiai alapokra épített értelmezési kerete mellett léteznek más módszerek a geomorfológiai fejlődés értelmezésére. A történelmi térképek térinformatikai interpretációja hozzájárul a felszínfejlődési folyamatok numerikus kiértékeléséhez. A módszerek megvannak a maga előnyei és hátrányai. A földtani alapú értékeléssel összevetve történetileg nem tudunk olyan messzire visszanyúlni a természet és társadalom kapcsolatrendszerének elemzésében, de térben és időben pontosabban lehatárolható adatokat nyerhetünk az antropogén tevékenység geofolyamatokra gyakorolt hatásáról. Közép-európai nézőpontból ez azt jelenti, hogy körülbelül két évszázaddal ezelőtt érték el a földmérési technikák azt a biztonságot, amivel a mai vonatkoztatási rendszerekbe tudjuk illeszteni a történelmi forrásokat (HAASE B., et al 2007). A XVIII. századnál korábbi kartográfiai tevékenységek pontossága igen kétséges. Esetleg kiegészítő információkat tudunk róluk begyűjteni a tájhasználatához köthetően, de koordinátarendszerekhez nem rendelhetők, mérésekre, számításokra, statisztikai feldolgozásra csak nagyfokú körültekintéssel alkalmazhatók. Magyarországot ábrázoló nagy felbontású topográfiai térkép először az 1763 és 1785 között zajlott Első Katonai Felmérés térképlapjai között találunk, georeferált változatával viszonylag pontos képet kaphatunk a XVIII. század tájhasználatáról (ARCANUM 2004). Dolgozatom elkövetkező fejezetében a történelmi térképek digitalizálásából származó adatok kiértékelésével foglalkozom. Fő célkitűzésem, hogy a felszínborítás változásának térszerkezeti vonatkozásait feltérképezem, statisztikailag értékeljem.

A történelmi térképek információinak geodatbázisba való rendezéséhez egy többlépcsős összetett folyamatot kell megoldani. Maga a módszer első hallásra viszonylag egyszerűnek tűnik, de ha a kutató megkezdte az érdemi munkát, több buktatóval találja szembe magát. Számos, a témával kapcsolatos publikáció áttekintése után sem találtam egységes, kiforrott módszertani leírást a történelmi térképek feldolgozásának technikájához. Ezt a hiányosságot szeretném első lépésként pótolni azzal, hogy összefoglalom a térinformatikai feldolgozás főbb szakaszait.

Két fontos lépés van, mielőtt kutatási koncepciónk megfogalmazásába, a térképek digitális feltárásába fogunk. A források adattartalmának vizsgálata, és térbeli összevethetőségük ellenőrzése. Az előbbi eljárás alatt azt értem, hogy alaposan szemügyre kell vennünk, hogy melyek azok az adatok, amelyek a feldolgozni kívánt térképek mindegyikéről biztonságosan begyűjthetők, digitalizálhatók. Úgyis fogalmazhatnánk, hogy tartalmilag közös nevezőre kell hozni a térképeket. Ennek legfőbb oka, hogy a korabeli térképeken még nem alkalmaztak jelmagyarázatot, ennek következtében pontról-pontra kell áttekinteni az eredeti felszínrajzokat. A tematizálhatóság önmagában még nem elég a munkánk megkezdéséhez. Nélkülözhetetlen fázis a georeferálás. Lényegében ekkor alakítjuk ki a térbeli megfeleltethetőséget az eltérő korú térképlapok között, és egyben biztosítjuk, hogy egy térbeli adatbázisba rendezhető legyen a térképek tartalma. Ha túljutottunk az említett pontokon, akkor megfogalmazhatjuk a forrásokból kinyerhető információk körét, amelyhez illeszthetjük kutatási elképzeléseinket, újra gondolhatjuk a feldolgozásra kerülő térképek listáját. A koncepció kialakítását követi a térinformatikai rendszerterv elkészítése, maga a földrajzi információs rendszerbe (FIR/GIS) való integrálás. A térinformatikai rendszer egységes adatstruktúrába szervezi a történelmi vonatkozásokat, és ezzel párhuzamosan egységes térbeli keretbe fogja az információkat. A felsorolt lépések megtétele után megkezdődhet az adatok statisztikai kiértékelése. A statisztikai elemzés vonatkozhat a tájhasználatra, területi és vonalas elemek időbeli vetületére (HAASE B., et al 2007). Számszerűsíthetjük a térszerkezeti változásokat, de alkalmazhatunk tájmetriai mutatókat az adatfeltárás során. A számba vett módszerek segítenek felderíteni a történelmi tájhasználat fő összetevőit. Következésképpen térbelileg pontos információhoz jutunk az antropogén beavatkozások tekintetében.

A felvázolt módszert alkalmazva nem kívánom, és nem is tudom az egész város területén végbement területhasználati változásokat nyomon követni. Egy mintaterületre fogok fókuszálni – Makár-hegy –, és erről a térszínről gyűjtöttem be minél több, és részletesebb információt. Választásomat számos tényező indokolja. Az egyik döntő összetevő volt, hogy egy kitűnő doktori disszertáció keretében már összefoglalták Pécs alaprajz-változásait, nemcsak a katonai felmérésekre vonatkozóan, hanem történelmileg szélesebb intervallumban és kisebb lépésközökkel (GYENIZSE P. 2003). Az említett munka kellő körültekintéssel digitalizálja a régi térképekből kiolvasható információt, és csak a beépített területeket értékeli térinformatikai műveletekkel (40. ábra), mivel ez az egyetlen felszínborítás, ami viszonylag biztonságosan kiolvasható a katonai felmérések térképeiből.



40. ábra: Pécs alaprajzának változása 1783 és 1988 között (Szerk. Gyenizse P. 2003.)

Egy szűkebb mintaterület kiválasztásának másik indoka az volt, hogy a várost ábrázoló történelmi térképek által lefedett terület nem terjed ki a kutatás szempontjából releváns felszínre. A történelmi dokumentumok többsége csak a belvárost és annak közvetlen környezetét mutatja, a hegyláb felszint feltáró képek általában elnagyoltak, vázlatos jellegűek. Nyilvánvalóan az említett kartográfiai gyakorlat háttérében az az ok húzódik meg, hogy a Péccsel kapcsolatos első részletesebb térképek adóztatási céllal születtek (FETTER A. 1975). Pécs-et ábrázoló első térkép – Josef Hauy francia mérnök, 1687 – már támpontokat ad az utcahálózat és a belváros beépítettségének vonatkozásában (DERCSÉNYI D. et al 1966). Ugyancsak a belvárosra vonatkozik az 1695-ös telekösszeírás, majd az ezt követő 1722-es számbavétel során készült térkép, amely az első pontos méretarányal rendelkező kartográfiai

termék a városról (FETTER A. 1975). Ezt a térképet többen feldolgozták (BABICS A. 1960, FETTER A. 1975), és kataszteri adatait XX. századi térképekhez illesztették. 1722-es térképnél megint csak ugyanabba a problémába ütközünk, mint a Hauy-féle térkép, vagy az ezt követő feldolgozások esetében; csak a belvárosra és szűkebb környezetére vonatkoznak a rajzok. Sajnos ez a tendencia folytatódik (1754 Hermang-féle térkép, 1777 Duplarte-féle térkép). Tágabb képet az Első Katonai Felmérés térképlapjaival kapunk, majd egy 1801-ben készült német nyelvű mű ábrázolja részletesen a város környezetét (Hadtörténeti Múzeum Térképtára). A felsorolt források alapján megállapítható, hogy 200 évnél régebről nem rendelkezünk elsődleges forrással Pécs térszerkezetére vonatkozóan és így csak a régészeti, felszínfejlődési adatokból, folyamatokból következtethetünk a város területhasználatára. Az elmondottak alapján arra szintén fény derült, hogy a heglábfelszíni területeket csak érintőlegesen és nagyvonalakban ábrázolja a legtöbb térkép. Az említettekből levonva a kellő következtetéseket, arra a felismerésre jutottam, hogy szakmailag megalapozottabb, ha rövidebb időintervallumot nagyobb térbeli felbontásban elemzek. A legpontosabb információkat a kataszteri ábrázolásokból tudtam nyerni. Hátrányuk, hogy a vizsgáltba vont területekre vonatkozó legkorábbi felmérés csak egy évszázaddal ezelőtt készült (1916). Ezzel szemben számtalan előnyt fogalmazhatunk meg a forrásokkal kapcsolatban, ami alátámasztja egy szűkebb mintaterület értékelésének szakmai fontosságát. Ilyen például, hogy a múlt század közepén indulnak meg azok a folyamatok, amelyek átformálják Pécs térszerkezetét és ez az időszak a térképekről maradéktalanul nyomon követhető. Megfelelő felbontással rendelkeznek, így a nagy méretarányuk köszönhetően hibahatáron belül megoldható georeferálásuk. Kartográfiai minőségük miatt az információk egyértelműen kinyerhetők, azonosíthatók. A kiértékelést megalapozó rövid összegzés után részletesen kívánom feltárni a Makár-hegy térképi információk alapján nyerhető tájtörténeti fejlődését.

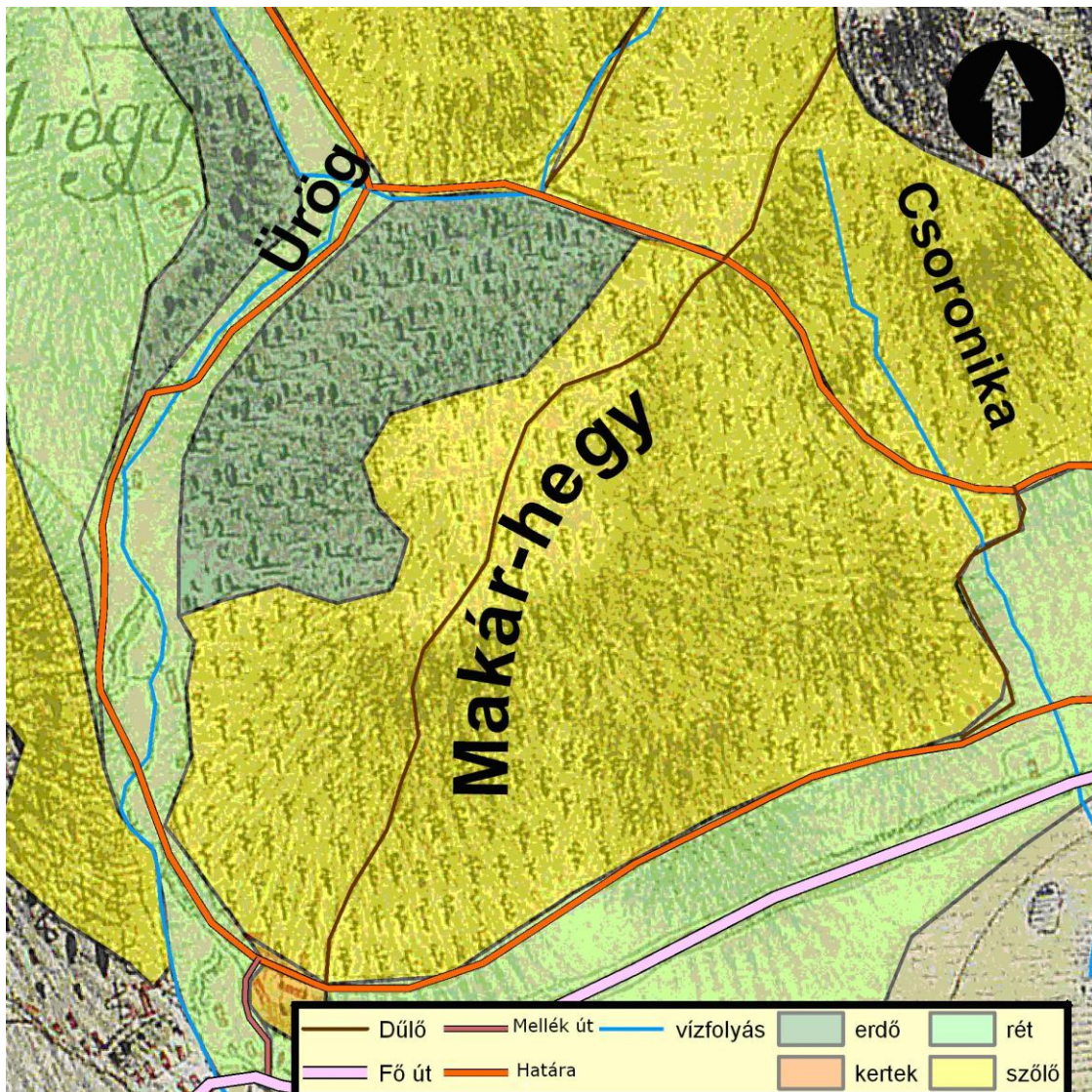
V.3.1. A Makár-hegy tájtörténeti fejlődésének nyomon követése térképi adatbázisok alapján

A Makár-hegy mint mintaterület kiválasztását számos tényezővel magyarázhatom. Természeti és társadalmi szemszögből ugyancsak hordozza Pécs történelmi és domborzatfejlődési vonatkozásait. Térben jól elkülöníthető egységet képez, ugyanakkor történelmileg folyamatosan kötődött Pécs központi területeinek fejlődéséhez. Ezt a kapcsolatot már az 1722 térképen felfedezhetjük a belvárosból ÉNy-i irányba tartó St-Rochi-Gasse-én keresztül (FETTER A. 1975). Maga a hegy neve szintén fontos utalás a mintaterület történelmi múltjára,

mivel Makár Jánosról, a Pécsét 1686-ban felszabadító huszárcapitányról nevezték el, akinek birtokába került a hegy területe (PESTI J. 1982).

A 140 és 270 tszf-i magasságban fekvő hegy földtani felépítését vizsgálva megállapítható, hogy Alsó-Triasz törmelékes összletek uralkodnak a felszínen. A pleisztocén során kiemelkedett hegy antiklinális szerkezetet nyert, és kimagasodott a környező hegylábi térsíkból (220 méter magas az a hágó, ami a Csoronika-völgyéből a Magyarürögi patakhoz vezet). 270 méter körüli csúcsai jellegzetes nyeregformát öltöttek a negyedkori lepusztulási folyamatok hatására. A külső erők munkája jelentős lejtőtörmelék-köpenyt halmozott fel a hegy lábainál. A felszín fiatal korát mutatják a csúcsrégiókban megfigyelhető domború formák és a lejtőlábaknál lerakodott déli irányba a medence területek fele hosszan elterülő homorú lejtőformák. A hegy lejtőinek egyenletes palástját csak néhol darabolják fel (Völgyi dűlő, Közép Makár dűlő) a szerkezeti vonalak mentén bemélyülő völgykezdemények. A lankásabb terepfelszíneken foltokban lejtőlősz csonkokkal találkozhatunk, amelyekbe itt-ott dűlőutak mélyültek. Az alaphegységi törmelékek és az agyagos-vályogos löszös üledék áttelepítése jelentős mennyiségű anyagot mozgatott meg a denudációs folyamatokon keresztül. Az ÉNy-i oldalon az eróziós folyamatok megbontották a nehézségi erő által felhalmozott törmelékeket, így itt találhatjuk a legmeredekebb lejtőket és egyben Pécs egyik leginkább csuszamlás-veszélyes területét.

A szigethegység jelleg kiemelkedő szerepet játszott az őskori kultúrák megtelepedésében. Már a korai neolit idejétől számítva folyamatosan lakott lehetett a terület. Igaz forrással nem rendelkezik, ezért inkább a réz- és bronzkori kultúrák magaslati telepei alakultak ki a hegytetőn (BMMI 2004). Erődített telepükkel már megbonthatták a lejtős felszínek érzékeny egyensúlyi állapotát. Nyilván a védelmi funkciók tereprendezéssel, erdőirtással járhattak. A hegy térszíneinek jelentős részén kerültek elő különböző típusú római leletek; legjellemzőbbek a sírok, de vízvezetéket és épület romokat ugyancsak találtak az ásatások során. A római leletek inkább a hegylábánál kerültek elő a környező források (Flórián kút, Csoronika), ezeken a térszíneken váltak hasznosíthatóvá. Nem bocsátkozom felelőtlen kijelentésbe, ha megkockáztatom, hogy a szőlőművelés már ismert lehetett ebben az időben, és nyilvánvalóan kihasználták a kedvező tájolású lejtőket más gyümölcsök termesztésével. Hasonló tájképpel találkozhattunk volna a középkori város fejlődése során, mivel a Makár-hegytől nyugatabbra fekvő lejtőket szőlőskertként említene korabeli források. A felsorolt jellemzők igazak az Első Katonai Felmérés idején (1782-1785). A georeferált térképet még gumilepedő-eljárás segítségével tovább igazítottam, hogy pontosabb képet nyerhessek a terület felszínborításáról (41. ábra).



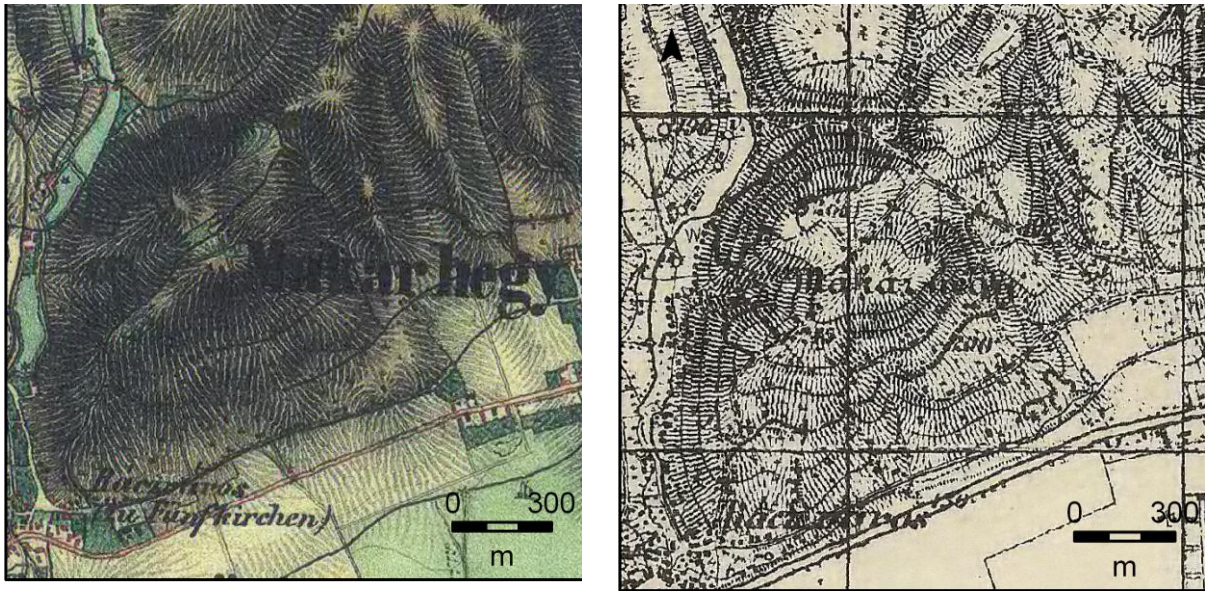
41. ábra: A Makár-hegy felszínborítási kategóriái az Első Katonai Felmérés idején. (Forrás:saját szerk.)

A Makár-hegy XVIII. század végéről származó képéről az első dolog, ami szembe ötlik a területet ismerő pécsi lakosoknak, hogy az utak vezetése szinte majdnem teljesen megegyezik a mai futásiránnyal. A hegyet egyetlen utca szeli át, de teljesen azonos nyomvonalon a ma is használt Felső-Makár dűlővel. A több száz éves nyomvonalnak a felszínfejlődésre gyakorolt hatását napjainkban is felfedezhetjük a meredekebb szakaszokon bemélyülő dűlőkben, amelyeknek partfalán több esetben a márgás alapkőzetet ugyancsak megfigyelhetjük. Az erózió évszázados nyomait mutatja a Csoronikát a Makár-heggyel összekötő gerincet átszelő Jakabhegyi út. Ennek elődje szintén tisztán kirajzolódik a korabeli térképen. Az útszerkezet érdekessége a déli lejtőlábon párhuzamosan futó két út (ma Szigeti és Tiborc utca), bizonyára

a szőlők és Ürög felé rövidített hajdanán az erre haladó, de a párhuzamosság háttérében azt is feltételezhetem, hogy a déli út a vizenyős medenceterületek felől alkalmanként elöntés alá kerülhetett.

Ha elfogadom a koordinátarendszerbe illesztés említett hiányosságait, és nem veszem számításba a lejtők területnövelő hatását, akkor arányaiban durva képet kaphatok az 1780-as évek felszínborításáról. Ez annak köszönhető, hogy a jelmagyarázat hiányának ellenére a térkép szerkesztői elég egyértelmű és felismerhető jelekkel különítették el a szőlőültetvényeket és az erdős felszíneket. A leginkább dollárjelekre emlékeztető szőlőkarókat reprezentáló rajzok viszonylag tisztán jelzik a fákat jelképező szabálytalan, apró kis szárral ellátott foltoktól. A felszínkategóriák határát a jelek közé digitalizáltam, és így megközelítőleg 21%-át fedte erdő a Makár-hegynek, és majdnem négyötöd részén a szőlő volt az uralkodó. Ezt az arányt akkor fogadhatom el, ha hegyalját némileg önkényesen értelmezem. Északon, délen és keleten az utakat veszem választóvonalnak, nyugaton viszont a rét, legelő határán húztam meg azt a vonalat. Később látni fogjuk, hogy ez az arány a szőlőültetvények vonatkozásában 1916 kataszteri térképen hasonló értéket mutat.

A Második és Harmadik Katonai Felmérés felszínborításra vonatkozó adatait nem lehetett egyértelműen azonosítani a rajzokból; az élénk domborzatábrázolás és a Harmadik Felmérés esetében a rossz minőségben megmarad másolatok akadályoztak ebben (42. ábra).



52. ábra: A Makár-hegy ábrázolása a Második- és Harmadik Katonai Felmérés térképein (Forrás: saját szerk.)

Az 42. ábra alapján úgy vélem, nem kell indokolnom, hogy miért nem választottam a katonai felmérések térképlapjait a tájtörténeti elemzés alapjául. Még az eredeti felbontás mellett sem

lehet analizálni a térképek részleteit, így a megbízható digitalizálásnak a lehetősége sem áll fent.

A nehezen értelmezhető, homályos képek helyett, kataszteri térképeket választottam az információgyűjtés alapjául. A Baranya Megyei Levéltár térképtárában fellelhető dokumentumok között nem találtam olyan térképeket, amelyek időben, térben és tematikájukban azonos lépésközzel fednék le a XX. századot. Ezért a kataszteri térképek és a felszínborítást ábrázoló topográfiai térképek keletkezésének ideje nem fedi pontosan egymást.

A közelmúlt adatait már ortofotókkal és terepbejárásokkal gyűjtöttem be, illetve a legfrissebb kataszteri adatok digitális adatbázisokból származnak.

11. táblázat: A tájértékelés során felhasznált adatbázisok (Forrás: saját szerk.)

Forrás	adatgazda	méretarány	felvételezés dátuma	adattartalom
1916-os várostérkép	Baranya Megyei Levéltár	1:10000	1916	területhasználat, telekhatárok
1950-es kataszteri térkép	Baranya Megyei Levéltár	1:5000	1950	telekhatárok
EOTR 14-134	FÖMI	1:10000	1982	területhasználat
Pécs város légifotója	Pécs M.J.V Polgármesteri Hivatal	1 m felbontású ortofotó	2000	területhasználat
Digitális Kataszteri adatok	Pécs M.J.V Polgármesteri Hivatal	vektoros poligon állomány (1:500-ról digitalizálva)	2000	telekhatárok

A táblázatból kiderül, hogy három-három időpontban tudtam értelmezni a területhasználatot és a telekhatárokat a Makár-hegyen. 1916 és az ezredforduló az az időpont, amikor mindkét adat rendelkezésre áll. A másik két adatbázist azért tartom szerencsés választásnak, mert 1950-es kataszteri térkép fontos időpontban rögzíti a telekméreteket – még közvetlenül a telkek felosztása előtti állapotot. Az 1982-es EOTR (Egységes Országos Térkép Rendszer) 14-134-es lapja, pedig még a rendszerváltást megelőző, államszocialista időkben folyt tájhasználatra utal.

A térképeket a levéltár munkatársai szkennelték be, az EOTR lapot digitálisan bocsátotta rendelkezésemre a FÖMI (Földmérési és Távérzékelési Intézet). A 2000-es adatokat a polgármesteri hivatal Városfejlesztési Osztálya adta át. A papíralapú digitális állományok georeferálását az EOTR állományhoz illesztve végeztem el. A gumilepedő-eljárást használtam a képernyőn történő illesztés során. A referenciapontokat affin transzformáció segítségével illesztettem az EOVS vetületi rendszerbe. Nyolc darab kontrollpontot választottam, amiket általában útkereszteződések, régi épületek sarkaihoz

igazítottam. A georeferálás 2 méteres hibaértékét még az 1916-os térkép belső geodéziai hibái terhelhetik, de valószínű, hogy így sem lépik túl a tíz méteres értéket. Az 1950-es térképnél hasonlóan jártam el, a többi adatforrás vagy a FÖMI, vagy a Pécsi Geodéziai Vállalat által lett koordinátarendszerbe illesztve.

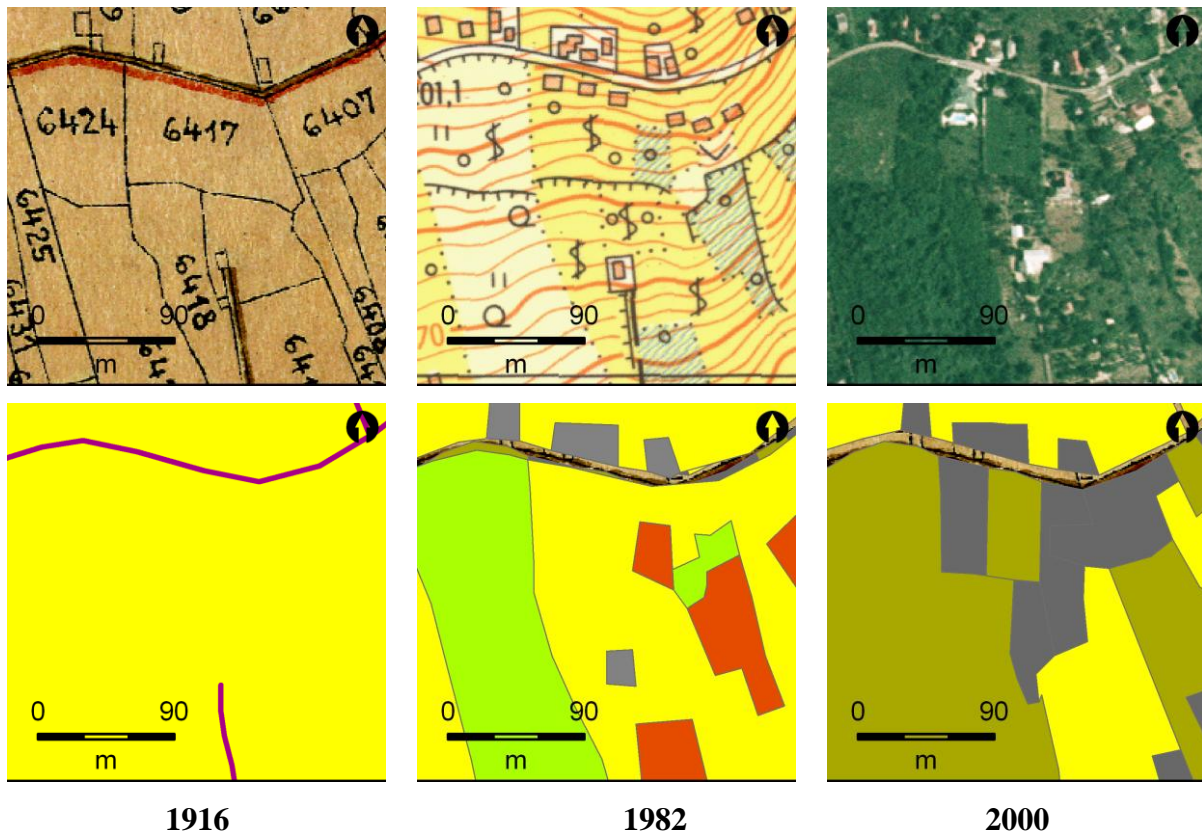
A digitalizálást 3000-es méretarányon végeztem el a számítógép képernyőjén, az ArcGIS szoftvercsalád ArcMap moduljának „Editor” menüjében. A telkeket és felszínborítás kategóriákat vektoros poligonokká alakítottam, az utak, vízfolyások vonalakként lettek értelmezve.

A digitális adatfeldolgozás módszertani részéhez még szükséges hozzáfűzni, hogy a terület megadásánál vetületi nagyságot használtam, ami természetesen nem egyezik a felületi méretekkel. Ez a hiba kiküszöbölhető lejtőkategória-térkép felhasználásával, ha raszteres állománnyal dolgozunk (valós terület = cellaméret / $\cos(\text{lejtőszög})$). A telekméret történelmi alakulására vonatkozó adatok vetületi nagyságban kerültek értelmezésre, tehát csak közelítik a valós felületi méretet.

Nehézséget jelentett a mintaterület nyugati határvonalának kijelölése, mivel az archív dokumentumok nyugati határa nem esett egybe a jelenlegi Makár városrészként számon tartott területi egységgel, ezért a régi térképművek vonalát vettem mérvadónak a Magyarürögi-völgy irányába. A többi égtáj felé sokkal egyszerűbben sikerült megoldani a lehatárolás kérdését. Északon és keleten a Jakabhegyi út választja el a hegylábi területektől. A keleti szegélyt még kiegészíti a Mikes Kelemen utca vonala, amely délen belefut a Tiborc utcába, amely a félmedence felé eső választóvonalat képviseli.

A felszínborítási kategóriák meghatározásánál újabb problémába ütköztem. Két dolog okozott dilemmát a vizsgálat során. Egyrészt egységesíteni kellett a térképek eltérő felszínkategóriáit. Másrészt az ortofotó vizuális interpretációjánál volt szükséges meghatározni, hogy mi az alapja egy felhagyott terület és egy erdő megkülönböztetésének. Az első esetben maga a térkép szerkesztői sem mutatkoznak mindig következetesnek az osztályozás során. Nehéz eldönteni, hogy egy füves hátsókert néhány gyümölcsfával, az udvar, a gyeper, vagy a gyümölcsös alá sorolható be. A CORINE Land Cover nomenklátúra sem nyújt támaszpontot ebben az esetben, mivel ilyen mélységű terepi felbontásra nem vonatkoztathatók osztályai. A történelmi térképek esetében nyilván nem lehet mást tenni, mint elfogadni a térképező szakember terepi tapasztalatát. Ezt a légifelvétel esetében nem tudtam alkalmazni, ezért más irányból közelítettem meg a kérdést. Megkerestem azokat a felszíneket, amelyek minden valószínűség szerint nem változtak 1982 óta – mikor a topográfiai térkép készült (EOTR 14-134). Vízározók, fejlettebb fás vegetációk,

beazonosítható idősebb épületek és természetesen a helyben lakók emlékezete segített feltárni, hogy milyen logika mentén dolgozhattak a nyolcvanas évek kartográfusai. A terepen szerzett tapasztalatok alapján interpretáltam a légifelvételt, nem csupán abban a tekintetben, hogy egy-egy területhez melyik kategóriát rendeljem, hanem abban az értelemben is, hogy a számítógép képernyőjén gyakorta nem dönthető el a tanulmányozott felszín pontos hovatartozása. Ez a gyakorlatban azt eredményezte, hogy az egész mintaterületet kataszteri térképekkel a kezemben bejártam és a vegetáció állapota szerint visszakövetkeztettem egy valószínűsíthető 2000-es állapotra. A terepi felmérés adatait felhasználtam az ortofotók digitalizálása során. (43. ábra).



43. ábra: Az eredeti adatforrások és digitális értelmezésük(jelmagyarázat lásd 12. táblázat)
(Forrás:saját szerk.)

Az ábrán jól kivehető, hogy a digitalizálás során igyekeztem homogenizálni, az amúgy igen heterogén tájat, természetesen a lényeges elemek kiemelése mellett. A települési tájhasználat belső átalakulásának majdnem száz évet felölelő kategóriáit problematikus három különböző időpontra egyszerre kivetíteni. A gondok egyik fő oka, hogy a városi területeken nem az adott telekre jellemző vegetációtípus dönti el a hova tartozást, hanem a terület állapota, műveltsége, vagyis a tájhasználat. Valójában arról van szó, hogy a terepen szemben állva egy területtel mindenki el tudja dönteni, hogy nagyjából hány éve, vagy hete járt kint a tulajdonosa a telken.

Ezt az attribútumot nem lehet „fentről” megmondani, azaz általam alkalmazott távérzékelési módszerrel megállapítani, ezért a terepbejárás nélkül ez a módszer kétséges eredményekhez vezethet.

Dilemmát okozott még annak eldöntése, hogy egy-egy épület körül mekkora területet jelöljek mesterséges felszínnek, és milyen fogalommal jelöljem ezt. A három idősíkot az „udvar” kategóriával egységesítettem. Ez azt jelenti, hogy az 1916-os és 1982-es térképen, ha a szerkesztők nem jelöltek más felszínborítást, mint az épület tágabb környezetében található kategóriát, akkor nem digitalizáltam külön a házhoz tartozó udvart (lásd 52. *ábra* az udvar szürkével jelölve). A 2000-es légifelvételen az épületcsoportokat követtem. Vagyis arra törekedtem, hogy ahol már több lakóház összefüggően, szomszédos telkeken megjelenik, ott az épületek közötti területet udvarnak kategorizáltam – gyakorlatilag a felszínborítás a felszínhasználat alapján való egységesítése, amely több fizikai típus egyvelege. Így a házak körüli gyümölcsösök ugyan bekerülhettek az „udvar” tartományába, de ezzel szemben különálló épületek, prэшázak nem lettek elkülönítve a körülöttük jellemző felszínborítástól.

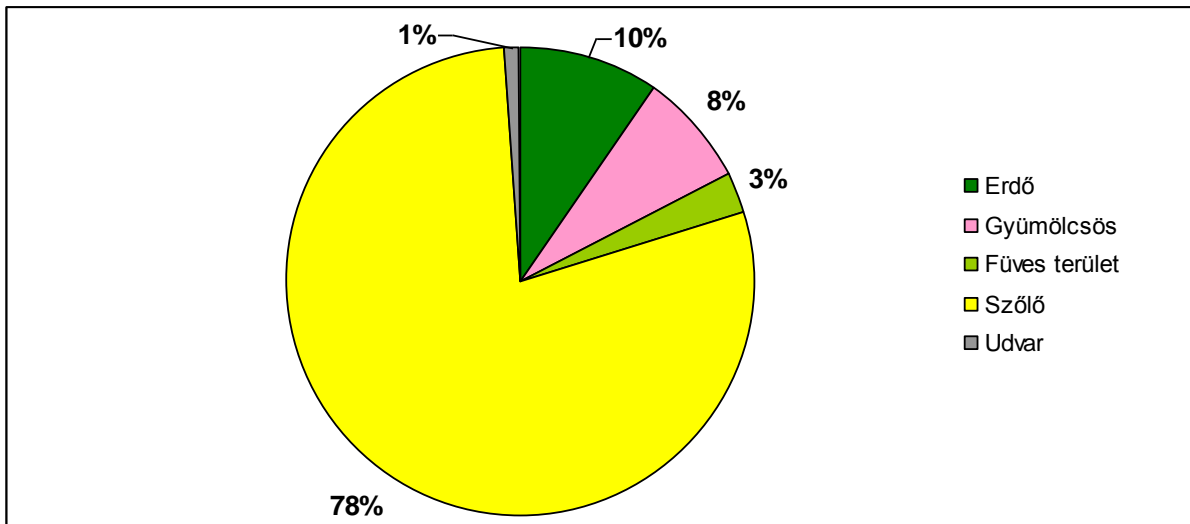
A leírt szempontokat követve hat felszínborítási kategóriába sűrítettem a Makár-hegrye jellemző tájhasználatot (12. táblázat).

12. Táblázat: A térképek értékelésénél használt felszínborítás típusok (a CLC-kódok esetében a legközelebbi kategóriákat alkalmaztam) (Forrás: saját szerk.)

Kategória	Leírás	CLC-kód
Erdő	Nem különböztettem meg a tűlevelű és lombos erdőt, viszonylag nagy biztonsággal elkülöníthető.	3.1.1
Szőlő	Kordonos, tőkés, művelés együtt, ha vannak még gyümölcsfák a telken akkor is szőlőként lett számításba véve a parcella. Légifelvételről nehezen interpretálható, terepbejárással pontosítva a 2000-es térképeken.	2.2.1.1
Füves terület	Tág kategóriai; a hajdani rétek, víztározók területét, füves hátsókerteket, ritkább gyümölcsösöket egyaránt jelöl.	1.4.1
Gyümölcsös	Gyümölcsfákkal összefüggően beültetett terület.	2.2.2.1
Felhagyott t.	Egykori művelt területeken megjelenő természetes cserjés és invazív vegetáció által elfoglalt területek.	3.2.4.3
Udvar	Épületek körüli nem összefüggően beépített terület.	1.1.2.2

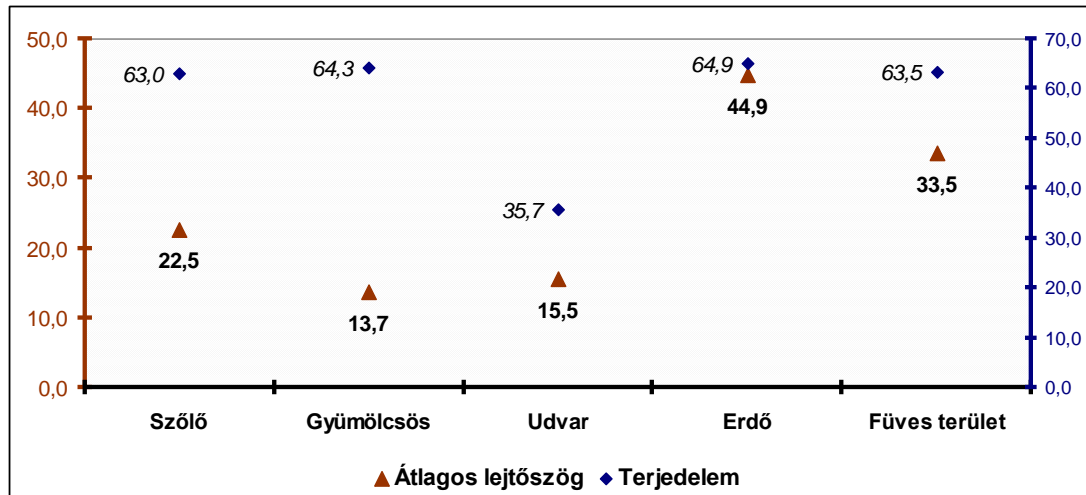
V.3.2. Területhasználat változása 1916 és 2000 között

Az első archív térképről tisztán leolvasható, hogy a szőlőművelés meghatározó szerepet játszott a múlt század fordulóján a Makár-hegy életében. Területének megközelítőleg nyolcvan százalékán szőlőt termeltek, tíz százalékát erdő borította, és gyümölcsösök mutatnak még számottevő értéket nyolc százalékos arányukkal. Az épületek elszórtan elhelyezkedve jelentéktelen teret birtokolnak a hegy felszínéből a maguk egyetlen egy százalékával. A kapott adatokból kiderül, hogy a fűvel borított területeknek – eredeti jelmagyarázatban rétként szerepel – nem kedvezett a Makár-hegyen a táj, kisebb-nagyobb foltjaikkal érik el a három százalékos eredményt (44. ábra).



44. ábra: Felszínborítási arányok a Makár-hegyen 1916-ban (Forrás:saját szerk.)

Az egyes területkategoróriák pozíciójának tengerszint feletti magasságát elemezve kijelenthető, hogy a gyümölcsösök és az udvarok birtokolják a legalacsonyabb térszíneket, míg a fűves területek és erdők helyezkednek el átlagosan a legmagasabb régiókban. A tájhasználatról sokat elárul, hogy a szőlő területek tszf-i magassága mutatja a legnagyobb terjedelmet (131 m) és szórást (37), ezzel szemben kicsivel több mint száz méteren belül ingadozik az erdővel fedett térszinek kiterjedése a kategóriák közül a legalacsonyabb szórással (21). Érdeemes megfigyelni, hogy a lejtőkategória térkép felszínborítás szerinti térbeli adatkiolvasása milyen eredményeket adott (45. ábra).



