

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
INFORMATIKAI KAR
TÉRKÉPTUDOMÁNYI ÉS GEOINFORMATIKAI TANSZÉK

Középső-ferencvárosi klímazónák változásának térképi bemutatása

DIPLOMAMUNKA

Készítette:

Takács Tibor

térképész szakos hallgató

Témavezető:

Dr. Albert Gáspár

adjunktus



Budapest, 2018

Tartalom

1. Bevezetés	3
2. Középső-Ferencváros és a városrehabilitáció bemutatása	5
2.1. Középső-Ferencváros és a rehabilitációs terület bemutatása	5
2.2. A városrehabilitáció bemutatása	7
3. Lokális klímazónák (Local Climate Zones – LCZ).....	10
4. A munkafolyamat	14
4.1. Az alapanyagok és a használt szoftverek.....	14
4.2. Az alapanyagok feldolgozása, átalakítása	14
4.2.1. Az alapanyagok előkészítése.....	14
4.2.2. Épületek alaprajza	15
4.2.3. Épületek magassága.....	16
4.2.4. Területszámítás, épületek összevonása	17
4.2.5. Felszínborítás	17
4.3. A telekpoligonok és a paraméterek meghatározása.....	18
4.3.1. A telekpoligonok meghatározása	18
4.3.2. A paraméterek kiszámolása.....	19
4.4. Az LCZ-típusok meghatározása.....	20
4.5. Térképek szerkesztése	21
5. Az eredmények, térképek értelmezése	23
6. Összefoglalás.....	30
7. Irodalomjegyzék	32
8. Köszönetnyilvánítás.....	34
9. Melléklet	35
Nyilatkozat	43

1. Bevezetés

A 19. század vége és a 20. században rendkívül felgyorsult urbanizációs folyamatok eredményeként mára a világ lakosságának több, mint fele (2016-ban 54,2%, Magyarországon ez több, mint 71,6%) (WORLD BANK: Urban population) él városokban. E települések nagy népessége, népsűrűsége, beépítettsége, valamint az ide koncentrálódó ipari, gazdasági és egyéb emberi létesítmények és működésük hatással vannak környezetükre. A burkolt felszínek és a beépítettség arányának növekedésével párhuzamosan csökken a zöldterületek és nyílt felszínek aránya, aminek következtében megváltozik a felszín sugárzás-visszaverő képessége, valamint a hő- és vízháztartása. Tehát e folyamatok alakítják a lokális meteorológiai állapotokat, aminek hatására ezeken a területeken kialakul egy sajátos, helyi éghajlat, a városklíma. A városklímát befolyásoló tényezők a következők: időjárás (szél, felhőzet), idő (napszak, évszak), földrajzi helyzet (klíma, domborzat), városméret (kiterjedés), városi aktivitás (szennyezések, energia-és vízfelhasználás) és a városszerkezet (beépítési struktúra, építőanyagok, területhasználat) (UNGER ET AL. 2012). Ez utóbbi tényező, az ezzel foglalkozó tudomány – az urbanisztika – és annak résztevékenységei egyre nagyobb szerepet kapnak a mai modern városok tervezésében, alakításában.

A városklíma-kutatás rendszerint a leginkább érezhető–érzékelhető adattal, a felszíni hőmérséklet felhasználásával történik. A különböző felszínborítottságú területek nem egyenlő mértékben veszik fel és adják le a hőt, az így kialakuló jelenség a városi hősziget (urban heat island – UHI). E jelenség vizsgálata azonban mind nagyobb (városi/vidék), mind kisebb (kerület, városrész) léptékben nehézségekbe ütközött. Előbbinél a mérési hely lehatárolása és besorolása nem egyértelmű. Utóbbinál két probléma vetődött fel: a már telepített mérőhálózat által szolgáltatott adatok nem pontosan reprezentálták környezetüket, a még telepítés előtt álló, tervezett rendszerek esetében pedig a felszín típusok osztályozása és lehatárolása adott okot aggodalomra. (UNGER ET AL. 2014) Ezek megoldását jelenti I. D. Stewart és T. R. Oke által kifejlesztett (elsőként 2009-ben publikált) lokális klímazónák rendszere (Local Climate Zones – LCZ) (STEWART&OKE 2009).

A lokális klímazónák rendszerének célja, hogy objektív és mérhető paramétereken nyugvó jellemzést adjon egy mérőhely környezetéről, azok helyi klímára gyakorolt befolyását figyelembe véve.

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszékén korábban már készültek hasonló témájú munkák: Salamon Jenő alapszakos szakdolgozata

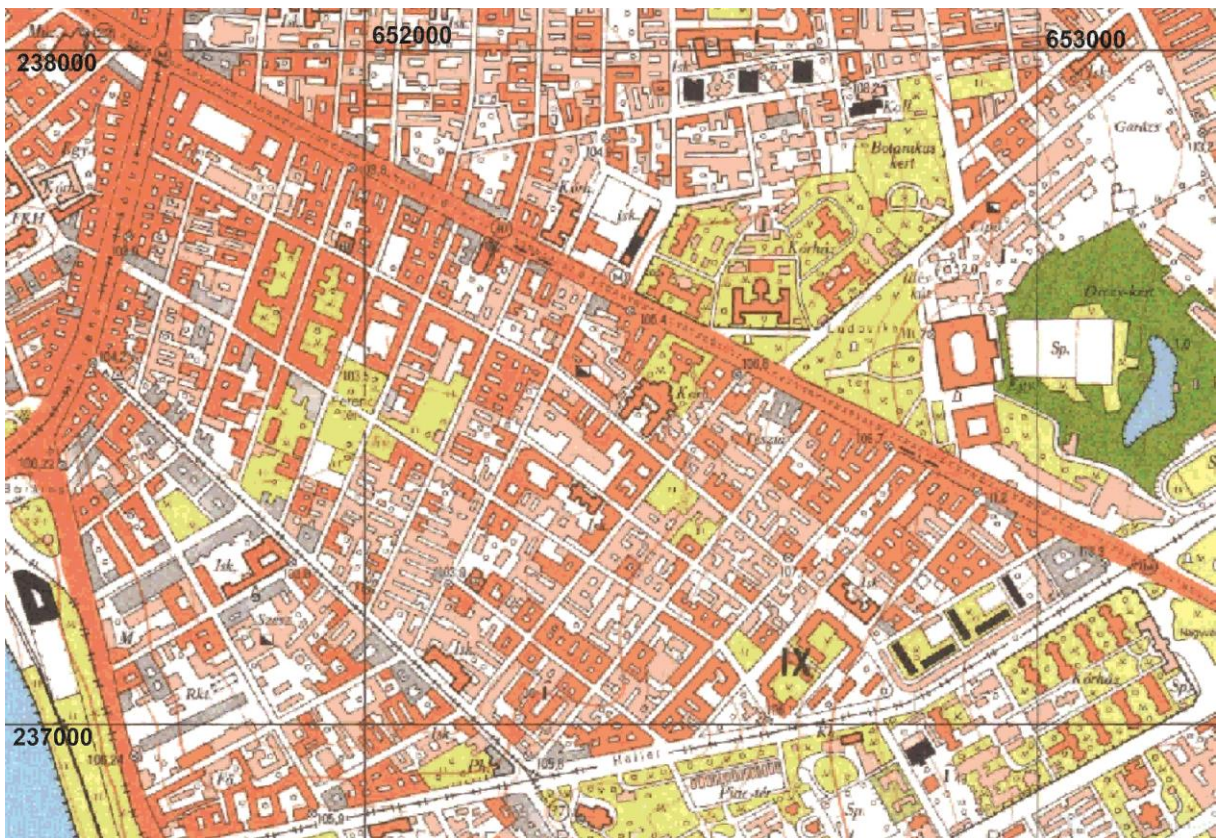
(SALAMON 2015) és Balázs Éva mesterszakos diplomamunkája (BALÁZS 2017). Mindkettő forrás nagy segítségemre volt a diplomamunkám elkészítésében, mivel részletesen bemutatják a feladat végrehajtásának módját, a közben felmerülő nehézségek feloldását (előbbi különösen, hiszen hasonló kiterjedésű budapesti területről készült, így az alkalmazott módszere jól adaptálható volt).

Diplomamunkám célja bemutatni a lokális klímazónák rendszerét, Budapest középső-ferencvárosi városrehabilitációs területén (Üllői út–Haller utca–Mester utca–Ferenc körút) két különböző állapotra vonatkozóan. Az itt végbement városmegújítási munkák folyamata az 1980-as évek végétől máig tart, így céloom a terület mai és az átépítések előtti állapotára a szükséges paraméterek és ezek alapján az LCZ-típusok meghatározása, valamint a változások térképi szemléltetése.

2. Középső-Ferencváros és a városrehabilitáció bemutatása

2.1. Középső-Ferencváros és a rehabilitációs terület bemutatása

Középső-Ferencváros a IX. kerület – Ferencváros – négy városrészének egyike (további három: Belső-Ferencváros, Külső-Ferencváros, József Attila lakótelep). Határát a Duna, a Boráros tér, a Ferenc körút, az Üllői út, valamint a Kelenföldi pályaudvart a Keleti pályaudvarral összekötő vasútvonal adja. Területe körülbelül 3,25 km². A városrész további négy egységre bontható: Vágóhid utca környéke, Millenniumi városközpont, Malmok környéke, valamint a „Rehabilitációs terület”. Számomra ez utóbbi a lényeges, diplomamunkám e területen végbemenő változásokat dolgozza fel.



1. ábra: A „Rehabilitációs terület” 1:10 000 méretarányú EOTR szelvényen

A Rehabilitációs területet az Üllői út, a Haller utca, a Mester utca és a Ferenc körút fogja közre. Egészen a 19. század elejéig nem volt sűrűn beépített terület, a mai épületek helyén szántóföldek, valamint szórtan épített lakóházak voltak. A telekfelosztások eredményeként a mai utcahálózat alapjai már az 1800-as évek elejére kialakultak, valamint egészen a század közepéig a Haller utca volt Budapest városhatára. Az 1870-es évek elején a Fővárosi Közmunkák Tanácsa elrendelte a mai Nagykörút vonalán futó csatorna befedését, amit az

évszázad végére befejeztek (BUDAPESTCITY.ORG: Nagykörút). A rohamos népességnövekedés, az iparosodás és a kereskedelem felvirágzása révén az addigi falusias jelleget a századfordulóra teljesen felváltotta a zárt, városias és ipari jellegű beépítés. Jellemzően a Középső-és Külső-Ferencvárosban megtelepülő gyárak dolgozói számára épülő emeletes bérkaszárnnyák foglalták el a korábbi házak helyét, azonban sok helyen megmaradtak a földszintes házak is. Ekkorra lényegében munkásnegyeddé alakult át.



2. ábra: A Balázs Béla és a Viola utca kereszteződése 1966-ban (fortepan.hu)

A második világháború hatalmas pusztítást vitt végbe, melynek a hosszan tartó ostrom mellett a másik oka az 1942-től kezdődő heves bombázások voltak. Ezek elsősorban a közelben elhelyezkedő pályaudvarok (ferencvárosi rendező-pályaudvar, dunaparti teherpályaudvar) és gyárak, üzemek ellen irányultak, azonban elkerülhetetlenül polgári célokat, lakóépületeket is eltaláltak. A háborút követő években az újjáépítés során renoválták a lakó- és középületeket. Az 1956-os forradalom és szabadságharc során a szovjet csapatok heves ellenállásba ütköztek Ferencvárosban (pl. Tűzoltó és Tompa utcai felkelők), s az összecsapások következtében súlyos károkat szenvedett az ingatlanállomány. Az időközben szinte teljesen lepusztuló városrész megújítása az 1980-as évek végén kezdődött, melynek

során rengeteg munkával és hatalmas ráfordítások árán mára Budapest egyik legélhetőbb, legbarátságosabb része lett. (WIKIPÉDIA: Budapest IX. kerülete)

2.2. A városrehabilitáció bemutatása

A közel harminc év alatt végbemenő városrehabilitáció alapvető célja egy új, a korábnál jobb minőségű lakó- és munkakörnyezet kialakítása volt. Ebbe beletartozott a lakóingatlanok felújítása, építése/lerombolása, a közterek megszüpítése, zöldterületek kialakítása, valamint az infrastruktúra fejlesztése is. Fontos azonban kiemelni, hogy a program elsősorban nem szociális jellegű, hanem építészeti–műszaki jellegű, ami azt jelenti, hogy az építési tervek szerint dől el, hogy mely házakat, tömböket érinti a rehabilitáció (GÖTZ ET AL. 2007).

Az 1970-es budapesti általános rendezési terv a Nagykörúton kívül eső lakóépületek nagy részét bontásra ítélte. Ennek következtében az évtized közepén beindultak az első, a fővárosi tanács által erősen támogatott, városrészekre kiterjedő megújítási programok (pl. a józsefvárosi Szigony utca és környéke). A főként házgyári elemekből megvalósított elképzelések nem arattak osztatlan sikert, ezért a főváros elállt a hasonló projektek támogatásától. A ferencvárosi tanács azonban tovább folytatta a felújítási programért a küzdést, mivel belátta, hogy máshogy nem tudja megállítani a kerület lecsúszását, a szociális, egészségügyi környezet javítása nélkül. 1980-ban megbízták a BME Városépítészeti Tanszékét (mai Urbanisztikai Tanszék) a területre vonatkozó rendezési terv elkészítésével. A munkálatokat Locsmándi Gábor egyetemi adjunktus (később tanszékvezető) vezette. Ebben a tervben még szintén jelen voltak az előre gyártott panel építőanyagok, azonban jóval visszafogottabban, mint a korábbi józsefvárosi tervekénél. Az utca- és térhálózatot meghagyták volna, tömböket nyitottak volna egybe, az új és régi épületek között nagy, parkos tereket alakítottak volna ki. A tervek két év alatt elkészültek, azonban a fővárosi főépítészeti iroda munkatársai kifogásolták azokat, így a végleges állapotba csak egy évvel később (1983-ban) kerültek. Ebben még kevesebb panel elem használata, valamint az utcák szélesítése, kisebb terek és átjárók létrehozása és a megmaradó épületek környezeti feltételeinek javítása szerepelt. A kerületi tanács illetékes szervei (Szanálási Bizottság, Városfejlesztési Bizottság) meghatározták a bontandó ingatlanokat (nagyraosztott komfort nélküli, szoba-konyhás lakások, elsősorban földszintes házakban), és megállapodtak a haladási irányról (Ferenc körütről kifelé). 1984-ben a FŐBER állami vállalat meghívásos pályázatot írt ki, amin a TIPUSTERV

anyagát fogadták el (nagyban megegyezett a BME-n elkészült tervekkel) (GÖTZ ET AL. 2007).

A valós munkálatok már a rendszerváltás előtt megkezdődtek, főként fővárosi pénzből (1989-ig csupán három tömbben kezdődtek el építkezések). Ekkor még az OTP volt a fő beruházó. A rendszerváltás alapjaiban változtatta meg az addigra kialakuló rendszert: az önkormányzati rendszer bevezetésével az állam közvetlenül nem vett részt a finanszírozásban (csak a maguk anyagi lehetőségeikre számíthattak), megjelentek külföldi és magyar magánpiaci szereplők, az önkormányzatok megalapították saját intézményeiket és vállalataikat, valamint beindult a privatizáció. Ebben az időszakban a rehabilitációs munkák forráshiány miatt egy ideig szüneteltek (GÖTZ ET AL. 2007).

Fontos még megemlíteni, hogy a rehabilitációs területet akcióterületté nyilvánította a helyi önkormányzat, így a lakásokat nem lehetett magánosítani, aminek következtében egységes tulajdonviszonyú állapot jött létre, ami nagyban segítette a cél elérését (csak a felújítás után privatizálhatóak az önkormányzati lakások) (GÖTZ ET AL. 2007).

A rehabilitáció menete nem változott a bő harminc év alatt. Az önkormányzat minden évben egy akciótervet állít össze, amelyben összegyűjti azokat az épületeket, amelyekkel foglalkozni kíván az adott évben. A műszaki állapot és egyéb jellemzők alapján (pl. komfortfokozat) dönt az ingatlanok sorsáról: részleges, vagy teljes felújítás, valamint a lebontás. Utóbbi két esetben szükséges a lakók ideiglenes elköltöztetése. Az önkormányzat minden lakónak három cserelakást kínál fel, általában magasabb komfortút. Mivel a felújított házak magasabb minőséget képviselnek, bérleti díjuk magasabb, így nem mindenki tudott visszatérni otthonába. Ez esetekben lehetőségük nyílik a cserelakások megvásárlására (kivéve, ha a Rehabilitációs területen belül van az). A városrészben egy új jelenség, a dzsentifikáció jelent meg: az eredeti, általában alacsony státusú társadalmi-szociális osztályok kiszorultak, helyüket magasabban képzett, nagyobb jövedelmű réteg vette át (GÖTZ ET AL. 2007).