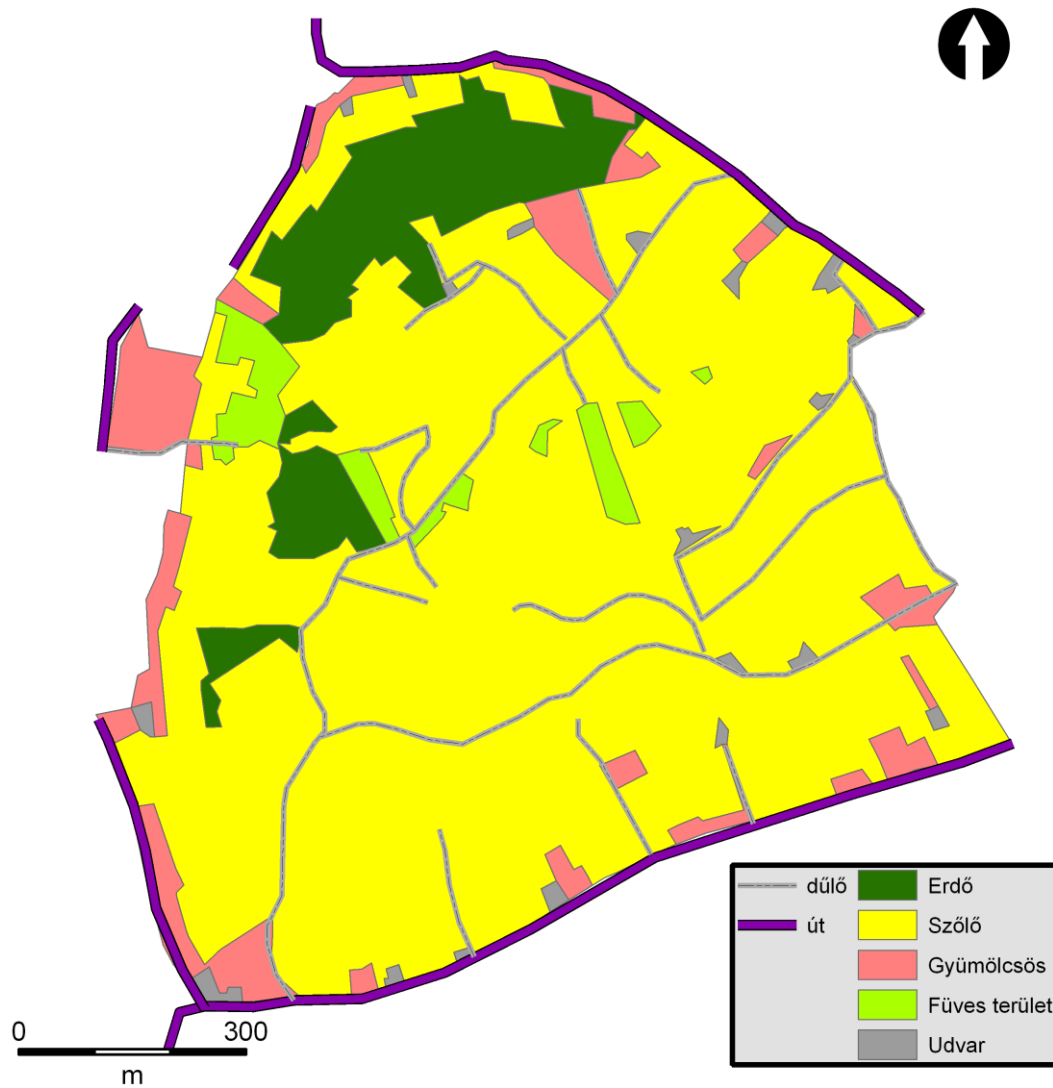
45. ábra: 1916-os felszínborítás átlagos lejtőkategória értéke és szórása a Makár-hegyen (Forrás: saját szerk.)

A fenti diagram minden kétséget kizáróan rávilágít arra, hogy az erdőborítást nem véletlenül hagyták meg az adott terepfelszíneken. Negyvenöt százalékos átlagos lejtés mögött a legmagasabb lejtőszöget birtokolják még az erdőterületek, ezek a magas értékek a terjedelemben ugyancsak detektálhatók. Az udvarként kategorizált beépített területek ezzel ellenkező adatokat mutatnak, igaz lejtés szempontjából a gyümölcsösök a Magyarürögi-patak parti területek miatt még megelőzik a mesterséges felszíneket, de a terjedelem és szórásadatokból kitűnik, hogy a legegységesebb osztály a lejtés interpretálásakor. A lejtőkategória adatokkal együtt mozognak a reliefre vonatkozó paraméterek, így ennél informatívabbak a felszínborítások kitettségét feltáró adatok. Az erdők leggyakrabban északi tájolásúak és a DNY-i érték fordul elő legritkábban, mediánja szintén az északi irányt mutatja. A felsorolt jellemzők alapján sikerült számszerűsíteni az erdőterületek elhelyezkedésének fő összetevőit. Minden kétséget kizáróan körvonalazódott, hogy a legmeredekebb É-i, ÉNy-i kitettségű felszíneken maradhatott meg a természetes fás vegetáció. Az említettek hangsúlyozása azért fontos, mert a gyümölcsösöknél, réteknél található meg még dominánsan ÉNy-i tájolás. A felszínborítások kitettségéből más járulékos következtetéseket ugyancsak levonhatunk. Megállapítható, hogy a gyümölcsösökben körte, alma, szilva, meggy termelése folyhatott, hiszen ezeknek a kevésbé napigényes fajtáknak még megfeleltek a lankásabb ÉNy-i irányba néző domboldalak. Azon sem lepődünk meg, hogy a szőlők a leggyakrabban a D-i lejtőket foglalják el, ez megegyezik az udvarnak definiált területek tájolásával. Ez a párhuzamosság arra enged következtetni, hogy a Makár-hegyen található épületek nagy valószínűséggel a szőlőműveléshez köthetők. Ezt a kapcsolatot alátámasztja a digitális domborzatminősítéssel nyert formaértékelés is. A két kategória minden mutatója teljesen

megegyezik, egyedüli módon a felszínborítást leíró öt osztály közül. A domborzatminősítéssel nyert adatok feltárják, hogy az erdők az igen meredek lejtők gerincrégióihoz közel, domború felszíneken találhatóak a füves területekhez hasonlóan, míg a többi kategória a lejtőlábak felé orientálódik.

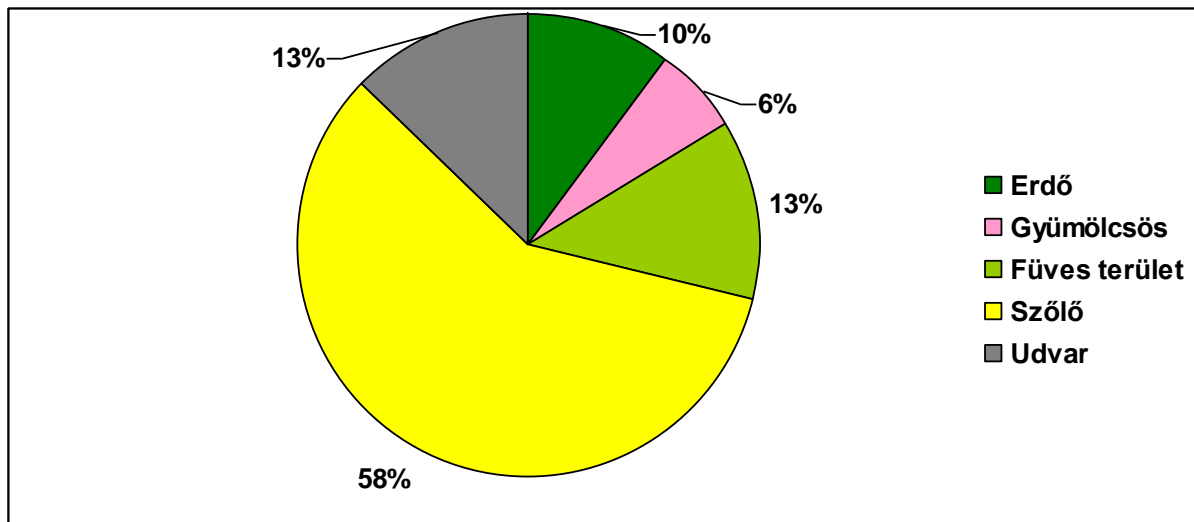
Összegezve az eddigi okfejtést, megállapíthatom, hogy a Makár-hegyen 1916-ban intenzív művelés folyt, amely minden domborzatilag hasznosítható térszint bevonat a gazdálkodásba. Az erdőfoltok fennmaradását az antropogén környezetben a domborzati tényezők indokolják. Az igen meredek É-i, ÉNY-i tájolású terepen más hasznosítás lehetősége nem volt célszerű, ezt az is bizonyítja, hogy hasonló tájolással de lankásabb térszíneken az itt élők még megpróbálkoztak a gyepterület és a gyümölcs-gazdálkodással. A hegyen található épületek szorosan kötődnek a szőlőkultúrához és valószínűleg préházaként, vincellérházaként működtek. Következtetésem a digitális felszínborítás térképéből ugyancsak kiolvashatóak (46. ábra), de a térinformatikai környezetbe helyezve ezek a felvételek bizonyítást nyertek.

1982-ben már egészen más korban és településszerkezetben foglal helyet a Makár-hegy Pécssett. A területet délről tömbházas lakótelepek határolják, és a néhai szőlőbirtokok helyén megjelennek a hétvégi kiskertek. Ezt az átalakulást majd a kataszteri térképek értékelésénél boncolgatom elemeiben. A felszínborítás szempontjából fontosabb, hogy a város új alközpontjai egyre közelebb kerülnek a hegyhez. Újmecekalja kiépülése, Magyarürög Pécshez csatolása újra definiálja a Makár-hegy helyzetét Pécs térszerkezetében. A hatások a hegy peremterületein jelennek meg, és a hegyet övező utcákat évről-évre többen választják állandó lakhelyül. Az említett folyamatot nem tudtam időben részletesebben felbontani, mivel az 1916 és 1982 közötti időszakra nem találtam a teljes területre vonatkozó, vagy megfelelő pontosságú adatot hordozó archív forrásokat. Ennek ellenére nem gondolom, hogy 1982 késői dátum lenne a felvázolt folyamatok detektálásához. Ezt alátámasztják a helybeli „öslakosokkal” felvett interjúk és a hegyláb területen azonosítható építészeti „stílusok”. A nyolcvanas években alakul ki egy új szemlélet, amelyben az ötvenes-hatvanas évek kockaházain túllépve, a panelkorszak életminőségét megtapasztalva bizonyos társadalmi rétegek nyitnak a családi házas életforma felé. Ennek egyik magterülete Pécssett a Magyarürögi-völgy környéke a város nyugati szegletében. A még életben lévő, a hetvenes években született víkendházakultusz inkább a hegyoldal távolabbi régiói felé szorul. Az 1982-ben vett minta – EOTR 14-134 topográfiai térkép – e korszak kezdetét reprezentálja, a kiköltözés első hulláma éppen eléri a hegyoldali területeket.



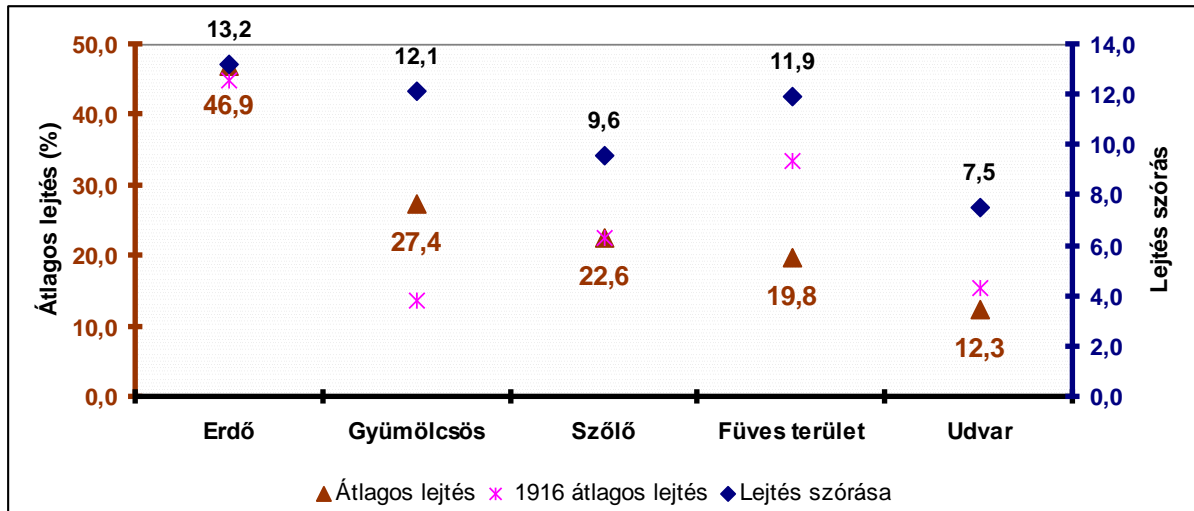
46. ábra: Makár-hegy felszínborítása 1916-ban (Forrás: saját szerk.)

A felsorolt folyamatok első jele a felszínborítás változásában a beépített területek növekedése a hegy peremterületein. Az udvarként jelzett nem összefüggő beépítésforma aránya megemelkedik, és 13%-kal a füves területekkel azonos arányban a második legjelentősebb felszínborítás lesz a hegyen. A szőlő még mindig őrzi vezető szerepét (58%), és érdekes, hogy a gyümölcsösök és az erdő aránya jelentéktelen mértékben változik (47. ábra).



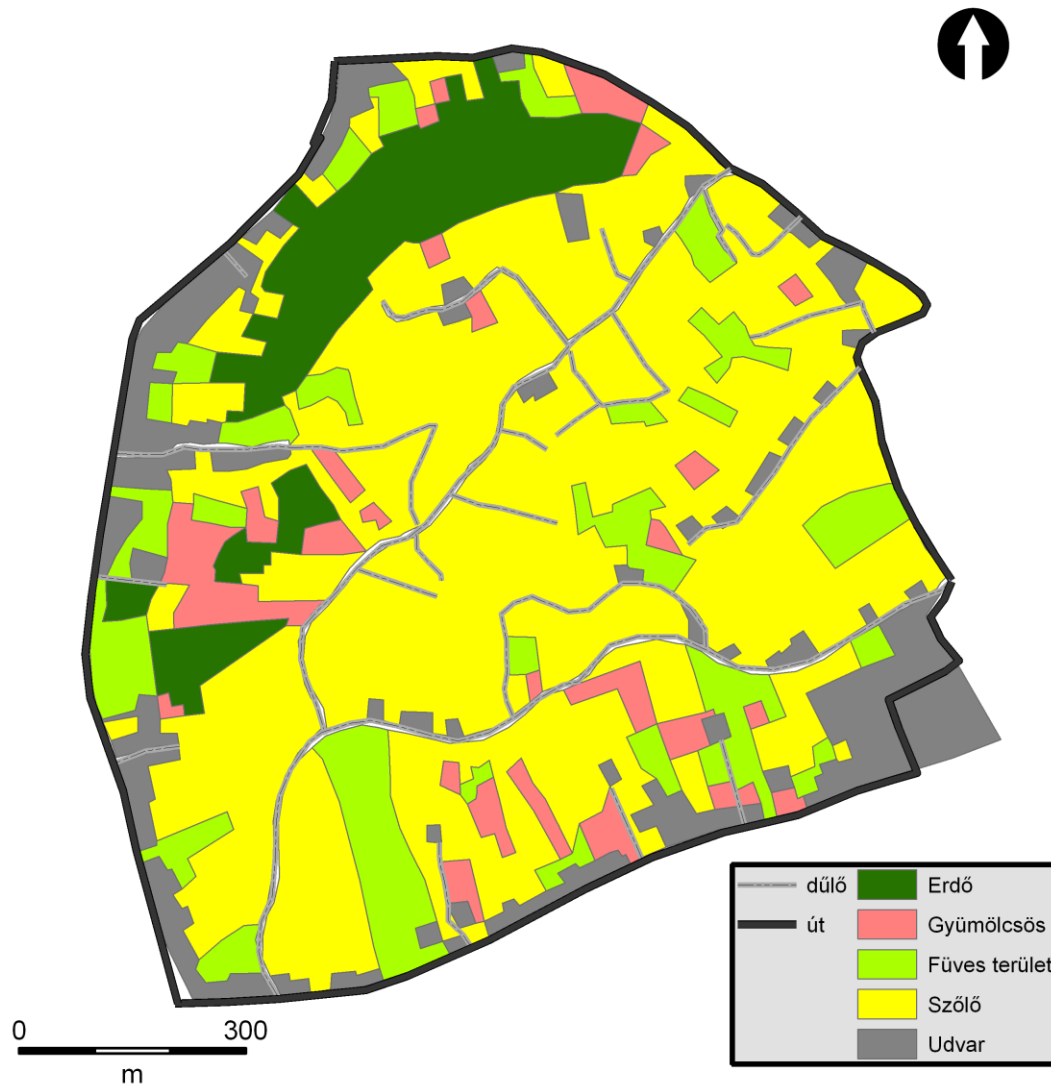
47. ábra: Felszínborítási arányok 1982-ben a Makár-hegyen (Forrás: saját szerk.)

A már bevett térbeli adatkiolvasási-technikával láthatóvá vált, hogy a szőlő (+10 m), gyümölcsös (+15 m) és leginkább a fűves (+38 m) területek átlagos tszf-i magassága növekedett, míg az udvarok a legalacsonyabb értékre csökkentek (-22 m). Az adatok egyértelműen a völgytalpak beépülésére utalnak, mivel ezekre volt jellemző 1916-ban a rét, kaszáló és a gyümölcsösökkel kialakult tájhasználat. Ismét összevettem a felszínborítások átlagos lejtésértékét és más statisztikai mutatóit. Az összehasonlítás megerősítette a 80-as évek tendenciáit vázolt településfejlődési folyamatokat. Ez az adatokban úgy csapódik le, hogy az udvar kategóriával jelölt felszínek egyértelműen a leglankásabb felszínekkel rendelkeznek, és úgy tűnik, hogy ezeket a hegylábi gyümölcsösöktől veszik el. A beépített területek kevésbé meredek térszínek felé történő elmozdulását ugyancsak jelzi a szórás érték csökkenése. Két felszínborítás értékei szinte semmilyen változást nem mutatnak. Az erdők és a szőlők esetében ugyanazokat az értékeket fedeztem fel (48. ábra).



48. ábra: Felszínborítási kategóriákhoz tartozó átlagos lejtő értékek alakulása 1982-ben (Forrás: saját szerk.)

Változásokat tapasztaltam a kitettség tekintetében némely kategóriánál. Legnagyobb változáson a gyümölcsösök mentek keresztül. 180 fokos fordulattal a leggyakoribb értéket a déli lejtők birtokolják. Hasonlóan a tszf-i magasság átalakuláshoz, ebben az esetben szintén az É-i, ÉNY-i völgytalpakról elvesző gyümölcsösökkel magyarázom a változást. Egyben a gyümölcsfajok módosulása valószínűsíthető a déli kitettséggel. A beépítettségre utaló udvar kategória nyugatra „fordulását” a DNY-i értéket nyert medián jelzi, de még mindig déli tájolással rendelkezik a legtöbb mesterséges terület. A digitális domborzatminősítés adatai ugyancsak a lejtőlábi, völgytalpi területek beépítéséről tanúskodnak. Az udvarral reprezentált kategória elmozdult a lankásabb lejtőlábi területek felé, míg ezzel párhuzamosan az igen meredek jelzővel leírt hegylábakra, lejtőkre helyeződnek át a gyümölcsösök. Megfigyelhető még, hogy a szőlők a lejtőlábi felszínekről elmozdulnak a lejtő gerincek felé eső szakaszára, mivel az igen meredek lejtőgerincek, lejtők lettek ebben az esetben a leggyakoribb értékek. A domborzati formákon tapasztalható változások tovább erősítik a történelmi forgatókönyvet, amit a hegyen lakók elbeszéléséből megismertem.



49. ábra: Makár-hegy felszínborítása 1982-ben (Forrás:saját szerk.)

A felsorolt változásokat összegeztem azáltal, hogy raszteres formátummá alakítottam a térképekről digitalizált poligonokat, és az így nyert rácshálókat kivontam egymásból. A művelet végrehajtása előtt még újraosztályoztam a képpontokat, hogy a nagyságrendjük alapján biztosan elkülöníthető legyen a felszínhasználat-változás. Az eredményeket pixelben kaptam, tehát ismét vetületi mérettel számoltam. A tíz hatványaival elválasztott kategóriák értékeik alapján határozták meg, hogy milyen típusú átalakulás ment végbe a vizsgált időszakban. A számokkal kódolt felszínborítás-átrendeződést az 1916-os állapotból kivont 1982-es viszonyokkal generáltam. Következésképpen, a kapott érték, például 990 azt jelentette, hogy a 1916-os szőlő (1000) 1982-re gyümölcsös (10) lett. A példa bizonyítja, hogy minden változást nyomon tudtam követni. Hogy az esetleges referálási hibákból adódó

eltéréseket, a túl fragmentált képet el tudjam kerülni, egy többségi szűrőt futtattam a képen, és ezután készítettem el a változást bemutató táblázatot (13. táblázat).

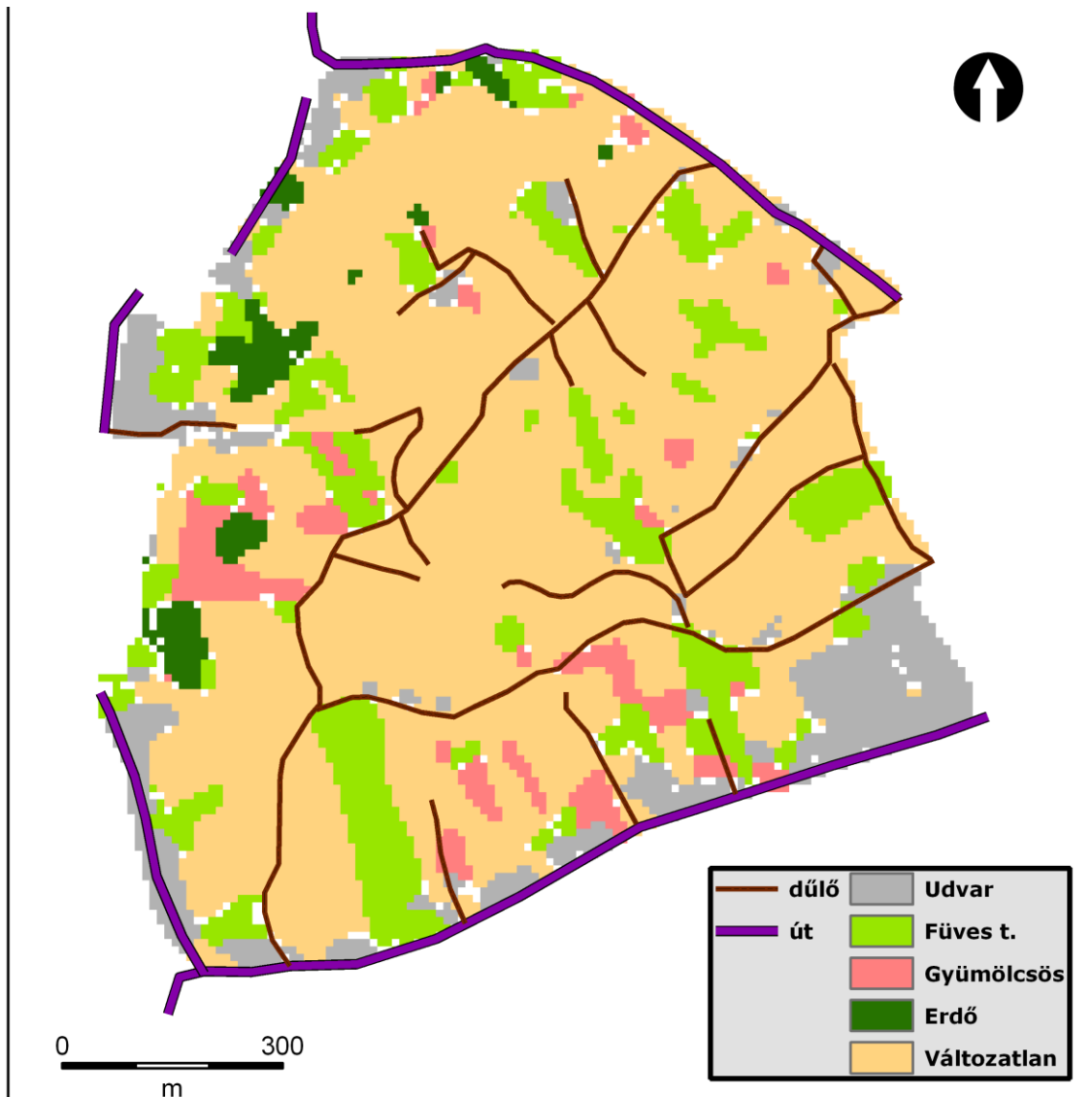
13. táblázat: 1916 és 1982 közötti felszínborítás alakulása százalékos eloszlásban
(Forrás:saját szerk.)

1916	1982	Átalakult felszín (%)
VÁLTOZATLAN		66,31
SZŐLŐBŐL	FÜVES	9,31
SZŐLŐBŐL	UDVAR	6,88
GYÜMÖLCSÖSBŐL	UDVAR	4,69
SZŐLŐBŐL	GYÜMÖLCSÖS	4,40
SZŐLŐBŐL	ERDŐ	1,86
GYÜMÖLCSÖSBŐL	SZŐLŐ	1,75

A mintaterület 2/3-a stabil maradt. A majdnem 70 év alatt megőrizte felszínborítását, nem volt rá hatással a Pécs térszerkezetének átalakulása, fejlődése. A legtöbb képpontot a kertházás beépítéshez kötött udvar kategória szerezte meg a többi felszínborítás típustól. Ez konkrétan tizenegy százalék növekményt jelent, különösen a szőlőültetvények kárára. Egyébként pont a szőlők a legnagyobb vesztesei az átalakulásnak – a más adatnyerési technikával készített kördiagramok szerint szintén –, mindössze két százalék körüli területen jelenik meg újonnan szőlő az elvesztett hús helyett. Egy változóra jutó legnagyobb nyertesnek a füves területek tűnnek, de mint a térképen látni fogjuk, e mögött gyakorlatilag egyetlen összefüggő terület megváltozása áll. Véleményem szerint ez nem egy szándékos területátalakítás volt, hanem a tulajdonviszonyokkal összefüggő esemény, illetve meg merem kockáztatni, hogy a térkép készítésekor nem volt ildomos parlagként feltüntetni városi területeket, ezért ebbe a kategóriába sorolták a szakemberek. Az említett parcella ma még mindig parlagon áll. A füves területek nagyságát tovább növelte a hegyen épített két víztározó, amelyek szintén a hajdani szőlőskertek helyén jöttek létre.

A változások többsége a Makár-hegy peremterületein ment végbe (50. ábra), és más-más új földhasználati módok tűntek fel a lejtőszögtől függően. Az átlagos lejtését nézve a kategóriaváltásoknak a legmagasabb értéket (42%) a szőlőből-erdő átrendeződés adja. A legalacsonyabb mutatókat, viszont az udvarra alakult térszínek kapják. A várt eredmények alátámasztják azokat a társadalmi elvárásokat, amelyeket a környezet és település kapcsolatrendszerében feltételeztem a vizsgált időszakban. A Makár-hegyen lezajlott felszínborítási struktúraváltás az ember és a domborzat érintkezésében a vizsgált kor

településkörnyezettel szembeni történelmi igényeit, elvárásait szintén megvilágította. Az új szerep a lakófunkció lett, a főbb utak lankásabb felszínei állandó lakóövezetté váltak.

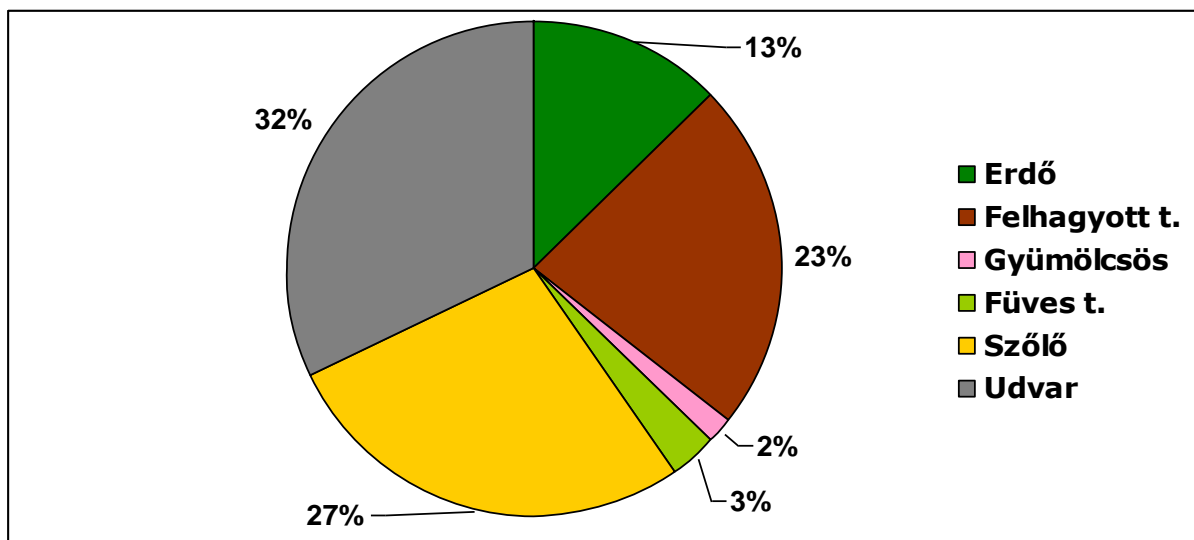


50. ábra: Felszínborítás változása 1916 és 1982 között a Makár-hegyen (Forrás:saját szerk.)

A hegy életében a rendszerváltás utáni időszak sorsfordulót jelent. Az évszázadokon keresztül uralkodó szőlőkultúra elveszti szerepét, és a Makár-hegy fokozatosan a kertvárosias lakóövezetek tulajdonságait ölti magára. A folyamat mozaikos jelleggel bontja meg a hegy belső területeinek szerkezetét, miközben a peremeken már egészen új funkciót hordozó beépített területek jelennek meg (sportközpont, iskola, kollégium). A hegyet övező főbb utak mentén a családi házak mellett többlakásos társasházak csábítják a hegyhez a pécsieket, amelyek vonzerejét nagyban növelik a közeli szolgáltató szektorbeli munkahelyek (Pécsi Tudományegyetem). A telek értékét már nem a szőlőtőkék, gyümölcsfák, és terményeik

adják. Helyettük a panoráma, az infrastruktúra nyitja meg a vásárlók pénztárcáját. Az új értékek új felszínborítást, új tájat hoznak fel a hegyre, ami egyben új szerepkörbe is öltözteti a területet. A változás előjeleit már a 1982-es elemzés sejtette, de nyilván még nem lehetett megállapítani belőle azt a lendületet, amivel a városlakók nekilátnak a hegy bekebelezésének. A folyamat hajtóerői ismertek, gyakorlatilag a megnyíló belső zöld területek egy speciális szuburbanizációt generálnak Pécssett. A hegyoldal elsőszámú célponttá válik egy tehetősebb réteg számára, akik magasabb környezeti-igényszintjüket, illetve esztétikai és társadalmi presztízs nézőpontjából ugyancsak megfelelő helyre lelnek a hajdani szőlőskertek helyén. A 2000-es év ennek a folyamatnak a közepét tárta elénk, igaz 2006 után a tendenciákban van egy fokozatváltás, ami a víziközművek kiépítésének köszönhető. Ez nem jelent mást, minthogy az addig különböző „trükközésekkel” megszerezhető építési engedélyek mindenki számára elérhetővé váltak. Az építkezési láz felfutását akadályozza a jelenlegi hitelválság, ami a kölcsönökből építkezni kívánók számára „távolabb viszi” a hegyet. A jelenlegi építőipari mélypont ellenére biztosnak tűnik, hogy a szőlőkultúra már nem fogja visszahódítani a hegyet, mivel a megemelkedett telekárak miatt az ingatlanpiacon már irreális számolni szőlőültetvényként a hegygel. A telekméretetek ugyancsak a beépülés felé mozdítják a város ezen részeit, de erről részletesen a következő fejezetben fogom bemutatni kutatásaimat.

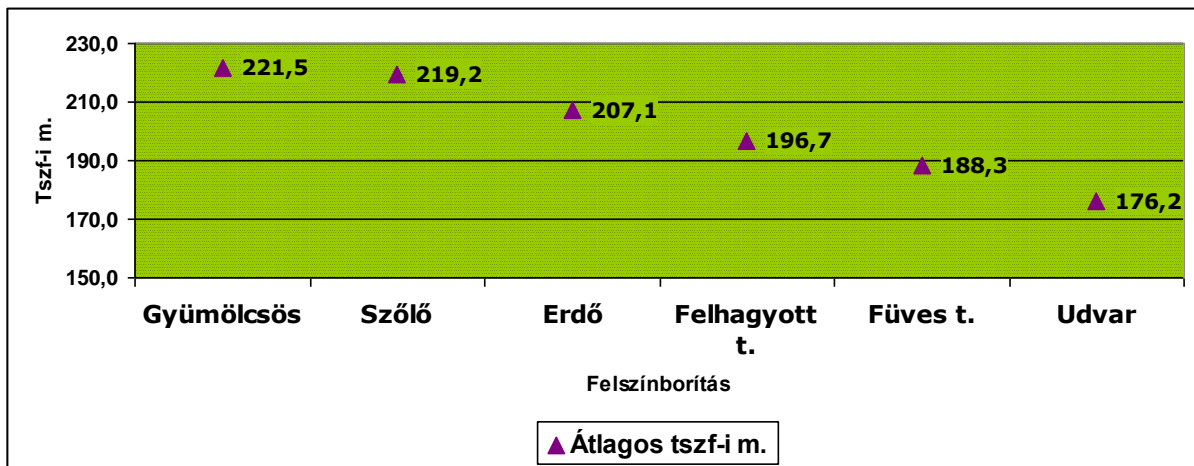
Az eddig megszokott adatfeldolgozást követve, először azzal szembesültem, hogy a lakókörnyezethez kötődő udvarként számba vett felszínborítás vált a legjelentősebb osztállyá a mintaterületen (51. ábra). Harminckét százalékkal megelőzi a második helyre szorult és már kiskertek által fenntartott szőlőültetvényeket (27%).



51. ábra: Felszínborítási arányok 2000-ben a Makár-hegyen (Forrás: saját szerk.)

Az 1982-es viszonyok elemzésénél már szóba került, hogy megjelenhettek a rendszeres művelés nélküli parlag területek, de ennek a kategóriának az ugrásszerű emelkedéséhez a rendszerváltás utáni társadalmi, gazdasági változások járulhattak hozzá. A maga huszonhárom százalékával meghatározó tájképi elemmé váltak a felhagyott területek, amelyek kialakulása mögött szerteágazó okok tételezhetőek fel. Három felszínborítási kategóriáról még nem esett szó, az erdővel fedett területek hozzák a maguk tíz százalék körüli arányukat, viszont a füves területek, gyümölcsösök már csak mutatóban lelhetők fel a hegyen.

Térbeli eloszlásukba finomabb bepillantást jelentett a tszf-i magasság vizsgálata (52. ábra). A legalacsonyabban fekvő térszíneket a beépített területek foglalják el, de hozzá kell fűzni, hogy egyben a legnagyobb szórással is rendelkeznek az udvar kategória tagjai. Következésképpen az épületek a többi osztálynál szórtabban helyezkednek el, és a mintaterület térszíneit bárhol lefedhetik. A gyümölcsösök, szőlők fokozatosan a magasabb felszínek fele hátrálnak.

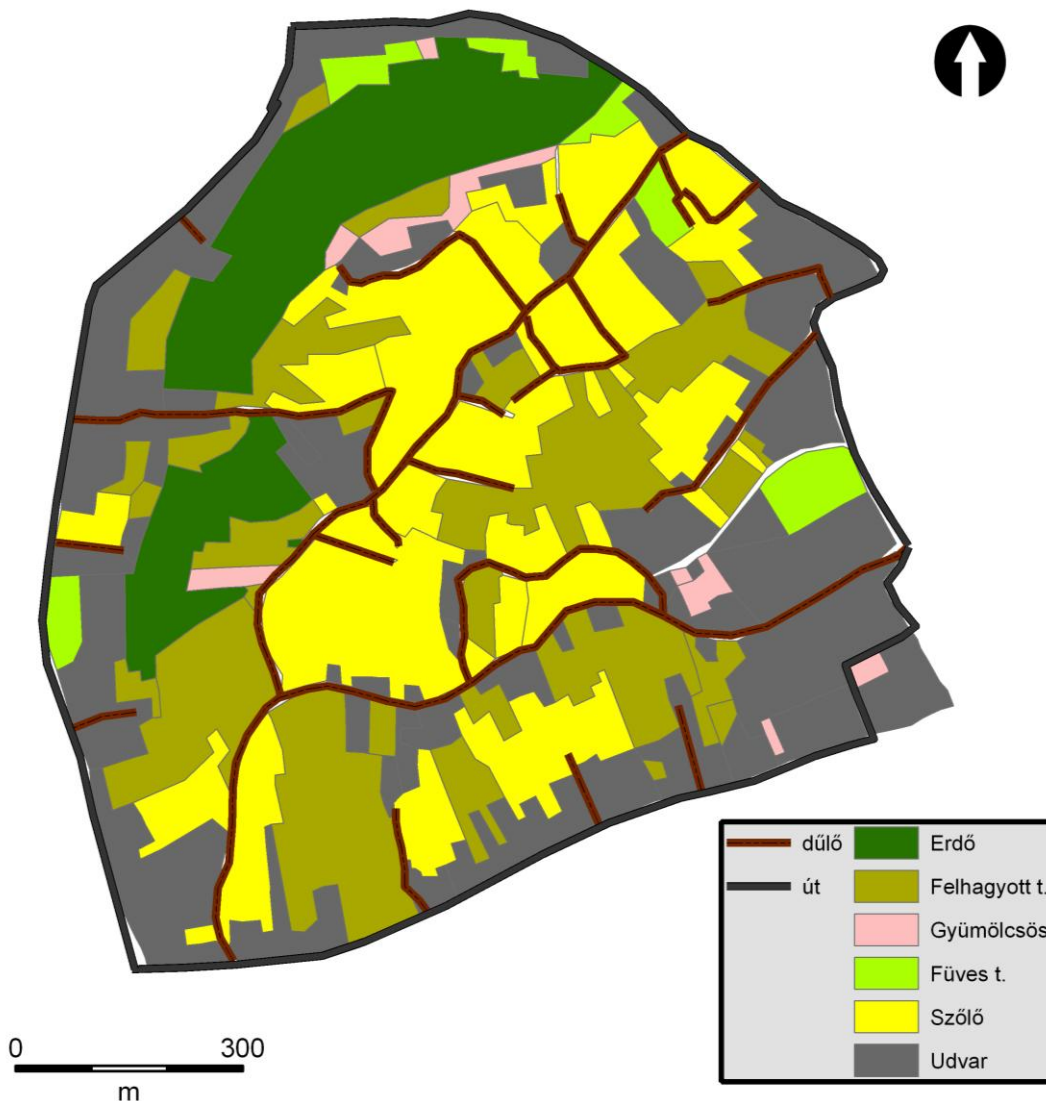


52. ábra: Egyes felszínborítási kategóriák átlagos tszf-i magassága 2000-ben (Forrás: saját szerk.)

A felhagyott területek leíró statisztikai mutatóinak (terjedelem, szórás, min., max.) értékei és a rangsorban elfoglalt helyei alapján arra tudtam következtetni, hogy általános elterjedésű új kategóriáról van szó, ami nem rögzíthető egyetlen térszínhez. Az erdők mutatják szokásos paramétereiket, nem tapasztalható említésre méltó eltérés.

A lejtőszögek bemutatása ugyancsak a felhagyott területek által birtokolt felszínek szempontjából érdekes. Ez az új kategória a második legmeredekebb indexet hordozza az erdőterületek után. Ennek következtében leszögezhetem, hogy általában a meredekebb terepfelszíneket hagyták sorsukra a telektulajdonosok. A felhagyott területek leggyakrabban DNy-i tájolásúak, ami szintén arra mutat, hogy volt szőlők, gyümölcsösök ezek áldozatul.

A kitétségi adatokban ezen kívül nem lehet felfedezni szignifikáns változást, inkább érdemes a lejtés-százalékokhoz visszatérni. Még nem említett adat, hogy az udvarral kapcsolatos felszínek birtokolják a leglankásabb térszíneket, pedig az átlagos lejtő-százalékérték emelkedett az 1916-ban mértékhez képest (hasonló terjedelem, szórás, minimum és maximum érték mellett). A paraméter ilyenén való alakulása, azt a konklúziót helyezte kilátásba, hogy a már meredekebb, magasabb tszf-i mutatóval rendelkező területek felé megindult a beépítés. A digitális domborzatminősítés adataival összekapcsolt felszínborítás kategóriák őrzik a lejtőgerinchez és lejtőlábhoz köthető területhasználatok elkülönülését. Azaz a szőlő, gyümölcsös területek a lejtő pusztuló domború felszínére tolódnak, míg a lábakon összefüggő lakóövezetek dominálnak.



53 ábra: A Makár-hegy felszínborítása 2000-ben (Forrás: saját szerk.)

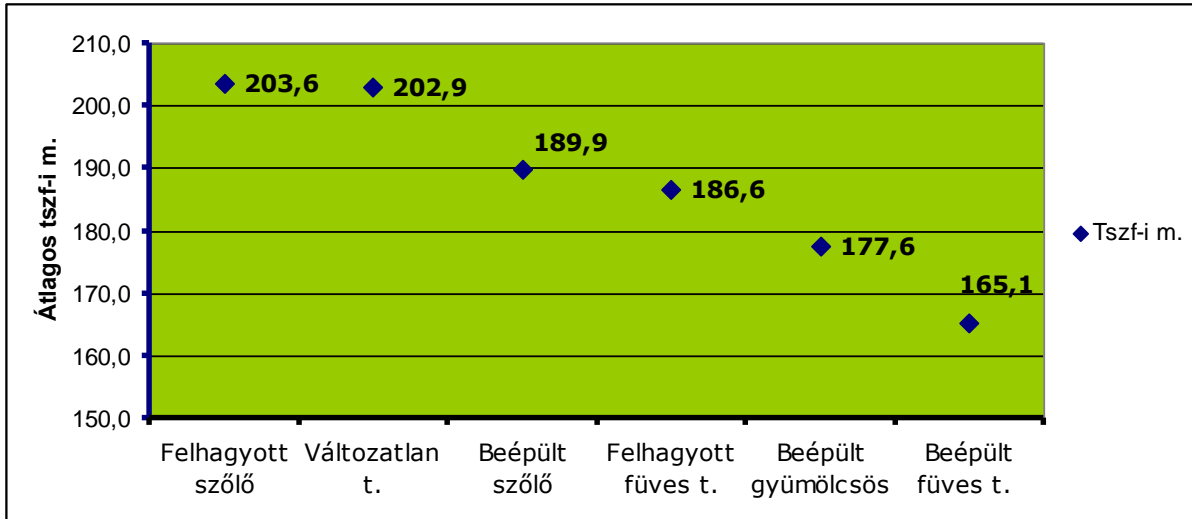
A felsorolt dolgokat természetesen a fent látható térkép tudja legjobban szemléltetni (53. ábra). Feltűnő, hogy szinte teljesen körbeveszik a házak már a hegyet, a DK-i irányból masszív, szinte teljesen összefüggő mesterséges felszín alakult ki, viszont az erdők szilárdan őrzik a pozíciójukat. A hajdani összefüggő szőlőfelszínt megtörik a parlagon hagyott területek, de a beépülés ugyancsak egyre nagyobb veszélyt jelent a hegy kultúrtáj-jellegének megőrzésére (54. ábra).



54. ábra: Egy szőlőültetvény és valószínű jövője (Forrás:saját felvétel)

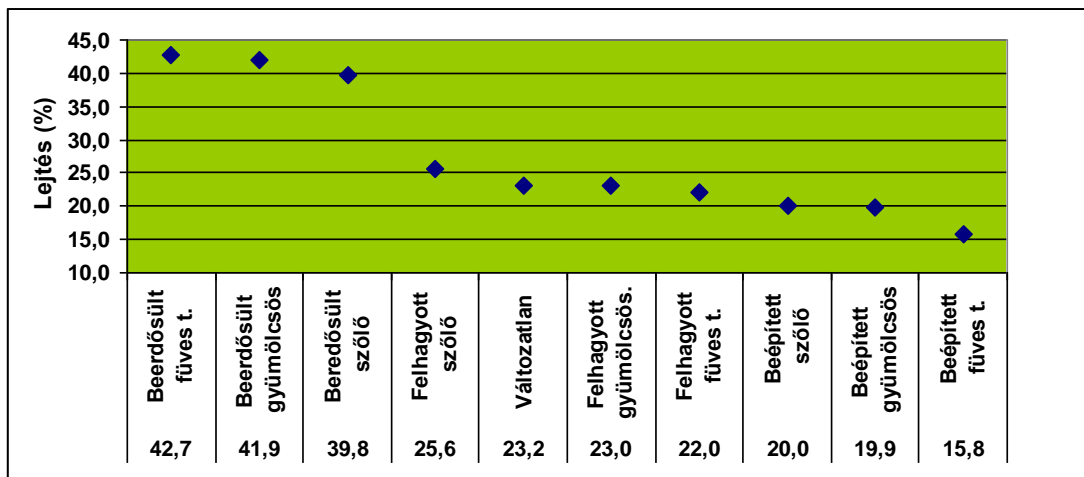
A fényképeken látható átalakulás egyszersmind összegzi az 1982 és 2000 közötti felszínborítás-változás leggyakoribb esetét. A korábban bemutatott módszert követve térben és paramétereit tekintve szintén analizálhatóvá válnak a felszínborítás kategóriáinak a változása. A grafikonok alapján már látható átalakulás pontosítását raszteres állományok összevetésével hajtottam végre. Az adatokból kitűnt, hogy a terület döntő többsége újfent változatlan maradt (55%). Az átalakulás legnagyobb vesztesei az előző korszakhoz hasonlóan szőlővel borított területek, majdnem fele-fele arányban a beépülés és a felhagyás jellemző rájuk. Gyakorlatilag azt a konklúziót vonhattam le, hogy a három felszínborítás-típus adatai mutatnak élénk mozgást. Ebből a szőlők a visszaszoruló kategóriát képviselik, még teret nyernek a felhagyott és lakóövezetté alakuló felszínnek. A többi kategória egy százalék körüli értékeket hordoz, tehát az egy hektárt közelíti csupán a változásuk vetületi alapon számítva. A változó térszínnek digitális domborzatmodellből nyert adatok alapján a következő morfológiai paraméterekkel rendelkeztek. Tszf-i magasságra vonatkoztatva a legnagyobb átlagos értéket - a jelentősebb rácspontot érintő átalakulások (>1%) közül – a szőlőműveléssel felhagyott terepfelszínnek mutatták. Az átalakulás folyamatát jól jellemzi, hogy a második

legmagasabban levő kategória a változatlanságot őrző térszínek, és nyilván azon sem lepődünk meg, hogy a mesterséges felszínek az alacsonyabb értékeknél jelennek meg, ha füves, vagy gyümölcsös területek átalakulásáról van szó (55. ábra).



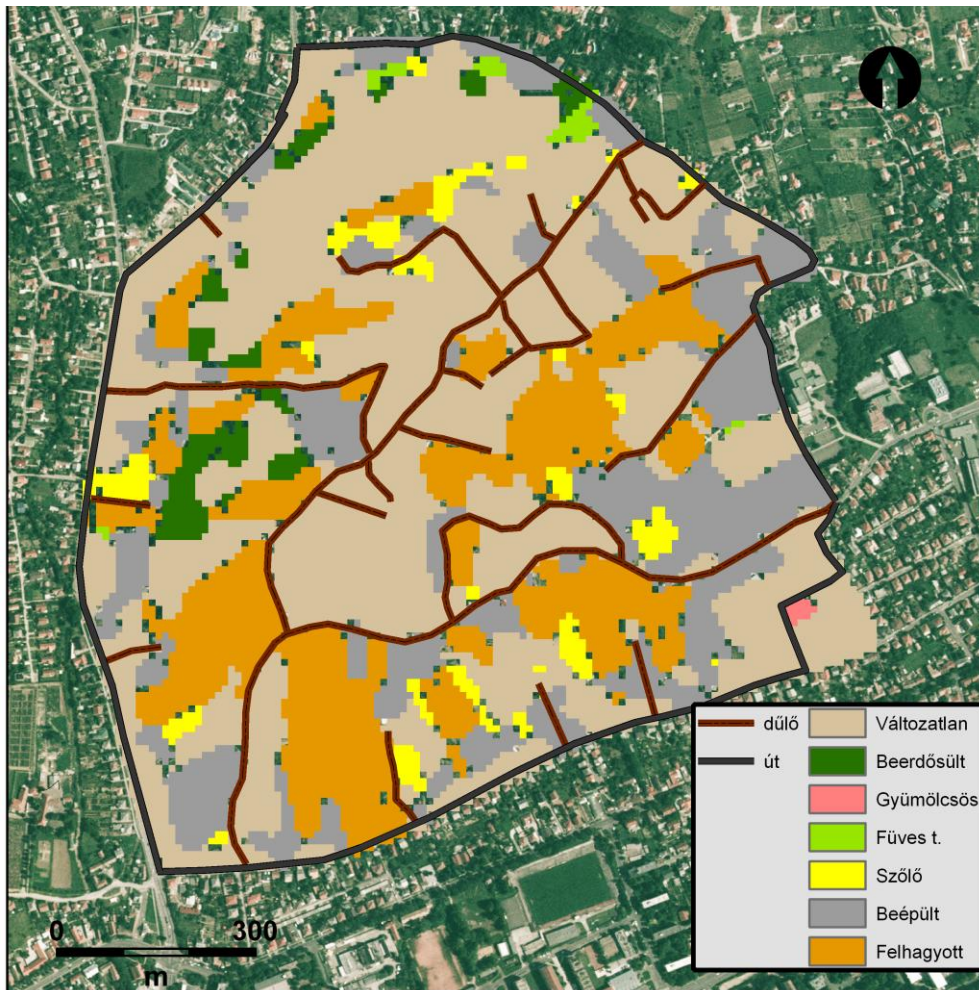
55. ábra: A felszínborítás-változáson átment területek átlagos tszf-i magassága (Forrás:saját szerk.)

Tovább finomította a felszínváltozással kapcsolatos képet a lejtési viszonyok vizsgálata. A térbeli kiolvasással nyert eredmények nemcsak a felszínborítás szerkezetváltásának folyamatát interpretálják, hanem visszajelzést adtak az adatfeldolgozás precizitásáról is. Valójában már korábban említhettem volna, hogy nem találkozunk az átalakulást jellemző indexek között olyan felszínborítás-változással, aminek nincs realitása (pl. felhagyott beépített terület). Az eljárás megbízhatóságát szintén erősíti, hogy a lejtőkategória-elemzésnél a legmagasabb értékeket a visszaerdősült felszínek kapják (56. ábra).



56. ábra: Megváltozott felszínek (1982-2000) átlagos lejtésének mutatói (Forrás: saját szerk.)

Ezt követik a felhagyott területek és a változatlanul maradt térszínek. Ezek a folyamatok ugyancsak megjelentek már hipotetikusán. A jelentősebb pixelszámon végbement folyamatok között a leglankásabb mutatókat a beépítésen keresztül leterített területek adják. A felsorolt kapcsolatok rámutattak, hogy szoros összefüggés tapasztalható a domborzat és a felszínborítás alakulása között - a domborzati formaelemekre vetített bontás egyértelműen alátámasztja ezt. Magától értetődő, hogy egy-egy telken előfordulhatnak a vázolt tendenciákkal ellentétes folyamatok, de a masszív változásokat 1982 és 2000 között két-három felszínborítás változásával jellemezhetem (57. ábra).



57. ábra: Felszínborítás változás 1982 és 2000 között a Makár-hegyen (Forrás: saját szerk.)

Az infrastrukturális elemek, a város térszerkezeti sajátosságai és ingatlanpiaci összetevők mellett a természetes felszín jelentős hatással van egy városrész felszínborításának alakulására.

Az eddig feltárt folyamatok egyértelműen bizonyították ezt. Leszögezhető, hogy a felszín morfológiai tulajdonságai irányítólag hatnak a felszínborításra egy erősen antropogén befolyásolt területen. A Makár-hegy bizonyos területein többszörös felszínborítás-változás volt detektálható az elmúlt közel száz évben. A folyamat átformálta a hegyet, de

más-más módon érvényesült a különböző terepfelszíneken. Eddig készített raszteres változást jelző térképeket áll szándékomban az alfejezet zárásaként összefoglalni.

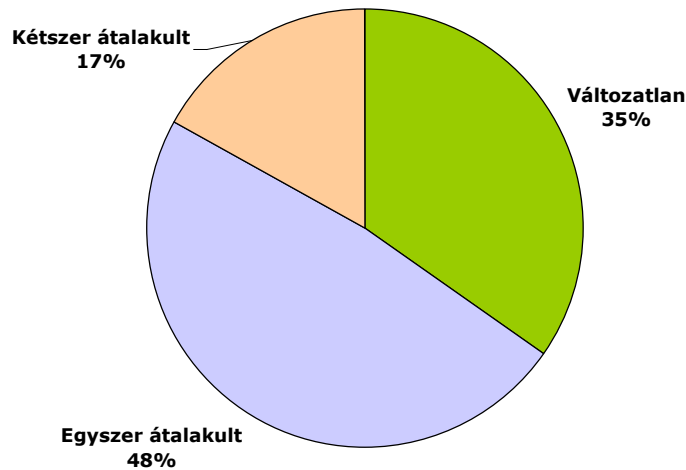
Mint már a dolgozat során oly sokszor, most is térinformatikai műveletek végrehajtásával számszerűsítem a digitális adatfeldolgozás eredményeit. Az átosztályozott felszínváltozási térképeken az átalakult térszínek kategóriától függetlenül egyes értéket kaptak, míg a változatlanul maradt felületek a nullás értéket birtokolták. A két korábban bemutatott térképet ezáltal összeadhatóvá tudtam tenni. Három értéket nyertem:

0= nincs változás,

1= egyszer átalakult a felszínborítás (1916-2000),

2= kétszer átalakult a felszínborítás (1916-2000).

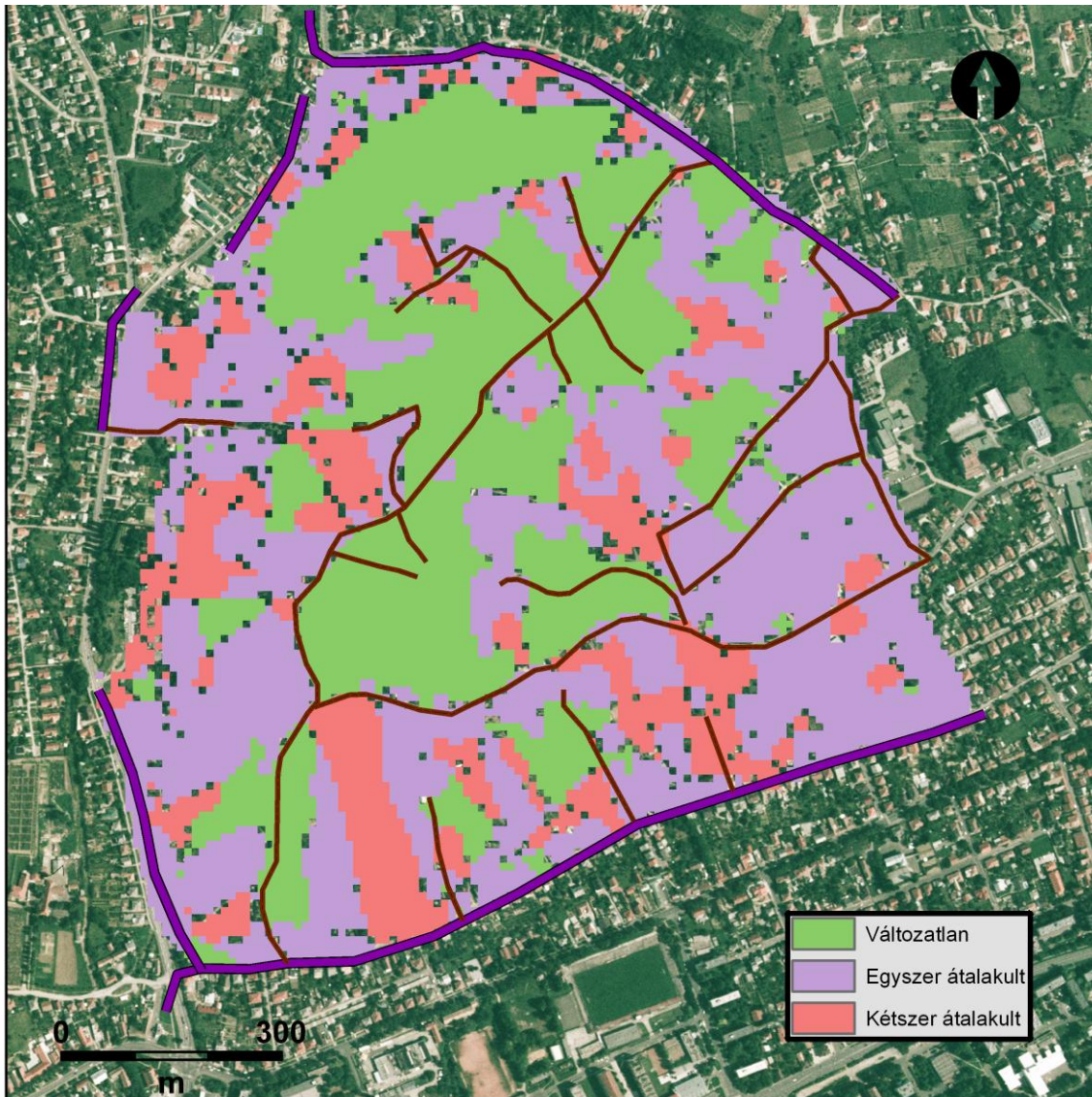
A három kategóriát természetesen nem csak térképen jelenítettem meg (58. ábra), hanem belső adatszerkezetét az eddigiekhez hasonlóan kördiagramon is feltártam. Legnépesebb osztály az egyszer átformálódott kategória lett, majdnem a felét lefedte a hegy területének (48%). Második helyen álltak azok a felszínek, amelyek változatlanul maradtak fenn (35%). A változatlan felszínek felét jelentették azok a térszínek, amelyeken már kétszer átváltozott a felszín borító anyag összetevője a vizsgálatom alapján (59. ábra).



58. ábra: A felszínborítás változásának mértéke a Makár-hegyen 1916 és 2000 között (Forrás: saját szerk.)

Természetesen nem tartom kizártnak, hogy közben többszörös átrendeződés történik egy adott térszínen és ezt pont a vizsgált időpontban nem sikerül rögzíteni a rendelkezésre álló térképekkel. De ennek valószínűségét nagyon kicsinek tartom, mivel a terepbejárásaim során

a vegetáció állapotából, annak korára, megjelenésének időpontjára viszonylag biztosan lehetett következtetni.



59. ábra: A felszínborítás változásának mértéke a Makár-hegyen 1916 és 2000 között (Forrás: saját szerk.)

Sokat elárultak az egyes változás-kategóriákra jellemző felszínborítás típusok. A változatlan térszíneken a szőlő volt a leggyakoribb elem, ezt az erdő követte, a gyümölcsösök képviselték a legalacsonyabb elemszámot a 84 év alatt folyamatosan fennmaradt felszínborítások közül. Egyszeri változással leginkább a lakóterületeknek megfelelő udvar kategória elemei bírnak. Ennél többször átalakuló felszíneken a felhagyott területek dominálnak. Az elmondottak háttérében az a tény húzóhatott meg, hogy a beépült felszínek már megőrzik territóriumukat, „megszilárdultak”, értékes ingatlanokká váltak. Ezzel szemben a kiskertekké, hobbikertekké alakult hajdani szőlőültetvények karbantartásától, megműveltségétől nem függött a telek

értéke. Csak a tulajdonoson múlt, hogy milyen hasznosítást tartott fontosnak, megfelelőnek, így akár a természet újbóli térnyerésének is helyet adhatott. Következésképpen mozaikos szerkezet alakult ki a hegyen, amit nyilván az új funkció – lakóövezet – fog homogenizálni. A nem tudatos műveléság-váltás a telekspekuláció jele, de ennek bemutatása a következő fejezethez fűzhető.

Összegzésképpen a felszínborítás-változással kapcsolatban konstatálhatom, hogy a Makár-hegy több száz éves múltját az igen meredek lejtőgerinceken, lejtőkön megmaradt erdők őrzik, a tetőrégióban található szőlőskertek mellett. A hegy arculatát a lakóövezetté válás, a szolgáltató szektor megjelenése változtatta, változtatja meg jelentősen a lejtőlábi terepeken. Ebben a folyamatban lényeges szerepet játszik az infrastruktúra, aminek közreműködését övezetgenerálással számszerűsíthetném, de ennek feltárása meghaladja jelen dolgozat fő célkitűzéseit. Fontosabbnak tartom, hogy a telekméretet változását párhuzamba állítsam a felszínborítás alakulásával, mert a tulajdonviszonyok döntő szempontot jelentenek a jelenlegi kép alakulásában.

V.3.3. Telekméret alakulása 1916 és 2000 között

A tulajdonviszonyok és a telekméret alapvetően befolyásolja a felszínhasználatot, következésképpen meghatározza a felszínborítást, hogy egy aktuális birtokszerkezet kialakulását a szabályozási összetevők mellett leginkább az adott kor igényei határozzák meg. Mivel a felsorolt szempontok tekintetében lényegbevágó változások történtek a mintaterületen a vizsgált időszakban, ezért a hegy tájtörténeti múltját, jelenlegi tendenciáit döntően érintheti a telkek méretének kérdése, a tulajdonviszonyok tárgyköre.

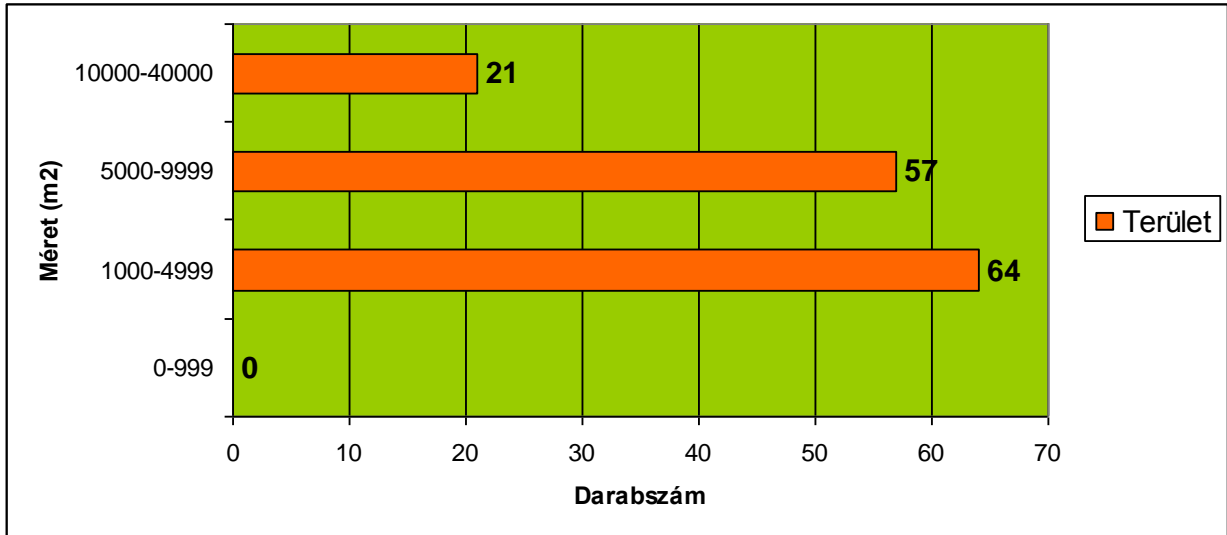
A fent említett faktorok egy része feldolgozható archív kataszteri térképek digitalizálásával. Az eljárás egyik fő előnye, hogy költségtakarékos, mivel nagyobb kiadások nélkül a levéltári anyagok aprólékos feldolgozásával jelentős mennyiségű információt szerezhetünk. A térinformatikai kiértékelés során a szoftver és az időigény a döntő tényező. A bevezetőben említett lépéseket követve készültek el a kataszteri térképek digitális állományai, és ismét az ArcGIS szoftver családot használtam az adatok manipulálására.

Pécs első kataszteri térképe, ami a belvárosi területeken kívül fekvő városrészeket tartalmazza 1856-ban készült el. Ez 164 lapon 1:2880-as méretarányban foglalja össze a város birtokviszonyait. A térképlapok jelentős igénybevételnek voltak kitéve, így szkennelt változatuk – a jó minőségű digitalizálás ellenére – nehezen illeszthető össze. A Makár-hegyet tartalmazó térképlapokat összevettem az 1916-17-es év során készült 1:10 000-es

méretarányú térképpel, és arra a megállapításra jutottam, hogy a művek között nincsenek szignifikáns különbségek, tehát nem jelent lényeges információ többletet a régebbi változat feldolgozása. Ennek köszönhetően az 1916-os állapotot rögzítő térkép a legrégebbi adatforrásom a mintaterület értékelése során. A következő időpont, amit lehetőségem volt felmérni, 1950-es dátumot takar, ekkor egy 1:5000-es kataszteri sorozat lapját transzformáltam geoadatbázisba. 1959-ből való a Baranya Megyei Levéltár következő kataszteri adatforrása, de mivel ebben az esetben is nagy volt az átfedés az 50-es évek végi állapotokkal, nem tartottam célszerűnek még egy állományt generálni. Sajnos a hatvanas, hetvenes évek adatait nem sikerült fellelnem, pedig ekkor történt az a telekfelosztás, kisajátítás, ami a jelenlegi állapotokat meghatározza. Az 1982-es telekszerkezetet a Pécsi Geodéziai Vállalat közműnyilvántartás térképein tudtam ellenőrizni. Célszerű lett volna a hasonló korú topográfiai térkép miatt ezt az adatforrást digitálisan feldolgozni, csak hogy a telekhatárok szinte egy az egyben megegyeztek a Polgármesteri Hivatal Városfejlesztési Osztálya által biztosított vektoros állománnyal, így nem láttam értelmét az adatbevitelnek. Így került sor harmadikként a 2000-es évek állapotát tartalmazó kataszteri digitális adatok átvételére. Hasonlóan a felszínborítás elemzéséhez, három időpontra építettem a kutatást. Úgy vélem, hogy az időpontok feltárják a mintaterületen végbement telekméret-változás fő mozzanatait, és leszűrhetők belőle azok a szükséges információk, amelyek nélkülözhetetlenek egy objektív kép kialakításához.

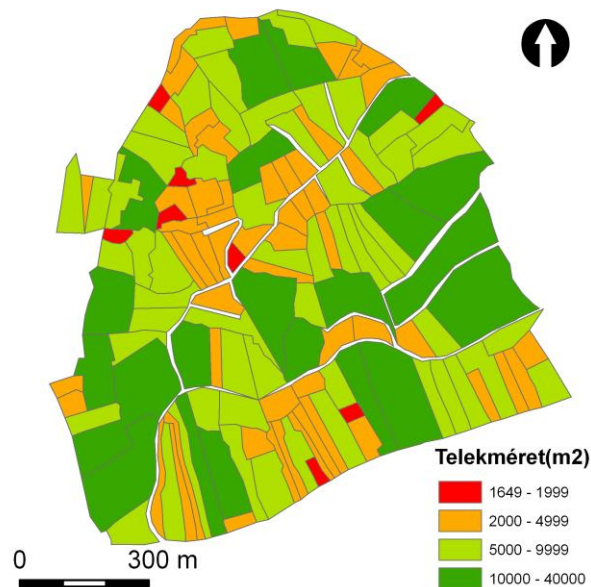
1916-ban 142 darab telek volt a Makár-hegyen. A telkek átlagos mérete (vetületi) 6787 m^2 -t tett ki. A legkisebb telek 1649 m^2 mérettel rendelkezett, míg a legnagyobb terület tulajdonosa 3,2 hektárral bírt. A 142-ből 112 telken szőlőművelés folyt és a maradék harminc telek felét erdő borította. Ezáltal tizenöt telken osztoztak a gyümölcsösök a kaszálókkal, legelőkkel és a házak körüli udvarokkal. Az említett adatok ismét egyértelművé teszik, hogy a múlt század fordulóján milyen céllal látogatták a pécsiek a hegyet. Ennek megfelelően a fél hektár feletti kategóriába tartozó telkek uralkodnak a hegyen, és az 1856 kataszteri lapokra kézzel rávezetett nevek alapján az ugyancsak feltűnik, hogy Pécs belvárosában lakó családok birtokolják az ültetvényeket.

Négy kategóriába csoportosítottam méretük alapján a hegyet lefedő ingatlanokat (60. *ábra*), hogy a településszerkezeti szerepet számszerűsítve ugyancsak feltárjam.



60. ábra: Egyes telekméret osztályokba eső telkek száma 1916-ban a Makár-hegyen (Forrás: saját szerk.)

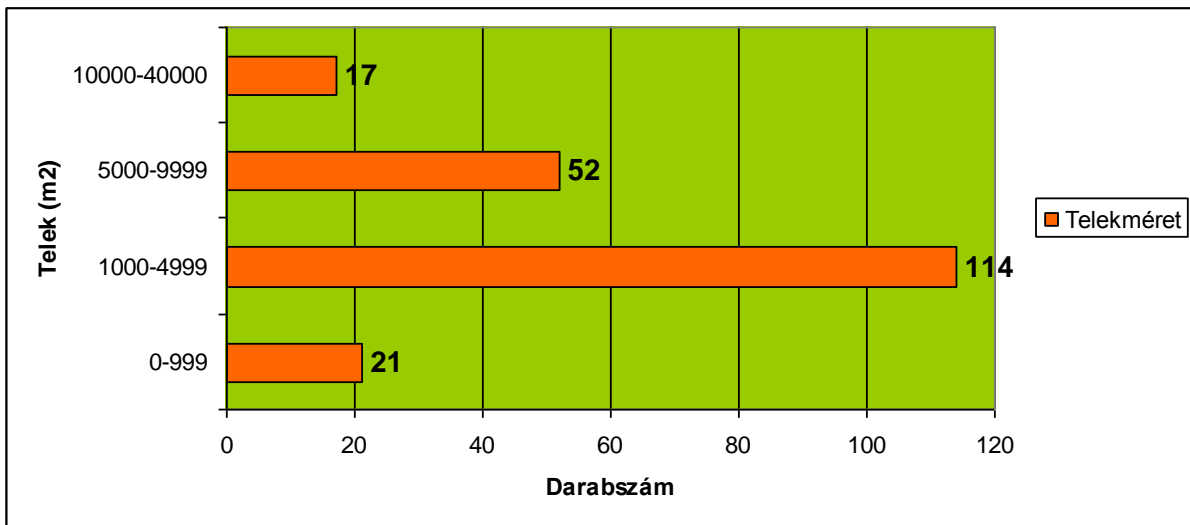
A telkek döntő többsége az 5000 m² alatti kategóriába tartozott, majd szorosan utána a 10 000 m²-ig terjedő osztály következett. Egyetlen egy telek sem volt 1000 m²-nél kisebb (61. ábra). A felsorolt adatokból könnyen leszögezhetem, hogy ezek a kategóriák nem lakhatási céllal kialakított telkekre utalnak, és ahogy korábban említettem, a szőlőműveléssel hasznosított felszíneket a kitettség lejtőszög értékei befolyásolták.



61. ábra: Az 1916-os telekméret kategóriák a Makár-hegyen (Forrás: saját szerk.)

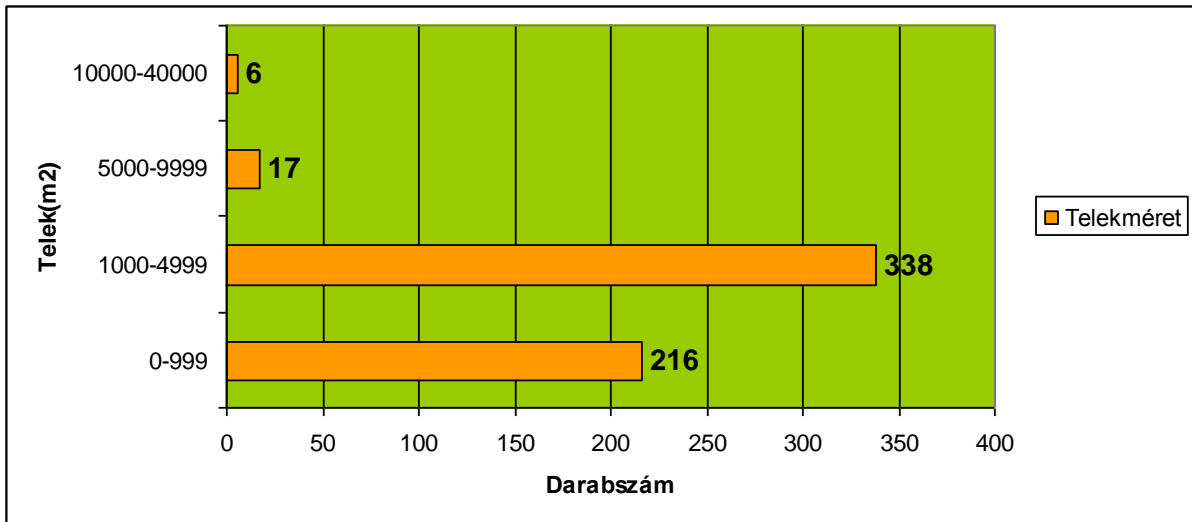
1950-re 4702 m²-re csökken az átlagos méret, és ezzel párhuzamosan természetesen jelentősen nő a telkek száma (204). Minimum érték 476 m²-re csökken, viszont a legnagyobb birtok mérete alig változott. 1916-os méretekkal megegyező kategóriákba osztályozva a

telkeket, fontos változásokat konstatálhattam. Már megjelent az ezer négyzetméternél kisebb telkek csoportja. Főleg a peremterületeken, és a Makár-hegy viszonylatában alacsony lejtőszöggel jellemezhető az említett ingatlanok. A felsorolt tények rávilágítanak arra, hogy nagy valószínűséggel lakhatási céllal választottak le ilyen kis méretű telkeket. 56%-os aránnyal még mindig a leggyakoribb az 1000-4999 m² közötti kategóriába tartozó telkek száma (62. ábra). Az ábráról leolvasható, hogy az egy hektár feletti osztály tagjainak létszáma nem változott lényegesen 1950 és 1916 között.



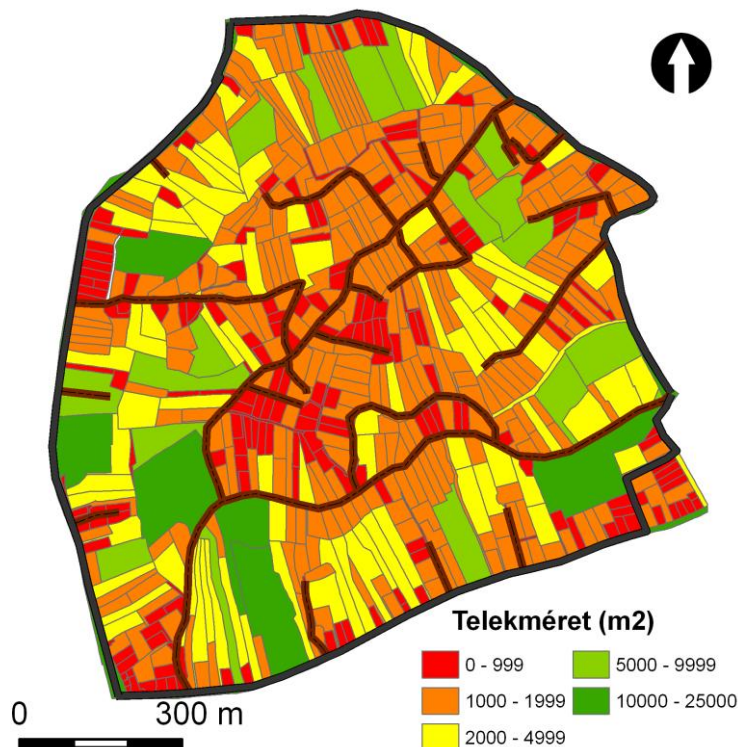
62. ábra: Egyes telekméret osztályokba eső telkek száma 1950-ben a Makár-hegyen (Forrás: saját szerk.)

2000-re gyökeresen átalakulnak a telkek statisztikai paraméterei. 628 telket számolhattam össze a hegyen, 1709 m²-es átlaggal. A legkisebb ingatlanok 120 m² körüliek, míg a legtekintélyesebb birtok 2,1 hektárral rendelkezik. A telekméret-változás legnagyobb vesztesei az ötezer négyzetméter feletti kategóriák, alig marad pár összefüggő nagyobb birtok. Minden kétséget kizáróan ebből táplálkoznak az alacsonyabb kategóriák, és jelentős darabszám-bővülést figyelhetünk meg mindkét csoportnál (63. ábra).



63. ábra: Egyes telekméret osztályokba eső telkek száma 2000-ben a Makár-hegyen (Forrás: saját szerk.)

A hisztogrammal kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy 304 darab telek az 1000-4999 m² közötti kategóriának 338 egyedéből 2000 négyzetméter alatti területtel bír. Így, ha ezt az osztályt is felvettem volna, akkor ez lett volna a leggyakoribb érték.

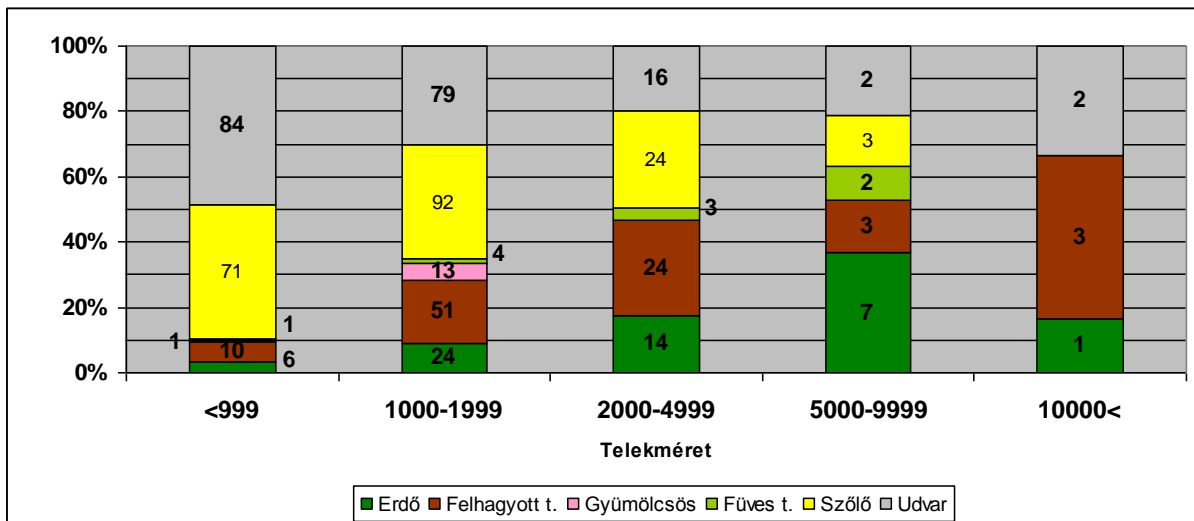


64. ábra: a 2000-es telekméret kategóriák a Makár-hegyen (Forrás: saját szerk.)

A telekméret és a domborzati paraméterek között nem lehet összefüggéseket kimutatni, mindegyik kategória előfordul a különböző terepfelszíneken. A Makár-hegy bármelyik részén

feltűnnek a különböző méretű telkek, tehát nem a domborzat dominál a telekméret alakulásában, hanem társadalmi igények irányították azt.

Sokkal árulkodóbb az egyes telekméret-csoportok felszínborítása a 2000-es esztendőben. A raszteres felszínborítás térképre fektetett telekhálóba eső felszínborításkategóriákat vettem számba telkenként. A leggyakoribb pixel-érték alá soroltam be az adott telket, és az eddig említett telek-nagyságrendek szerint csoportosítottam. Egy plusz csoporttal növeltem a telekméret felbontását. Az 1000 és 1999 m² közé eső telket külön vettem. Az adatok alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a szőlőkultúra a kiskertekben él tovább a 2000 m² alatti telkek birtokolják a szőlőterületek többségét. A lakóövezetek ugyancsak ehhez a méretkategóriához kötődnek, habár az egy hektár feletti területeknél a Tiborc utcai iskola és egy Magyarürögi úti lakópark meghatározó hányadot képvisel. Elmondható, hogy a nagyobb udvarként definiált ingatlanok lakóparkokként funkcionálnak. Ugyancsak az egy hektár feletti telkekre vonatkozik, hogy a régi, fel nem osztott szőlőbirtokokat felhagyták, ezért jelenleg műveletlenül parlagon hevernek. Mindhárom ilyen területen csak a felhagyott terület reprezentáló érték jelent meg, tehát egyértelmű volt az osztályozás. Az erdőbirtokok a fél hektár és egy hektár közötti csoportnál játszanak domináns szerepet, az ide kapcsolódó két füves terület pedig víztározóként hasznosul. A változásokat akkor lehet igazán érzékeltetni, amikor az 1916-os adatokkal összevettem a 2000-es eredményeket. Egy példát kiragadva kijelenthetem, hogy 1916-ban az egy hektár feletti telkek 85%-án szőlőművelés folyt, két terület (10%) erdővel fedettként került térképezésre (65. ábra).



65. ábra: Egyes telekméretetekhez kapcsolódó felszínhasználatok százalék és darabszám szerint (Forrás: saját szerk.)