A házak rendbetételével párhuzamosan folyt a közterek és zöldterületek kialakítása, fejlesztése (a kétezres évek végére megduplázódott az egy főre eső zöldterület). Az utcák tervezésénél hangsúlyos szerepet kapott a gyalogosforgalom is, a nyomvonalak mozgatásával és az épületek hátrébb húzásával kisebb pihenőket, parkolóhelyeket és zöld sávokat hoztak létre, valamint modern vízelvezető rendszereket, és korszerű világítást telepítettek. A már létező és az újonnan létesített közparkok (pl. Kerekerdő park), valamint a korábban zárt, sötét

tömbök megnyitásával létrejött belső kertek jelentősen javítják a lakosság életkörülményeit. A motorizáltság és a parkolási igények növekedésével kompromisszumos megoldásként a társasházak mélygarázsokat létesítettek, ennek következtében a felszíni növénytelepítés korlátokba ütközött (GÖTZ ET AL. 2007).

A középső-ferencvárosi városrehabilitáció mind külföldön, mind belföldön elismert és többszörösen díjazott projekt, amely példaként szolgálhat a fővárosi kerületek és a vidéki városok számára. Sikerének titka elsősorban az önkormányzat és a piaci szereplők együttműködése, a közösségi és lakossági érdekek előtérbe helyezése.

3. Lokális klímazónák (Local Climate Zones – LCZ)

A városi hősziget jelenségét már a 1800-as évek első felében felismerték és leírták. A jelenség erősségét a városban és azon kívül elhelyezkedő mérőállomásokon feljegyzett hőmérséklet különbségéből származtatták. Ez a módszer egészen a közelmúltig általánosan használt volt (a benne rejlő hibákra már korábban, a Bevezetésben utaltam). Egészen a 2010-es évekig, amikor is I. D. Stewart és T. R. Oke megalkották a lokális klímazónák rendszerét (az első változatot 2009-ben, a véglegesét 2012-ben).

Az új osztályozási módszer az objektíven mérhető fizikai paraméterek alapján úgynevezett típusokba sorolja a környezetet, és e típusok hőmérsékletkülönbsége adja a hősziget intenzitásának mértékét. Egységes rendszerbe foglalja a mérőhelyeket, ezzel esélyt ad a témában kutatóknak különböző területek összehasonlítására, továbbá használható klíma-modellezéshez, időjárás előrejelzésekhez, továbbá a városok tervezésénél is segítséget nyújthat (STEWART&OKE 2012).

A típusok meghatározásához és elkülönítéséhez használt paraméterek (10 darab) két csoportba oszthatóak: **termikus-radiatív-energetikai**, valamint **geometriai-felszínborítottsági** paraméterek.

1. táblázat: a szükséges paraméterek, zárójelben mértékegységük (Stewart&Oke 2012 nyomán)

Termikus-radiatív-energetikai	Geometriai-felszínborítottsági
Antropogén hő kibocsátás (W/m^2)	Égboltláthatóság
Felszíni albedó	Épület–alapterület arány (%)
Felszíni hőátadó tényező ($Jm^{-2}s^{-1/2}K^{-1}$)	Érdességi elemek magassága (m)
	Magasság–szélesség arány
	Felszínérdességi osztály
	Vízáteresztő felszín arány (%)
	Vízzáró felszín arány (%)

- Antropogén hő kibocsátás (Anthropogenic Heat Output – **AHO**): különböző emberi tevékenységek (szállítás, ipar, stb.) okozta hőáramsűrűség éves átlaga.
- Felszíni albedó (Surface Albedo – **SA**): a beérkező és a visszavert napsugárzás aránya.

- Felszíni hőátadó képesség (Surface Admittance – **SA_d**): a felszín azon tulajdonsága, aivel jellemezhető a hőháztartásban (elnyelés/kibocsátás) játszott szerepe.
- Égboltláthatóság (Sky View Factor – **SVF**): a szemlélő, vagy érzékelő által látott égbolt és a maximálisan látható félgömb felületének hányadosa.
- Épület–alapterület arány (Building Surface Fraction – **BSF**): az épületek és a teljes terület aránya.
- Érdességi elemek magassága (Height of Roughness Elements – **HRE**): a területen előforduló érdességi elemek (növényzet, épületek) magassága.
- Magasság–szélesség arány (Aspect Ratio – **AR**): az utcák szélességének és az azokat szegélyező terepelemek magasságának hányadosának átlaga.
- Felszínérdességi osztály (Terrain Roughness Class – **TRC**): az egymástól különböző tájak besorolása, felszínérdességük alapján (DAVENPORT ET AL 2000)
- Vízáteresztő felszín arány (Pervious Surface Fraction – **PSF**): a vizet áteresztő (talaj, növényzet, víz) felszínnek és a teljes terület aránya.
- Vízáró felszín aránya (Impervious Surface Fraction – **ISF**): a vizet át nem eresztő felszínnek és a teljes terület aránya (STEWART&OKE 2012).

A Lokális klímazónák rendszerének egyik legnagyobb előnye, hogy a típusok megállapításához nem szükséges az összes paraméter megadása, így sokkal szélesebb körben felhasználható. A már korábban említett szakdolgozatoknál, valamint további, a témával foglalkozó kutatásban – például Szeged LCZ-típusainak meghatározása (UNGER ET AL. 2014) – is megfigyelhető, hogy a termikus-radiatív-energetikai paraméterek elhagyásával is megfelelően végrehajtható az eljárás.

Az előbb ismertetett jellemzők alapján 17 beépítettségi és felszínborítottsági, valamint kiegészítésként további 4 szezonális típust különítettek el. Míg az előbbieket jelölése számmal történik (pl. LCZ 1–10), a felszín típusok nagybetűvel (LCZ A–G), utóbbiak kisbetűvel (b,d,s,w) történik.


















2. táblázat: Az LCZ-típusok nevei és jellemzői (STEWART&OKE 2012 nyomán)

Beépítettséggel jellemezhető típusok	Felszínborítással jellemezhető típusok	Szezonális típusok
LCZ 1 – kompakt beépítés, magas épületekkel	LCZ A – fák, sűrű elhelyezkedéssel	b – lombhullató fák
LCZ 2 – kompakt beépítés,	LCZ B – fák, ritka	d – száraz talaj

közepes épületekkel	elhelyezkedéssel	
LCZ 3 – kompakt beépítés, alacsony épületekkel	LCZ C – bokros	s – hótakaró
LCZ 4 – nyitott beépítés, magas épületekkel	LCZ D – alacsony növényzet	w – nedves talaj
LCZ 5 – nyitott beépítés, közepes épületekkel	LCZ E – csupasz szikla, burkolat	
LCZ 6 – nyitott beépítés, alacsony épületekkel	LCZ F – csupasz talaj, homok	
LCZ 7 – könnyűszerkezetes alacsony épületek	LCZ G – víz	
LCZ 8 – kiterjedt alacsony épületek		
LCZ 9 – ritkán beépített terület		
LCZ 10 – nehézipar		

Az egyes felszíneket reprezentáló LCZ-típusok többé-kevésbé egységes jellemzőkkel (paraméterek) bíró, néhány száz métertől néhány kilométerig terjedő területek. Mind jellegzetes hőmérsékleti sajátosságokkal rendelkeznek (STEWART&OKE 2012).

Egy típus nem minden esetben alkalmas, vagy elegendő egy terület leírására, ezért létrehozhatóak altípusok is. Ilyen esetek jelölésénél a másodlagos jelleg száma/betűjele alsó indexbe kerül. Ha például egy fákkal sűrűn benőtt területen könnyűszerkezetes alacsony épületek találhatók a jelölés: LCZ A₇. A lehetséges variációk száma magas, ezért a felszínek leírása igen részletesen megoldható.