A digitálisan kinyert adatok betekintést nyújtottak a Makár-hegy felszínborításának és birtokszerkezetének alakulásába. A kapott információk lépésről-lépésre elénk tárják a településszerkezet-változás következtében megjelenő térformáló folyamatokat, és elegendő indokot szolgálnak egyes jelenségek interpretálásához. A térben és időben más-más ritmussal zajló felszínborítás-változás és telekméret-csökkenés jelentős magyarázóerővel rendelkezik a városrész településszerkezeti szerepével kapcsolatban. A feldolgozott adatállomány elárulta, hogy a hegy hajdani elsődleges funkciója – szőlőtermő terület – a XX. sz. folyamán eltűnt. Az új ingatlanviszonyokból kitűnik, hogy a régebbi számottevő kiterjedéssel rendelkező szőlőtáblák teljesen elvesztették szerepüket és parlagokká váltak. A folyamat háttérében a tulajdonviszonyok állnak. Érdekes aspektusuk, hogy ezek a területek általában állami felügyelet alá kerültek, és nem tudtak részt venni az 1960-as, 1970-es évek kisajátítási eljárásaiban, amikor felparcellázva képesek voltak bizonyos társadalmi igényeket kielégíteni. A ma még állami tulajdonban levő területek – legnagyobb birtoktest jelenleg a PTE tulajdonában van – „várják” új funkciójukat, amit nyilvánvalóan a piacgazdaság keretei között fog elnyerni az adott ingatlan. A peremterületeken megjelent szolgáltató funkció nem tud a hegyre felkúszni, mert akadályozó tényezőbe ütközik. Elsők között kell említeni a domborzatot és az ehhez alkalmazkodó út- és telekszerkezetet. A lábainál megmerevedő hegy – kialakult lakóingatlanok – nem tud teret nyitni már a hegy felsőbb régiói felé, ezért a kisebb telkek lettek „életképesek”, hiszen egyedi igényekre alapuló elképzelések megvalósítására még lehetőséget adtak. Ebben az esetben a tulajdonosok még maguk képesek befolyásolni telkük sorsát, döntésükön múlik, hogy mely hasznosítási utat választják. A nagyobb telkeken (1/2 ha) a természetes vegetáció térszínre szembevetően domináns. Erdősülés irányába tart a hegy fokozatosan növekvő hányada, ami részben szerepkör-hiányra utal, de a csuszamlásvédelem szintén fontos összetevő. Az említett folyamatoktól el kell különíteni az erdővel fedett térszínt, mivel az erdő ez egyetlen felszínborítás, amely stabilan őrizte mind pozícióját, mind részarányát a felszínborítás vizsgálata során. Ezt a tényt domborzati összetevőkre vezettem vissza.

Végezetül hadd említsem meg, hogy az elkészült digitális adatállomány még további elemzéseknek adhat helyet. Tájmetriai feltárás, vagy akár a digitális domborzatmodellből kiindulva a panoráma szerepének értékelése fontos aspektusai lehetnek a Makár-hegy tájtörténeti vizsgálatának. Az eddig leírtakra alapozva szeretném a jövőben tovább folytatni a Makár-hegy felszínborításával kapcsolatos kutatásokat. A fő csapásiránya a közeljövő kutatásainak a felszínborítási adatok újbóli terepi felvétele lesz, mivel a 2006-os víziközmű fejlesztés eredményeképpen a terület teljes egészében jogszerűen beépíthetővé vált. Az

átalakulás jelei szemmel láthatóak, amelyeket az építési osztály adataival kívánok kiegészíteni. A felvételre kerülő új állapot levéltári kutatásokkal kiegészítve új szakaszokat nyithat a vizsgált időszakon belül.

Az archív térképek digitális feldolgozásával gyűjtött adatok átfogó képet adtak egy mintaterület településkörnyezeti változásáról, rávilágítottak arra, hogy a településszerkezet fejlődése miképpen befolyásolhatja egy városrész funkcionalitásának alakulását. Körvonalazódott, hogy a transzformációban mely faktorok tölthetnek be meghatározó szerepet, és ezeket milyen térinformatikai műveletekkel írhatjuk le.

V.4. A távérzékelés szerepe a városok felszínfejlődésének vizsgálatában

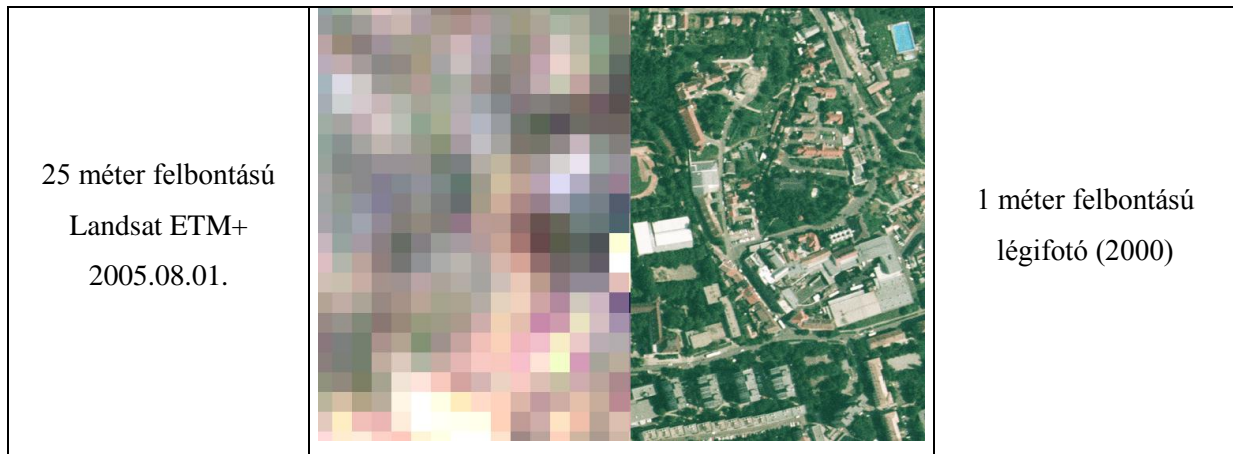
Az elmúlt évtizedek során a távérzékelés vált a földtudományok egyik legfontosabb adatgyűjtési eljárásává. A leggyakrabban használt távérzékelési módszer a Föld felszínéről visszaverődő elektromágneses sugárzásból nyerhető információk feldolgozása. Legtöbb esetben a műholdakon elhelyezett passzív szenzorok a Nap visszavert elektromágneses sugárzását rögzítik a földfelszín pásztázása során. Az így nyert adatokat különböző digitális képfeldolgozási technikák segítségével értelmezik a kutatók. Míg régebben a vizuális interpretációval azonosították az űrfelvételek színeit, tónusait, mintázatát – így a szubjektivitás játszott fő szerepet –, addig ma már a hardver-, szoftverhátternek köszönhetően széles nemzetközi szakirodalmát ismerjük a különböző digitális képfeldolgozási algoritmusoknak. Lényegük az egyes automatikus osztályzási technikák által végrehajtott digitális adatfeltárás. A digitális képfeldolgozási technikákra építve tártam fel ebben a fejezetben az elmúlt húsz év felszínborítás-változásait Pécsen. Két eltérő módszer alkalmazásával húsz év távlatát fogtam át, és első lépésben Pécs városát, majd tágabb környezetét, az agglomerációt vizsgáltam.

V.4.1. Vízáró felületek alakulása Pécsen 1985 és 2005 között

Az 1970-es évek óta a műholdas távérzékelés-kutatások homlokterében a természeti erőforrások feltérképezése áll. A NASA (National Aeronautics and Space Administration) 1972 júliusában Earth Resources Technology Satellite (ERTS) néven állította pályára az első földi erőforrás-kutató műholdat. Azonban a XX. század utolsó évtizedében kezdték meg a városi területek vizsgálatánál alkalmazni az űrfelvételek feldolgozását, köszönhetően az egyre nagyobb felbontású felvételeknek és a digitális képfeldolgozás technikai forradalmát biztosító személyi számítógépek széles körű elterjedésének (WENG, Q.–QUATTROCHI, D.A. 2007). Kezdetben a műholdfelvételeken a városok textúráját elemezték, geometriai alakzatok lehatárolásával és mintázatok elkülönítésével foglalkoztak a kutatók, és csak később kerültek feldolgozásra a spektrális információtartalmak (SMALL, C. 2001). A legkorábbi kutatás, ami városi területek osztályzásával foglalkozott spektrális tulajdonságok alapján, 1974-ben jelent meg, s már ekkortájt felismerték, hogy a városszerkezeti sajátosságok nem tükröződnek kellőképpen a kis felbontású felvételeken. Öt méternél kisebb térbeli felbontásban határozták meg az elfogadható szintet (WELCH, B. 1982). Ezt a problémát a szenzorok harmadik generációja képes volt megoldani (IKONOS 4 m, QuickBird 2,4 m, LIDAR 3D szenzor).

Igaz, azt is meg kell jegyeznünk, hogy a túl részletes adatok sem a legtokéletebbek, mivel az osztályok közötti és az osztályon belüli különbségek is oly mértékben megnövekedhetnek, hogy zavarhatja a feldolgozást, és ezáltal csökkenti a becslések pontosságát („information overload” és „salt and pepper” problémák) (TANG, J. et al 2007).

A felsoroltak alapján megállapítható, hogy a városi területek műholdas interpretációjának az a legnagyobb problémája, hogy a felszint borító egyes anyagok kisebb méretben reprezentáltak, mint a műholdkép felbontása, így a szenzorok által érzékelt pixelek összetett kompozíciója lesz az utak, házak, fák spektrális tulajdonságainak (66. ábra). Ennek következtében az úrfelvétel képpontjai nem egyetlen tárgyat reprezentálnak, hanem a felszint alkotó anyagok visszaverődésének keverékét (STRAHLER, A. H. et al 1986). Ebből következően nehéz olyan tiszta pixeleket leválogatni, amelyek reprezentatívak lehetnek egy adott területi kategóriára. További gondot jelent, hogy a városi felszínek spektrális jellemzői hasonlítanak más felszíni visszaverődésekhez (nem fotoszintetizáló növények, talajok stb.).



66. ábra: A PTE Ifjúság úti épületének felvételei különböző felbontású és típusú képeken
(Forrás:saját szerk.)

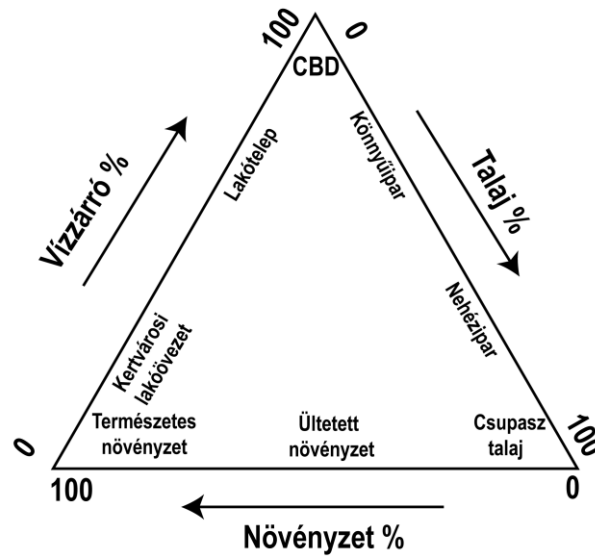
Ezzel a problémával szembesültem, amikor a FÖMI által rendelkezésemre bocsátott Landsat műholdak (14. táblázat) eredetileg 30 méteres felbontású képeinek feldolgozásához fogtam. A vegyes pixelek nem reprezentálják egyértelműen a városi felszínborítást, beépítettség típusokat, különösen a lakóövezetek meghatározása jelenthet gondot, ahol eltérő anyagok sokasága fordul elő (WENG, Q.–LU, D. 2007). Az említett nehézségekből fakad, hogy a hagyományos irányított pixel-osztályozási eljárások nem mindig a kellő pontossággal alkalmazhatók a városi területek feltárására. Kevésbé megbízhatóak, mivel nem képesek a pixelen belüli tartalmak értelmezésére és az adott képpontot egy meghatározott osztályba kényszerítik. A hagyományos spektrális adatfeldolgozás mellett a közelmúltban került

bevezetésre bizonyos szocio-ökonómiai adatok társítása az űrfelvételekhez. Azaz FIR alkalmazásával területi statisztikai adatokat építenek be az elemzésekbe; népsűrűség, GDP és más szociológiai mutatók segíthetnek a városi területek osztályzását megbízhatóbbá tenni.

14. táblázat: A feldolgozásra kerülő Landsat felvételek főbb jellemzői (saját szerk.)

Műhold típusa	Szenor típusa	Felvétel dátuma	Spektrális jellemzők
Landsat TM5	Thematic Mapper (TM)	1985.08.10.	6 spektrális csatorna, 30 méteres felbontással a látható a közeli és, a középső infravörös tartományokban, a 6-os csatorna pedig a termális sáv, 120 méteres felbontással.
Landsat TM7	Enhanced Thematic Mapper (ETM+)	2005.08.01.	6 spektrális csatorna, 30 méteres felbontással a látható és a közeli és, a középső infravörös tartományokban, a 6-os csatorna pedig a termális sáv, 60 méteres felbontással.
Landsat TM7	Enhanced Thematic Mapper (ETM+)	2006.08.20.	6 spektrális csatorna, 30 méteres felbontással a látható a közeli és, a középső infravörös tartományokban, a 6-os csatorna pedig a termális sáv, 60 méteres felbontással.

A dilemma megoldására M.K. Ridd. tett először kísérletet a V-I-S (vegetation-impervious-surface-soil) modell bevezetésével (RIDD, M.K. 1995) (67. ábra). Az ábrán látható konceptuális modell a városi felszínborítás három fő összetevőjét reprezentálja, és lényegében azt jelképezi, hogy a városi pixelek a növényzet, a vízzáró- és a talajrétegek lineáris kombinációja. A háromszög oldalai egy-egy komponenst reprezentálnak 0-100 százalékos borítottságig, a városi felszínborítás típusai ezen háromszögön belül helyezkednek el és vektorokkal köthetők a százalékos összetételt mutató oldalakhoz. Ez a megközelítés segít szétbontani a kevert városi felületeket és új képfeldolgozási technikák (spectral mixture analysis) bevonásával megbízható eredményeket előállítani (WENG, Q.–LU, D. 2007). Landsat TM és Landsat ETM+ képek vonatkozásában többféle nem ellenőrzött osztályba sorolós módszerrel értek el látványos eredményeket, főleg amerikai kutatók az ezredfordulón (RIDD, M. K. 1995, SMALL, C. 2001, 2002, PHINN, S. et al. 2002, WU, C.–MURRY, A. T. 2003).



67. ábra: A Ridd-féle VIS-modell egyszerűsített ábrája (Ridd M, 1995 alapján saját szerkesztés)

A VIS-modell hatékonysága ellenére több hiányossággal is rendelkezik, például nem egyértelmű a vízfelületek interpretációja, a vízzáró felületek pedig igen eltérőek lehetnek (beton, aszfalt, cserép, fémek stb.), és természetesen az árnyékok hatását nehéz kiszűrni. Ennek ellenére a szakirodalom széles körben elfogadja, mivel a városi felületek spektrális heterogenitását először próbálta egy elméleti modell segítségével megközelíteni (WENG, Q.–LU, D. 2007). A VIS-modellben alkalmazott három spektrális visszaverődési csúcsérték (endmember) szerkezetet egészítette ki C. Wu és A. Murry (2003) négytagúvá. Modelljükben a vízzáró felületeket az alacsony és magas albedójú pontokkal helyettesítették, így próbálva meg szétválogatni a különböző minőségű vízzáró felszíneket (vegetation-low albedo-high albedo-soil, VLHS modell). Említésre méltó még C. Small (2001) eljárása, amely szintén három komponenszt alkalmazott; elhagyva a talaj jellemzőit a növényzet és a magas-, alacsony albedójú felületekből építette fel modelljét (vegetation-low albedo-high albedo, VLH modell) (SONG C. 2007).

A városi felszínfejlődés vizsgálatánál a beépített területek meghatározása az egyik legfontosabb cél, mivel a mesterséges felületek nagysága döntően befolyásolja a környezetfizikai folyamatokat. Gyakorlatilag a beépüléssel lezárul a felszín fejlődésének természetes szakasza és az antropogén tényezők veszik át az irányítást. Megszűnnek a természetes körforgások, a felszín kimerevedik. A beépülés egyben azt is jelenti, hogy vízzáró felületek jönnek létre, aminek meghatározására a felsorolt modellek (VIS, VLHS, VLS) nyújtanak megoldást. Elmondhatjuk, hogy a vízzáró felületek műholdképekről történő

leválogatásával (ISA, impervious surface area) feltérképezhetjük az eltérő beépítettségi, felszínborítási típusokat a városban, meghatározhatjuk a városi kiterjedését, és különböző időpontokban készült felvételeket használva detektálhatjuk a város terjeszkedését (SICD subpixel imperviousness change detection) (XIAN, G.–CRANE, M. 2007).

Pécs város belterületének határai alapján készített kicsivel több, mint 151 km² nagyságú téglalapban határoltam le a vizsgált területet. Ez a terület magába foglalja a teljes beépített városrészt, de ugyanakkor tartalmaz mezőgazdasági, erdő és bányaművelés ágba tartozó részeket.

Az űrfelvételek interpretációjának a folyamata két részre bontható. Első lépésben az előfeldolgozás során a geometria, radiometriai hibákat korrigálják, megfelelő vetületi rendszerbe transzformálják a felvételt, majd a kép adattartalmát különböző előfeldolgozási technikákkal szűrik, sűrítik, kiemelik, széthúzzák a képet. Ezt követi a képosztályozás lépése, amelyet csak a kép minőségét javító eljárások után lehet megvalósítani. Lényege, hogy a felszínborítás tematikus kategorizálását végrehajthassuk, amely gyakorlatilag az eltérő spektrális visszaverődési jellemzők szétválogatását takarja, számtalan statisztikai műveletre épülő digitális képfeldolgozó módszer segítségével. Ennek többsége már beépített algoritmusok formájában utolérhető a digitális képfeldolgozó szoftverekben.

Az adatok kiértékeléséhez az IDRISI32 TwoReales térinformatikai szoftvert használtam. A program beépített moduljai többféle megoldást is tartalmaznak a célként kitűzött feladatok megoldásához. Első lépésben a vízzáró felületeket határoztam meg. Ehhez új komponensekre bontottam a LANDSAT képeket a főkomponens analízis segítségével. Ennek következtében könnyebben hozzáférhetővé vált az űrfelvételek információtartalma és elkülöníthetővé váltak a képzavaró tényezők. A főkomponensekből nyertem az egyes felszínborítási kategóriákra jellemző reflektancia intenzitás-csúcsértékeket (endmember), amelyek a Linear Spectral Unmixing Analysis elemzés futtatásának bemenetelei. Ezzel az eljárással válogattam szét a vegyes tartalmú képpontok adatait, amelyeket a termális (LANDSAT 6. csatorna) felhasználásával tovább bontottam. A kapott eredményekkel a vízzáró felületek arányát osztályoztam pixeleken belül.

A műholdképeket a FÖMI bocsátotta rendelkezésemre, így a FÖMI végezte a spektrális és a geometriai korrekciókat, azaz EOV vetületi rendszerbe illesztést, az ERDAS IMAGING szoftver felhasználásával. A felvételt a NASA ajánlásának megfelelően 25 méteres pixelmérettel újra-mintavételezve kaptam meg.

LANDSAT űrfelvételek esetében is megfigyelhetjük, hogy a felvétel egyes csatornáinak között nagy a párhuzamosság, vagyis információtartalmuk fedésben van. Ez a gyakorlatban

azt eredményezi, hogy a LANDSAT felvétel hét csatornája valójában kevesebb információt tartalmaz, mint ezt eredetileg a csatornák száma alapján várnánk.

A csatornákból rejlő információt a főkomponens-eljárással új csatornába (komponensekbe) sűrítjük úgy, hogy faktoranalízis segítségével egymással nem korreláló komponenseket alakítunk ki (EASTMAN, R. J. 1999). A transzformálás során létrehozott komponensek mindegyike új információt hordoz, az információ mennyiségének nagysága alapján sorba rendezve, gyakorlatilag egy lényegkiemelő eljárásról van szó. Ez egyben azt is jelenti, hogy a legtöbb információval rendelkező komponens kerül az első helyre, így az első néhány komponens – a sávok nagymértékű egymás közötti korrelációja miatt – képes az űrfelvétel adattartalmának több mint 90 százalékát hordozni. További következmény, hogy az utolsó komponens gyakorlatilag a nem korreláló zajokat hordozza, így zajszűrési eljárások során lehet alkalmazni (CZIMBER K. 2001).

Erre az eljárásra azért volt szükség, hogy hatékonyabban ki tudjam emelni a spektrális visszaverődés intenzitásának csúcserősségeit. A főkomponens-analízissel előállított adatállomány egyszerre képes a lényegkiemelésre és az adatállomány csökkentésére, mivel az egymással korreláló adatok az eredeti csatornákból átkerülnek az új komponensekbe.

A linear spectral mixture analysis a legszélesebb körben alkalmazott fizikai alapú eljárás, ha a heterogén pixelekből kívánunk adatokat nyerni. Lényege az a feltételezés, hogy a szenzor által érzékelt sugárzás lineáris kombinációja a pixelt alkotó különböző felszínek egyedi spektrális reflektanciájának (ADAMS J. B. et al. 1995). A LSMA (Linear Spectral Mixing Analysis) eljárás matematikai képlete a következő:

$$R_i = \sum_{k=1}^n f_k R_k + E_{ik}$$

$i=1, \dots, m$ (spektrális csatornák száma);

$k = 1, \dots, n$ (adott anyagot jellemző reflektancia intenzitás csúcserősségeknek (továbbiakban az angol eredetinek megfelelően: endmember) száma)

R_i = egy kevert pixel (több endmember-t is tartalmaz) spektrális reflektanciája az i csatornának;

f_k = k endmember aránya a pixelen belül;

R_{ik} = az ismert spektrális reflektanciája a k endmembernek az i csatornában

E_{ik} = maradvány

Szavakkal összefoglalva a linear spectral unmixing vagy linear spectral mixing analysis (LSMA) lényegét: a felvétel adott csatornájának pixelértékét a benne található felületek területarányával súlyozott sugárzási értékek határozzák meg (KARDI T. 2007).

Általában az endmember-ek hányadosának összege egyet kell, hogy kitegyen, és az egyes endmember-ek hányadosa nem lehet negatív érték vagy nagyobb, mint egy (WENG et al. 2007):

$$\sum_{k=1}^n f_k \text{ és } 0 \leq f_k \leq 1$$

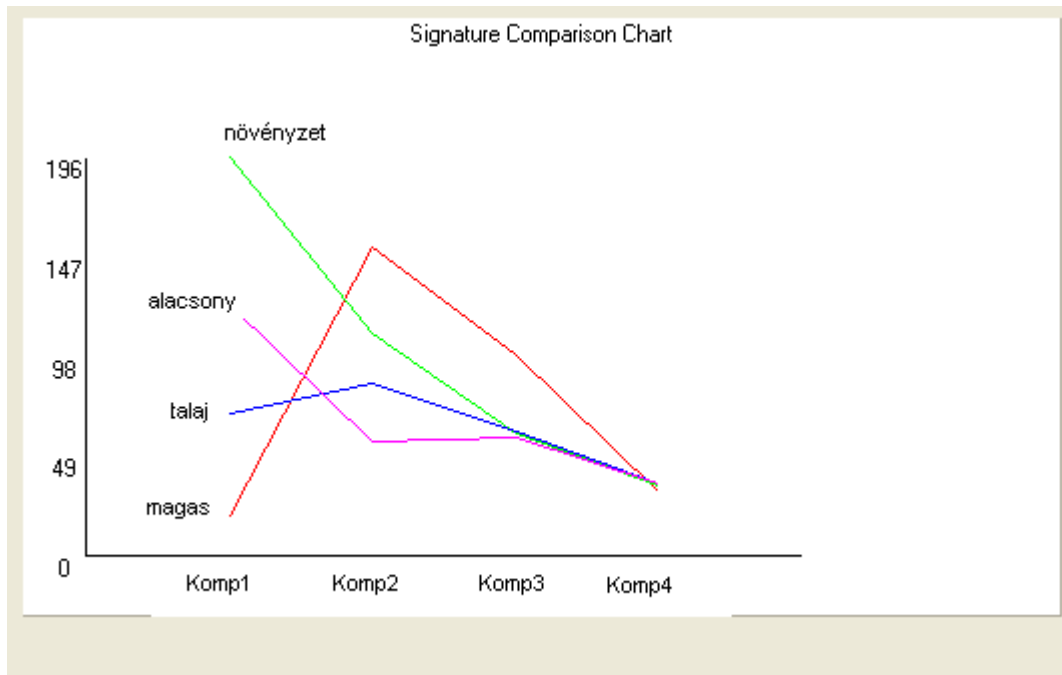
Az endmember-eket kivonathatjuk magából a képekből (image endmembers), de terepi vagy laboratóriumi mérések eredményeként is meghatározhatjuk (reference or library endmembers). Gyakrabban alkalmazzák a felvételekből nyert adatokat, mivel ezek könnyebben elérhetőek és az adott kép spektrális tulajdonságait tartalmazzák (ROBERTS et al., 1998). Természetesen alapvető, hogy az úrfelvételen kiválasztott mintaterület homogén anyagi struktúrával rendelkezzen, azaz a kiszemelt képpontok egységes anyagi szerkezetet takarjanak. Mintaterületek homogenitását nagyfelbontású légifelvételekkel, ortofotókkal ellenőrizhetjük, ha a felvételek készítésének ideje viszonylag közel esik az úrfelvételek létrehozásának dátumához (SONG C. 2007).

Az LSMA geostatistikai módszer végrehajtásához az IDRISI32 térinformatikai szoftvert használtam, és két lépésben készítettem elő a digitális adatállományokat a feldolgozáshoz. Először az adott tematikus kategóriáknak megfelelő spektrális intenzitás-csúcsértéket (endmember) mintaterületekkel válogattam le (Signature development – Endsing). A intenzitás-csúcsértékek leválogatásának alapját az 1985-ös úrfelvétel esetében az 1981 és 1982-ben készült 1:10 000 méretarányú topográfiai térképek és a valószínű úrfelvétel jelentette, a térképeket a FÖMI-től vásároltam GEOTIFF formátumban EOVS vetületi rendszerbe illesztve. A 2005-ös felvétel esetében a referenciaképet a Pécsi Polgármesteri Hivatal tulajdonában levő egy méter felbontású ortofotó jelentette, amit szintén EOVS koordinátarendszerben bocsátottak rendelkezésemre. Majd az „UNIMIX-sub-pixel classification” menüpontot futtattam, ahol a „Linear spectral unmixing” opcióval tudtam a kívánt töredékképeket generálni.

Az LSMA eljárás sarkalatos pontja a megfelelő reflektancia intenzitás-csúcsértékekkel rendelkező pixelek kiemelése a főkomponens analízissel létrehozott képekből, mivel az intenzitás-csúcsérték megtalálásán múlik a kapott LSMA töredékképek minősége. Pécs esetében a domborzati viszonyok (árnyékhatás) miatt a hagyományos VIS modell nem

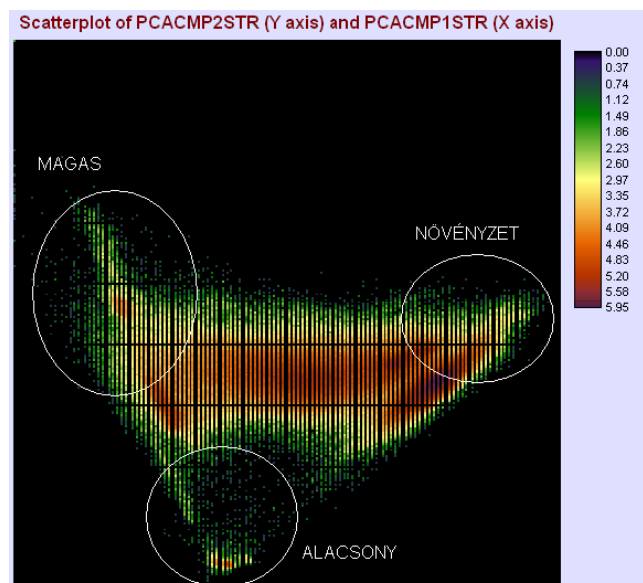
alkalmazható, amelynek további hátránya, hogy a sötét és világos vízzáró felszíneket nem tudja megbízhatóan elkülöníteni. Ez magyarázza azt, hogy a VIS-modell helyett a VLHS és a VHL módszer alkalmazását próbáltam meg. Ezen eljárások előnye, hogy a termális csatorna felhasználásával leválogathatóvá válnak azok a zavaró felszínek, amelyek a magas és az alacsony albedójú területek közé tartoznak. Ilyen problémát okozhatnak a magas-albedójú területek tekintetében a száraz talajok. Így annak ellenére, hogy a képpontok többsége valószínűleg az épületek tetejét és a betonfelületeket reprezentálja, az LSMA eredményei nem fogadhatóak el további feldolgozás nélkül. Hasonló a helyzet az alacsony albedójú felszínek esetében, ahol az árnyék és a vízfelületek kiszűrése lehet a cél, ahhoz hogy megkaphassuk az aszfalt és más sötét vízzáró területeket. Tehát a VLHS és a VLH eljárás a termális újraosztályozással alkalmazható eredményesen (WENG, Q.–LU, D. 2007).

Visszatérve az intenzitás-csúcsérték exportálásához, először mind a négy csúcsérték kategóriában 30 darab képpontot (feltételezett tiszta pixeleket) válogattam le, és ezek számértékeinek (dn) az átlagával jellemeztem az egyes főkomponenseket. Az „Endsig” eljárással készítettem jelölőfájlokat a növényzet, talaj stb. vonatkozásában. A kapott csúcsértékek szeparációját különböző módokon ellenőriztem. Az intenzitás-csúcsérték egymástól való elkülönülését a „transformed divergence” módszerrel ellenőrzi a szoftver (SEPSIG), az eredmények meghaladják a program által kívánt szeparációs határértékek, azaz jól elkülönülnek a főkomponensekből kivont növényzet, talaj, alacsony és magas albedójú értékek. Grafikonon megjelenítve szintén nyomon követhetjük az egyes komponensekre jellemző értékeket (68. ábra). Az ábrán megfigyelhetjük, hogy az első komponensben még az egymástól nagy távolságra levő értékek összeolvadnak, tehát folyamatosan veszítenek karakterükből. Ez a komponensek adatsűrítő hatása miatt van, mivel a 4 komponens már nem rendelkezik elegendő információ tartalommal az élesebb elkülönüléshez (a modul futtatási feltétele volt, hogy a bevitt csatornák száma megegyezzen az elkülönített csúcsértékekkel).



68 ábra: Intenzitás-csúcsértékek spektrális görbéje az egyes felszínborítási kategóriákban, főkomponensek szerint (1985) (Forrás: saját szerk.)

Intenzitástér diagramokon (69. ábra) a csúcsértékeknek megfelelően helyezkednek el a vizsgált felszín típusok, a talaj, mint a grafikonon is, a sűrűségdiagramok közepén található. A spektrális görbe és az intenzitástér-grafikonok elemzése fontos részei a LSMA eljárásnak, hiszen megvizsgálhatjuk, hogy milyen eredmények várhatók az osztályozás után.



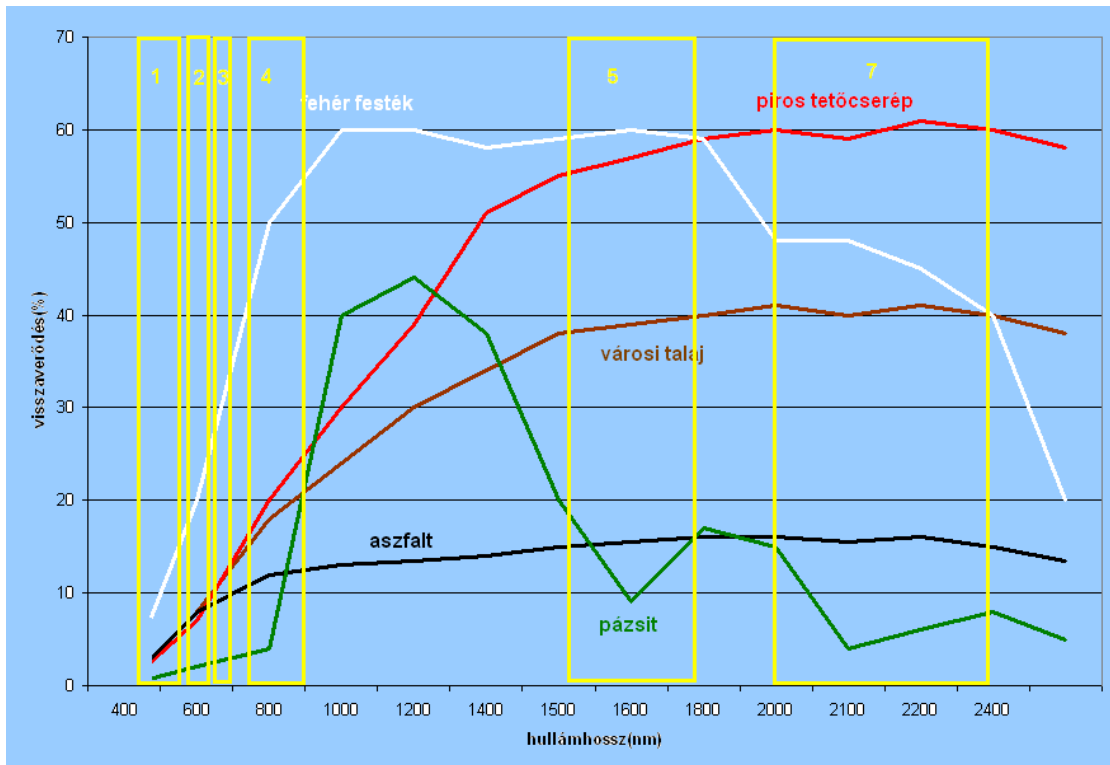
69. ábra: Intenzitástér diagrammok a főkomponens analízis 2,1 komponensére az egyes felszínre jellemző reflektancia értékekkel (1985) (Forrás:saját szerk.)

A diagramok azt mutatják, hogy a VHLS modellen alapuló leválogatás talajra vonatkozó töredékképe túlreprezentálhatja a talajfelszínt. Ennek spektrális háttérében az állhat, hogy a cseréptetők és más mesterséges felszínek és a talajfelszínek visszaverődési sajátosságai igen hasonlóak, továbbá azt kell még megjegyeznünk, hogy a talajfelszínek spektrálisan sem reprezentálhatók egyetlen csoportban, különösen az antropogén eredetű városi törmeléktalajok különbözhetnek a városi peremterületeken frissen feltört, addig mezőgazdasági használatban lévő talajoktól. Az említettekből pedig arra következtethetünk, hogy a talajok spektrális csúcsintenzitás-értékei igen eltérőek. Főleg egy a természetes felszínfejlődés szempontjából igen diverz területen, mint Pécs, hiába a szeparált érték, az alatta meghúzódó területek több mindenre utalhatnak.

A problémát az átfogó felszínborítottsági kategóriákkal nem tudjuk megoldani, a spektrális hasonlóságok túl mélyek az osztályok között. Kiutat jelenthet, ha szemléletet váltunk és nem területhasználati alapon, hanem az egyes anyagok, ásványok spektrális visszaverődésének görbéit vizsgáljuk. Tehát, ha az anyagi összetétel oldaláról közelítjük a kérdést, akkor kívánatos meghatározni az egyes anyagok kölcsönhatását az elektromágneses energiával kapcsolatban. A városok heterogén anyagi felépítése miatt ez nem is egy egyszerű dolog, hiszen a mesterséges anyagok az előállításuk során több eredeti ásványi jellemzőjüket elvesztik. Ehhez ha még hozzávesszük, hogy városi környezetben különböző zavaró anyagok felhalmozódhatnak az eredeti felszínen (por, moha, pernye stb.), továbbá a mesterséges anyagok többsége az idő múlásával változtatja minőségét, vagy, hogy a felszín érdessége, valamint háztetők dőlésszöge szintén közrejátszik a spektrális jellemzők alakulásában, akkor valószínűleg soha nem fogunk a települések környezetének interpretálásához közepes felbontású űrfelvételekkel (HEROLD M. et al. 2007).

A legjellemzőbb városi anyagokat három csoportra bonthatjuk. Ásványok (homokos talaj, kavicsok, tetőcserép, urbanogén talajok, beton stb.), hidrokarbonátok (festett felszínek, különböző korú aszfalt, bitumen), növényzet (70. ábra) (HEROLD M. et al. 2007). Az ásványok csoportjának a vas-oxidok az egyik fő jellemzője, míg a mészkő- és a dolomitfelszínek spektrális visszaverődése a közép-infravörös sávban jelentős (2300 nm körül). Általában a városi térben felhasznált hidrokarbonátok nem igazán találhatók meg a természetben (pl. festékek). Az aszfaltra a magas elnyelő képesség jellemző a látható fény tartományában, viszont az infra frakcióban a már említett ásványi komponensekhez hasonlít, ezért nehéz ebben a visszaverődési spektrumban elkülöníteni. Mint látható, a fotoszintetizáló növényzet jól karakterizálható. Ha megfigyeljük a 70. ábrán a LANDSAT műholdak szenzorjának spektrális sávjait, akkor egyértelműen kiderül, hogy több csatornát kell

egyszerre alkalmazunk a kívánt anyagok leszűrésére és még így sem biztos, hogy lefedhetjük a városok anyagi összetételéből eredő ideális spektrális sávokat (81. ábra).

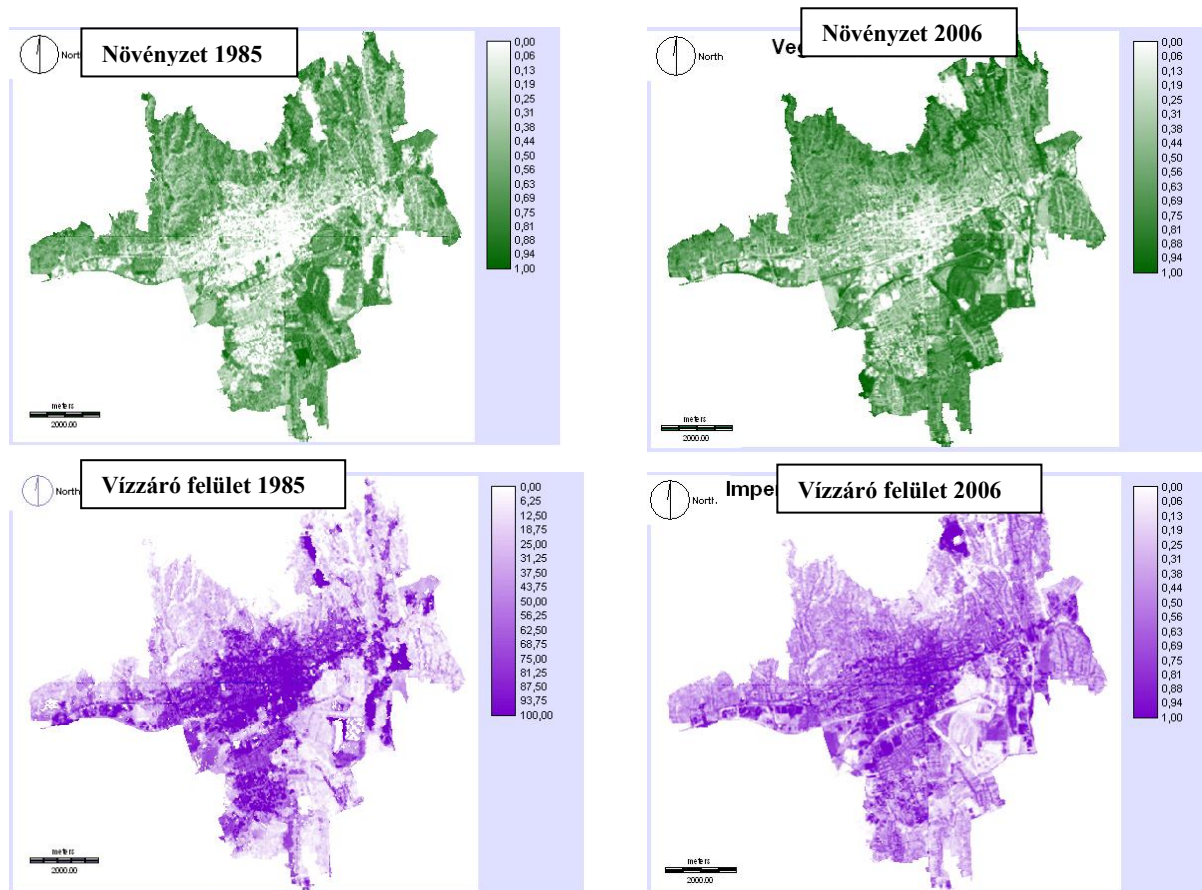


70. ábra: A jellemző városi anyagok spektrális visszaverődés egyszerűsített görbéje és a LANDSAT ETM+ szenzor sávjai (Herold M. et al 2003. alapján szerkesztve)

A spektrális reflektancia-görbék alapján több kísérletet is tettem a talaj és a cseréptetők szétválasztására, a referenciaterületeken követett eredmények alapján a TM7-TM1 művelet tűnt a legelfogadhatóbbnak.

Mindent összevetve, arra a következtetésre jutottam, hogy a VHLS modell helyett a VHL eljárást alkalmazom, és ezen két további szűrési eljárással igyekszem a vízzáró felületekről minél pontosabb képet kapni.

Az „endmemberek” betáplálásával tudtam futtatni az UNMIX menüpontot, amely az IDRISI program LSMA eljárása eredményeként három töredékképet nyertem (növényzet-magas-, alacsony albedó) (71. ábra). Ezek százalékos eloszlásban osztályozzák a vizsgált felszínkategória előfordulását egy adott képponton belül. A töredék adatokból generált kép azt mutatta, hogy a függvénynek leginkább a vízfelületek, a meddőhányók és a zagyatározók reflektanciáját volt nehéz azonosítani. Az itt keletkezett reziduális adatok több esetben is elérték a hatvanas értéket. Vizsgálatunk szempontjából jelentőséggel bíró városi területeken a reziduális érték csak néhány pixel esetében haladta meg a húszas értéket, ami egy viszonylag jó megfeleltetésre utal.