Beépítettség típusok	Jellemzők	Felszínborítási típusok	Jellemzők
LCZ 1 	Sűrű beépítettség, több 10 emelet magas épületek, kevés növényzet, aszfalt borítás.	LCZ A 	Sűrű, fás terület (lombhullató és örökzöld).
LCZ 2 	Sűrű beépítettség, 3-9 emelet magas épületek, kevés növényzet, aszfalt borítás.	LCZ B 	Laza, fás terület (lombhullató és/vagy örökzöld).
LCZ 3 	Sűrű beépítettség, 1-3 emelet magas épületek, kevés növényzet, aszfaltozott borítás.	LCZ C 	Nyílt, bokros és cserjés terület, talaj vagy homok borítottság.
LCZ 4 	Laza beépítettség, több 10 emelet magas épületek, alacsony és szétszórt növényzet.	LCZ D 	Füves terület, legelő vagy mezőgazdasági terület.
LCZ 5 	Laza beépítettség, 3-9 emelet magas épületek, alacsony és szétszórt növényzet.	LCZ E 	Sziklás vagy köves terület, kevés növényzet, sivatagi vagy városi közlekedési terület.
LCZ 6 	Laza beépítettség, 1-3 emelet magas épületek, alacsony és szétszórt növényzet.	LCZ F 	Homokos terület, kevés növényzet, sivatagi vagy mezőgazdasági terület.
LCZ 7 	Sűrű beépítettség, földszintes épületek, durva borítottság.	LCZ G 	Nagy, nyitott (tavak, tengerek) és kis (folyók, víztározók) vízfelületek.
LCZ 8 	Nyitott beépítettség, 1-3 emelet magas épületek, kevés növényzet, köves borítottság.	Szezonális típusok Változó felszínformáló tulajdonságok, melyek jelentősen befolyásolják a környezet szinoptikus időjárási mintáit (akár mezőgazdasági hatás is).	Jellemzők b: lombhullató fák Kopasz fák, alacsony albedó.
LCZ 9 	Nyitott beépítettség, alacsony épületek, nagy mennyiségű növényzet.	s: hótakaró Hótakaró > 10 cm, magas albedó.	
LCZ 10 	Ipari beépítettség, magas épületek (tornyok, tartályok, kémények), kemény borítottság.	d: száraz talaj Szikkadt talaj, növekvő albedó.	
		w: nedves talaj Mocsaras talaj, csökkenő albedó.	

3. ábra: az LCZ-típusok grafikus szemléltetése és rövid jellemzése (STEWART&OKE 2012 nyomán)

4. A munkafolyamat

A munkafolyamat alapvetően két fázisra volt bontható. Az alapanyagok beszerzése, azok átalakítása, a bemenő adatok (épületek magassága és alaprajza, területük, felszínborítás) meghatározása volt az első, a második pedig az adatok felhasználásával a telekpoligonok és a rájuk vonatkozó paraméterek kiszámítása, azokból az egyes telekpoligonok LCZ-típusokba sorolása, valamint a térképek szerkesztése volt.

4.1. Az alapanyagok és a használt szoftverek

A feladat elkészítéséhez szükségem volt egy, a mai és egy, a városrehabilitációs munkák megkezdése előtti állapotokat bemutató térképi alapra. A lehető legnagyobb pontosság eléréséhez, ezeknek minél részletesebbnek kell lenniük. A Földművelésügyi Minisztérium illetékes főosztályához benyújtott adatigénylés (engedélyszám: FF/1088/1/2017.) pozitív elbírálás alá került, rendelkezésemre bocsátották a számomra fontos részek kataszteri térképét. A mai állapotokat digitális formában, vektoros adatként, a régít (1980 előtti) raszteres állományként, mindkettőt e-mailben juttatták el hozzám. Ezeket a térképeket kerületenként külön-külön kezelik, így az állományokat is így kaptam meg. A digitális állomány esetén ez nem okozott semmiféle fennakadást, azonban a raszteres állományok egyes részein (józsefvárosi részek) hiányzott a kívánt méretarányú térképsorozat (1:4000 EOTR szelvények), azonban rendelkezésemre bocsátották nagyobb méretarányú térképeket (1:2000). Diplomamunkám ugyan egy ferencvárosi terület változásainak bemutatását tűzte ki célul, azonban a számítások helyes elvégzéséhez, a telekpoligonok meghatározásához elengedhetetlen volt a területtel határos épületek alaprajza is, amelyek a szomszédos kerület részei.

Munkám legfőbb részét Quantum GIS (QGIS) 2.18.0-ás verziójával végeztem, azonban egyes részfeladatok végrehajtásához igénybe vettem más szoftvereket is, például a Global Mapper 15-öt, az AutoCAD 2016-ot, valamint a Google Earth és Google Street View alkalmazásokat is.

4.2. Az alapanyagok feldolgozása, átalakítása

4.2.1. Az alapanyagok előkészítése

A munkámat a mai állapotokra vonatkozó állományok előkészítésével kezdtem. A Földművelésügyi Minisztériumtól kapott vektoros térképeket dxf formátumban kaptam meg. Elsőként AutoCAD-be behívva szelektáltam a számomra fontos adatokat. Ezek között voltak

az épületek (több rétegen szerepeltek), burkolt és burkolat nélküli földrészletek, vetített síkok, belső udvarok, majd külön-külön állományokat hoztam létre belőlük. Minden objektum vonalas elemként szerepelt, ami nekem nem volt megfelelő, ezért átalakítottam felületekké azokat („Boundary” parancs). A dxf állományok hátránya, hogy attribútumai nem szerkeszthetőek, ezért a felületeket shapefile-ként (.shp) exportáltam a programból.

A raszteres térképszelvényeket a Minisztériumban még nem digitalizálták, így a kézhez kapott térképlapok georeferálva sem voltak. A georeferálást Global Mapperben végeztem el. Minden szelvény EOVBan (Egységes Országos Vetület) készült, a sarokpontok és a koordinátahálózati metszéspontok alapján meghatároztam a GCP-k (Ground Control Point) koordinátáit, majd a térben elhelyezett képeket elmentettem és a továbbiakban azokkal dolgoztam.

4.2.2. Épületek alaprajza

Az alaprajzok elkészítését a Quantum GIS-ben végeztem (valamint a munkafolyamat hátralevő összes többi részét). A viszonylag nagy terület és a két eltérő adatforrás miatt ez a rész vette igénybe a legtöbb időt.

A már elkészült, két kerület adatait tartalmazó shapefile-okat behívtam, majd páronként az azonos tartalmúakat összevontam. Eredetileg az épületek öt külön állományként szerepeltek (gazdasági épületek, intézményi épületek, vegyes épületek, lakóépületek, üzemi épületek, templomok), ezeket is egyesítettem. A poligonná alakítás során az épületek alaprajzait nem tudtam úgy elkészíteni, hogy feltüntessék a belső kerteket, udvarokat, így ezek kimetszését manuálisan, az udvarokat tartalmazó állomány alapján, gyűrűk hozzáadásával hajtottam végre. Szintén a régi épületek esetén (főként a körfolyosós bérházaknál) előforduló nehézség volt - sokkal kisebb számban - a lichthofok (világítóudvar) jelenléte. Ezeket nem vettem bele az alaprajzba, mert a legtöbb esetben ezek a földig leérnek. Az alapanyagokban az épületek falából ki- és belógó részeket (árkádok, garázsajtók, lépcsőház-bejáratok, stb.) egy külön réteg (vetített sík) tartalmazta, ezeket egyedi elbírálás alapján csatoltam az épületekhez. Egyes újonnan épült házak nem voltak felvéve az alaptérképen. Ahol a friss műholdfelvételeken szerepeltek ezek az újépítésű házak, vagy azok alapjai jól kivehetőek voltak, ott a Google Earth adta lehetőségeket kihasználva, berajzoltam azokat (ilyen például a Lenhossék utca 11, vagy a Viola utca 11.).

A georeferált raszteres térképeket szintén behívtam, majd digitalizáltam azokat. Itt nem ábrázolták külön a ki- és belógásokat, azonban a lichthofokat ebben az esetben sem vettem hozzá az épületek geometriájához. A digitalizálással kezdetben lassan haladtam, mivel se az épületek, se a beépítetlen részek nem rendelkeznek kitöltéssel, így nehezen tudtam megállapítani, hogy a telkeken belül mi a beépített, és mi a beépítetlen terület. A fentrol.hu-ról letöltött, 1970-es évekbeli légifényképek alapján minden esetben egyértelműen meg tudtam határozni az épületek kiterjedését.