71. ábra: Linear Spectral Unmixing-eljárás eredményeképpen kapott töredékképek a növényzet és vízjáró felületek tekintetében (1985/2006). (Forrás: saját szerk.)

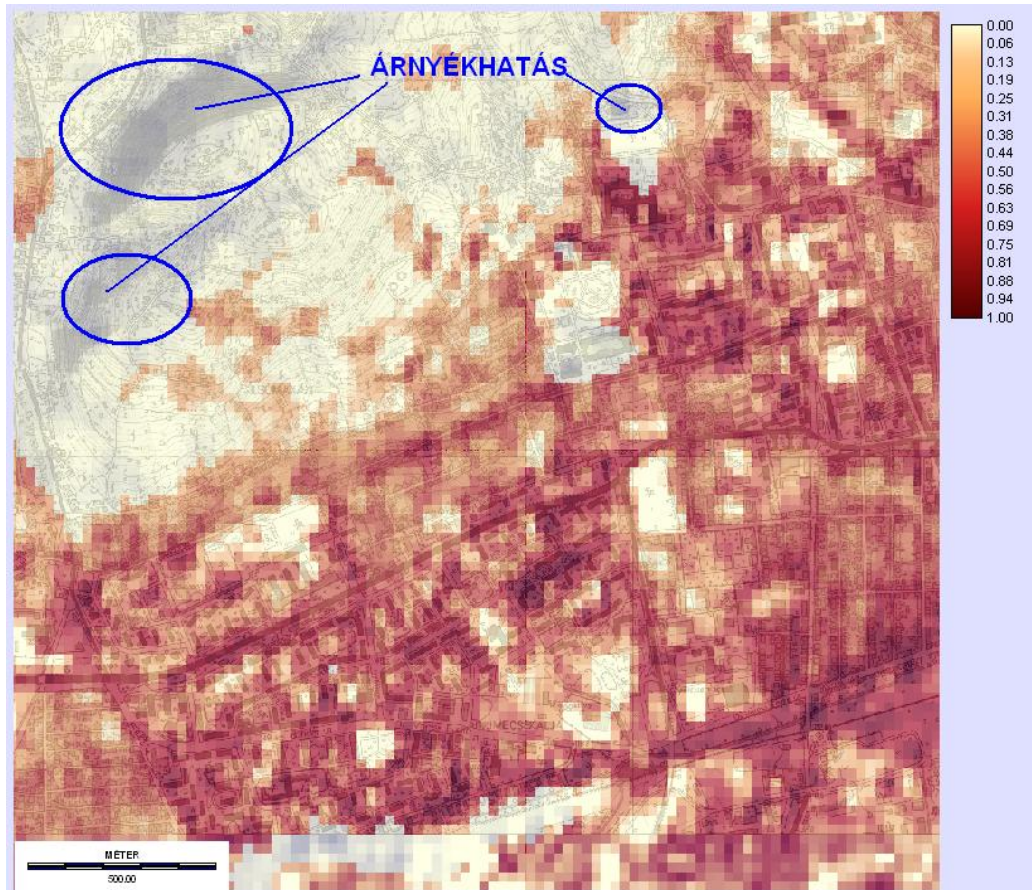
Az első adatredukciót a termális sávban t_1 határérték bevezetésével oldottam meg, ekképpen tudtam leválogatni azokat az alacsony albedójú területeket, amelyek nagy valószínűséggel árnyékokat reprezentálnak. A t_1 határértéket a felszíni referenciaértékek alapján válogattam le a „THERMAL” menüpont által készített képről. A pixelek újraosztályozása a következőképpen zajlott:

$$p < t_1 \text{ akkor } p = 0$$

$$p \geq t_1 \text{ akkor } p = 1$$

A földi pontok referenciaértéke 20,3 lett, ez volt az a határ, ami az árnyékos helyeket elkülönítette. Mivel a vízfelületeknél a leválogatott értéknél jóval kevesebb volt, ezért ezeket a helyeket is kiszűrhettem. Igaz nagy valószínűséggel elvesznek a párás környezetben levő aszfaltfelületek.

A leválogatást aritmetikai műveletekkel oldottam meg a határértékkel egyre és nullára osztályozott termális sávból (72. ábra).

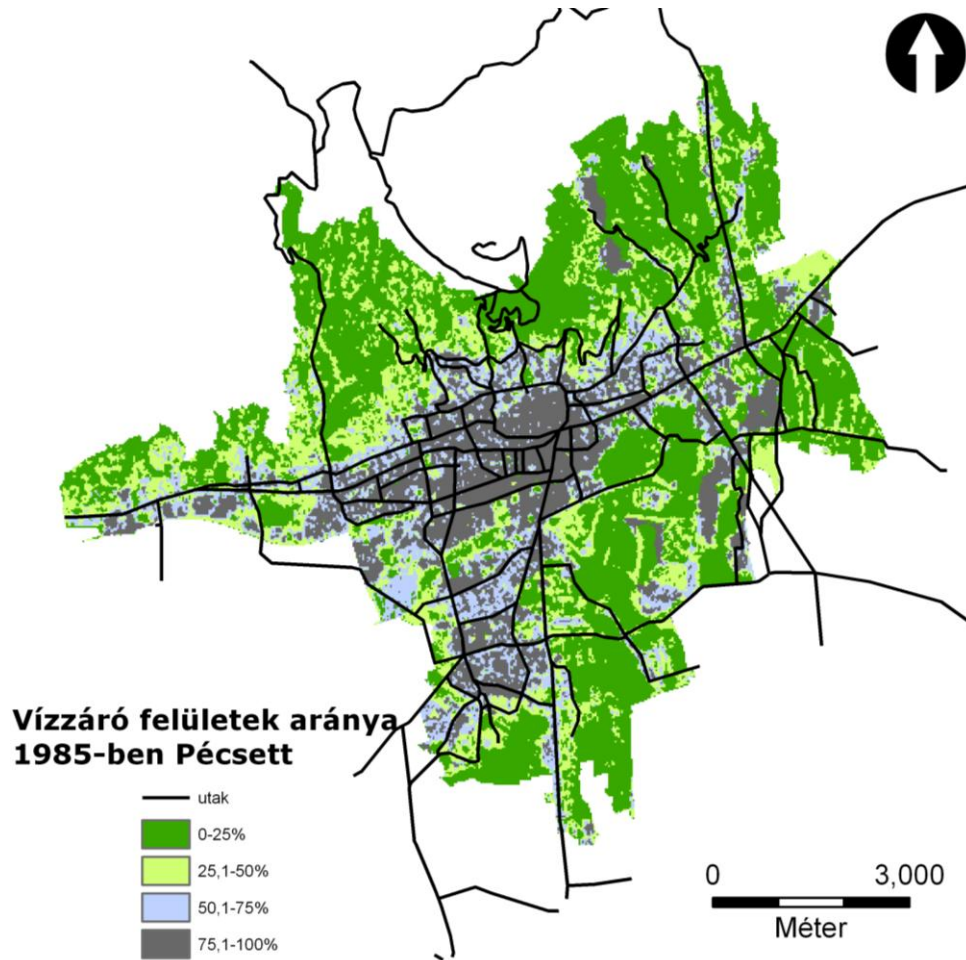


72. ábra: A termális újraosztályozás segítségével kiszűrt alacsony albedójú területek (1985) (Forrás: saját szerk.)

Az ábrán azonosítható, hogy a Makár-hegy ÉNY-i lejtői és a PTE TTK arborétuma kiesett az alacsony albedójú területek közül a termális osztályozásnak köszönhetően. Az árnyékok sikeres „kimaszkolása” után a talajfelszíneket a spektrális visszaverődési görbékből képzett képpel kívántam eltávolítani (TM7-TM1). A két tisztított felszint összeadtam [(alacsony albedo x termális reclass)+(magas albedo x talaj reclass)], és megkaptam a vízzáró felületek pixelen belüli arányát (73. ábra). A nyert felszíneken egyedi maszkolásokat kellett végrehajtani. Az 1985-ös felvételen a külszíni fejtés, a szénosztályozó és a hőerőmű zagytarozóján voltak olyan magas hőmérsékletű és alacsony albedójú területek, amelyeket a bemutatott eljárással nem tudtam kiszűrni.

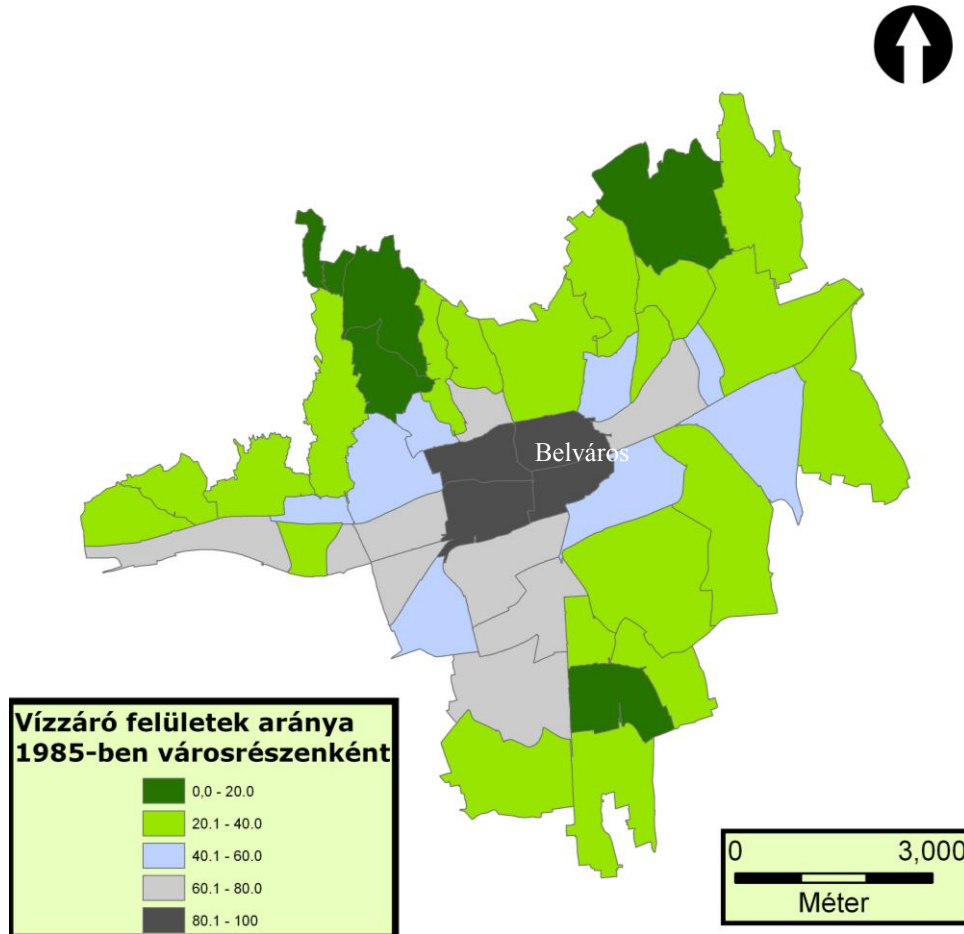
A kapott eredményeket több szempont alapján lehetett értékelni. A legfontosabb végeredmény a vízzáró felületekre vonatkozó térképek voltak a vizsgált időpontokban, mivel ezek az elemzések feltárják a mesterséges felszínek pozícióját, és egyben megmutatják a város belső szerkezetét.

1985-ben Pécsen a legnagyobb beépítettséggel a történelmi városmag és a DNy-i irányból hozzacsatlakozó részek rendelkeztek (73. ábra).



73. ábra: Vízjáró felületek aránya 1985-ben Pécsen (Forrás: saját szerk.)

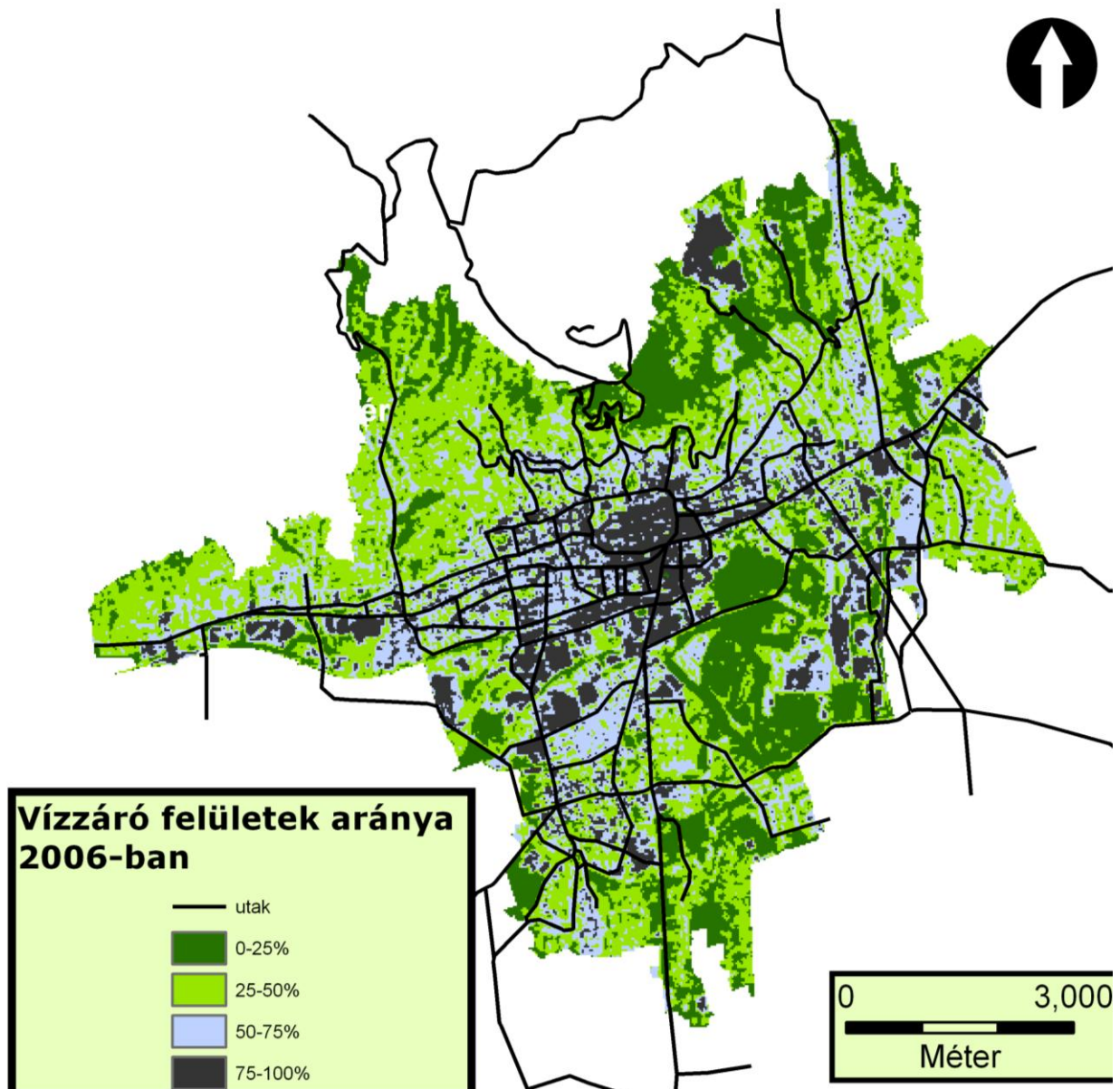
Nyilván a morfológia adottságoknak megfelelően az említett irányba adódott az egyetlen lehetőség a város terjeszkedésére. A kelet felé fordulást akadályozta a bányászat és a hőerőmű felszínformáló tevékenysége. A meddőhányók, a szénosztályozó és a zagyártározó által formált felszíneket ugyancsak antropogén vízjáró felületként detektálta a leválogatás, így ezek némileg torzítják az adatokat, de spektrálisan, termálisan nem lehetett elkülöníteni ezeket a felszíneket. Más szempontból viszont előnyös, mivel segít értelmezni a város DNy-i terjeszkedésének egyik fő indokát. A nyugati irányba kiszélesedő Pécsi-félmedence magyarázza a városszerkezet fejlődésének említett torzulását, amelyet infrastrukturális tényezők ugyancsak erősítenek (vasút). A beépített területek DNy-i irányba való elnyúlását a történelmi belvárostól jobban szemlélteti az egyes városrészekre vonatkozó kategóriákba foglalt vízjáró-felület térkép (74. ábra).



74. ábra: Pécs városrészeiben detektált mesterséges felszínek aránya 1985-ben (Forrás: saját szerk.)

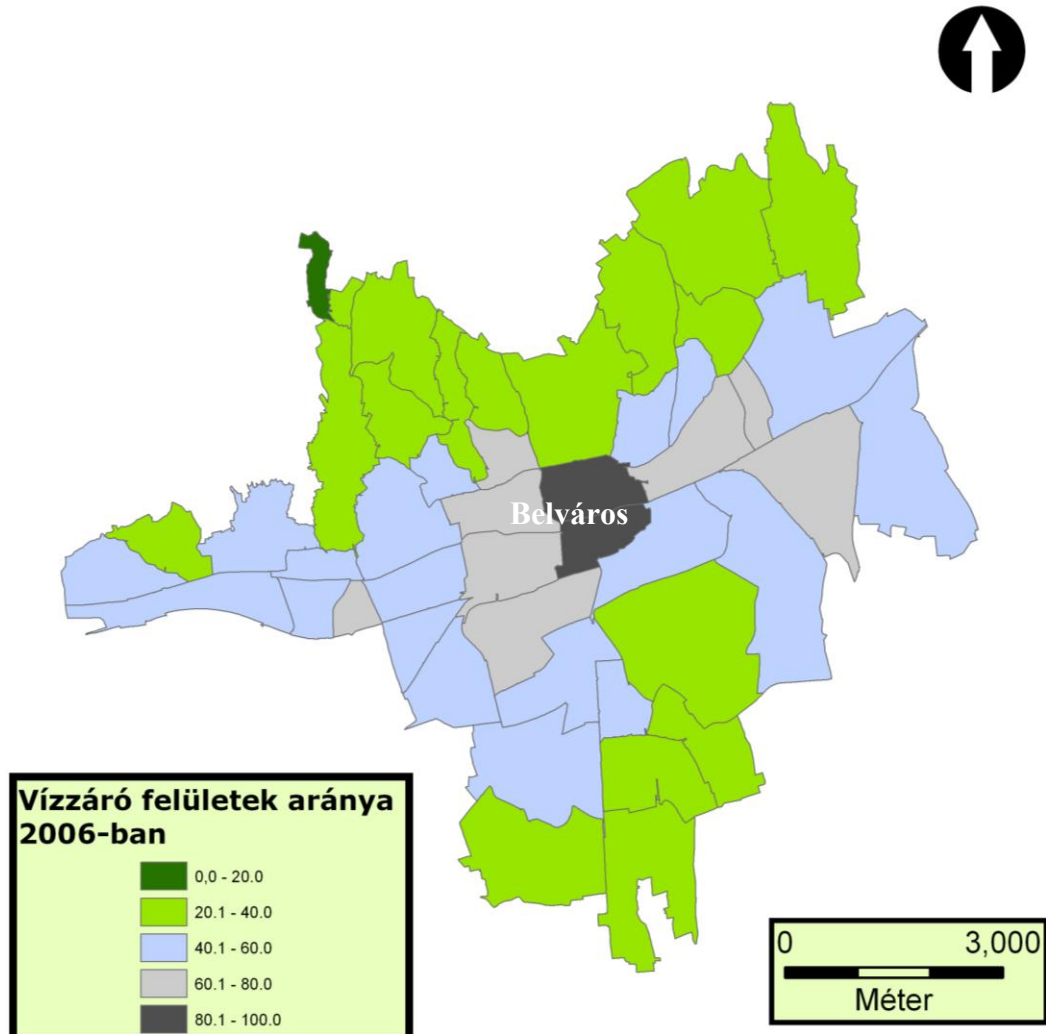
Az előző ábrán megfigyelhető, hogy a domborzati viszonyok megállítják a mesterséges felszínek északi irányú terjeszkedést, és inkább a déli irányba került a beépülés fő súlypontja, amit előmozdított az államszocialista korszakban preferált tömbházas beépítés-típus. Ezek a tényezők eltolták a városmagot a síkabb felszínek felé, habár a statisztikai számítások ezt nem mutatták igazán szorosnak ($r=-0,65$). Természetesen ez annak a következménye, hogy nem csak a lejtőszög nyújt magyarázatot az antropogén felszínek arányára, hanem társadalmi, fejlődéstörténeti adatok sora játszik fontos szerepet, amelyek 1985 vonatkozásában csak részben álltak rendelkezésre.

2006-os felvétellel kapcsolatban már más volt a helyzet, mert a 2001-es népszámlálás adatai beépíthetők a városrészek feldolgozásába, így településmorfológiai vizsgálatot tudtam végezni. A legfontosabb általános megfigyelés a 2006-os vízzáró felületekkel kapcsolatban a következő volt: a központi területeken a fák lombkoronájának növekedése csökkenti a szenzor által beépített felületnek érzékelt területek arányát, míg a nem ipari jellegű peremkerületekben egyre nagyobb szerephez jutnak a mesterséges térszínek (75. ábra).



75. ábra: Vízzáró felületek aránya 2006-ban (Forrás: saját szerk.)

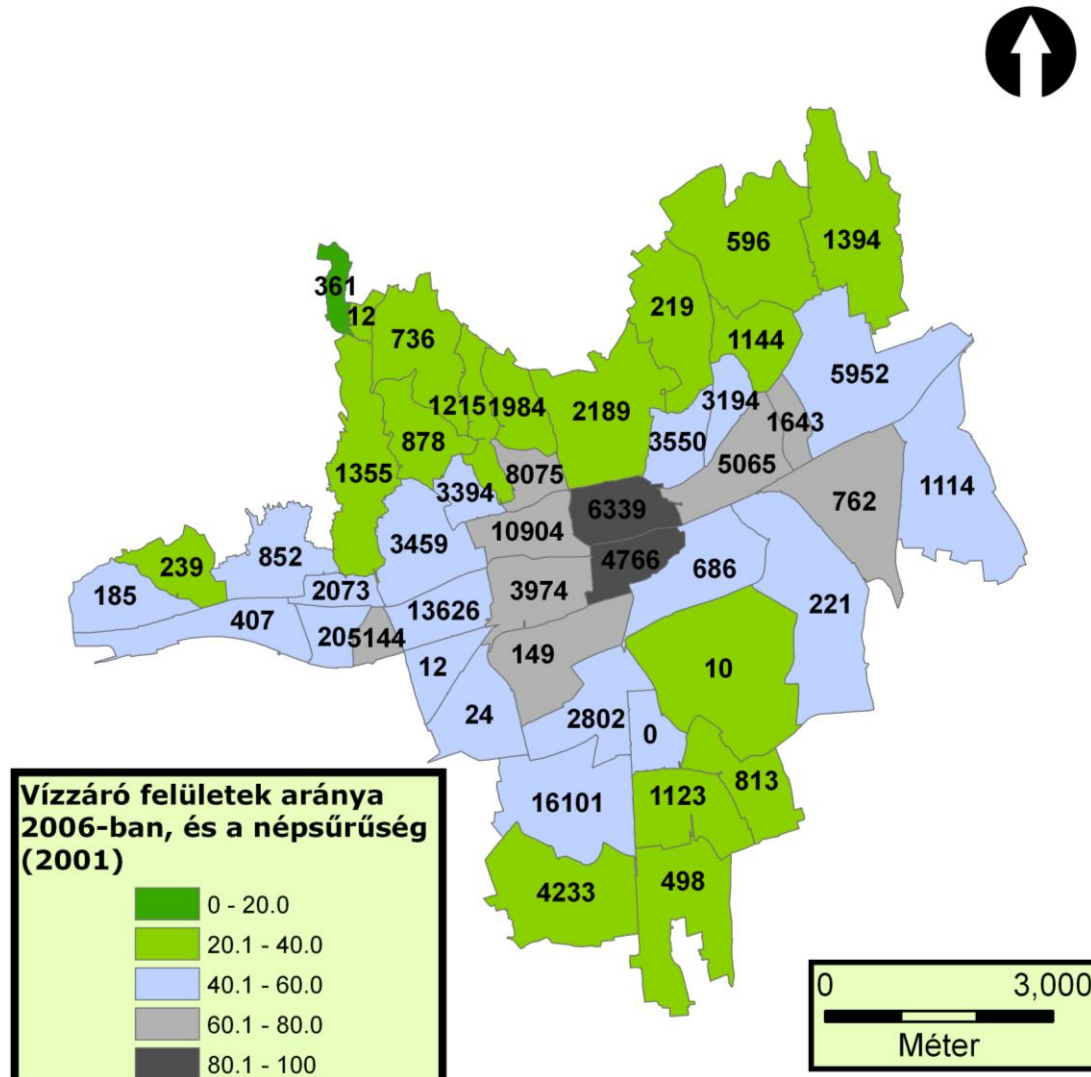
Ha a városrészekre bontom tovább az előző kijelentést, akkor még szembetűnőbb a folyamat (76. ábra). A siklói külváros és a belvárosi városrész majdnem azonos értékkel (84% és 83%) a legsűrűbben beépített területek Pécsen. A Szigeti külváros és Ispitaalja városrészek 73%-os mutatóval követik a központi városrészeket. A sor másik végén Szentkút és Kismélyvölgy található, vagyis ezek a városrészek a legzöldebb területei Pécsnek.



76. ábra: Vízzáró felületek aránya 2006-ban Pécs városrészeiben (Forrás: saját szerk.)

Az űrfelvételek összekapcsolhatók demográfiai adatokkal, és ezáltal a településrészek funkcióira tudtam utalást tenni. A városrészek szerepkörét a beépítettség mutatójával jellemeztem, azaz a horizontális zártság vonatkozásait vehettem figyelembe. A funkcionális morfológia másik fontos jellemzője a vertikális tagozódás (MENDÖL T. 1963, CSAPÓ T. 2005, PIRISI G.–TRÓCSÁNYI A. 2006), az általam feldolgozott űrfelvételekkel nem elemezhető. Helyette a népsűrűségi adatokat használtuk kiegészítésként, arra vonatkozóan, hogy vajon milyen funkciót tölt be az adott városrész Pécs életében. Annak ellenére, hogy kicsit távoli a két adatbázis – műhold (2006), KSH belső tagozódásra vonatkozó népességi adatai (2001) – megoldhatónak láttam elemzésüket. Ismét hangsúlyoznom kell, hogy közvetlen kapcsolat nem fedezhető fel a népsűrűség és a beépítettség között, egyik változó sem bír szignifikáns magyarázóerővel a másikkra vonatkozóan. A népsűrűségi adatokkal könnyen tudtam szelektálni a magas beépítettségű területek funkciói között, mivel az alacsony népsűrűség egyértelműen jelezte az ipari, vagy kereskedelmi funkciót. Első lépésben az adatokat térképen

jelenítettem meg, mivel a klaszterezési kísérletek a vegyes beépítettségű városrészek (Makár, Szkókó, Rókusdomb) miatt félrevezetőek lettek (77. ábra).

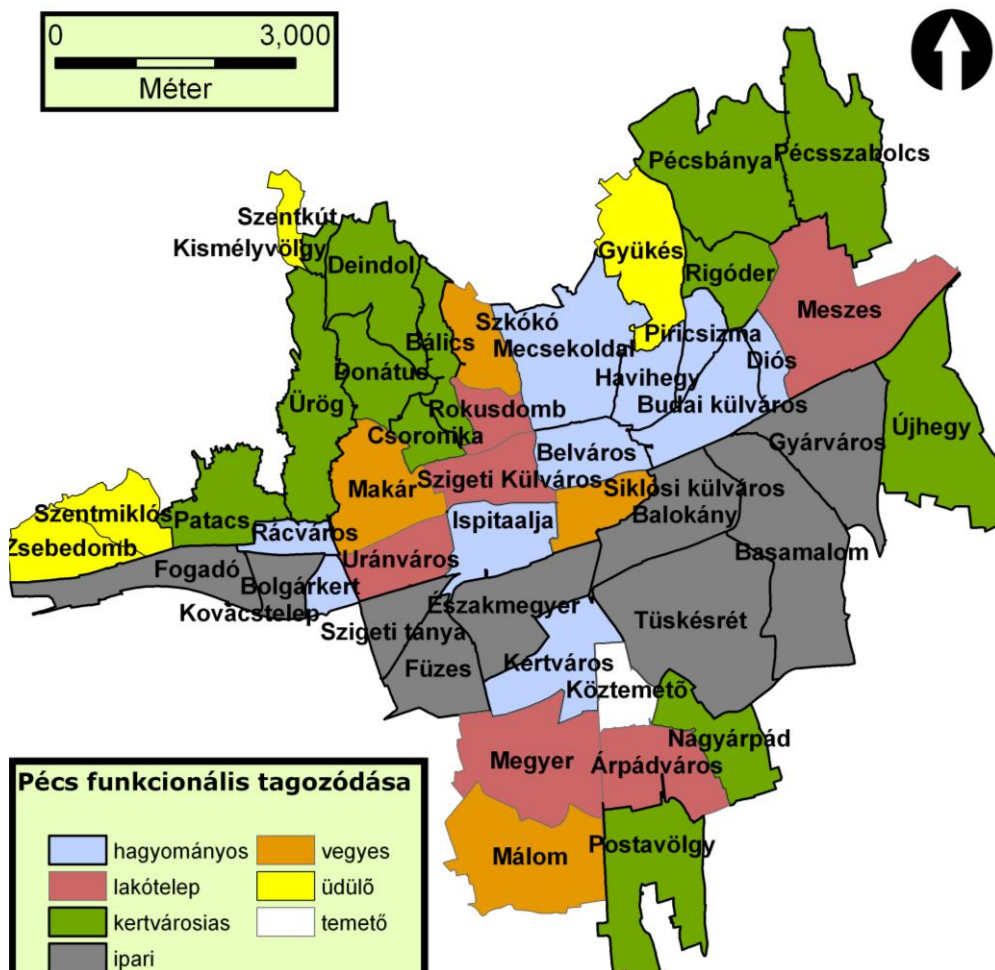


77. ábra: Beépített területek aránya és népsűrűsége ($f\ddot{o}/km^2$) Pécsen az egyes városrészekben (Forrás: saját szerk.)

A kapott értékeket összevettem a KSH 2001-es népszámlálásakor készült belső térbeli tagozódásával, amely nyolc csoportot különített el (belváros, hagyományos beépítésű belső lakóterület, lakótelepek, kertvárosias lakóövezet, falusias jellegű lakóövezet, üdülőterület, ipari-üzemi terület, egyéb övezet (KSH 2003)).

Több városrész került új funkcionális csoportba elemzésem után. Alacsony értékük miatt Basamalom, Gyárvaros, Balokány a KSH által ajánlott hagyományos beépítés helyett az ipari, kereskedelmi területek felé tendált. A vázolt paraméterek alapján nem különíthetők el a falusias és kertvárosias lakóövezetek, ezért a falusias csoportot elvettem. A kertvárosias lakóövezet helyett Kovácstelep ma már jobban hasonlít a hagyományos beépítésű városrészekhez, és Piricsizma, Kertváros, Rácváros esetében ugyancsak erre a konklúzióra

jutottam. A lakótelepek közül kilóg Árpádváros, mivel jelentős zöld területek csatlakoznak a városrészhez, igaz ebben az esetben eltekintենék az átsorolástól. Siklósi külváros a lakótelepi funkció mellett más jellemzőkkel ugyancsak rendelkezik (telephelyek, szolgáltató funkciók) így karakterei a KSH által hagyományos beépítésnek tartott csoporthoz közelítenek. A városrészek besorolásánál több markáns határérték realizálódott. 1000 fő/km² alatti népsűrűséggel és 40% feletti beépítettséggel az ipari vagy kereskedelmi funkciót hordozó városrészek rendelkeztek. Az alacsonyabb beépítettségi paraméterek a kertvárosias lakóövezeteket takarták, amelyeknek szélső esete Zsebedomb, Szentmiklós és Gyükés városrészek, amelyek inkább az üdülő, kiskert funkcióra utaltak (78. ábra).



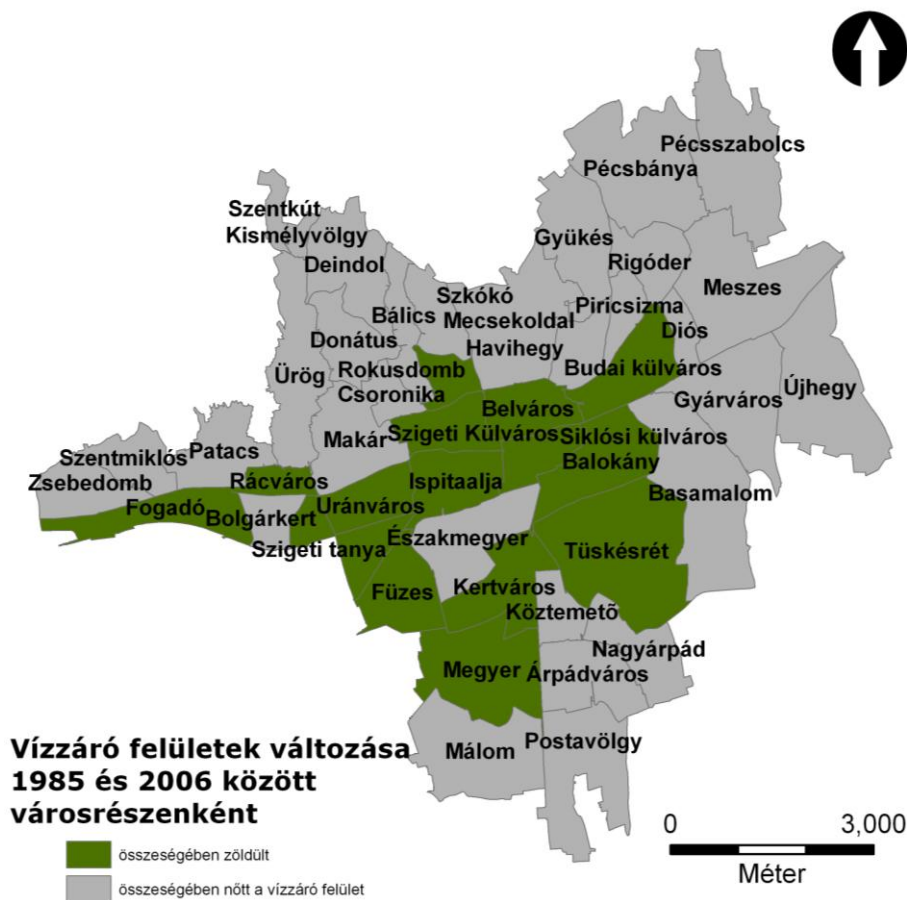
78. ábra: Pécs funkcionális tagozódása a népsűrűség és a beépített területek aránya alapján (Forrás: saját szerk.)

A vegyes besorolású területek leginkább két eltérő morfológiai típus találkozásánál alakultak ki, és mindkét rész morfológiai karaktereit hordozzák, ezért nem lehetett egyértelműen azonosítani ezeket.

A lakásméret és a jövedelmi viszonyok bevonásával bizonyosan árnyaltabb képet kapnánk a város funkcionális morfológiai tagozódásáról, de a további vizsgálódás

megaladná jelen dolgozat kereteit. Az viszont észrevehető, hogy az úrfelvételekből nyert beépítettségi adatok a KSH adatokkal együttesen jól alkalmazhatók benyomásainkon alapuló településmorfológiai észrevételeink más numerikus módszerekkel történő alátámasztására.

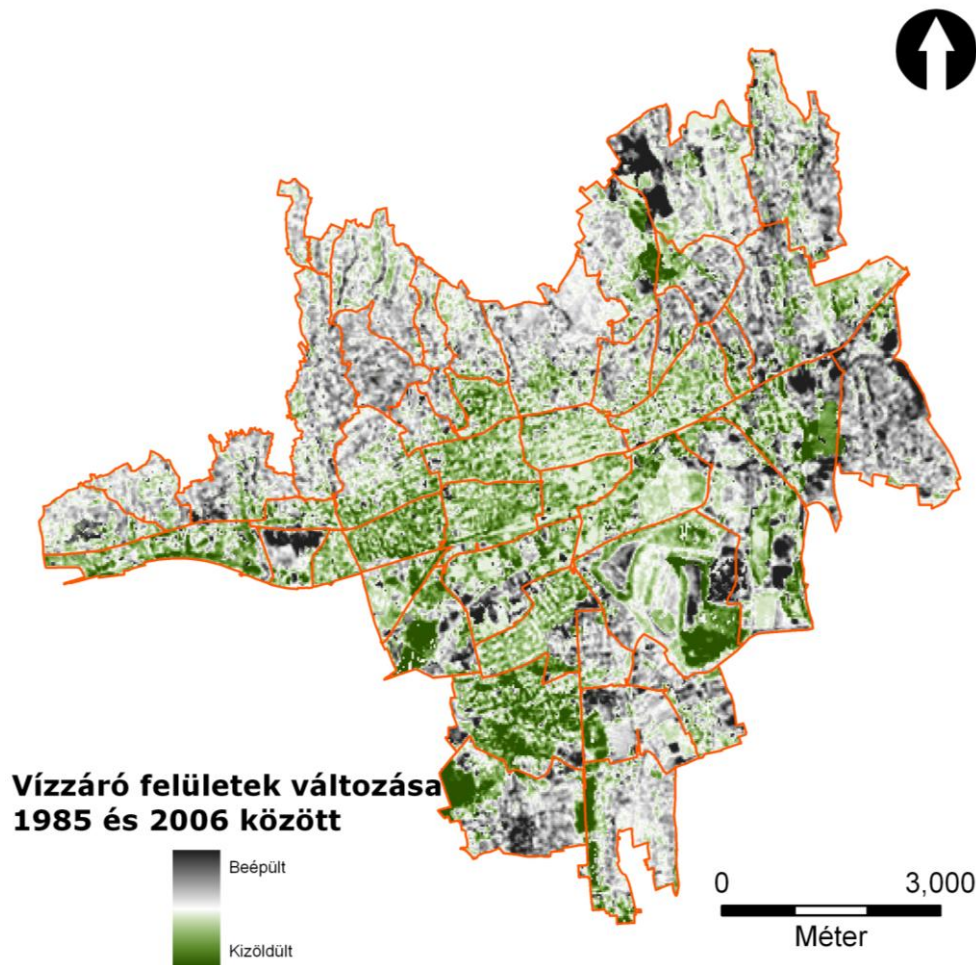
A két műholdképnek köszönhetően az idő dimenziója is bekerült a vizsgálatba, így a felszínfejlődés tendenciái térbeli műveletek alkalmazásával feltárhatók, ezáltal egyértelmű kép rajzolódott ki a településszerkezet belső alakulásáról. 17 városrész estében kisebb mesterséges felszínt analizáltam, ezek a területek egyértelműen a városmaghoz és a volt ipari zónákhoz köthető térszínek. Esetükben más-más tényezők lehetnek az átalakulás mögött. A külső városrészekben viszont felszaporodott az antropogén elemek aránya. Ennek a folyamatnak a háttere ugyancsak különböző összetevőkkel indokolható (79. ábra).



79. ábra: Vízáró felületek változása 1985 és 2006 között városrészekre bontva (Forrás: saját szerk.)