4.2.3. Épületek magassága

Az egyes épületek magasságának meghatározását Salamon Jenő (SALAMON 2015) szakdolgozatában ismertetett módszerrel végeztem, kisebb változtatásokat eszközöltem rajta. Az eljárás lényege, hogy az épületek magassága a szintek számának és a szintmagasságnak, egy állandónak vett értéknek a szorzata (a felhasznált dolgozatban ez három méter volt). Ezt az erős becslést nem tartottam elég kielégítőnek, mivel a területemen előforduló épületek magassága azonos szintszámnál esetenként nem volt azonos. Az eltérés az újépítésű és a régi, körfolyosós házak esetén mutatkozik meg a legszembetűnőbben. Míg előbbiek belmagassága általában három méter, vagy az alatti, utóbbiak néhány esetben meghaladják a 4 métert is (a témában számos ingatlanhirdetést átnéztem). Megfigyelhető, hogy a régebbi építésű házaknál szinte mindig magasföldszinti, félemeleti, vagy szuterén szinten elhelyezkedő lakások is találhatóak, addig az elmúlt 20-30 évben épült ingatlanok esetén ezek egyáltalán nem jellemzőek. A területre jellemző, hogy a kétemeletes régi épületek közel azonos magasságúak a háromemeletes újépítésűekkel (ez tapasztalható négy- és hatemeletes házak összehasonlításánál is). A tetőszerkezetek magasságát ezzel az eljárással nem lehet mérni, ezért azokat minden esetben nullának vettem, vagyis lapos tetősnek.

Az ismertetett módszert tehát módosítottam. Az újépítésű lakások szintmagasságának meghagytam a három métert, azonban az 1950-es évek előtt épült házak esetén négy és fél méternek adtam meg. A területen a 1990-es évekig több foghíjtelek is volt, az ezeken található gazdasági épületek, raktárak, garázsok szintmagasságát szintén három méternek vettem. A szintleolvasásokat az új állapotokra vonatkozóan kezdtem, amihez a Google Street View alkalmazást vettem igénybe. A városrehabilitációs munkák előttire a már korábban említett, 1970-es évekbeli légifotókat használtam. Néhány esetben, ahol az eltérő szintmagasságokkal számított eredmény nem felelt meg a valóságnak, módosítottam azt. Ahol

egy épületen belül szintkülönbségeket vettem észre, ott az eltérő szintű részek területével súlyozott átlagot számoltam.

4.2.4. Területszámítás, épületek összevonása

A paraméterek kiszámításához elengedhetetlen az egyes épületek kiterjedésének ismerete. A területszámítást a „Mező kalkulátor” segítségével végeztem. A használt függvény (\$area) visszatérési értéke az elemek területe. Mivel a Lokális Klímazónak egyes elemei néhány száz métertől néhány kilométerig terjedő területek (STEWART & OKE, 2012), ezért az egymás mellett lévő, egymáshoz szorosan kapcsolódó épületeket összevontam tömbökké. Az épületek egyesítése során területüket összeadtam, magasságuknak pedig kiszámítottam a súlyozott átlagát.

4.2.5. Felszínborítás

A felszínborítás két csoportra kellett osztanom: a vízzáró, burkolt felszínre (pl. lebetonozott, vagy térköves részek), valamint a vízáteresztő, burkolatlan felszínre (szabad talajfelszín, növényzettel borított területek). A kettő közül elég volt csak az egyiket felvennem paraméterek kiszámításához (l. a 4.3. fejezetben található képletek). A vektoros alaptérképen ugyan van információ mind a két felszín típusra, azonban ezek mennyisége és minősége hagyott kívánnivalót maga után. Burkolt felszínként általában csak az utcákat tüntették fel, a belső udvarokban, parkokban és kertekben futó járdákról és burkolattal fedett területekről nem tartalmazott információt. A burkolat nélküli réteg pedig a zöldterületek határát egyáltalán nem tartalmazta. A raszteres alapanyag, mint már említettem, szintén nem volt túl nagy segítségemre eme tulajdonság megállapításában.

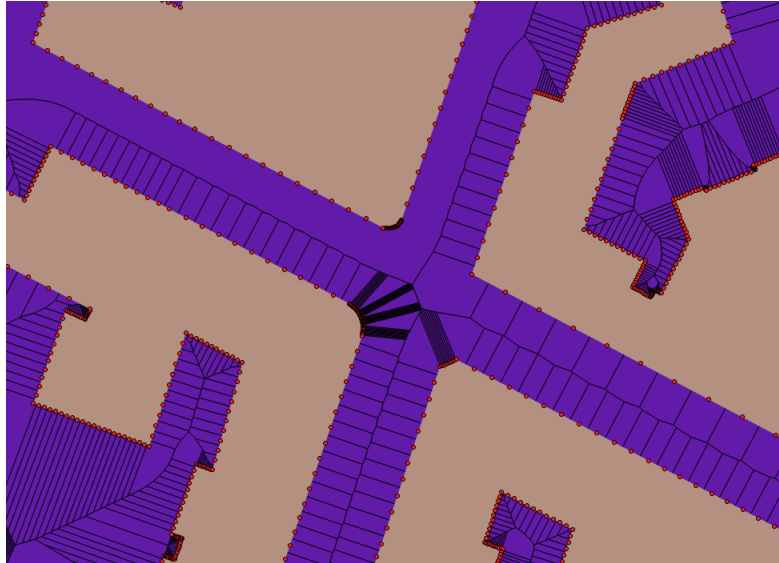
Választásom a burkolt területek felvételére esett. A mai állapot pontosítására a Google Earth-öt használtam. A programban lehetőség van sokszögek rajzolására és azok mentésére, exportálására többféle fájlformátumba (.kml, .kmz). Az így elmentett állományokat a QGIS-be behívtam, shapefile-á konvertáltam és átvezettem a burkolt felszínre tartalmazó rétegre. A rehabilitációs munkák előtti felszínborítást 1960–70-es évekbeli fekete-fehér, valamint két, az 1990-es évek elején (1990, 1992) készült, színes felvételek alapján sikerült megállapítanom (utóbbiakat nem mindenhol, mivel ekkorra már egyes részekben megindultak a bontások, építkezések). Mind a mostani, mind a régi felszínborítás-meghatározáskor problémát okozott, elsősorban a magasabb, körfolyosós épületeknél, hogy a felső emeletek kitakarták, vagy a magasságukból adódóan fellépő nagy-árnyékhatás következtében láthatatlanná tették a belső udvar egy részét, vagy egészét. Ezekben az esetekben, amennyiben egy kis részt be tudtam

azonosítani, úgy azt a borítást vettem az egész területre érvényesnek. Ha a teljes belső udvar láthatatlan volt, valamint a régebbiről a mai felszínre, valamint a mairól a régre sem tudtam következtetni, akkor a környező épületek belső udvaraihoz hasonlónak tekintettem azt. Ez okozhat némi pontatlanságot, azonban az esetek csekély száma miatt feltételezhetően nem okoztak komolyabb hibát. A világítóudvarok alját (szintén nem lehet lelátni az aljukig) minden esetben burkolt felszínűnek vettem.

4.3. A telekpoligonok és a paraméterek meghatározása

4.3.1. A telekpoligonok meghatározása

Telekpoligon, más néven nyomterület alatt egy-egy összevont épülettömb körüli térrészt értek. Egy tömb telekpoligonján belüli terület minden pontja közelebb van az adott épülettömbhöz, mint bármelyik másikhoz. Lényegében tehát a nyomterületek Voronoi–Thiessen-poligonok, azonban nem egy pont, hanem egy felület köré kirajzolt alakzatok. Mivel a Voronoi–Thiessen-poligonok csak pontok köré húzhatók, ezért szükségessé vált az épülettömböket ponttá alakítani. Mivel a kirajzolandó poligonok határainak pontossága az épületek sarokpontjaival számítva nem volt elegendő, ezért megnöveltem az épületek csomópontjainak a számát (hasonlóan, mint Salamon Jenő (Salamon 2015)). Ezután ponthalmazra alakítottam az épületeket, majd pedig végrehajtottam a sokszögelési eljárást, aminek következtében a tömbök körül megjelentek a poligonok. A pontsűrítés hatására az épületek valós sarokpontjainak számánál jóval több sokszög keletkezett (mindkét állapotra vonatkozóan több, mint 90 000), ezért az azonos tömbhöz tartozókat összevontam. Ezek a nyomterületek megőrizték az épülettömbök attribútumait (terület, magasság).