A legjelentősebb mesterséges felületvesztés a lombkorona szint fejlődésével magyarázható a lakótelepi beépítés típust mutató városrészekben, ami nyilvánvalóan kitakarja az alatta elhelyezkedő különböző felszíneket. A kapott adatokban tükröződik a lakótelep építésének ideje, mivel a legrégebbi csak blokkházas beépítésű városrész – Uránváros – mutatja a legmagasabb értéket. Ezt követik Megyer, Szigeti külváros és Rókusdomb területei. A felsorolt városrészeknél általában alacsonyabb értékű változást jeleztek a hagyományos

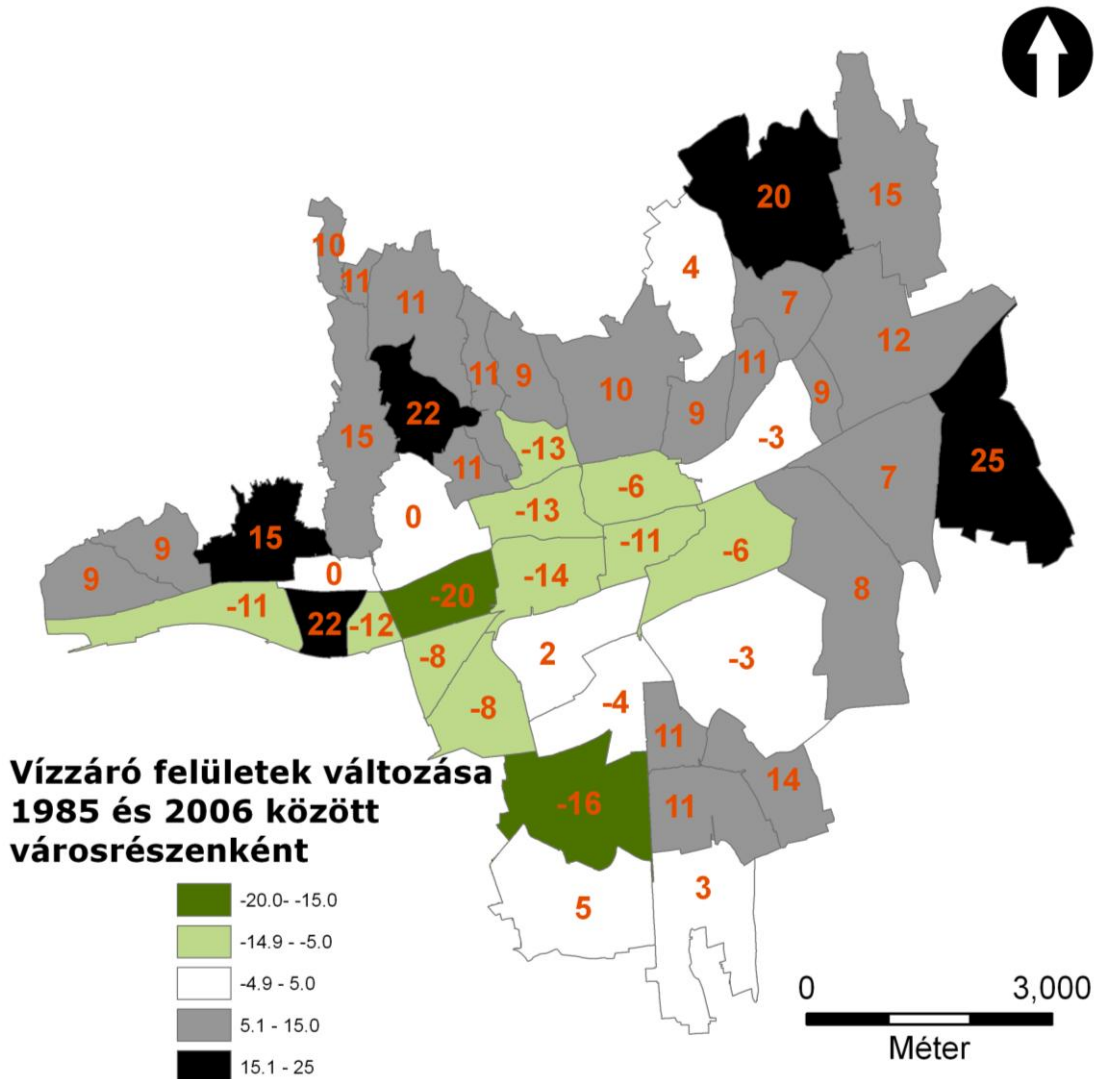
beépítési módú városrészek a zöldfelület növekedésében, de ezekben az esetekben szintén a lombkorona fejlődése áll a paraméterek alakulásának háttérében. Eltérő okokra vezethetjük vissza az ipari karaktereket hordozó városrészekben (Balokány, Füzes, Szigeti tanya, Fogadó), ahol a telephelyeken folytatott tevékenység megszűnése nyit teret a vegetáció fejlődésének. Összességében kijelenthető, hogy a város belső térszínein megnövekedett a lombkorona szint, ami csökkentette a szenzor vízzáró felületekre adott becslését, ellenben a külső városrészekben növekedést mutattak a mesterséges felszínek – kivételt képeznek az ipari peremkerületek (80. ábra).



80. ábra: Mesterséges felszínek alakulása Pécs központi belterületén 1985 és 2006 között (Forrás:saját szerk.)

A legjelentősebb beépülést az Újhegy városrész mutatta (+25%), aminek háttérében nemcsak a lakhatással kapcsolatos beépítés áll, hanem kereskedelmi és ipari jellegű bővülés a városrész északi területein. Második helyen holtversenyben Donátus és Bolgárkert szerepel 22% többlettel, ahol viszont a vízzáró felületek terjedése eltérő hajtóerőkön alapul. Donátusnál egyértelműen a rendszerváltás utáni lakhatási preferenciák és a közműfejlődés jelenti az indokot, míg Bolgárkertnél ugyan szintén a fogyasztói társadalom életmódváltásához köthető

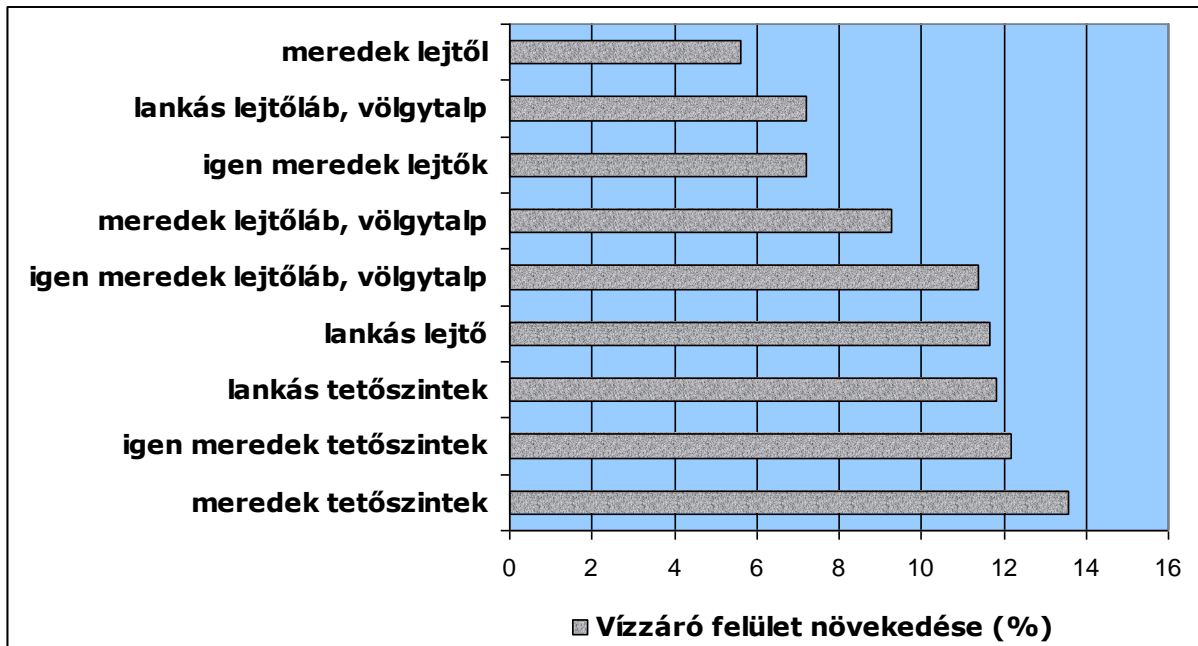
a mesterséges felszínek sűrűsödése, de ezek az új bevásárló központok által manifesztálódnak. Pécsbánya esetében a külszíni fejtés adja a többlet felszíneket, de Patacsra már az említett lakóövezet bővülés hatott (15%). A Mecsek déli lejtőin található többi városrész tíz százalék körüli eredményt mutatott, és általában ez volt a jellemző adat a külső városrészekben (81. ábra).



81. ábra: A vízzáró felületek változása (%) Pécs városrészeiben 1985 és 2006 között (Forrás: saját szerk.)

A spektrálisan kevert pixelek osztályozásával kirajzolódtak Pécs település fejlődésének legújabb trendjei. A bizonytalanságok ellenére – bányaterületek, zagyterületek, domborzat, száraz füves vegetáció – értékelhető eredményeket sikerült nyernem a település belső szerkezetének alakulásáról. Gyakorlatilag egy belső szuburbanizáció ment végbe a rendszerváltás után, és ez különösen nagy terhet jelentett a településkörnyezet szempontjából.

A belső városrészek zöld tömegének növekedése nem képes ellensúlyozni a magasabb térszíneken megjelent vízzáró felületeket (82. ábra).



82. ábra Vízzáró felületek növekedése a különböző felszínformákon (Forrás: saját szerk.)

V.4.2. A szuburbanizáció hatása a pécsi agglomeráció településkörnyezetére

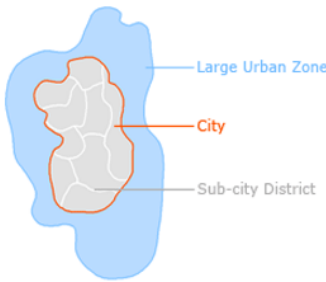
Az előző fejezetben analizáltam a pixelen belüli adattartalmakat az űrfelvételekből, és sikeresen feltártam a mesterséges felszíneket Pécs városán belül. Ebben a részben azonban arra koncentrálok, hogy viszonylag tiszta tartalmú képpontoktól választhassam el a beépített területeket. Kiterjesztettem az eddig vizsgált természeti környezetet a Pécsi-félmedence tágabb térszínére, és elemeztem a településkörnyezeti változásokat, a felszínborítás alakulásán keresztül a pécsi agglomeráció déli félkörívében. Következésképpen, ismét űrfelvételeket használtam mint elsődleges adatforrásokat arra, hogy a településkörnyezetben végrehajtott antropogén beavatkozást pár évtizedre visszamenőleg feltárjam. Gyakorlatilag a szuburbanizáció hatását kutattam, hogy a városi terjeszkedés külső térszíneit feltérképezem. Alapvető szándékom az volt, hogy információt nyerjek a településszerkezet módosulásának környezeti vonatkozásairól, valamint a felszínborítás átalakulásáról a képintenzitási adatok kiértékelésén keresztül.

A szuburbanizáció egy igen összetett folyamat, amelynek szerteágazó következményein több tudományterület szakértői kamatoztathatják problémamegoldó képességüket. A hazai szakirodalma igen jelentős terjedelemben foglalkozik a szocio-ökonómiai tényezők feltárásával. Következésképpen a társadalomtudományi megközelítés a rendszerváltozás utáni településföldrajzi változások leglényegesebb elemeit világítja meg (DÖVÉNYI Z.–KOVÁCS Z. 1999, BAJMÓCY P. 1999, 2006, CSANÁDI G.–CSIZMADY A. 2002, SÁGI Zs.–TRÓCSÁNYI A. 1998, SZEBÉNYI A. 2006, 2007, SZEBÉNYI A.–NAGYVÁRADI L. 2009, TIMÁR J. 1999, TÓTH J.–TRÓCSÁNYI A. 2006). A magyarországi agglomerációk fejlődésének településkörnyezeti aspektusai már nem ilyen közkedvelt téma a hazai geográfusok körében (FODOR I. 1979, GYENIZSE P. et al. 2008, NAGYVÁRADI L. 1998, NAGYVÁRADI L.–SZABÓ-KOVÁCS B. 2008, WILHELM Z. 1997), annak ellenére, hogy széles nemzetközi szakirodalom foglalkozik a városok környezetében tapasztalható kedvezőtlen természeti változásokkal (DUANY A. et al, 2001, JENSEN R.R et al, 2007, KAHN M.E 2006, WENG Q.–QUATTROCHI D.A. 2006).

A felszínborítás a földfelszín egy évnél nagyobb periódussal változó biofizikai jellemzője (EEA 1994). Az agglomerációk esetében pont ez a legkényesebb kérdés: Vajon milyen indikátorok alapján határozhatjuk el a mesterséges és természetes felszín egyes darabjait? Milyen ismertetőjeleket keressünk a városi vagy nem urbán területek elkülönítésére?

Az Európai Közösségben több évtizedes múltra tekintenek vissza azok a kutatások, amelyek ezt a fogalomkört igyekeztek egyértelművé tenni. Az 1980-as évek végén kezdtek el kidolgozni az egységes környezetmonitoring rendszert, mivel a hatékony környezetpolitika nélkülözhetetlen eleme a kvantitatív standard módszertanon alapuló felszínhasználat-térképezés. A CORINE Land Cover (CLC) tette meg az úttörő lépéseket, azáltal, hogy a leggyakoribb felszínborításokat szigorú nomenklatúra szerint kategorizálta. A CLC program mellett számos átfogó európai kutatási projekt indult el a városi terjeszkedés nyomon követésére: CLUSTR (Classification for Land Use Statistic, Eurostat), MOLAND, EVDAB. A két utóbbit szeretném kiemelni. Az urbánus térségek területi dinamikáját vizsgáló MOLAND (Monitoring Land Use Dynamics) program, amely huszonöt európai agglomeráció területhasználati változásairól gyűjtött adatokat. Az EVDAB (European Database of Vulnerabilities for Urban Areas) program lényege, hogy 305 városi településgyűttesben vizsgálja a környezeti kockázatokat természeti-, társadalmi adatbázisok alapján (15. táblázat).

15. táblázat: Az agglomeráció lehatárolása három különböző közösségi kutatási programban. (Forrás: saját szerk.)

CORINE	MOLAND	EVDAB
<p>Városi morfológiai zóna fogalmát használja (urban morphological zone (UMZ)), határa 200 méterre terjed ki a várostól, és szerkezetük, funkciójuk alapján a következő felszínborítási kategóriákat takarja:</p> <p>1.1.1 Összefüggő településszerkezet 1.1.2 Nem összefüggő tel.szerkezet 1.2.1 Ipari vagy kereskedelmi területek 1.2.2 Út- és vasúthálózatok és csatlakozó területek 1.4.1 Városi zöldterületek</p> <p>Természetesen, ha a meghatározott övezeten belül esnek, akkor más felszín kategóriák is ebbe a körbe kerültek (repülőterek, szabadidős térségek stb.). További feltétele a UMZ-nak, hogy 100 000 főnél nagyobb lakosságúnak kell lennie (EEA 2006).</p>	<p>A városi zónák lehatárolásánál három egységet használ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - összefüggő mesterséges felszínek - városi magterületek - városkörüli övezet <p>Az első kettő megfelel a CLC adatbázis mesterséges felszíneinek (A). Ebből számíthatjuk ki a városkörüli övezetet:</p> <p>$Városkörüli\ övezet = 0,25x\sqrt{A}$</p> <p>A felsorolt egységek összege a városi térség területe (EEA 2002).</p>	<p>Három térbeli egységet különít el:</p> <ul style="list-style-type: none"> - maga a város (city) - városhalmazok (Large Urban Zone) - városrészek (Sub-city District)  <p>(forrás: http://moland.jrc.ec.europa.eu/evdab/HTML/urban.html)</p>

Az eltérő fogalmi háttér eredménye, hogy a városi terjeszkedés folyamatát szintén különböző keretek segítségével értelmezik a tanulmányok. CORINE program alapján szét kell választani a városokon belüli felszínborítás változást (LCF1 Urban land management), és a városi terjeszkedést (LCF2 Urban sprawl), amikor nem városi területek formálódnak át lakó-, kereskedelmi- vagy ipari övezetké (EEA 2006). A városok környezetében tapasztalható területhasználat-változás mérésére három övezetet vizsgál az UMZ-nák körül; 0-5, 5-10, 10-20 kilométeres kiterjedésben. A MOLAND riport 50 indikátorral közelíti a problémát, és ezeket igyekszik vizsgálni az 1950-1990 közötti időszakban (EEA 2002).

A különböző megközelítések ellenére az Európai Környezetvédelmi Ügynökségnek (European Environmental Agency, EEA) 2006-ban kiadott jelentése (Urban Sprawl in Europe) összefogja a szuburbanizációval kapcsolatos kutatási eredményeket, és ez alapján újra tematizálja a városi terjeszkedéssel kapcsolatos problémákat. Ezt követve szuburbanizációnak nevezhetjük a városok körüli térben fizikálisan is bővülő nem összefüggő településszerkezetet. Szétszórtan, halmazokban jelentkeznek, főleg mezőgazdasági területeket elfoglalva, mozaikos tájszerkezetet eredményez. A piaci feltételek által irányított folyamatra nem jellemző a tervszerűség és szabályozottság (EEA 2006).

A magyarországi agglomerációs övezetek térbeli lehatárolására nem találunk egységes módszertant a szakirodalomban. Az agglomerációk területének meghatározása inkább szakirodalmi hagyományon alapul, és ezt ötvözik az aktuális szocio-ökonómiai adatokkal. Az említett történeti dimenzió a pécsi agglomeráció-kutatásban szintén megfigyelhető. Mivel az eredeti lehatárolás szerint 62 darab település tartozott a pécsi településegységbe, és ezt a településstruktúrát egy külső- és egy belső gyűrűre tagolták. A belső gyűrű 16 települést foglalt magába (KSH 2003). 1996-os felülvizsgálat után a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) 21 településben határozta meg az agglomeráció méretét, és erre vonatkozóan elemezte a 2001. évi népszámlálás adatait (KSH 2003). Az általam folytatott vizsgálatok a felsorolt lehatárolásokat figyelembe veszik, de ennek ellenére egy külön, az előbbieknél alá nem besorolható településegységet elemez. Az eltérés legfőbb oka az a természetföldrajzi környezet, amelyben Pécs városa fekszik. A várostól DK-ÉNy-i csapásirányban húzódó Mecsek-hegység élénken tagolt felszíne alkalmatlan az összefüggő beépített területek kialakulására. Ezzel szemben a város déli előtere kiváló adottságokkal rendelkezik egy agglomeráció fejlődéséhez. A Dél-Baranyai-dombság területének pleisztocén üledékekből felépülő északi pereme és a Pécsi-félmedence nyugati irányba nyíló síkja megfelelő morfológiai adottsággal rendelkezik a településszerkezet átformálódásához. Ez indokolja azt,

hogy munkánk során a város déli előterére fókuszáltunk. A lehatárolás másik fontos momentuma, hogy a beszerzett űrfelvétel-kivágatok a déli félkör tizenegy, Péccsel szomszédos településének esetében voltak átfedésben. Így a pécsi agglomerációból feldolgozásra került: Bogád, Cserkút, Gyód, Keszü, Kozármisleny, Kökény, Kővágószőlős, Nagykozár, Pécsudvard, Pellérd és Pogány közigazgatási területe.

A tematikus kiértékeléshez a már felhasznált Landsat űrfelvételeket alkalmaztam ismét (1985.08.10. és 2006.08.20. a felvétel időpontja). Ezek a közepes térbeli felbontású multispektrális felvételek alkalmasak lehetnek a szuburbán környezet feltárására (BOENTJE J. P., et al 2006). Döntésünk további lényeges eleme, hogy a TM szenzorral készített felvételek viszonylag nagy időszakot fognak át, hiszen a Landsat 5 műholddal az 1980-as évek közepéig vissza tudunk nyúlni az időben. A felvételeket a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) bocsátotta rendelkezésünkre. Az Intézet szakemberei végezték a geometriai transzformációt és az újramintavételezést is 25 méteres hálóval.

A pécsi agglomeráció fő felszínborítását a mesterséges területek, mezőgazdasági területek, az erdők és a természet közeli területek kategóriájába sorolható térszínek adják. Nyilvánvaló, hogy nem található meg a CLC nómenklátúra összes eleme az általam választott csoportokban, és spektrálisan sem lehetne tisztán átfedés-mentesen elkülöníteni az önálló egységeket. Ezzel indokolható, hogy a három átfogó csoportot összesen tíz tematikus részre bontottam az előzetes vizuális interpretáció és a nem irányított módszerrel végzett osztályzás alapján. A kiválasztott osztályokat igyekeztem a CLC nevezékéhez kötni, azzal az eltéréssel, hogy általában tágabb tartalommal láttam el őket. E logika szerint mintaterületeket kívántam rendelni az összefüggő mesterséges felszínhez (1), ami alá egyaránt besoroltuk a lakó, kereskedelmi, ipari és infrastrukturális területeket. A nem összefüggő mesterséges felszínnel a lazább beépítésű, kertvárosias lakóövezeteket (2) igyekeztem kijelölni. Az állandó növényi kultúrák szintén sajátos összetétellel kerültek meghatározásra. Próbáltam szeparálni az agglomerációban tetten érhető gyümölcsösöket, szőlőket és kiskerteket (3), amelyek igen gyakori felszínhasználatok a városperemi területeken. A következő kategória a gyepek és felhagyott szántókhoz köthető (4). A maradék szántóterületeket még további két részre kellett tagolni. Tudniillik az augusztusi időpontban a kalászos termények betakarításra kerültek, így itt a kopár talajfelszíneket érzékelt a szenzor. A szántóföldekhez kötött két kategória a fedett mezőgazdasági térszínek, ami alá a növényvel takart (5), és a fedetlen talajfelszíneket (6) rendeltem. Létre kellett hozni egy külön kategóriát a dombvidéki fás, cserjés területekre, amelyhez még hozzátartoztak a mély fekvésű vizenyős felszínek (7). Ebben a csoportban a felszínborítás szempontjából eltérő területek válnak spektrálisan egységessé az árnyék, a víz

felszíni jelenléte által. Az erdőket lomb- (8) és tűlevelűekre (9) bontottam. Annak ellenére, hogy nem meghatározó a felszín kitöltése szempontjából, a vízfelületek aránya spektrális elkülönülése, egyedisége miatt nem hagyható figyelmen kívül (10).

A felállított kategóriák természetesen nem valószínű, hogy valós besorolást biztosítanak az egyes különleges, ritka felszínneknek (meddőhányók, külszín bányák, nagy humusztartalmú talajok), de ezeket utólagos vizuális interpretációval leválaszthatjuk a kapott eredményekről.

A képpont-értékek osztályozását a maximum-likelihood-módszerrel (legnagyobb valószínűség módszere) végeztem. Ez azt jelenti, hogy a szakirodalmi ajánlásoknak megfelelően (BOENTJE, et al 2007, MATHER, P. M. 2005, VERÓNÉ WOJTASZEK M. 2007) egy irányított osztályozást használtam, azaz apriori kijelölt felszínborítási kategóriákhoz rendeltem intenzitási értékeket. Nyilvánvalóan ezt az eredményt nem kaphattam meg közvetlenül az űrfelvételekből, hanem egy többlépcsős adatinterpretáció után érhettem el.

Első fázisban a távérzékelési adatok előfeldolgozását kellett megoldanom. Ezt részben már a FÖMI munkatársai elvégezték számunkra (geometriai transzformáció, újramintavételezés, radiometriai hibák), az elemi kép-statisztikai számítások után képi információnövelő és adatsökkentő eljárást alkalmaztunk. A multitemporális elemzésnél bevett módszer a főkomponens analízis (MATHER, P. M. 2005). A sávok közötti korrelációs összefüggéseket kihasználó adatsűrítő eljárás segítségével az eredetileg hat (TM 1,2,3,4,5,7) sávra bontott felvételt négy csatornába transzformáltuk. A lényegkiemeléssel egyben a zajokat is kiszűrtük a felvételekről.

Ezt követően tanulóterületekről képpont értékeket vettem fel a már említett tematikus célkategóriák szerint. A tanulóterületek felvételéhez szükséges referenciaadatokat az 1985-ös Landsat TM kalibrálásához a 1:10 000 méretarányú EOTR topográfiai térképekről gyűjtöttem, ezek a térképlapok 1979-1987 között készültek a vizsgált térszínekről. A 2006-os felvétel tematizálásához Google Earth segítségével elérhető nagyfelbontású űrfelvételt alkalmaztam 2007. februári időponttal. Természetesen használtam személyes helyismeretemet, amely teljesen lefedi a vizsgált időszakot. A tanulóterületek kiválasztása előtt nem irányított osztályozási technikával (ISODATA) megvizsgáltam a képpontok intenzitási terét. A nyert eredményeket beépítettem a tanulóterületek kijelölésekor. A tanulóterületek statisztikai megfeleltethetőségének a másik aspektusa a reprezentativitás mellett a tanulóterület mérete. A szakirodalom a szükséges minta méretét képpontban adja meg, és a sávok számának harmincszorosát ajánlja az egyes kategóriákhoz (MATHER P. M. 2005). A tematikus tanulóterületek kijelölésekor már látszott, hogy vannak olyan kategóriák,

amelyekhez az általunk meghatározott három tanulóterület-egységnél többet kell rendelni (szántó /5/, talajok /6/). Ezekben az esetekben 6-7 különböző felszínről gyűjtöttem be a szükséges pixelszámot.

A tematikus kategóriák intenzitásértékeinek kapcsolatát dendrogram alkalmazásával ellenőriztem. A szeparációs értékek ismeretében finomítottam a kategóriákon, mielőtt a főkomponens-analízissel nyert sávokból a végleges értékeket kiolvastattam volna. Ezt követte az ismeretlen hovatartozású pixelek kategória-jellemzőkkel való összevetése a képpontok intenzitás-értékének előfordulási gyakorisága alapján. A pixelek valószínűség-eloszlását követő maximum-likelihood-módszer pontosságvizsgálatát a számomra releváns felszíneken kijelölt teszterületeken hajtottam végre, miután egy 3x3 többségi szűrőt futtattam a tematizált képen. Továbbá random módon generált pontok ellenőrzését szintén elvégeztem a referenciaadatokhoz képest.

Eredményeinket tematikus térképeken és táblázatokban foglaltam össze. A területváltozással érintett felszíneket összetett térinformatikai műveletekkel válogattam le. A képfeldolgozást az ArcGIS szoftvercsalád Arcview 9.3 programjának Spatial Analyst bővítményéhez tartozó Multivariate „szerszámkészletével” oldottam meg. Az adatok további feldolgozásához igénybe vettem a MS Office Excel 2003 és SPSS 14.0-ás verzióját.

Általában a multispektrális felvételek információtartalma kevesebb, mint amennyit az elkülönített sávok jelenléte miatt várnánk. A feldolgozott 2006-os Landsat felvétel sávjai közötti adatismétlődésre utalnak a sávok közötti magas korrelációs mutatók, és a redundancia a negyedik sáv kivételével azonos irányú (16. táblázat). A negyedik sáv a vegetáció mértékét mutatja a felvételen, ha magas a növényzettel borított felszín aránya, annál élesebben elválík ez a sáv a többitől (MATHER, P. M. 2005). A feleslegesen ismétlődő információk dimenzióját főkomponensekkel csökkenthetjük.

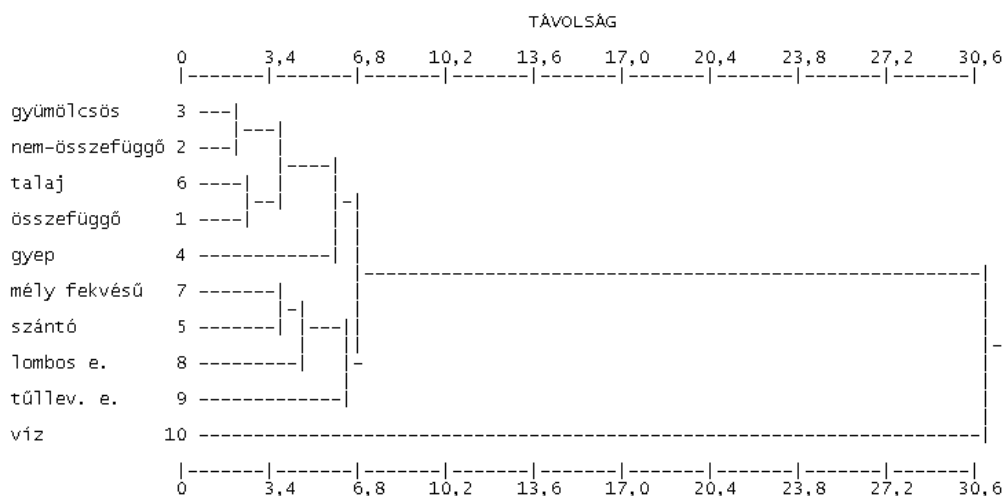
16. táblázat: Korrelációs-mátrix 2006-os Landsat felvétel 6 csatornája alapján (Forrás: saját szerk.)

TM sáv	1	2	3	4	5	7
1	1	0,94	0,93	-0,48	0,68	0,83
2	0,94	1	0,96	-0,41	0,74	0,84
3	0,93	0,96	1	-0,52	0,78	0,92
4	-0,48	-0,41	0,52	1	-0,23	-0,52
5	0,68	0,74	0,78	-0,23	1	0,90
7	0,83	0,84	0,92	-0,52	0,90	1

Az említett lépés nem takar mást, minthogy lineáris transzformációval új koordinátatengelyeket veszünk fel (komponensek). Az első komponenst a legnagyobb szórással rendelkező intenzitásértékekre fektetjük, majd erre merőlegesen következik a többi komponens egyenese a képpontok adatállományának kompressziója érdekében. A változók számának csökkentése után nyert információmennyiségről a sajátérték tájékoztat, amely gyakorlatilag a tengely hosszát jelenti, de egyben arra is utal, hogy mennyi információt tart meg egy komponens (MATHER, P. M. 2005).

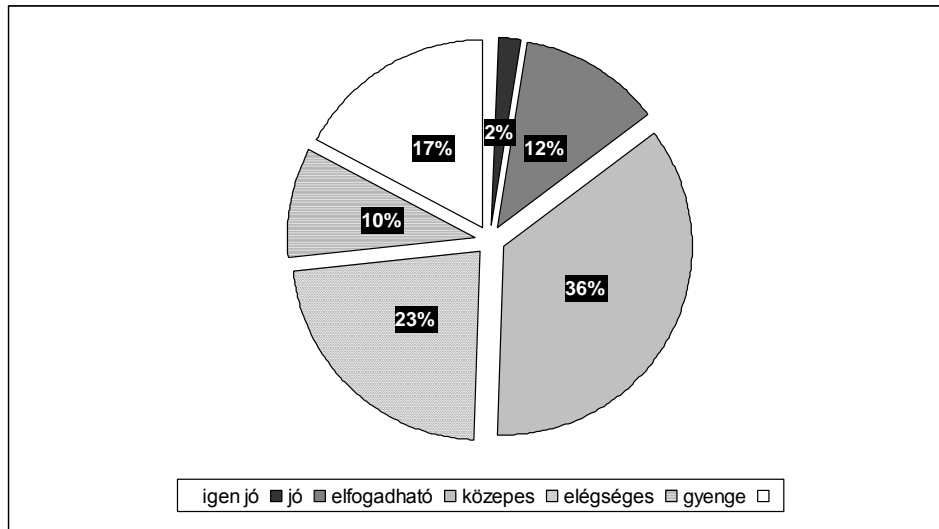
A feldolgozásra kerülő 2006-os Landsat felvétel hat csatornájából/változójából nyert négy főkomponens az eredeti adatállomány információinak több mint 99%-át hordozta. Az osztályozás alapjául szolgáló első három komponens 98,1%-át megőrizte az eredeti adatoknak. A főkomponens analízissel egyben zajszűrést hajtottam végre mindamelllett, hogy alapot biztosíthattam egy összetettebb képfeldolgozáshoz a spektrális differenciák kiemelésével (SABINS, F. F. 1996).

A tanulóterületek spektrális elkülönülését dendrogram segítségével vizsgáltam. Az egyes felszínborítási kategóriákhoz illesztett tanulóterületek a főkomponensek adatait hordozzák, az értékhalmozatot a klaszter-középpontokkal jellemeztem. A fa struktúra alapján a tanulóterületek spektrális karakterei egyetlen csoportba sorolhatók a 30,6-os értékig (relatív Euklédieszi távolság, ahol a nulla érték a teljes hasonlóságot jelenti), itt különül el az első kategória a víz (10) a többi tanulóterület értékeitől (1985-ös felvételre vonatkozóan). A következő kettéválásnál egy négy és öt elemet tartalmazó csoportot kaptam meg. Ha végigkövetjük az egyes elágazásokat (83. ábra), akkor azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a gyümölcsösök, kertek (3) és a nem összefüggően beépített felszínek (2) hasonlóan leginkább egymásra. De a klaszter-középpontok távolsága ugyancsak közeli hasonlóságot mutat a talaj és összefüggően beépített térszínek között. Az elágazások rámutatnak, hogy az osztályozás folyamán a talajfelszínek és a gyümölcsösök átsorolásának van nagy valószínűsége.



83. ábra: Az 1985-ös űrfelvételről vett tanulóterületek dendrogramja (Forrás: saját szerk.)

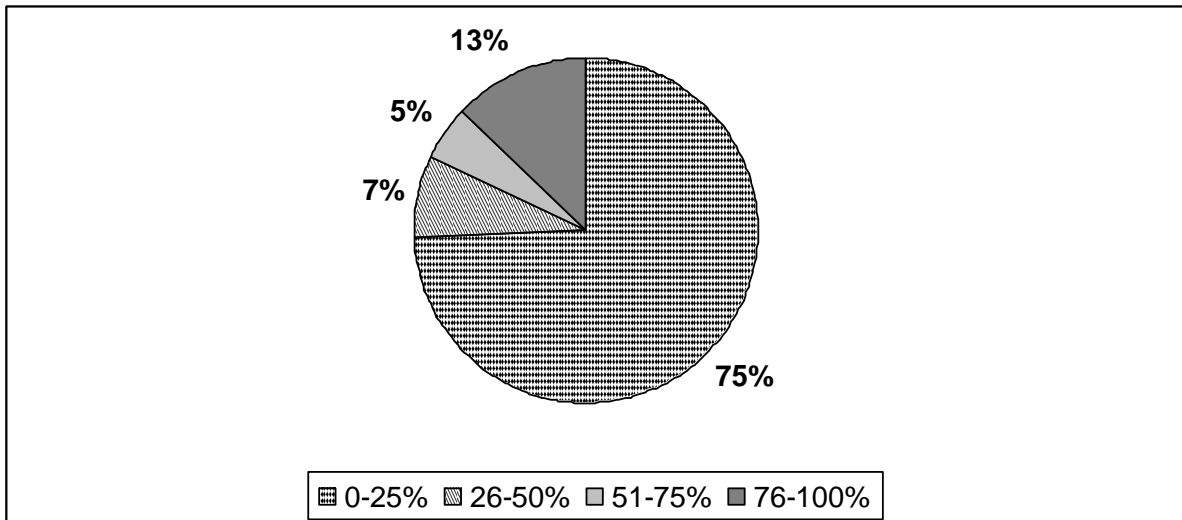
A pécsi agglomeráció területét spektrális jellemzői alapján a felszínkategóriák szerint felvett értékek intenzitásának gyakoriságához mértem. Gyakorlatilag minden ismeretlen képpontot abba a kategóriába soroltam, amely tanulóterületeken gyakrabban fordult elő a felszínen az adott érték. Minden pixel osztályozásra került, de az egyes cellák nem azonos megbízhatósággal vesznek fel egy konkrét kategóriaértéket, hanem léteznek labilisabb besorolású képpontok. A konfidencia-rasztert generálva teszteltem a kategóriába sorolás megbízhatóságát egy hatértékű relatív skálán (84. ábra).



84. ábra: A képpontok (pixelek) osztályba sorolhatóságának megbízhatósága (konfidencia-raszter) (Forrás: saját szerk.)

A konfidencia-raszter adattáblájából kiolvastam, hogy a tanulmányozott terület egyik fele viszonylag egyértelműen köthető egy felszínborítási kategóriához, míg a térszínek 17%-áról nehezen dönthető el, mely osztályba kerüljön az alkalmazott statisztikai módszerrel. Ezeket a területeket a topográfiai térképeken ellenőrizve megállapítottam, hogy főleg a külszíni fejtés, a meddőhányók, zagytározók és a nyílt talajfelszínek sorolhatók ide.

Hogy képpont milyen valószínűséggel rendelhető egy konkrét felszínborítási kategóriához, megtudhattam a tanulóterületek értékeinek valószínűségi raszterének generálásával. Természetesen nem csupán a pixelek értéktábláját kapjuk meg térinformatikai leválogatás után, hanem pozíciójuk meghatározása sem jelent akadályt. Nyilván jelen fejezet terjedelme mind a tíz osztály vonatkozásában ezt nem teszi lehetővé, de a számunkra legérdekesebb felszínborítást, a nem-összefüggően beépített területeket egy kördiagrammal szükségesnek tartottam bemutatni (85. ábra).



85. ábra: A képpontok nem-összefüggően beépített terület (2) kategóriába kerülésének esélye (Forrás: saját szerk.)

A diagram alapján megállapítottam, hogy a képpontok háromnegyedének 25%-nál kisebb az esélye, hogy nem-összefüggően beépített területként definiálja a klasszifikációs eljárás. Viszont a pixelek 13%-a több mint 75%-os valószínűséggel tartozna a kertvárosias beépítettséget mutató osztályba. Ha a nagy valószínűséggel a 2-es kategóriába tartozó képpontok területi eloszlását nézzük, akkor kijelenthetem, hogy a falvak körvonalában és a pécsi hegylábi területeken található a cellák döntő többsége. Téves osztályzással találkoztam a mecseki irtások, árnyékos völgyek területén (ezeket a későbbi adatelemzések során maszkoltam).

A tévesztési táblázat a leggyakrabban alkalmazott módszer a tematikus osztályzás pontosságának vizsgálatára. Ez nem jelent mást, minthogy összehasonlítottam a klasszifikációval nyert tematikus térképet egy ismer földi tesztterületen található felszínborításokkal, képpontról képpontra lépkedve. A táblázat soraiban az eredeti felszín reprezentáló kategóriák szerepelnek, és ezekhez rendeltem az osztályozással kapott értékeket az oszlopok által (VERŐNÉ WOJTASZEK M. 2007).

A 2006-os felvételen a tesztterületeket Keszü és Kozármisleny új lakóparkjainak a helyén határoztam meg. Másfél négyzetkilométert (pixel-érték szerint) hasonlítottam össze, azaz 2400 cellarács került egyenkénti kontrollra. Az összevetés alapja a Google Earth segítségével letölthető 2007. február 5-ei nagyfelbontású úrfelvétel volt, ehhez viszonyítottam a 2006. augusztus 20-ai Landsat kép irányított osztályzással nyert kategóriáit. Igyekeztem a lakóparkok tágabb környezetét tanulmányozni, de így sem sikerült minden felszínborítást bevonni a vizsgálat körébe. Nem ellenőriztem a Mecseken gyakori természetes lombos erdő

és elszórtan megtalálható fenyvesek értékeit, mert a számunkra érdekes térszíneken a tölgyesek helyett az akácok uralkodnak (17. táblázat).

17. táblázat: 2006-os Landsat felvétel tévesztési táblája (Forrás:saját szerk.) (jelkulcs 1=összefüggően beépített, 2=nem összefüggően beépített, 3=gyümölcsösök, kiskertek, szőlők, 4=gyepek, 5=szántó növényzettel fedve, 6=talaj, 7=mély fekvésű vizenyős területek, dombvidéki árnyékolt erdők, cserjések, 8=lombos erdő (Mecsek), 9=tűlevelű erdő, 10=víz felszín)

		Osztályzás eredménye												
Tényleges osztály	Kateg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ pixel	téves	találat %
	1	35	10	0	0	0	0	0	0	0	0	45	10	78
	2	12	1473	22	0	0	12	2	0	0	0	1521	48	97
	3	0	49	34	0	0	0	16	0	0	0	99	65	34
	4	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	70	0	100
	5	18	58	21	0	121	0	3	0	0	0	221	100	55
	6	0	4	0	0	0	7	0	0	0	0	11	4	64
	7	45	0	26	0	15	0	172	0	2	0	260	88	66
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	40	0	0	0	0	0	0	0	0	133	173	40	77

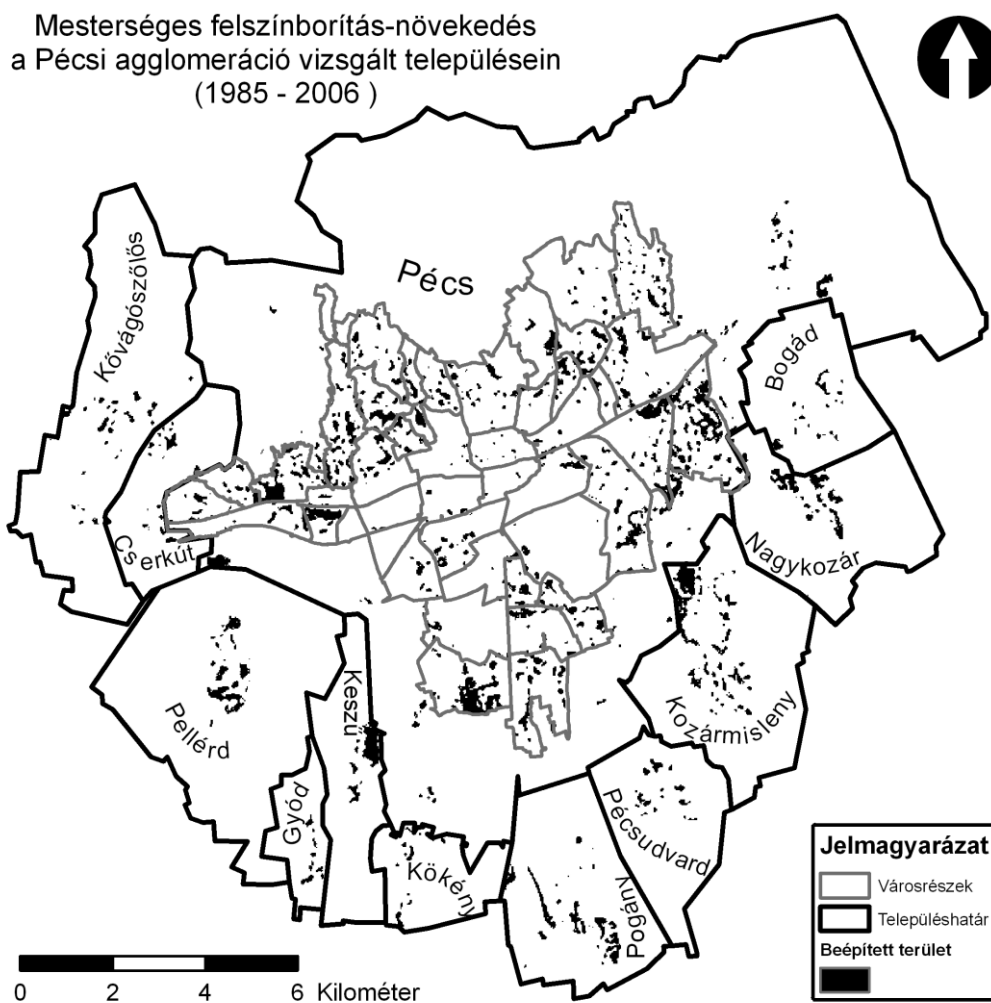
A dendrogram alapján már felmerült, hogy a legrosszabb értéket a gyümölcsösök osztálya (3) fogja birtokolni. Feltételezésünket a tévesztési táblázat igazolta. Azonban hozzá kell fűzni, hogy gyakran a nagyfelbontású felvételekről nehéz megmondani, hogy egy hosszú hátsókert, vagy két utcafront közötti belső udvarok hova sorolhatók. A 3-as kategóriába eredeti szándék szerint a települések peremén parcellázott zárt kerteket vettem, ezen kívül Kozármisleny régi falurészének belső udvarainál találtam még összefüggő kertes területeket, amelyeknél szintén ezt a kategóriát (3) tartottam elfogadhatónak. A többi osztály viszonylag nagy biztonsággal került felismerésre, további nehézségek még azoknál a kategóriáknál jelentkeztek, ahol spektrális értékek eltérő felszínborításokat fogtak át (6, 7).

Az 1985-ös felvételt más módszerrel ellenőriztem. Ezt az indokolja, hogy a későbbi beépülés bármilyen típusú felszínborításon kialakulhat, így érdemes az összes kategóriát egyszerre tanulmányozni. Megoldásképpen 100 darab véletlenszerűen elhelyezett pontot fektettem a tematikus térképre, és az 1980-as évek tájékán készült topográfiai térképek felszínborításához viszonyítottam a levezetett értékeket. A száz képpontból 19 cella nem rendelkezett topográfiai térképből származó referenciaadattal. A maradék 81 pixelből tizenöt esetben kaptam téves kategóriát. Más szóval 81%-os biztonsággal azonosítottam a térszíneket.

Viszonylag pontosan sikerült felismerni a mesterséges felszíneket, a különböző erdő típusokat. Ezzel szemben a gyümölcsösök kategóriáját kapták több esetben is a töltésekkel, árkokkal takart infrastrukturális felszínek.

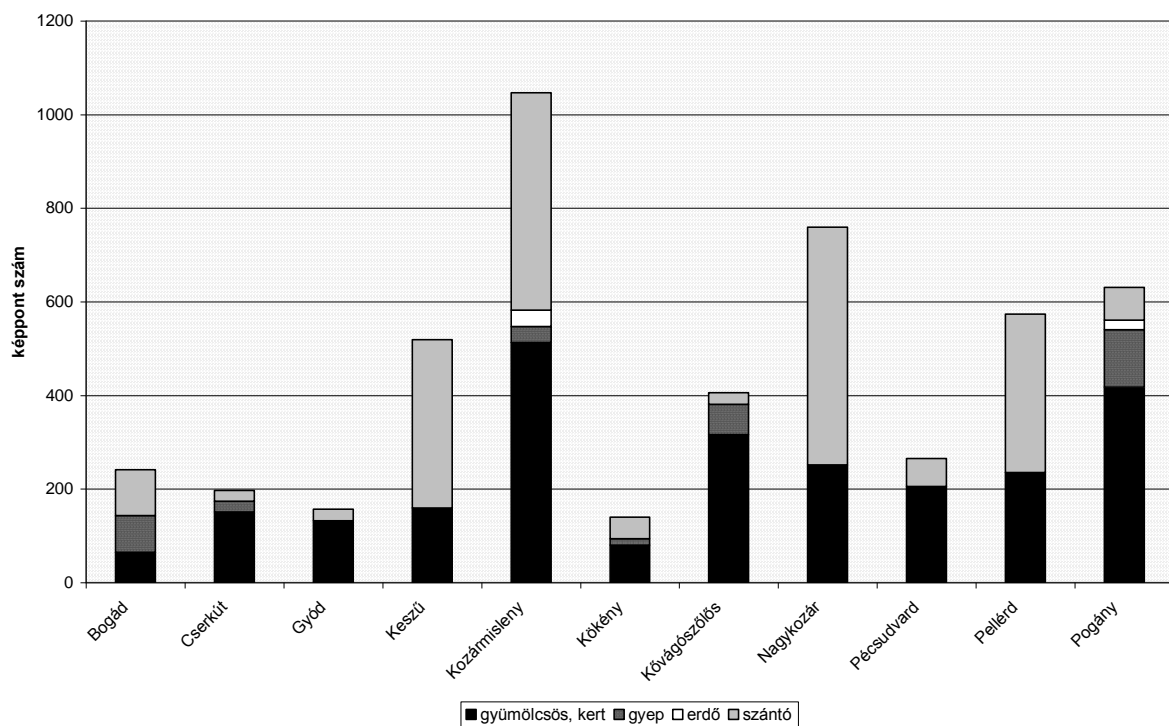
A pontossági vizsgálatok kimutatták, hogy a pixelek döntő többségét helyesen osztályoztam, így a kapott tematikus térképek a valós felszín-kategóriákat ábrázolják az agglomeráció területén. Első lépésben tematikus térképek különbségéből kapott képen azokat a cellákat válogattam le, ahol a mesterséges felszín alakulást mutató cellaértékek jelentkeztek (86. ábra). A térképen kirajzolódik, hogy Pécs város belső területei szintén teret adnak a szuburbanizáció folyamatának. Ez pufferként jelentősen mérsékeli a kiáramlást, amit összefüggően tömb jelleggel csak Kozármisleny ÉNy-i részén, Keszű ÉK-i területein, kevésbé karakteresen pedig Nagykozár, Pellérd körül lehet megfigyelni.

Péccsel kapcsolatban már lefolytattam a részletes elemzést, csak az agglomeráció általunk tanulmányozott 11 településére vonatkoznak következő állításaim. Az értékelés során differenciáltan kezeltem a gyümölcsösökből, kiskertekből (3) kialakuló lakóövezeteket és az új mezőgazdasági területek (gyep, szántó (4, 5, 6) elfoglalásából eredő változásokat. Az elkülönítés fő indoka, hogy a szántókon kialakult nem-összefüggően beépített mesterséges felszínek a valóságban az új lakóparkokkal bekebelezett térszíneket takarják, ezért indokolt tehát kihangsúlyozásuk.



86. ábra: Mesterséges felszínborítás növekedése 1985 és 2006 között (Forrás: saját szerk.)

A huszonegy év alatt bekövetkezett területváltozást képpontokban mértem, kalkulációink során nem számítottuk bele a domborzat módosító hatását a területmérésre. Eszerint 16 képpont jelentett egy hektárt, és ezzel a közelítő értékkel konvertáltam a települési mutatókat. A Pécsi agglomeráció tanulmányozott települései közül Kozármislenyben tapasztaltuk a legjelentősebb átalakulást. Megközelítőleg 63 hektár (pixel alapon számítva) veszítette el mezőgazdasági jelentőségét, és formálódott át lakóövezetté. Nagykozár rendelkezik a második legmagasabb mutatóval, ez esetben felmérésem negyvenhét hektárt újonnan beépített területet mutatott ki. Dobogós helyre soroltam még Pogányt, viszont ehhez az értékhez (38 ha) hozzá kell fűzni, hogy a repülőtér megépülésével nemcsak lakóövezeteknek köszönhető az átalakulás – gyepterületeken végbement változás szimbolizálja ezt. A legalacsonyabb értékeket Kőkény, Gyód és Cserkút adta (87. ábra).

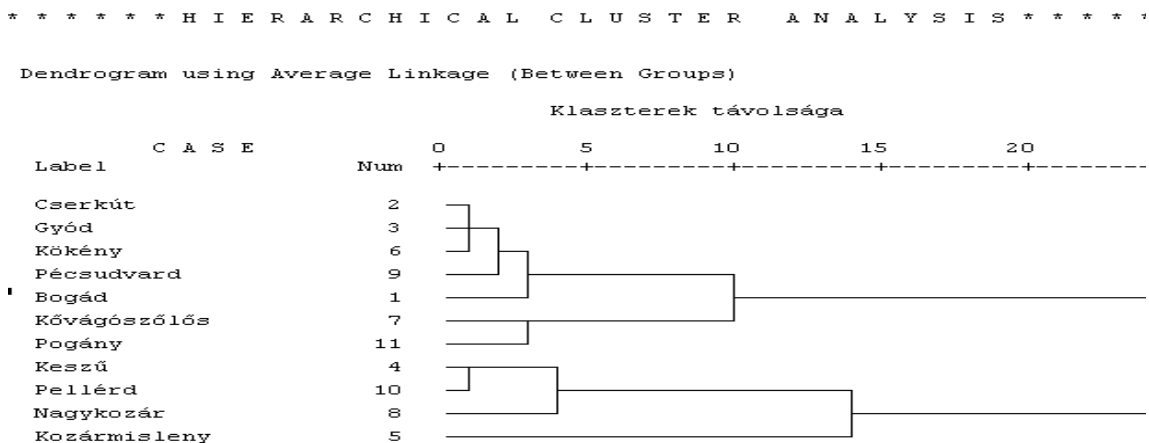


87. ábra: A vizsgált településeken mesterséges felszíné alakult területek 1985 és 2006 között (Forrás: saját szerk.)

A vizsgálati módszer lehetőséget ad arra is, hogy ne csak a beépített részek kiterjedését határozzam meg, hanem az is, hogy eredetileg milyen felszínborítás volt az átalakult területen. Az agglomerációban mesterséges felszínborítást kapott térszínek nagyjából 50-50%-ban a hajdani gyümölcsösök és szántók területét kebelezték be. Numerikusan ez azt takarja, hogy

egy százalékot tesz ki az elveszett fás vegetáció (7), ennek hétszerese lehetett 1985-ben gyepeként kiaknázva (4) a később lakhatás céljából hasznosított térszínekből. A beépült területeknek a negyvenegy százalékán minden valószínűség szerint a szántóföldi növénytermesztés volt a domináns felszínborítás. Ennél magasabb értéket kaptam – a maga 51%-val – a hajdani kiskertek, gyümölcsösök, szőlők helyén megjelenő mesterséges felszínek esetében.

Minden településen sajátos szerkezetet mutatnak az átalakuló felszínborítási kategóriák, amelynek háttérében leginkább a természetföldrajzi adottságok állnak. Ezt bizonyítják a hierarchikus klaszterezéssel nyert településcsoportok, amelyeknek középpontjait az eredeti felszínborítási kategóriákkal jellemeztem. A négy változó (gyümölcsös, gyepek, szántó, erdő) alapján létrejött klaszterstruktúra dendrogramja a kapott két nagyobb településcsoportot, még további kettő alcsoportja bontja (88. ábra).



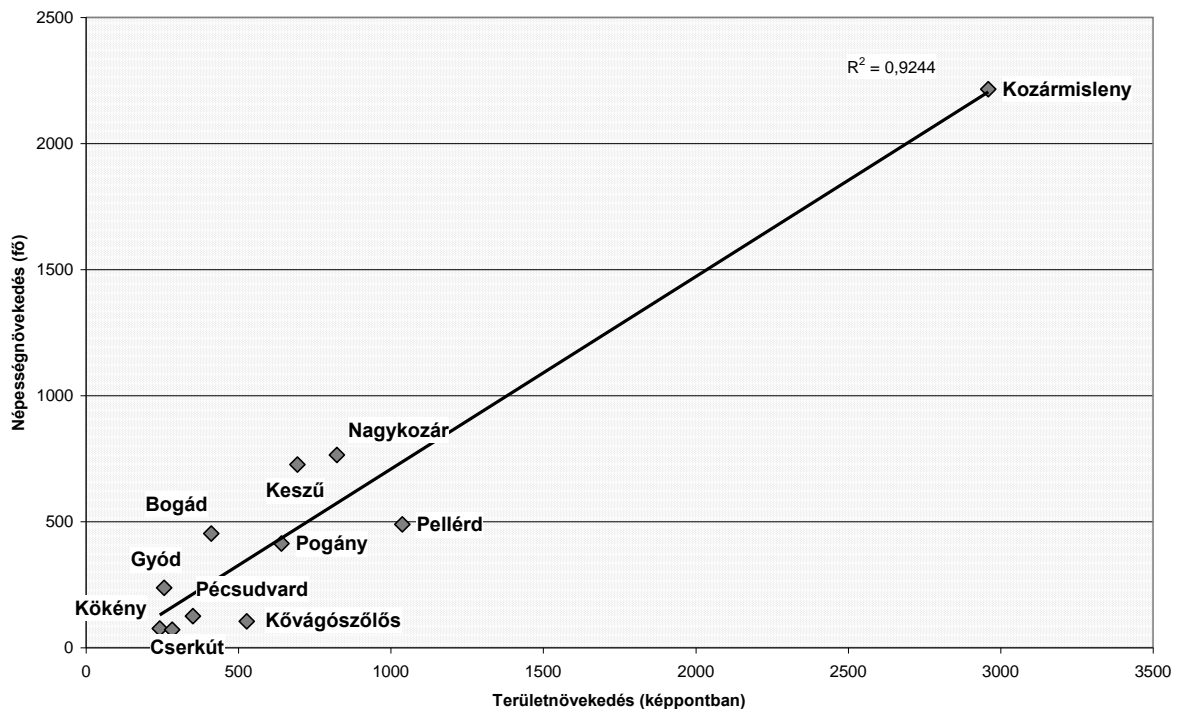
88. ábra: A települések csoportosítása felszínborítás-változás szerint (Forrás: saját szerk.)

Így jön létre az a besorolás, amely az átalakuló felszínborítások alapján külön csoportba osztja Cserkutat, Gyódot, Kökényt, Pécsudvardot és Bogádot, más értékek köré rendeződik Kővágószőlős Pogánnyal alkotott alcsoportja. Ezt követően három község képez egy újabb csoportot, ezek Pellérd, Nagykozár és Keszű. Végezetül egy tagot tartalmazó szeparált klaszterként beszélhetek Kozármisleny vonatkozásában.

Mind társadalmi, mind gazdasági szempontból koncentrált városi magtérsegek 1990-es években megindult decentralizációja új területhasználatot és életformát hozott a városokat övező településeken. A társadalom tehetősebb rétegeinek magasabb környezeti igényére építő folyamatot felgyorsították a motorizációhoz és az ingatlanhitelezéshez köthető piaci érdekek.

A fogyasztói társadalmakban központilag támogatott GDP növelési technika napjainkra kifulladásban van. Viszont a helybeli szabályozatlanságból fakadó térbeli megnyilvánulás környezeti-, társadalmi terheit még generációkon keresztül kell, hogy viseljék az elkövetkező nemzedékek.

Kutatásommal azonosítottam a mesterséges felszínborítás változásának térszíneit a pécsi agglomerációban. Megállapítottam, hogy a szuburbanizáció folyamata más karaktert mutat az egyes településeken, ha a felszínborítás-változás alapján vesszük szemügyre. A felszínborítás-változást követve kategorizáltam az agglomeráció településeit. Ezek a klaszterek összefüggésbe hozhatók a települések természeti környezetével és a népességszám-változással. Az utóbbi kapcsolat egyben azt is elárulja, hogy az űrfelvételek kiértékelésén alapuló adatfeldolgozás eredménye igen nagy magyarázóerővel bír a népességszám tekintetében (89. ábra). Nyilván ebben nem találunk semmi meglepőt, ezen állításom az alkalmazott módszer megbízhatóságát erősíti, és azt a fontos tény, hogy a népességszám növekedés nem a belső szaporulathoz köthető, hanem döntő szerepet játszik a városból való kiáramlás, aminek jelei a felszínen kirajzolódnak.



89. ábra: A népesség-és területnövekedés a pécsi agglomeráció vizsgált településein (Forrás:saját szerk.)

A hazai agglomerációs térségek társadalmi forrasztóerői régóta kutatott folyamatok, azonban a természeti környezetükkel való kapcsolatukat csak az elmúlt évek környezetvédelmi konfliktusai hozták a felszínre. Disszertációm utolsó része ebbe az irányba tette meg az első

lépéseket, azáltal, hogy feltérképezte a felszínborítás változását az agglomeráció településeinek közigazgatási területén belül. A pontos térbeli lehatárolással lehetőséget biztosítunk összetettebb, a természetföldrajzi, közlekedésföldrajzi aspektusokat feltáró térinformatikai elemzésekhez, de ezek részletes bemutatása már túllép jelen dolgozat célkitűzésein.

VI. ÖSSZEGZÉS

Doktori értekezésem fő célkitűzése az volt, hogy komplex képet adjak a települési tér fejlődéséhez köthető, felszínborítást módosító emberi tevékenységek eddig kevésbé kutatott szegmenséről. A városokban zajló tájformálást egy átfogó koncepció mentén tártam fel, kihangsúlyozva a térinformatikai módszereken alapuló információnyerési technikák térbeli és időbeli léptékét. Igyekeztem az idő és térbeli felbontás finomításával Pécs városának jelenkori felszínfejlődési folyamatait városrészekre vonatkoztatva taglalni, azzal a szándékkal, hogy a későbbi energia-, vízháztartási kutatások megalapozását elvégezhessem. Lényeges eredménynek tartom, hogy a mesterséges felszínek változásának feltérképezésével olyan fontos településüzemeltetési problémák megalapozásához fogtam hozzá, mint a csapadékvíz elvezetésének kérdése, de említhetem az iskolakörzetek kialakításának dilemmáját. Utóbbi esetben az újonnan beépült lakóövezetek, demográfiai mutatókkal való összekapcsolása szolgáltat fontos információt a döntéshozók számára. Eredményeimet a 2011-es népszámlás adataival feltöltve lehet majd igazán kamatoztatni, és nyilván további adatbázisok bekapcsolásával – kiadott építési engedélyek, újabb távérzékelési adatok – pontosítani. A beépítettségi és a társadalmi mutatók komplex vizsgálatával részletesebb képet kaphatunk majd a város belső térszerkezetének változásairól, így a városüzemeltetés fő kihívásai ugyancsak élesebb körvonalakkal rajzolódhatnak ki.

Egy disszertáció összegzésének legfontosabb eleme azoknak az iránymutatásoknak a feltérképezése, amelyek mentén kutatva újabb problémák feltárására fordíthatjuk a földrajztudomány több évszázados szellemi tőkáját. Mégis a jövőbe tekintés helyett zárógondolataimat értekezésem adatgyűjtési időszakához kell, hogy visszavezesse. Kutatási témám kitűzésekor az urbánus terekben megjelenő környezeti konfliktusok bemutatását igyekeztem minél több adatbázis feldolgozásával nyomon követni. Munkám korai szakaszában már körvonalazódott az az alapprobléma, ami a vizsgált adatbázisokban – víz-, levegőminőségi adatok, forgalmi adatok stb. – egyszerre volt fellelhető, ez pedig nem volt más, mint a felszín formáira, borítására és használatára vonatkozó megkerülhetetlen adatok. Ez a felismerés vezetett oda, hogy dolgozatom kiindulópontja a települési felszínborítás változásának térbeli és időbeli feltérképezése lett. A felszínborítás vizsgálata köré szőttem az alapkoncepciót és a több éves munkával gyűjtött releváns adataimat, ennek megfelelően transzformáltam térinformatikai adatbázisokba és kapcsoltam össze a hazai földrajzi gondolkodás hagyományával. A térinformatikai információnyerési technikák

beépítésével sikerült numerikus alapra helyezni a települési térben zajló antropogén felszínformáló tevékenységeket. A számszerűsített eredmények egyértelműen alátámasztottak több feltételezett elképzelést a város és környezete kapcsolatrendszerében, és talán dolgozatomban nem hangsúlyoztam kellőképpen, de ezzel egyben igyekeztem arra rámutatni, hogy geográfusként a felszínhez közeli adatbázisok értelmezésében tudom leginkább hasznosítani tudományterületem szakmai erőit. Munkám során beláttam, hogy egyes kérdéseket csak tárdiszciplínák bevonásával lehet még mélyebben feltárni és az eredetileg megfogalmazott települési környezeti konfliktusok részletes taglalása ugyancsak a földrajzi tényezőkön túlmutató tudást igényel. Ennek tükrében tartom igazán fontosnak, hogy a felszínborítás változásának közvetett vagy közvetlen vizsgálatával, és ezeknek a módszereknek az idő és térbeli léptékeinek a felismerésével megtaláltam azt a „szolid” alapot, amire geográfusként építkezhetek. Eredményeim a felszínváltozás, -minősítés térinformatikai módszerekkel feltárható összetevőire támaszkodnak.

1. Ebben a tekintetben az első és az egyik legfontosabb lépés volt a digitális domborzatmodellből levezethető felszínminősítő mutatók és Pécs központi belterületére vonatkozó adatainak rendszerezése. Városrészekhez rendelve írtam le az elsődleges felszínjellemező attribútumokat, azzal a céllal, hogy egyértelművé tegyem a domborzat adta lehetőségeket az egyes városrészek településszerkezeten belüli lehetséges pozíciójával kapcsolatban. A nyert adatok alapján csoportosítottam a városrészeket, számszerűsítve a beépíthetőségi lehetőségek térbeli, szerkezetbeli elemeit. Komplex digitális domborzatminősítési eljárással kimutattam azokat a felszínformákat, amelyek döntő szerepet játszanak a város belső tagozódásában. A kapott eredmények alapul szolgáltak a későbbi digitális adatfeldolgozásokhoz, amelyekben már az ember felszínformáló tevékenységének településkörnyezetben való megnyilvánulására koncentráltam.

2. Földtani, régészeti adatbázisok geoadatbázisba való rendezésével kimutattam az ember környezetformáló tevékenységének legrégebbi következményeit. A Belváros területén végbement felszínformálást az antropogén feltöltésen keresztül térképeztem, és megállapítottam a többezereves emberi jelenlét mikrodomborzatra gyakorolt hatását. A digitális interpolációval nyert adatokból kiválogattam a természetes domborzatfejlődés lenyomatát őrző formaelemeket. Profilmetszetek segítségével ábrázoltam a jelenlegi felszín és egy feltételezett roncsolt természetes felszín egymáshoz való viszonyát. Az antropogén feltöltések vizsgálatán keresztül értelmeztem elődeink környezetalakító tevékenységének fő motiváló tényezőit, és utalásokat tettem a geofolyamatokra gyakorolt antropogén hatás következményeire.

A negyedkori felszínfejlődés löszös képződményeinek városon belüli vizsgálatával megállapítottam, hogy a feltételezett természetes lejtőüledék-képződéssel nem minden esetben lehet magyarázni a város területén a földtani szakemberek által feltérképezett löszös maradványokat. A lejtőlösz csomók nem mutatnak olyan egységes karaktereket – számításba véve a fiatal tektonikai összetevőket és az ebből fakadó mozgalmas felszínt –, amelyek a természetes domborzatformáló tényezőkkel hozhatók összefüggésbe. Ezért arra a következtetésre jutottam, hogy az ember döntő szerepet játszott a Mecsek déli lejtőinek üledékköpeny fejlődésében. A digitális domborzatmodellből nyert felszínleíró mutatók felhasználásával megkísértem kimutatni az eredetileg lejtőlösszel fedett területek pozícióját a város nyugati felében. Az irányított osztályzással végrehajtott leválogatás a fedett földtani térképek löszös üledékeinek 60 százalékát feltárta. A földtani adatok térinformatikai rendszerbe való illesztésével sikerült bizonyítani, hogy több négyzetkilométer és több ezer év vonatkozásában lehet a települési környezetben zajló antropogén tájformálást feltérképezni.

3. Történelmi térképek feldolgozásával, egy szűkebb mintaterületen rávilágítottam a városi felszínborítás, felszínhasználat domborzat által meghatározott tényezőire. Egyértelmű kapcsolatot sikerült igazolni a lejtőkategória, relief és a felszínhasználat között. A térbeli leválogatások kirajolták a történelmi tájhasználat alakulásának legfontosabb paramétereit, és azt az összefüggést, amit a digitális domborzatminősítési adatokkal mutatnak. Az archív térképekről nyert adatok alátámasztották a történelmi korok felszínhasználatának feltételezett társadalmi hajtóerőit. Térinformatikai műveletek sora lépésről-lépésre elemezte a mintaterület funkció-váltásának stádiumait, ennek köszönhetően „tapinthatóvá” vált az egyes városfejlődési fázisok felszínformáló hatása. A térben és időben más-más ritmussal zajló felszínhasználat-változást a birtokszerkezet alakulásával kapcsoltam össze. A kataszteri térképekből nyert ingatlanviszonyok megfoghatóvá tették a funkció-váltás egyik fő összetevőjét. Az átlagos telekméret szignifikáns csökkenése lényeges magyarázatául szolgált az új lakókörnyezet kifejlődésének. A domborzat és a tulajdonviszonyok együttesen fékezik meg a Makár-hegy lábánál megjelent szolgáltató funkciók „felkúszását” a hegyre. A történelmi térképek digitalizálásával nyert majdnem száz éves adatsorral értelmezhetővé vált egy városrész belső térszerkezetének változása, és ezzel párhuzamosan a város belső szerkezetváltozásának felszínborításra gyakorolt hatása. Az archív térképek térinformatikai feldolgozásával részletesebb adatokat nyertem, időben és térben pontosítani sikerült a felszínformálódásban szerepet játszó tényezőket.

4. Az úrfelvételek kiértékelésével az elmúlt évtizedek felszínborításának finomabb változásai rajzolódtak ki Pécsen és a pécsi agglomerációban. Szintén a városrészekhez

köthetően viszonylag nagy biztonsággal nyomon követhetővé vált a vízzáró felületek térszerkezetének módosulása. Különböző beépítés-típusok numerikus mutatókkal váltak elkülöníthetővé, és a népsűrűségi adatok hozzákapcsolásával sikerült a városrészeket funkcióik szerint besorolni. A mesterséges felszínek módosulását összevettem különböző domborzatleíró attribútumokkal, és a felszínformákkal kapcsolatos összefüggésekre rávilágítottam. A képelemzéssel nyert információk egyik fő következtetése az volt, hogy körvonalazódtak a piacgazdaság térszerkezet-alkító hatásai a települési térben. Számszerűsített eredmények mentén értékelhetővé váltak az egyes városrészekhez köthető formáló tényezők, az ipari, lakóövezeti, morfológiai jelleg.

A pécsi agglomerációra vonatkozó irányított osztályzáson alapuló képfeldolgozással nemcsak a szuburbanizáció által érintett felszíneket válogattam le, hanem mélyebb vizsgálatot folytattam a Pécs környéki települések felszínborítás-változásával kapcsolatban is. Analizáltam azokat a felszínborításokat, amelyek minden valószínűség szerint a városi terjeszkedés áldozatául estek. A birtokba vett felszín típusok alapján sikerült klaszterekbe csoportosítani a vizsgált településeket az alapján, hogy milyen felszínek estek áldozatául a szuburbanizációnak, és ezek a felszínek milyen beépítés-típusokat tettek lehetővé. A digitálisan elkülönített felszínek kiterjedése igen szoros kapcsolatot mutatott az agglomeráció településeinek népességszám növekedésével, ezáltal bizonyítást nyert, hogy a mesterséges felszínek nem ipari vagy kereskedelmi területekké váltak, hanem a központból (Pécs) való lakosság kiáramlásának hatására formálódtak át.

PhD-értekezésem egy fontos lépést jelenthet a 4D-s várostervezés, városfejlesztés, városüzemeltetés irányába. A XXI. sz. kezdetén a digitális adatgyűjtési, adatfeldolgozási technikáknak köszönhetően adottak a feltételek, hogy egy város jövőjét érintő településfejlesztési kérdések, stratégiák és operatív tevékenységek térinformatikai alapon váljanak egyre inkább nyomon követhetővé. A dolgozatomban levezetett adatfeldolgozási technikák bekapcsolhatók a várostervezésre, üzemeltetésre vonatkozó döntéselőkészítésbe és hozzájárulhatnak a hosszú távú fenntartható városfejlesztés megvalósításához. Csökkenthetővé válhatnak a városüzemeltetés költségei és egyben biztonságosabb, élhetőbb környezetet adhat a városlakóknak. A települési környezetben zajló geofolyamatok monitoringozásának alapvető kérdése a városi felszínborítás és -használat. Ezek megismerése nélkül nem lehet kutatási terveket készíteni a városklíma, csapadékvíz-elvezetés vizsgálatához. A bemutatott adatfeldolgozási eljárások különösen hatékonyak, ha társadalmi, gazdasági mutatókkal kötjük össze őket, ezért dolgozatom alapvetései a 2011-es népszámlás adataihoz kapcsolva segíthetik értelmezni a települési térben zajló komplex folyamatokat.

Kutatói szemszögből igen fontos dátum lesz 2013, amikor először ismerhetjük meg a népszámlálás eredményeit, mivel a belső tagozódás eddigi kimerevített pozíciója dinamikussá válik jelenleg csak 2001-es adatok állnak rendelkezésre –, és a segítségükkel tíz év településszerkezeti változásainak belső folyamatait fűrkészhetjük majd.

Tudjuk, hogy nem lehet a világban zajló minden folyamatot bizonytalanságok nélkül adatbázisokba tömöríteni, de másfelől látnunk kell, hogy a technikai fejlődés által nyert adatok csak akkor képesek az emberiség javát szolgálni, ha bekerülnek azokba a rendszerekbe, amelyen keresztül a valóságot közelítjük. Az elmúlt évtizedek egyértelműen bizonyítják, hogy ez a rendszer az informatika, amely a pusztán spekulatív lehetőségek helyett a valóság általánosan elfogadott axiomatikus építőköveiből igyekszik egy ellenőrizhető strukturált leírását, modelljét adni a világnak. Disszertációmban módszertani rendszerezését nyújtottam a városi felszínborítás vizsgálatának. A szerkezeti elemeket tér és időbeli elkülönülésük alapján határoltam el és rendeltem hozzájuk eltérő adatbázisokat és térinformatikai műveleteket. Feltételezhető, hogy az adatbázisok minősége, az adatnyerési technikák bizonytalansága torzíthatja a végeredményeket, és nyilván az adatok szélesebb illetve pontosabb köre határozottabb eredményeket hozott volna. Ez a probléma jól illusztrálja más földtudományi szakmák egyik fő kihívását, aminek egy lehetséges megoldása a diszciplínák összefogása, közös adat-, tudásbázis létrehozása. Amint láttuk, számos módon lehet egy település és természeti környezetének összetett kapcsolatrendszerét kutatni, ez a komplexitás igényt formál a szakmai kooperációra, és remélem, dolgozatommal sikerült bizonyítanom, hogy ebben a munkában fontos szerepet kaphatnak a geográfia tudományának művelői.

VII. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szerencsémre családom nem szakmai alapon választott engem, mégis az elmúlt hónapok folyamán szakmám lett családom fő kihívása. A közös küzdelmek tesztüzemét már évekkal ezelőtt sikerült túlélnünk, de ennek újbóli felidézése nemcsak a kellemes pillanatok emlékét hozta el dolgozatom írása alatt. Az elhangzottak ellenére az otthonunk volt, ahol munkám döntő többsége megszületett, így hálával tartozom családomnak türelmükért.

A türelem erényét nemcsak otthon tapasztaltam, hanem témavezetőm Prof. Dr. Fodor István úgyszintén felfedte ezen érdemeit, emellett legfőképpen szakmai útmutatásáért tartozom köszönettel, mely pályám kezdete óta meghatározza kutatói aktivitásomat. Geográfus identitásom fejlődésében ugyancsak fontos szerepet játszott Prof. Dr. Tóth József, aki a szellemi iránymutatásán túl a Földtudományi Doktoriskola kötelékében biztosította pályára állításom nélkülözhetetlen költségeit. Külön kell, hogy említsem Prof. Dr. Schweitzer Ferenc és Dr. Aubert Antal nevét, akik munkámba helyezett bizalmukkal megteremtették kutatói tevékenységem alapfeltételét.

Rengeteg segítséget, biztatást kaptam közeli munkatársaimtól és kollégáimtól, akiknek a sorát Dr. Gálosi-Kovács Bernadettel kell, hogy kezdjem. De hálával tartozom Dr. Wilhelm Zoltának, Dr. Gyenizse Péternek, Dr. Lóczy Dénesnek, Dr. Nagyváradi Lászlónak és Dr. Konrád Gyulának, hogy kérdéseimmel mindig bátran fordulhattam Hozzájuk. Köszönöm pártfogását Kraft Jánosnak, Dobi Ferencnek, Chikán Gézáknak, Dr. Horváth Zoltánnak, Gábor Olivérnek, Dr. Csathó Évának és Dr. Mucsi Lászlónak, akik adatokkal és szakmai támogatással láttak el munkám alatt.

Végezetül mindenkinek szeretnék köszönetet mondani, aki a valaha is idejét, munkáját áldozta, hogy megszülethessen és fennmaradhasson Pécsen a földrajztudomány szakmai műhelye, és ezáltal gondolataim táptalajra találhassanak.

VIII. ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra.	Az első helyszín a londoni kikötőben (10, Marine Street, London Dock), ahol a kolera felütötte a fejét 1853-ban (vörös négyzettel jelölve).	10.
2. ábra	Burgess koncentrikus modellje	11.
3. ábra.	Man-modell	13.
4. ábra.	Tóth József tetraéder-modellje	15.
5. ábra.	A településkörnyezet alakításának főbb összetevői	21.
6. ábra.	A földrajzi környezet tagolódása	23.
7. ábra.	Kutatási terület lehatárolása – Pécs központi belterületének térképe	28.
8. ábra.	Pécs által érintett földrajzi kistájak	29.
9. ábra.	A generalizált és az eredeti szintvonalak futása	37.
10. ábra.	Pécs központi belterületének városrészei	38.
11. ábra.	Tszf-i magasságból számolt domborzati mutatók Pécs városrészeiben	43.
12. ábra.	Pécs lejtőkategória térképe, építészeti alkalmasság szerint	44.
13. ábra.	Lejtőkategóriák főbb statisztikai mutatói Pécs városrészeiben	47.
14. ábra.	A klaszter-analízis által létrehozott domborzattípus osztályok a központi belterület városrészeiben	49.
15. ábra.	A Hammond-féle lejtőkategória térkép	53.
16. ábra.	Hammond-féle relief térkép	54.
17. ábra.	Sematikus ábrája a Hammond-féle profilszámítási módszernek	55.
18. ábra.	Pécs domborzatának alakrajzi minősítése a Hammond-módszer felhasználásával	59.
19. ábra.	Pécs domborzatának alakrajzi összetétele a Hammond-módszer szerint	60.
20. ábra.	A digitális és manuális alakrajzi térképek fedvénye	61.
21. ábra.	A DDM- és a Hammond-profil értelmezése a választott mintaterületen húzott metszett alapján	63.
22. ábra.	Háromdimenziós ábrázolása a Hammond-térképnek az eredeti digitális domborzatmodellen (3x-os magassági torzítással)	64.
23. ábra.	a Makár-hegy háromdimenziós ábrázolása a Hammond-térképpel fedve az eredeti digitális domborzatmodellen (3x-os magassági torzítással)	65.
24. ábra.	100 méteres cellakörnyezettel futatót modellezés	66.
25. ábra.	Tszf-i magasság és a relief értékek aránya a legkisebb tszf-i magassághoz	67.
26. ábra.	A felszínformáló társadalmi hajtóerők megjelenése a települési térben	71.
27. ábra.	Pécs Belvárosi városrészének feldolgozott földtani dokumentációja	78.
28. ábra.	Antropogén feltöltés vastagsága a Belvárosi városrészben	80.
29. ábra.	Egyes lejtőkategóriákhoz tartozó antropogén összetétel vastagsága	82.
30. ábra.	ÉD irányú profil metszet a Hunyadi út és az Irgalmasok útja mentén	83.
31. ábra.	KNy irányú profilmetszet a Széchenyi téren keresztül	85.
32. ábra.	Régészeti védelem alatt álló területek Pécssett	89.
33. ábra.	A lejtőlösz tartalmazó fűrásminták eloszlása morfológiai paramétereik alapján	93.
34. ábra.	Löszös összetétel tartalmazó fűrásminták az egyes morfológiai kategóriákban	94.
35. ábra.	Átlagos lejtőüledék vastagság morfológiai kategóriák szerint a vizsgált fűrásokban	95.
36. ábra.	A fedett földtani térképek alapján készített képződmény megoszlás Pécssett	98.
37. ábra.	Pécs fedett földtani térképe	99.
38. ábra.	Az átlagos felszín görbületi és relief értékek kapcsolata a vizsgálat céljainak megfelelően kategorizált képződmény csoportokban	100.
39. ábra.	A jelenlegi löszrel fedett térszínek alapján kalkulált potenciális löszelőfordulások Pécs ÉNy-i térszínein	101.
40. ábra.	Pécs alaprajzának változása 1783 és 1988 között	105.
41. ábra.	A Makár-hegy felszínborítási kategóriái az Első Katonai Felmérés idején	108.
42. ábra.	A Makár-hegy ábrázolása a Második- és Harmadik Katonai Felmérés térképein	109.
43. ábra.	Az eredeti adatforrások és digitális értelmezésük	112.
44. ábra.	Felszínborítási arányok a Makár-hegyen 1916-ban	114.

45. ábra.	1916-os felszínborítás átlagos lejtőkategória értéke és szórása a Makár-hegyen	115.
46. ábra.	Makár-hegy felszínborítása 1916-ban	117.
47. ábra.	Felszínborítási arányok 1982-ben a Makár-hegyen	118.
48. ábra.	Felszínborítási kategóriákhoz tartozó átlagos lejtő értékek alakulása 1982-ben	119.
49. ábra.	Makár-hegy felszínborítása 1982-ben	120.
50. ábra.	Felszínborítás változása 1916 és 1982 között a Makár-hegyen	122.
51. ábra.	Felszínborítási arányok 2000-ben a Makár-hegyen	123.
52. ábra.	Egyes felszínborítási kategóriák átlagos tszf-i magassága 2000-ben	124.
53. ábra.	A Makár-hegy felszínborítása 2000-ben	125.
54. ábra.	Egy szőlőültetvény és valószínű jövője	126.
55. ábra.	A felszínborítás-változáson átment területek átlagos tszf-i magassága	127.
56. ábra.	Megváltozott felszínek (1982-2000) átlagos lejtésének mutatói	127.
57. ábra.	Felszínborítás változás 1982 és 2000 között a Makár-hegyen	128.
58. ábra.	A felszínborítás változása mértéke a Makár-hegyen 1916 és 2000 között	129.
59. ábra.	A felszínborítás változása mértéke a Makár-hegyen 1916 és 2000 között	130.
60. ábra.	Egyes telekméret osztályokba eső telkek száma 1916-ban a Makár-hegyen	133.
61. ábra.	Az 1916-os telekméret kategóriák a Makár-hegyen	133.
62. ábra.	Egyes telekméret osztályokba eső telkek száma 1950-ben a Makár-hegyen	134.
63. ábra.	Egyes telekméret osztályokba eső telkek száma 2000-ben a Makár-hegyen	135.
64. ábra.	A 2000-es telekméret kategóriák a Makár-hegyen	135.
65. ábra.	Egyes telekméretre kapcsolódó felszínhasználatok százalék és darabszám szerint	136.
66. ábra.	A PTE Ifjúság úti épületének felvételei különböző felbontású és típusú képeken	140.
67. ábra.	A Ridd-féle VIS-modell egyszerűsített ábrája	142.
68. ábra.	Intenzitás-csúcsértékek spektrális görbéje az egyes felszínborítási kategóriákban főkomponensek szerint (1985)	147.
69. ábra.	Intenzitástér diagrammok a főkomponens analízis 2,1 komponensére az egyes felszínekre jellemző reflektancia értékekkel (1985)	147.
70. ábra.	A jellemző városi anyagok spektrális visszaverődés egyszerűsített görbéje és a LANDSAT ETM+ szenzor sávjai	149.
71. ábra.	Linear Spectral Unmixing-eljárás eredményeképpen kapott töredékképek a növényzet és vízzáró felületek tekintetében (1985/2006)	150.
72. ábra.	A termális újraosztályozás segítségével kiszűrt alacsony albedójú területek (1985)	151.
73. ábra.	Vízzáró felületek aránya 1985-ben Pécsen	152.
74. ábra.	Pécs városrészeiben detektált mesterséges felszínek aránya 1985-ben	153.
75. ábra.	Vízzáró felületek aránya 2006-ban	154.
76. ábra.	Vízzáró felületek aránya 2006-ban Pécs városrészeiben	155.
77. ábra.	Beépített területek aránya és népsűrűsége Pécsen az egyes városrészekben	156.
78. ábra.	Pécs funkcionális tagozódása a népsűrűség és a beépített területek aránya alapján	157.
79. ábra.	Vízzáró felületek változása 1985 és 2006 között városrészekre bontva	158.
80. ábra.	Mesterséges felszínek alakulása Pécs központi belterületén 1985 és 2006 között	159.
81. ábra.	A vízzáró felületek változása Pécs városrészeiben 1985 és 2006 között	160.
82. ábra.	Vízzáró felületek növekedése a különböző felszínformákon	161.
83. ábra.	Az 1985-os ürfelvételel vett tanulóterületek dendrogramja	168.
84. ábra.	A képpontok (pixelek) osztályba sorolhatóságának megbízhatósága (konfidencia-raszter)	169.
85. ábra.	A képpontok nem-összefüggően beépített terület (2) kategóriába kerülésének esélye	170.
86. ábra.	Mesterséges felszínborítás növekedésének térszínei 1985 és 2006 között	172.
87. ábra.	A vizsgált településeken mesterséges felszín alakult területek 1985 és 2006 között	173.
88. ábra.	A települések csoportosítása felszínborítás-változás szerint	188.
89. ábra.	A népesség-és területnövekedés a pécsi agglomeráció vizsgált településein	189.