4. ábra; Összevonás előtti és utáni telekpoligonok a Tűzoltó utca és a Páva utca kerszteződésénél (a piros pontok a sűrített töréspontok)

4.3.2. A paraméterek kiszámolása

A 3. fejezetben már kifejtett, Stewart és Oke (STEWART & OKE 2012) által megadott tíz paraméterből négyet határoztam meg: az épület-alapterület arányt (Building Surface Fraction, BSF), az érdességi elemek magasságát (Height of Roughness Elements, HRE), a vízzáró felszínek arányát (Pervious Surface Fraction, PSF) és a vízáttersztő felszínek arányát (Imperviuos Surface Fraction, ISF). A többi hat paramétert adathiány miatt nem tudtam meghatározni, de mint már korábban említettem, az LCZ-típusokba soroláshoz nem kötelező minden paramétert megadni. Mivel a paraméterek a nyomterületekre vonatkoztak, ezért a számolásokat az azokat tartalmazó állományokon végeztem, a „Mező kalkulátor segítségével”.

Épület-alapterület arány (BSF)

Az épület-alapterület arány egy épülettömb és az azt befoglaló telekpoligon aránya, százalékban kifejezve. Értékét 0 és 100% között veheti fel. Mivel az épülettömbök területét már az épület-összevonásoknál kiszámoltam, ezért itt csak a telekpoligonok területe volt ismeretlen. Ezeket szintén a „Mező kalkulátor” segítségével számoltam ki.

Használt képlet: $BSF = 100 * (T_{\text{épülettömb}} [m^2] / T_{\text{telekpoligon}} [m^2])$

Érdességi elemek magassága (HRE)

Az érdeességi elemek magassága a területen előforduló természetes és mesterséges terepelemek magassága. A természetes elemeket (fák) magasságát nem állt módomban meghatározni, elsősorban a terület nagysága, a növényzet mennyisége és a belső udvarok zártsága miatt. Az épülettömbök magasságát már korábban meghatároztam, így azok megfelelnek a HRE paraméternek.

Vízáteresztő felszín arány (PSF)

A vízáteresztő felszínek aránya a telekpoligonokon belül levő burkolatlan felületek területének és a telekpoligonok területének aránya, százalékban kifejezve. Értékét 0 és 100% között veheti fel. Ahhoz, hogy kiszámíthassam a két PSF paramétert, szükségem volt az egy poligonra eső burkolt felületek, valamint az épülettömbök nagyságára. Ezeket a már korábban létrehozott, burkolt területeket tartalmazó és a nyomterületeket tartalmazó állományok metszésével kaptam. Ily módon megkaptam minden egyes nyomterületre vonatkozó burkolt felületet, majd összevontam az azonos telekpoligon alá esőket és kiszámítottam a területüket.

$$\text{Képlet: } \text{PSF} = 100 * (T_{\text{telekpoligon}} [\text{m}^2] - T_{\text{épülettömb}} [\text{m}^2] - T_{\text{burkolt felszín}} [\text{m}^2]) / T_{\text{telekpoligon}} [\text{m}^2]$$

Vízzáró felszín arány (ISF)

A vízzáró felszínek aránya a telekpoligonokon belül levő burkolt felületek kiterjedésének és a telekpoligonok területének aránya, százalékban kifejezve. Értékét 0 és 100% között veheti fel. Megadásához nem kellett új változókat kiszámítanom, a már létező paraméterek segítségével hoztam létre a paraméter.

$$\text{Képlet: } \text{ISF} = 100 * (T_{\text{telekpoligon}} [\text{m}^2] - T_{\text{épülettömb}} [\text{m}^2] - T_{\text{burkolatlan felszín}} [\text{m}^2]) / T_{\text{telekpoligon}} [\text{m}^2]$$

$$\text{Esetemben: } \text{ISF} = 1 - (\text{BSF} + \text{PSF})$$

4.4. Az LCZ-típusok meghatározása

Az egyes típusok meghatározásához elsőként az elmélet kidolgozóinak értékhatárait használtam (STEWART & OKE 2012), azonban az eredeti értékekkel viszonylag kevés telekpoligonhoz tudtam automatikusan LCZ-besorolást rendelni (mindkét esetben kevesebb, mint 40 százalékukhoz), ezért módosítottam azokat. A módosítások megegyeznek Salamon Jenő és Dr. Albert Gáspár által kidolgozott változtatásokkal (SALAMON 2015). Hat típus (LCZ 2, LCZ 5, LCZ 6, LCZ 9, LCZ B, LCZ E) értékhatárait változtattam meg. Az új beállításokkal már jóval több nyomterületet tudtam automatikusan meghatározni.

3. táblázat: A felhasznált paraméterek értékhatárai (STEWART & OKE 2012 nyomán, SALAMON 2015 nyomán)

LCZ-típus	HRE (méter)	BSF (%)	PSF (%)	ISF (%)
LCZ 1	> 25	40 – 60	< 10	40 – 60
LCZ 2	> 10	30 – 70	25 – 30	25 – 50
LCZ 3	3 – 10	40 – 70	< 30	20 – 50
LCZ 4	> 25	20 – 40	30 – 40	30 – 40
LCZ 5	10 – 25	20 – 40	20 – 50	25 – 50
LCZ 6	3 – 10	20 – 40	20 – 60	10 – 50
LCZ 7	2 – 4	60 – 90	< 30	< 20
LCZ 8	3 – 10	30 – 50	< 20	40 – 50
LCZ 9	3 – 10	10 – 20	60 – 90	< 20
LCZ 10	5 – 15	20 – 30	40 – 50	20 – 40
LCZ A	3 – 10	< 10	> 90	< 10
LCZ B	3 – 15	< 10	> 80	< 20
LCZ C	< 2	< 10	> 90	< 10
LCZ D	< 1	< 10	> 90	< 10
LCZ E	< 6	< 15	> 80	< 20
LCZ F	< 10	< 10	> 90	< 10
LCZ G	–	< 10	> 90	< 10

Azoknál a nyomterületeknél, ahol a lekérdezés nem volt sikeres, vagyis nem tudtam besorolni automatikusan, ott egyedileg megvizsgálva paramétereiket, manuálisan adtam meg a típusukat. Legtöbb esetben csupán néhány százalékos eltérés volt tapasztalható a paraméterek értékei és az értékhatárok minimuma, vagy maximuma között. Ahol az eltérések nagyok voltak (csupán 9-10 esetben, az összesen több, mint 200 poligonból), ott figyelembe vettem a kétséges típusú telekpolygonnal szomszédos nyomterületek LCZ-típusát, és a paramétereiben legkisebb eltérést mutató telekpolygon típusával megegyező értéket adtam meg, így minden létrehozott nyomterülethez tudtam típust rendelni.

4.5. Térképek szerkesztése

A szerkesztési munkákat szintén a QGIS-ben hajtottam végre, az „Új lap összeállítása” funkciót használva. Több sablont készítettem, amiken megadtam a kivágat, a cím, a jelmagyarázat, a mértékléc helyét, valamint az egyéb szöveges elemeket (közterületnevek,

méretarány, vetületi rendszer) és helyüket. A sablon használata felgyorsította munkámat. A tematikus tartalmakon túl (paraméterek, LCZ-típusok) szerepelnek még a háztömbök, az úthálózat és számos közterület neve. A paraméterek ábrázolásának az értékeket egyenlő intervallumokba soroltam, a típusoknál mindegyiket külön kitöltéssel jelenítettem meg. Két méretarányban készítettem el őket, mindegyik EOV vetületű.

Összesen 12 térképet készítettem el, felét a városrehabilitációs munkák előtti, felét a mai állapotokra vonatkozóan:

- Épület-alapterület arány – Building Surface Fraction, BSF (1980 előtt, 2018) – 2 darab
- Érdességi elemek magassága – Height of Roughness Elements, HRE (1980 előtt, 2018) – 2 darab
- Vízáró felszínek aránya – Impervious Surface Fraction, ISF (1980 előtt, 2018) – 2 darab
- Vízáteresztő felszínek aránya – Pervious Surface Fraction, PSF (1980 előtt, 2018) – 2 darab
- LCZ-típusok – Local Climate Zones, LCZ (1980 előtt, 2018) – 2 darab

5. Az eredmények, térképek értelmezése

A rehabilitációs munkák előtti nyomterületek száma 127 darab, együttes méretük 818942 m², egy telekpoligon átlagos területe 6448,37 m². A maximális kiterjedésű 36508,8 m², a minimális 55,14 m². A mai állapotra vonatkozóan 76 darab telekpoligont állítottam elő. Ezek együttes területe 813380 m², egy nyomterület átlagos mérete 10702,4 m². A legkisebb 57,27 m², a legnagyobb 36652,5 m². A kisebb területűek jellemzően egy-egy nagyobb poligonon belül, vagy különálló épületek körül keletkeztek. A telekpoligonok számának csökkenése arra vezethető vissza, hogy mára zártabbá vált a beépítettség, a foghíjtelkek gyakorlatilag megszűntek. Az összterületek különbsége 5562 m², ami a mintaterület határán és az azon kívül történő beépítettség-változással van kapcsolatban (például a Nemzeti Közszolgálati Egyetem új épületei).

A paraméterek közül az elsőként meghatározott, az épülettömbök magasságát mutató HRE paraméter 2018-ra vonatkozó értékei 3 és 33 méter, az 1980 előtti 3 és 27 méter között helyezkednek el. Mindkét időpontra jellemző, hogy a nagyobb HRE paraméterrel rendelkező poligonok a mintaterület határa mentén húzódnak, az alacsonyabbal rendelkezők a terület közepén, vagy nagyobb egységeken belül lelhetők fel. A mai állapot nyomterületeinek épületalapterület aránya (BSF) 10,35 és 61,7% (a legmagasabb 10 érték nem mutat összefüggő eloszlást, a legkisebb tíz a mintaterület déli részén található lakótelep poligonjai), a korábbié 3,72 és 79,8% között mozog. Megfigyelhető, hogy a BSF a nagyobb kiterjedésű nyomterületeknél magasabb. A további két mutatószám értékei közül a vízáteresztő felszín aránya (PSF) 0,32 és 80,11%, valamint 0 és 85,61%, a vízzáró felszín aránya (ISF) pedig 0,32 és 74,31% és 0 és 85,65% közötti tartományban foglalnak helyet. Általánosságban kijelenthető, az ISF és a PSF paraméterek között legtöbb esetben fordított arányosság van.

4. táblázat Az összevont telekpoligonok felszínborításuk összege és paramétereinek átlaga, valamint változásuk

Paraméterek	1980 előtt	2018	Változás
HRE (méter)	7,55	14,76	7,21
BSF (%)	37,43	34,99	-2,44
ISF (%)	35,6	37,63	2,63
PSF (%)	26,97	27,38	-0,41
Épületek területe (m ²)	379447	335184	-44263
Burkolt felszín (m ²)	297668	300673	3005
Burkolatlan felszín (m ²)	141827	177523	35696

Teljes felszín (m ²)	818942	813380	-5562
----------------------------------	--------	--------	-------

Ahogy a fenti táblázatban látható, az összevont telekpoligonoknál, vagyis az egész mintaterületre vonatkozó első két paraméter nőtt, az utóbbi kettő csökkent. A HRE paraméter majdnem kétszeresére nőtt, ennek egyik oka, hogy a területen korábban jellemző, egy-két szintes házakat lebontották, helyükre magasabb ingatlanok épültek (pl. a Haller utca és Miháلكovics utca közötti lakótelep helyén állt Miháلكovics-telep). Nem egy esetben előfordultak emelet-ráépítések is.

A BSF paraméter nagymértékben függ az épületek kiterjedésétől. Látható, hogy az épülettel való beépítettség csökkent. Mindkét időpontban csupán egy-két nyomterület ért el 60%-nál nagyobb értéket. A paraméter értékének csökkenése a Mester utca alsó részén (gyárak, ipari telepek helyett lakóházak), a mai Kerekerdő parkkal szomszédos részeken (itt elbontottak egy egész háztömböt, ez hatással volt a környező telekpoligonokra), valamint a Haller utca környéki panelházas területeken figyelhető meg.

Az ISF és PSF mutatók a régi állapot meghatározásának nehézségei miatt bizonytalanabbak. Míg a vízzáró felszínek arányának növekedése viszonylag nagy, ezért ennél egyértelműen kijelenthető a változás. A vízáteresztő felszínek arányának csökkenése csak kismértékű, ezért nem jelenthető ki teljes bizonyossággal, hogy változott volna a környezet ebből a szempontból. Az ISF mutatók növekedése a Mester utca – Haller utca kereszteződésénél, a PSF-é pedig a Márton utca vonalától „felfele” látható a leginkább. Előbbi magyarázható beépítettség változással, utóbbi pedig a zárt udvarok egybenyitása során kialakított egybefüggő belső kertek, zöldterületek kialakításával. Az ISF paraméterek csökkenése a mai Kerekerdő park környezetében, valamint olyan részeken tapasztalható, ahol a korábbi foghíjtelkeket, vagy kisebb gazdasági épületeket felszámoltak, helyüket lakóházak vették át. A vízáteresztő felszínek a terület déli részén lettek kevésbé hangsúlyosak. Ez abból következhet, hogy a korábban ott meglévő zöldterületek csökkentek. Azonban a BSF, a PSF és az ISF paraméterek együttes vizsgálatából megállapítható, hogy az épületek összterületének csökkenésével felszabaduló helyet inkább vízzáró felszínek vették át.

A mai állapotokra vonatkozóan 10 féle LCZ-típusba soroltam a telekpoligonokat, az átépítési munkák előttire pedig 8-ba (5. táblázat).

5. táblázat: A területen előforduló LCZ-típusok, gyakoriságuk és összterületük

LCZ-típus	1980 előtt		2018	
	Gyakoriság (db)	Összterület (m ²)	Gyakoriság (db)	Összterület (m ²)
LCZ 1 (kompakt, magas)	1	11842,77	1	12949,68
LCZ 2 (kompakt, közepes)	28	368370	41	622030
LCZ 3 (kompakt alacsony)	27	311424	3	21924,6
LCZ 4 (nyitott, magas)	0	0	5	18529,8
LCZ 5 (nyitott, közepes)	7	28706,1	13	122576
LCZ 6 (nyitott, alacsony)	50	71638,6	4	6818,5
LCZ 8 (kiterjedt alacsony épületekkel)	3	20890,5	2	1602,12
LCZ 9 (ritkán beépített)	7	4887,87	4	1901,68
LCZ B (fák, ritka elhelyezkedéssel)	0	0	1	753,34
LCZ E (csupasz szikla, burkolat)	4	1183,5	2	4293,84

Mindkét állapotra vonatkozóan egyértelműen a beépített típusok vannak túlsúlyban, a felszínborítással összefüggőké elenyésző számú (csak hét a több, mint kétszázból). A korábbi időszakra vonatkozóan a leggyakoribb típusok: a nyitott beépítésű, alacsony épületes (LCZ 6), zárt beépítésű, közepes és alacsony épületes (LCZ 2 - 3). A 2018-as állapot típuseloszlása jóval kiegyenlítettebb. Ugyan itt is kiemelkedik kettő, a zárt beépítésű, közepes épületes (LCZ 2) és a nyitott beépítésű, közepes épületes (LCZ 5), a többi nyomterület majdnem egyenlően oszlik el a további típusok között. A legjelentősebb változás a típusok számában az LCZ 3-asok és LCZ 6-osok csökkenése. Ha a területi változást vizsgáljuk, ott szintén kiemelkedő az