IX. TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat	<i>Domborzati modellekből származtatható változók</i>	34.
2. táblázat	<i>A strukturált modell elsődleges támaszpont összetevői</i>	36.
3. táblázat	<i>Tszf-i magasság alapján számított indexek Pécs központi belterületének városrészeiben</i>	41.
4. táblázat	<i>Városrészek rangsora különböző domborzati mutatók alapján</i>	42.
5. táblázat	<i>Építészeti alkalmasság szerint osztályozott lejtőkategória értékek</i>	46.
6. táblázat	<i>A végső klaszter-középpontok értékei az egyes kategóriákban</i>	48.
7. táblázat	<i>Hammand-módszer szerint készített domborzatminősítés a dolgozatban alkalmazott kódtáblája</i>	57.
8. táblázat	<i>Az összevont indexek értelmezése (zárójelben az összevont relief csoportok szerepelnek)</i>	58.
9. táblázat	<i>A geoadatbázisba bevont földtani adatok</i>	75.
10. táblázat	<i>Pécs belső városrészek esetében feldolgozott fúrások</i>	77.
11. táblázat	<i>A tájértékelés során felhasznált adatbázisok</i>	110.
12. táblázat	<i>A térképek értékelésénél használt felszínborítás típusok (a CLC-kódok esetében a legközelebbi kategóriákat alkalmaztam)</i>	113.
13. táblázat	<i>1916 és 1982 közötti felszínborítás alakulása százalékos eloszlásban</i>	121.
14. táblázat	<i>A feldolgozásra kerülő Landsat felvételek főbb jellemzői</i>	141.
15. táblázat	<i>Az agglomeráció lehatárolása három különböző közösségi kutatási programban</i>	163.
16. táblázat	<i>Korrelációs-mátrix 2006-os Landsat felvétel 6 csatornája alapján</i>	167.
17. táblázat	<i>2006-os Landsat felvétel tévesztési táblája</i>	171.

X. IRODALOM

- ADAM, K. 1988: Stadtökologie in Stichworten. Hirt Verlag p.179.
- ADAMS, J.B.–SABOL, D.E.–KAPOS, V.–FILHO, R.A.–ROBERTS, D. A.– SMITH, M.O.– GILLESPI A.R. 1995: Classification of multispectral images based on fraction of endmembers: application to land-cover change in the Brazilian Amazon. *Remote Sensing Env.* 52, pp. 137-154.
- ÁGH T. 1894: Emléklapok Pécs szab. Kir. Város múltjából és jelenéből. Pécs, 261 p.
- ALBERTI, M. 2008: *Advances in Urban Ecology*, New York, Springer, 366 p.
- Arcanum 2004: Az első katonai felmérés, Budapest, DVD-kiadvány (ISBN 963 9374 95 4)
- BABICS A. 1960: Térkép-rekonstrukció Pécs településtörténetéhez az 1722. évi telekkönyvek alapján. *Pécsi Műszaki Szemle* 5. 3. sz. pp. 11–17.
- BAJMÓCY P. 1999: A szuburbanizáció sajátosságai Pécs környékén. In: *Földrajzi Értesítő*, 48. évf. 1-2. füzet, pp. 127–138.
- BAJMÓCY P. 2006: A hazai szuburbanizációs folyamatok trendjei 2000 után. In: CSAPÓ T.–KOC SIS Zs. (szerk.): *Agglomerációk és szuburbanizálódás Magyarországon*. Konferenciakötet. Savaria University Press, Szombathely pp. 112–127.
- BALÁZS F. – KRAFT J. 1998: Pécs város településfejlődésének mérnökgeológiai vonatkozásai, Pécs, JPTE University Kiadó, 185 p.
- BALOGH J. –KERESZETS Z. –PÉCSI M. 1989: Domborzattípusok. In: PÉCSI, M. et al. (szerk.) (1989) *Magyarország Nemzeti Atlasza*. Budapest, MTA Földrajztudományi Kutató Intézet. Kartográfiai Vállalat. pp. 26–27.
- Barnya Megyei Múzeumok Igazgatósága (BMMI) 2004: *Utcajegyzék, Baranya Megyei Múzeumok Igazgatósága*, digitális kézirat
- BECSEI J. 1983: Békéscsaba, Békés, Gyula és tanyavilágának településmorfológiája. Budapest, Akadémiai Kiadó, 207 p.
- BECSEI J. 2007: Átalakuló alföldi városok. Szeged. Szegedi Tudományegyetem Gazdaság és Társadalomföldrajz Tanszék, 176 p.
- BELUSZKY P. 1983: Typology of rural settlements in Hungary: Settlement morphological processes in the rural areas of the country. Budapest, MTA FKI, 34 p.
- BELUSZKY P. 2003: *Magyarország településföldrajza*. Budapest-Pécs, Dialóg Campus Kiadó, 568 p.
- BENENSON, I.–TORRENS, P.M. 2004: *Geosimulation*. New Delhi, John Wiley & Sons, 285 p.
- BOENTJE, J.P.–BLINIKOV, M.S. 2007: Post-Soviet forest fragmentation and loss in the Green Belt around Moscow, Russia (1991-2001): a remote sensing perspective, *Landscape and Urban Planning* 82. Elsevier, pp. 208–221.
- BOTTYÁN ZS.–UNGER J.–SZEGEDI S.–GÁL T. 2004: A városi hőmérsékleti többlet területi eloszlásának statisztikus modellezése a beépítettségi paraméter alapján, Szegeden és Debrecenben. Szeged, II. Magyar Földrajzi Konferencia, CD
- BUDAY-SÁNTHA A. 2002: *Környezetgazdálkodás*. Budapest-Pécs, Dialóg Campus Kiadó, 205 p.
- BUTZER, K.W. 2008: Fluvial deposits and environmental history: Scope and context of the 39th Annual BGS, *Geomorphology*, 101 1-2.

- CSANÁLOSI S. 1982: Pécs funkcionális településmorfológiai sajátosságainak fejlődése és jelenlegi képe. Pécs, JPTE Tanárképző Kar, 111 p.
- CSANÁDI G.–CSIZMADY A. 2002: Szuburbanizáció és társadalom. *Tér és Társadalom*, 16. 3. sz. pp. 27–55.
- CSAPÓ T. 2005: A magyar városok településmorfológiája. Szombathely, Savaria University Press, 201 p.
- CSIMA P. 2006: A települések antropogén geomorfológiai sajátosságai. Az antropogén geomorfológia és felszínalakítás települési vonatkozásai. In: SZABÓ J.–DÁVID L.(szerk): *Antropogén geomorfológia*. Debrecen, Kossuth Egyetemi Kiadó, pp. 191–201.
- CZIMBER K. 2001: Integrált geoinformatikai rendszer. <http://www.geo.u-szeged.hu/~joe/fotogrammetria/GeoInfo/geoinfo6.htm> Geoinformatika - elektronikus jegyzet
- DENG, Y.X.–WILSON, J.P.–SHENG, J. 2006: Effects of variable attribute weights on landform classification. *Earth Surface Processes and Landforms* 31. 11. pp. 1452–1462.
- DERCSÉNYI D.–POGÁNY F.–SZENTKIRÁLYI Z. 1966: Pécs, Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 203 p.
- DEZSŐ ZS.–BARTHOLY J.–PONGRACZ R. 2005: Satellite-based analysis of the urban heat island effect. *Időjárás* 109. pp. 217–232.
- DIKAU, R. 1989: The application of a digital relief model to landform analysis. In: RAPER J. F. (ed.): *Three Dimensional Applications in GIS*. London, Taylor and Francis, pp. 51–77.
- DIKAU, R.–BRABB, E.E.–MARK, R.M. 1991: Landform classification of New Mexico by Computer. U.S. Geological Survey Open File Report 91–634 www.usgs.org
- DOUGLAS, I. 1983. *The Urban Environment*. Arnold, Baltimore p. 167.
- DÖVÉNYI Z.–KOVÁCS Z. 1999: A szuburbanizáció térbeni társadalmi jellemzői Budapest környékén. *Földrajzi Értesítő*, 48. 1–2. pp. 33–57.
- DRAGUT, L.–BLASCHKE, T. 2006: Automated classification of landform elements using object-based image analysis. *Geomorphology*, 81. pp. 330–344.
- DUANY, A.–PLATERK-ZYBERK, E.–SPECK J. 2001: *Suburban Nation*, North Point Press, New York p.320.
- EASTMAN, R. J. 2001: IDRISI Release 2. Guide to GIS and Image Processing. Vol. 1-2. Clark Labs.
- EEA 1994: CORINE land cover, <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>
- EEA 2002: Towards an urban atlas, http://www.eea.europa.eu/publications/environmental_issue_report_2002_30
- EEA 2006: *Urban Sprawl in Europa*, EEA, Copenhagen 60 p.
- ENYEDI GY. (szerk) 2000: *Magyarország településkörnyezete*. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, 465 p.
- ERDŐSI F. 1966: A városok klímamódosító hatása. Pécs, A Pécsi Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei – *Acta Academiae Paedagogicae in Civitate Pécs, Seria Geographica*, 5. 1966. 20. p.
- ERDŐSI F. 1968: Társadalmi hatások Pécs térsége hordalékkúpjainak fejlődésében. Budapest, *Földrajzi Értesítő* 16. 2. pp. 293–308.

- ERDŐSI F. 1969a: Az antropogén geomorfológia mint új földrajzi tudományág. Budapest, Földrajzi Közlemények 17. 1. sz. pp. 11–26.
- ERDŐSI F. 1969: Adatok néhány természeti tényezőnek Pécs fejlődésében betöltött szerepéhez. Pécs, MTE SZ Baranya megyei Szervezete Tanulmányok 2. 12 p.
- ERDŐSI F.–LEHMANN A. 1974: Mohács földrajza. Mohács, Városi Tanács VB. Művelődési Osztálya. 501 p.
- ERDŐSI F. 1975a: A pécsi szénbányászat szerepe a malomvizek elapadásában a XIX. században. Pécs, Pécsi Műszaki Szemle 20. évf. 3–4. sz. pp. 41–46.
- ERDŐSI F. 1975b: A társadalom hatása a felszínomborozatra, a vizekre, a klímára a Mecsek tágabb környezetében. Pécs, Kandidátusi disszertáció, kézirat 145 p.
- FETTER A. 1975: Pécs 1722-ben. Pécs, Janus Pannonius Múzeum Évkönyve XVII–XVIII. pp. 125–137.
- FITTER, R.S.R. 1946. London's natural history. The new Naturalist 3. 2nd pr. 282 p.
- FODOR I. 1979: Az agglomeráció éghajlatmódosító hatása. In: PÁLNÉ KOVÁCS I., – RECHNITZER J. (szerk.): Az agglomerációkutatás módszertani kérdései. Pécs: MTA DTI 1979. (MTA DTI Közlemények, 26.) pp. 45–51.
- FODOR I.–GAJZAGO L. 1980: A településkörnyezet néhány éghajlati vonatkozása Pécs példáján. In: TÓTH T. (szerk.) Tanulmányok a területi kutatások módszertanából. Pécs: MTA DTI, (MTA DTI Közlemények, 27.) pp. 111–140.
- FODOR I.–BUNYEVACZ J. 1984: A gazdasági–társadalmi és ökológiai változások környezetvédelmi szempontú térképi modellezése. In: FODOR I.–MIKLÓS GY.–MOLNÁR K. (szerk.): A természeti területi struktúraváltozások társadalmi, gazdasági és ökológiai értékelésének kartográfiai modellezése. Pécs: MTA DTI; Budapest: OKTH, 1984. (Környezetvédelmi Tanulmányok, 4.) pp. 7–21.
- FODOR I. 2001: Környezetvédelem és regionalitás Magyarországon. Budapest-Pécs, Dialóg Campus Kiadó, 488 p.
- FODOR I. 2005: Downsizing of mining in Pecs. Moravian Geographical Reports, 13. 2. 57–60. p.
- FÜLEP F.–BURGER A. 1981: Pécs város régészeti topográfiája, Budapest, Magyar Nemzeti Múzeum, 142 p.
- GILBERT, O.L. 1989: The ecology of urban habitats. London, Chapman and Hall Ltd, 245 p.
- GILL, D. - BONNETT, P. 1973: Nature in the urban landscape. York Press, Baltimore, 210 p.
- GÖRCS L. 1939: A Pécsi erdő. Pécs, Geographia Pannonica XXXVI. 60 p.
- GOUDIE, A. 1981: The Human Impact on the Environment, Basil Blackwell, Oxford 338 p.
- GRIGG, D. 1967: Regions, Models And Classes. Integrated Models. In: CHORLEY, R.J. – HAGGETT, P.(eds): Geography. University Paperbacks, Methuen, London, pp. 461–509.
- GRINDON, L. H. 1859: The Manchester Flora. London, W. White, 575 p.
- GYENIZSE P.–LOVÁSZ GY. 1996: A természeti környezettípusok és a település alaprajz kapcsolata Baranya megye déli részén. Budapest, Földrajzi Értesítő 45. 3–4 sz. pp. 205–219.
- GYENIZSE P. 2003: A természeti adottságok szerepe a délkelet-dunántúli települések fejlődésében, Pécs, PhD dolgozat (kézirat), 348 p.
- GYENIZSE, P.–PIRKHOFFER, E.–NAGYVÁRADI, L.–ELEKES, T. 2006: A GIS analysis of urban

- development in Pécs. – In: G. J. HALASI-KUN (Ed.): Pollution and water resources Columbia University seminar proceedings, Volume XXXVI. 2004-2005, Columbia University, Hungarian Academy of Sciences Centre for Regional Studies Transdanubian Research Institute, Pécs, Hungary, pp. 264–272.
- GYENIZSE P.–ELEKES T.–NAGYVÁRADI L.–PIRKHOFFER E. 2008a: Pécs alaprajzi fejlődését befolyásoló természetföldrajzi adottságok térinformatikai vizsgálata. Területfejlesztés és Innováció 2. évf. 1. sz. pp. 21–35.
- GYENIZSE P.–NAGYVÁRADI L.–PIRKHOFFER E. 2008b: Pécs lakott területének minősítése - természeti adottságok és társadalmi igények elemzése térinformatikai módszerekkel. Földrajzi Közlemények 132. évf. 3. szám, pp. 323–333.
- GYENIZSE P.–SZABÓ-KOVÁCS B. 2008c: A természeti környezet és a település kölcsönhatása Komló példáján. Budapest, Földrajzi Értesítő 57. 3–4 sz. pp. 273–288.
- HAASE, B.–WALZ, U.–NEUBERT, M.–ROSENBERG, M. 2007: Changes to central European landscapes - Analysing historical maps to approach current environmental issues, examples from Saxony, Central Germany. Land Use Policy, 24. pp. 248–263.
- HAJNAL K.–TÓTH J. 2002: Globális világproblémák és megatrendek. In: TÓTH J (szerk.) Általános társadalomföldrajz I. 2. jav. Kiad. Budapest-Pécs, Dialóg Campus Kiadó, pp. 83–124.
- HAJNAL K. 2006: A fenntartható fejlődés elméleti kérdései és alkalmazása a településfejlesztésben. Pécs, PhD-értekezés kézirat, 184 p.
- HAJNAL K. 2008: A fenntartható településfejlesztés humánökológiai elvei. In: NAGY I. 2008: Városökológia. Budapest-Pécs, Dialóg Campus Kiadó, pp. 294–499.
- HAMMOND, E.H. 1954: Small scale continental landform maps. Annals of the Association of American Geographers 44. pp. 32–42.
- HAMMOND, E.H. 1964: Analysis of properties in landform geography: An application to broadscale landform mapping. Annals of the Association of American Geographers 54. pp. 11–19.
- HEGEDŰS A. 2004: A domborzat fő formáinak vizsgálata digitális domborzatmodell alapján. <http://www.uni-miskolc.hu/~fkt/hudem/Cikkek/Hegedus%20Andras.pdf>
- HEROLD, M. et al. 2007: Applying Image Spectrometry in Urban Areas, in: WENG Q. – QUTTROACHDI D.A. (eds.) 2007: Urban Remote Sensing, CRC Press, New York, 412 p. 137–162.
- HETÉNYI A. - CHIKÁN G. 1980: Pécs építésföldtani térképezése, kézirat, MÁFI, 2034 p.
- HOFFMEYER-ZLOTNIK, J. 1977: Gastarbeiter im Sanierungsgebiet. Hamburg Das Beispiel Berlin-Kreuzberg., Christians. Betrieb Z. Stadtforschung 1.
- HÖLBLING M. 1846: A magyar orvosok és természetvizsgálók Pécsen tartott VI. Nagygyűlésének történeti vázlata és munkálatai. Pécs, A püspöki lyceum könyvnyomó intézetében, 388. p.
- HORVÁTH A. O. 1959: A Pécs-környéki szőlők és gyümölcsösök eredeti vegetációja. Botanikai Közlemények 48. 1-2., pp. 95–100.
- HORVÁTH Z. 2009: Széchenyi téri ásatások földtani környezete, kézirat KÖSZ, 6 p.
- HOWARD, L. 1833: Climate of London deduced from meteorological observations. London, Harvey and Darton, Vol. 407 p.
- HOYT, H. 1939. The structure and growth of residential neighbourhoods in American cities. Washington, Fed. Housing Ass., 125 p.

- HUTCHINSON, M.F. 1989: A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of pits. *Journal of Hydrology*, 106. pp. 211–232.
- IZSÁK É.–MINDSZENTY A. 2007: Az urban geológia lehetőségei a 20. században - Budapest és környékén. *Földrajzi Közlemények*, CXXXI(LV.), 4 sz. pp. 431–439.
- JENSEN, R.R.–GATRELL, J.G.–MCLEAN, D. (ed) 2007: *Geo-Spatial Technologies in Urban Environments*, Springer, Berlin Heidelberg, p. 242.
- JONSTON K.–HOEF J.M.V.–KRIVORUCHKO K.–LUCAS N. 2001: *Using ArcGIS Geostatistical Analyst*, ESRI, Redlands 300 p.
- KAHN, M. E. 2006: *Green Cities, Urban Growth and the Environment*, Brooking Institute Press, Washington, p.160.
- KARDI, T. 2007: Remote sensing of urban areas: linear spectral unmixing of Landsat Thematic Mapper images acquired over Tartu (Estonia), http://www.kirj.ee/public/Ecology/2007/issue_1/bio-2007-1-2.pdf
- KERTÉSZ Á. 1972: Matematikai-statisztikai módszerek alkalmazási lehetőségei a geomorfológiában a Tetves-árok és a Péli-völgy példáján. *Budapest, Földrajzi Értesítő* 21. 4. sz. pp. 487–502.
- KERTÉSZ Á. 1974: A morfometria és a morfometrikus térképezés célja és feladatai. *Budapest Földrajzi Értesítő* 23. 4. sz. pp. 433–442.
- KERTÉSZ Á. 1976: A morfometrikus módszerek alkalmazása a geomorfológiai kutatásokban. *Budapest, Földrajzi Értesítő* 25. 2-4. sz. pp. 237-248.
- KERTÉSZ Á. 1978: A lejtők nevezéktanának néhány kérdése a morfometria szemszögéből. *Budapest, Földrajzi Értesítő* 27. pp. 271–282.
- KERTÉSZ Á. 2003: *Tájökológia*. Budapest. Holnap Kiadó, 166 p.
- KISS J. 1894: *Pécs és környéke*. Pécs, Mecsek Egyesület, 185 p.
- KOVÁCS M. (szerk.) 1975: *A környezetvédelem biológiai alapjai*, Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 333 p.
- KOVÁCS M. 1985: *Nagyvárosok környezettana*. Budapest, Gondolat 107 p.
- KRAFT J. 2006: A pécsi ókeresztény temető geológiája és felszínének fejlődése, Pécs, *Örökség Füzetek* 5., Pécs/Sopeane Örökség Közhasznú Társaság 99. p.
- KRAFT J. 2007: Adalékok Pécs város településföldrajzához, In: Baronek J.: *Mecsek Egyesület Évkönyve a 2006-os egyesületi évről*, Pécs, Mecsek Egyesület, pp. 51-64.
- KSH 2003: *Pécsi agglomeráció*. KSH Baranya Megyei Igazgatósága, Pécs, 64 p.
- KSH: *Baranya Megye Statisztikai Évkönyvei 1985-2008*. KSH Baranya Megyei Igazgatósága, Pécs
- KSH 2009: *Demográfiai Évkönyv, 2008*. Budapest, KSH. 240 p.
- KULS, W.–Kemper, F.J. 1993: *Bevölkerungsgeographie. Eine Einführung*. Stuttgart, Teubner. Teubner Studienbücher d. Geographie. 76 p.
- LETTRICH E. 1964: *Esztergom, a dorogi iparvidék városa*. Budapest, *Földrajzi Tanulmányok* 3., Akadémiai Kiadó, 181 p.
- LETTRICH E. 1968: *Kecskemét, legnagyobb tanyás városunk*. *Földrajzi Tanulmányok* 9., Budapest, Akadémiai Kiadó, 125 p.
- LICHTENBERGER, E. 1993: *Stadtökologie und Sozialgeographie*. in: Sukopp-Wittig (eds): *Stadtökologie*. Gustav Fischer Verlag pp. 10–45.

- LÓCZY D.–VERESS M. (szerk.) 2007: Geomorfológia I. Budapest-Pécs, Dialóg Campus Kiadó, 392 p.
- LOVÁSZ GY. 1979: A természeti környezettípusok hatása a településhálózat sűrűségére Dél-Dunántúlon. Budapest, Földrajzi Közlemények 27. 4 sz. pp. 248–256.
- LOVÁSZ GY. 1993: A természeti erőforrások és társadalmi-gazdasági jelentőségük Dél-Dunántúlon. Pécs, A Magyar Földrajzi Társaság 46. Vándorgyűlésének Tudományos Ülésszaka, pp. 1–12.
- LOVÁSZ, GY.–NAGYVÁRADI, L. 1997: Geomorphological impact of urbanization: example of Komló S-Transdanubia, Hungary. Zeitschrift für Geomorph. N. F. Berlin–Stuttgart, pp. 241–246.
- LOVÁSZ GY.–NAGYVÁRADI L. 2000: A természeti erőforrások változó szerepe Pécs és Komló fejlődésében. Pécs, PTE Földrajzi Intézet, Közlemények a Pécsi Tudományegyetem Földrajzi Intézetének Természetföldrajz Tanszékéről, 12 p.
- LU, D.–WENG, Q. 2006: Use of impervious surface in urban land-use classification, Remote Sensing of Environment 102. pp. 146–160.
- MAROSI, S.–SOMOGYI, S. 1990: Magyarország kistájainak katasztere I.-II. Budapest, MTA Földrajztudományi Kutató Intézet. 1021 p.
- MATHER, P.M.–DOORKMANP J.C. 1970: Multivariate analysis in geography with particular relevance to drainage basen morphometry'. Trans. Inst. Br. Geog. 51. pp. 163–187.
- MATHER, P.M. 2005: Computer Processing of Remotly-Sensed Images, John Wiley& Sons, Wiltsire p. 324.
- MEGGYESI T. 1985: A városépítés útjai és tévutjai. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 141 p.
- MENDÖL T. 1936: Alföldi városaink morfológiája. Debrecen, Közlemények a Debreceni Egyetem Földrajzi Intézetéből 132 p.
- MENDÖL T. 1963: Általános településföldrajz. Budapest, Akadémiai Kiadó, 465 p.
- MEZŐSI G.–MUCSI L. 1994: Urban density and expansion study using GIS and RS methods. Paris, EGIS94 Paris Proceedings vol. II. pp. 1354–1363
- MEZŐSI G.–MUCSI L.–FARSANG A. 1999: A városökológia szerepe a területi tervezésben. Alföldi Tanulmányok 17. pp. 74–94.
- MEZŐSI G. –MUCSI L.–RAKONCZAI J.–GÉCZI G. 2007: A városökológia fogalma és néhány elméleti kérdése. In: MEZŐSI G. (szerk.): Városökológia. Szeged, JATEPress, pp. 9–19.
- MOLDVAY L. 1962: Adatok a Mecsekhegységi lösz földtani viszonyainak vizsgálatához. In: A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1962. évről (szerk:), pp. 91–101.
- MORGAN, J. M.–LESH, A. M. 2007: Development Landform Maps Using ESRI'S ModelBuilder, www.esri.com
- MUCSI L. 1996: Városökológia elmélete és gyakorlati alkalmazása Szeged példáján. Szeged, Phd-értekezés, kézirat 121 p.
- MUCSI L.–KOVÁCS F.–HENITS L.–TOBAK Z.–B VAN LEEUWEN–SZATMÁRI J.–MÁSZÁROS M. 2007: Városi területhasználat és felszínborítás vizsgálata távérzékeléses módszerekkel, Szeged, JATEPress, Földrajzi tanulmányok Vol. 1, Városökológia, pp. 19–42.
- NAGY I. 2008: Városökológia. Budapest-Pécs, Dialóg Campus Kiadó, 336 p.
- NAGYVÁRADI L. 1996: A természeti környezet változásai Komló térségében. Közlemények a

- Janus Pannonius Tudományegyetem Természettudományi Kar Természetföldrajz Tanszékéről 3. szám, Pécs, 9 p.
- NAGYVÁRADI L. 1998a: A természeti környezet hatása Kozármisleny fejlődésére. Földrajzi Értesítő 47. 2. füzet pp. 189–196.
- NAGYVÁRADI L. 1998b: A természeti környezet szerepe Veszprém fejlődésében. Közlemények a Janus Pannonius Tudományegyetem Természettudományi Kar Természetföldrajz Tanszékéről 10. szám, Pécs, 14 p.
- NAGYVÁRADI L. 1998c: A természeti környezet hatása Kozármisleny fejlődésére. Földrajzi Értesítő 47. 2. füzet pp. 189–196.
- NAGYVÁRADI L. 1998d: Közép- és dél-dunántúli települések tipizálása természeti környezetük állapota és alakulása alapján. PhD Doktori Értekezés. Pécs, 1998. 175 p.
- NAGYVÁRADI L.–SZABÓ-KOVÁCS B. 2008: Tolna megyei külterületi lakott helyének monitoringja és tipizálása. Területfejlesztés és Innováció 2. évfolyam 1. sz. pp. 9–20.
- OLÁH M. 1536: Hungária. In Márfi A. (szerk.) 1996: Pécs ezer éve. Pécs, Pécs története alapítvány, pp. 58–59.
- PACIONE, M. 2005: Urban Geography. London, Routledge, 720 p.
- PARK, R. E. et al. 1926: The City. Chicago, The University of Chicago Press, 366 p.
- PÉCSI M. 1970: A mérnök geomorfológia problématicája. Budapest, Földrajzi Értesítő 19. 4. sz. pp. 369-379.
- PÉCSI, M. 1979: A földrajzi környezet új szemléletű regionális vizsgálata. Budapest, Geonómia és bányászat. 12. pp. 163–175.
- PÉCSI M. 1991: Geomorfológia és Domborzatminősítés. Budapest, MTA FKI, 296 p.
- PÉCSI M. 1997: Szerkezeti és vázlatalképződés Magyarországon. Budapest, MTA FKI, 296 p.
- PESTI J. 1982: Baranya megye földrajzi nevei I. Pécs, Baranya Megyei Levéltár, 1055 p.
- PHINN, S.–STANFORD, M.–SCARTH, P.–MURRAY, A. T.–SHYY, P. T. 2002: Monitoring of composition of urban environments based on the vegetation-impervious surface-soil (VIS) model by subpixel analysis techniques. Int. J. Remote Sensing, 23. pp. 4131–4153.
- PIRISI G.–TRÓCSÁNYI A. 2005: Európa kulturális fővárosa a Mecsekalján. A Földgömb XXIII. évf. 8. sz. pp. 52–60.
- PIRISI, G.–TRÓCSÁNYI, A. 2006: The effects of post-industrial processes in spacial structure of Pécs. In: AUBERT, A.–TÓTH, J.(Hrsg.): Stadt und Region Pécs. Beitrage zur angewandten Stadt- und Wirtschaftsgeographie. Universitat Bayreuth, Bayreuth pp. 89–107.
- PIRISI, G.–STEFÁN, K.–TRÓCSÁNYI A. 2008. The role of cultural Economy in the revival of cities – endowments and chances of the city of Pécs. In: LÓCZY, D.–TÓTH, J.–TRÓCSÁNYI, A. (eds.): Progress in Geography in the European Capital of Culture. Imedias Publisher, Pécs, pp. 11–23.
- POLÁNYI K. 1983: Klíma-Energia-Épített környezet. Budapest, Építésügyi Tájékoztatási Központ, 121 p.
- PRINZ Gy. 1922: Magyarország településformái. Budapest, Magyar Földrajzi Értekezések III. 201 p.
- PRINZ Gy. 1954: Szeged. Csongrád Megyei Füzetek 7.sz. Szeged, Csongrád Megyei

- Nyomdaipari Vállalat, 23 p.
- PROBÁLD F. 1974. Budapest városklímája. Akadémiai Kiadó, Budapest. p. 127.
- RATZEL F. 1887: A Föld és az ember: anthro-geographia vagy a földrajz történeti alkalmazásának alapvonalai. Budapest, Magyar Tudományos Akadémia, 623 p.
- RIDD, M. K. 1995: Exploring a V-I-S modell (Vegetation-imperious surface-soil) model for urban ecosystem analysis through remote sensing: comparative anatomy for cities. *Int. J. Remote Sensing*, 16. pp. 2156–2185.
- ROBERTS et al., 1998: Change identification using multitemporal spectral mixture analysis: application in Easter Amazonia, IN *Remote Sensing Change Detection: Environmental Monitoring Methods and Application*, Ann Arbor Press, pp. 137–161.
- RÓZSA P. 2004: Város és környezet. Bevezetés a települések környezettanába. Debrecen, 265 p.
- SABINS, F.F 1996: *Remote Sensing*. W.H. Freeman and Company, New York, 494 p.
- SÁGI ZS.–TRÓCSÁNYI A. 1998. Szegregáció a budapesti agglomerációs övezetben. *Földrajzi Értesítő* 1998/2, pp. 235–248.
- SCHWEITZER F. 1992: A mérnökgeomorfológia szerepe az előtervezésben és a környezetvédelemben. Budapest, *Földrajzi Értesítő* 41. 1–4. pp. 67–81.
- SMALL, C. 2001: Estimation of urban vegetation abundance by spectral mixture analysis. *Int. J. Remote Sensing*, 22. pp. 1305–1334.
- SMALL, C. 2002: Multitemporal analysis of urban reflectance. *Remote Sensing of Environment*, 81. pp. 427–442.
- SNOW, J. 1855: On the mode of communication of Cholera. John Churchill, London, <http://www.ph.ucla.edu/EPI/snow/snowbook.html>
- SONG, C. 2007: Bayesian Spectral Mixture Analysis for Urban Vegetation. In: WENG Q.–QUATTROCHI D.A. (eds.) 2007. *Urban Remote Sensing*, CRC Press, New York, pp. 91–109.
- SPEIGTH, J.G. 1974: A parametric approach to landform regions. In: *Progress in Geomorphology*, London, Institute of British Geographers pp. 213–230.
- STEINER F. 1990: *A geostatistika alapjai*, Budapest, Tankönyv Kiadó, 363 p.
- STRAHLER, A. H.–WOODCOCK, C.E.–SMITH, J. A. 1986: On the nature of models in remote sensing. *Remote Sensing Environment*, 70, pp. 121–139.
- STRAHLER, A.N. (1956) Quantitative slope analysis. – *Geol. Soc. Am. Bull.* 65. pp. 571–596.
- STRAHLER, A.N. (1957) Quantitative analysis of watershed geomorphology. – In: *Trans. Am. Geophysical Union*. 38 p.
- STRAHLER, A.N. 1954: Statistical analysis in geomorphic research. *Journal of Geology*. 62. pp. 1–35.
- SUGRUE, T.J. 1996: *The Origin of the Urban Crisis*. Princeton University Press, New Jersey 416 p.
- SUKOPP, H. – Werner, P. 1983: Urban environments and vegetation. In: Holzner, W. et.al. (eds.) *Man's impact on Vegetation*. Hague, W. Junk Publication, pp. 247–260.
- SUKOPP, H. (ed.): 1990. *Stadtökologie, das Beispiel Berlin*. D. Reiner, Berlin, 277 p.
- SUKOPP, H.–WITTIG, R. 1993. *Stadtökologie*. Gustav Verlag, Stuttgart 402 p.
- SUKOPP, H. 2002: On the early history of urban ecology in Europe, *Preslia, Praha*, 74. pp.

373–393.

- SUKOPP, H 2008: On the early history of urban ecology in Europe. In: Marzluff, J. M. et al: Urban Ecology, New York, Springer US, pp. 79–97.
- SÜMEGI P. 2003: A régészeti geológia és történeti ökológia alapjai, JATE Press, Szeged 223 p.
- SZABÓ J.–DÁVID L. (szerk.), 2006: Antropogén geomorfológia, Debreceni Egyetem, Debrecen 318 p.
- SZABÓ P. Z. 1926: Adatok Pécs környékének településföldrajzához: A térszín befolyása a Duna, Dráva és a Kapos közötti terület népsűrűségére és településének alakjára. Pécs, Danubia, 98 p.
- SZABÓ PÁL Z. 1930: Pécs talaja és kultúrája. Pécs, Pécs-Baranyavármegyei Múzeum Egyesület Értesítője, I. 1-4. sz. pp. 64–70.
- SZABÓ P. Z. 1931: A Mecsek hegység formáinak ismerete. Budapest, Földrajzi Közlemények 49. évf. pp. 165–180.
- SZABÓ P. Z. 1940: A földrajzi helyzet Pécs fejlődésében: A város keletkezése. Pécs, Klny. a Pannonia VI. évf., 1940. október-december számából, pp. 392–403.
- SZABÓ P. Z. 1945: Adatok Pécs környékének település-földrajzához, Pécs, 92 p.
- SZABÓ P. Z. 1953: A Mecsek karsztvízrendszere. Budapest, Hidrológiai Közöny 33. évf. 7–8. sz. pp. 241–151.
- SZABÓ P. Z. 1954: A mecseki karsztvíz egészségügyi védelme. Budapest, Hidrológiai Közöny 34. évf. 5-6. sz. pp. 223–230
- SZABÓ P. Z. 1957: A Délkelet-Dunántúl felszínfejlődési kérdései. Pécs, MTA Dunántúli Tudományos Intézet kiadása, Dun. Tud. Gyűjtemény 13. pp. 397-418.
- SZEBÉNYI A. 2006: A szuburbanizáció sajátosságainak vizsgálata Pécs környékén, 2005-ben. In: CSAPÓ T.- KOC SIS Zs.(szerk.): Agglomerációk és szuburbanizálódás Magyarországon Szombathely, pp. 196–215.
- SZEBÉNYI A. 2007: A pécsi térség társadalmi-gazdasági vizsgálata, különös tekintettel a szuburbanizációra. Területi Statisztika 10. évf. 5. szám 2007 pp. 477–493.
- SZEBÉNYI A.–NAGYVÁRADI L. 2009 Új város a pécsi agglomerációban- a kozármislenyi példa. Területi statisztika 12. (49.) Évfolyam 2. szám, pp. 148–152.
- SZEGEDI S. 2005: Települési hősziget-mérések jellegzetes méretű alföldi településeken. Debrecen, Debreceni Földrajzi Disputa (Disputatio Geographica Debrecina), pp. 157–180.
- SZILÁRD J.–SCHWEITZER F 1979: Pécs Belváros1:5000-es méretarányú mérnökgeomorfológiai térképlap és magyarázója. Budapest, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 10 p.
- SZÖRÉNYI J. 1981: Pécsi pincék állékonyságának vizsgálata és biztosítása. Mérnökgeológiai Szemle, 27. pp. 35–40.
- TANG, J.–WANG, L.–MYINT, S. M. 2007: Improving urban landscape classification through fuzzy supervised classification and spectral mixture analysis. International Journal of Remote Sensing, 28. pp. 4047–4063.
- TIMÁR J. 1999: Elméleti kérdések a szuburbanizációról. In: Földrajzi Értesítő, 48. évf. 1-2. füzet. pp. 7-31.
- TÓTH J. 1981: A településhálózat és a környezet kölcsönhatásának néhány elméleti és

- gyakorlati kérdése. Budapest, Földrajzi Értesítő, pp. 267–290.
- TÓTH J. (szerk.) 2002: Általános társadalomföldrajz I. Budapest–Pécs. Dialóg Campus Kiadó, 485 p.
- TÓTH J. 2004: Tanulmányok a településföldrajz témaköréből. Pécs, PTE FEEFI, 308 p.
- TÓTH J.–TRÓCSÁNYI A. 2006. A magyarországi városhálózat és a városhiányos térségek vizsgálata. In: PAP N.–TÓTH J. (szerk.): Terület- és településfejlesztés II. Alexandra Kiadó, Pécs, pp. 207–216.
- TÓTH T. 1994: Talajtulajdonságok becslése a növényzet alapján Tiszántúli szolonyec talajokon, kandidátusi értekezés, MTA TAKI 168 p. www.taki.iif.hu
- TÓTH Z. 1997: A települések világa. Pécs, Ponte Press Kiadó, 211 p.
- TRÓCSÁNYI A. 2006: A kulturális főváros projekt térformáló hatásai Pécsen. III. Magyar Földrajzi Konferencia Tudományos Közleményei. MTA FKI, Budapest, 12 p (CD ROM)
- TROLL, C. 1970: Landschaftsökologie als geographisch-synoptische Naturbetrachtung. Ökologische Landschaftsforschung und vergleichende Hochgebirgsforschung. – Erdkundliches Wissen 11. pp. 1-13.
- UN Department of Economic and Social Affairs Population Division 2004: World population to 2300. www.unpopulation.org
- UN Population Found 2007: State of the world population 2007 - Online report. <http://www.unfpa.org/swp/2007/english/introduction.html>
- UN Department of Economic and Social Affairs Population Division 2009: World population prospects. The 2008 Revision
- UNGER J.–SÜMEGHY Z.– ZOBOKI J. 2001: Temperature cross-section feature in urban area. Atmospheric Research 58, pp. 117–127.
- UNGER J. - SÜMEGHY Z. 2000: A városi hőmérsékleti többlet - Szeged példáján keresztül. A Földrajz Tanítása 8, No. 4. pp. 8–13.
- UNGER J.–SÜMEGHY Z. 2002: Környezeti klímatológia. Szeged, Szegedi Tudományegyetem Természettudományi Kar, 202 p.
- VÁRADY F. 1896-1897: Baranya múltja és jelene I. Pécs, Telegdi Ármin Könyvnyomdája, 694 p.
- VENTURA, S.J.–IRVIN, B.J. 1997: Automated Landform Classification Methods for Soil-Landscape Studies, In : WILSON, J. P. – GALLANT, J. C. (eds.), 2002: Terrain Analysis, John Wiley & Sons, Inc., New York pp. 267–295.
- VERÓNÉ WOJTASZEK M. 2007: Távérzékelés, Nyugat-magyarországi Egyetem, Geoinformatikai Kar, kézirat, Székesfehérvár
- WALLNER E. 1958: Paks településképe. Budapest, Földrajzi Értesítő 2. sz. pp. 193–209.
- WALLNER E. 1961: Dunaföldvár településképe. Budapest, Földrajzi Értesítő 1. sz. pp. 67–97.
- WELCH, R. 1982: Spatial resolution requirements for urban studies. International Studies of Remote Sensing, 3. pp. 139–146.
- WENG Q.–QUATTROCHI D.A. (eds.) 2007: Urban Remote Sensing, CRC Press, New York, 412 p.
- WENG, Q.–LU, D. 2007: Subpixel analysis of urban landscape. In: WENG Q.–QUATTROCHI D. A. (ed.) Urban Remote Sensing, New York, CRC Press, pp. 71-91.
- WHITE, L. 1967: Roots of our Ecological Crisis. Science, 155. pp. 1203–1207.

- WILHELM Z. 1997: A Szekszárd fejlődésében kiemelkedő szerepet játszó természeti tényezők vizsgálata. In: TÉSITS R.–TÓTH J. (szerk.): Földrajzi tanulmányok a pécsi doktoriskolából I. JPTE TTK, Pécs, pp. 193–217.
- WILHELM Z. 2001: Az Alsó-Duna-vidék településeinek fejlődésében szerepet játszó természeti tényezők vizsgálata. In: TÓTH J.–WILHELM Z.: Konzerváció, modernizáció, regionalitás a Dél-Dunántúlon I. kötet. PTE-KÖM, Pécs, 145 p.
- WILSON, J. P.–GALLANT, J. C. (eds.), 2000: Terrain Analysis, New York, John Wiley & Sons, Inc., 479 p.
- WU, C.–MURRAY, A. T. 2003: Estimating impervious surface distribution by spectral mixture analysis. Remote Sensing of Environment, 84. pp. 493-505.
- XIAN, G.–CRANE, M. 2005: Assessments of urban growth in Tampa Bay watershed using remote sensing data. Remote Sensing of Environment 97. pp. 203-215.
- ZIVUSKA J. 1899: Ókori erdészet. Erdészeti Lapok 1899, 38. évf. 11 sz. pp. 1313–1318.