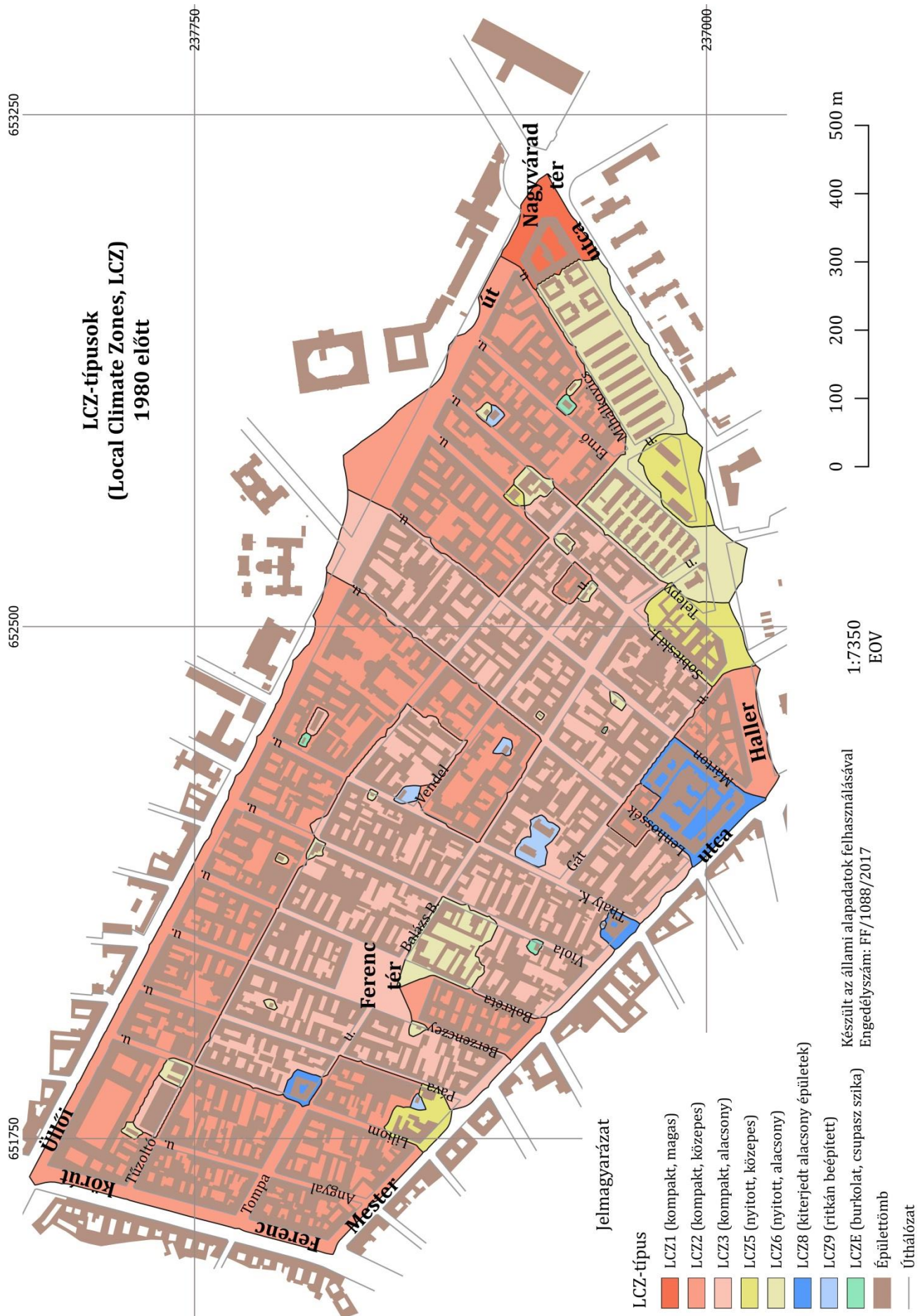
LCZ 6-os, emellett az LCZ 8-as típus zsugorodása (kevesebb, mint 10% a kiindulási állapotukénak), valamint az LCZ 9-es területe megfeleződött. Kiterjedés-növekedés szempontjából az LCZ 2-es, LCZ 4-es és LCZ 5-ös típusok figyelemre méltóak (előbbi majdnem dupláta területét, a középső nulláról majdnem 19000 négyzetméter területű lett, utóbbi megnégyszereződött). A felszínborítással összefüggő típusok (LCZ B, LCZ E) ugyan sokat nőttek, területük azonban így is nagyon kevés az összterülethez viszonyítva.

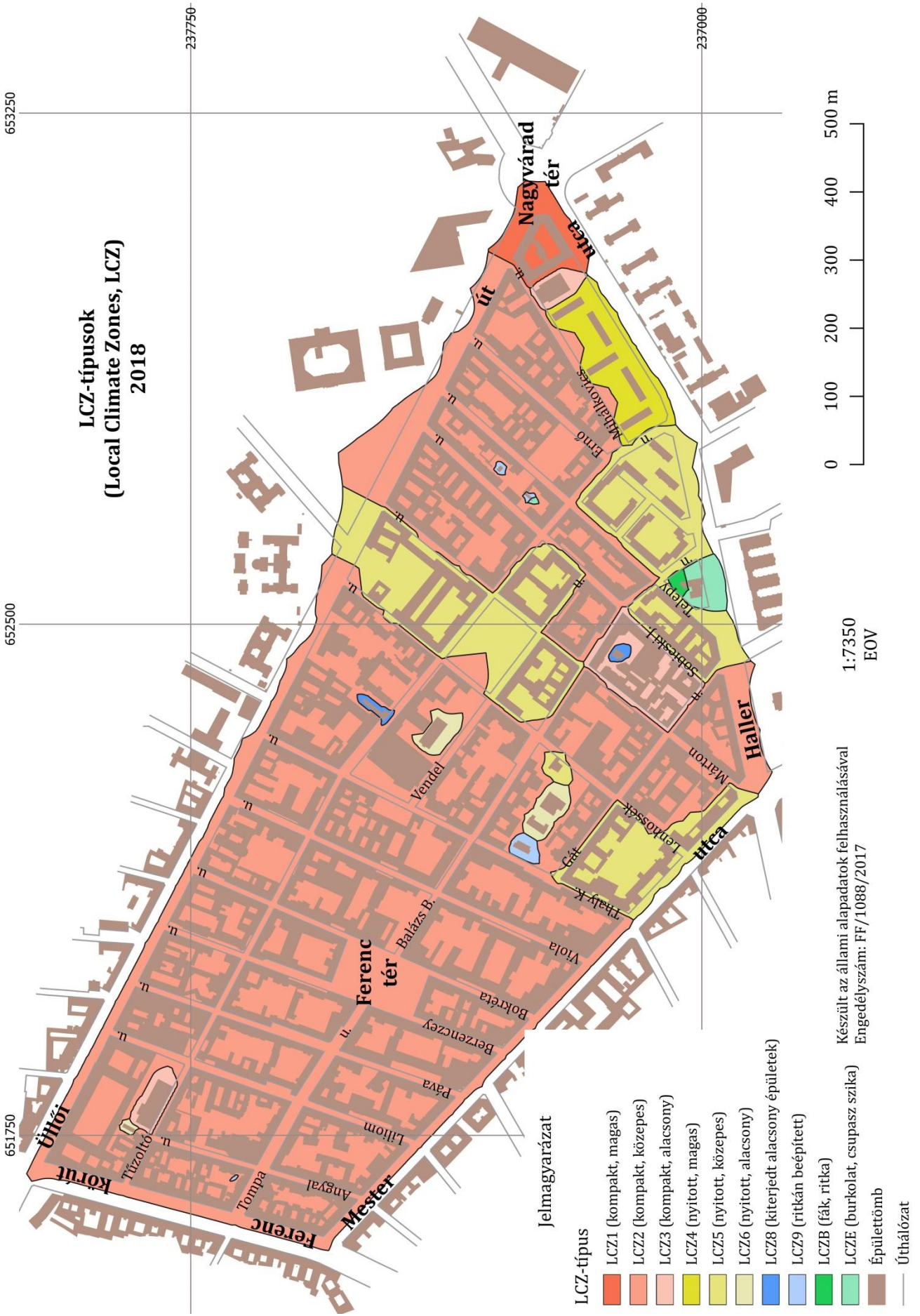
Térbeli eloszlásuk szerint a 2018-as állapotnál az LCZ 2-es, (zárt, közepes) az egyeduralgkódó a Ferenc körúttól a Lenhossék utcáig (egy-egy kisebb „foltot” eltekintve). Onnan kifelé megjelenik több típus is, azonban összefüggő, nagy területet egyik sem alkot, azonban az LCZ 5-ös három közepes méretű, nem összefüggőt igen. Az 1980 előtti állapot eltér a maiktól. Itt a kompakt beépítésű, közepes és alacsony épületes típus (LCZ 2 és 3) egymásba karolva alkot két nagy egészet a Nagykörúttól a Telepy utcáig, a nyitott beépítésű, alacsony épületes (LCZ 6) egy közepes méretűt a Telepy és Haller utca között. A nagy egységekbe szigetszerűen beékelődve jelentkeznek a többi típus.

Az átépítések, felújítások hatására számos LCZ-típusváltás történt. A Ferenc tér környéki területek LCZ 3-as típusból LCZ 2-es lett, az itt található kisebb területük teljesen eltűntek (oka, hogy a munkák során lebontott/átalakított házak magasabbak lettek elődeiknél, valamint zártabb beépítésűek lettek a tömbök). A Mester utca mentén a Ferenc körúthoz közelebb eső változások a foghíjtelkek beépítéséhez, a Haller utcához közelebb esők pedig a területhasznosítás megváltozása miatt (ipari területből lakóterület). A Lenhossék utca – Balázs Béla utca – Márton utca – Üllői út által bezárt területen LCZ 2-es típusúakból 5-ösök lettek. Ennek fő oka a Kerekerdő park létrejötte, valamint az Üllői út menti épületbontások, ezzel párhuzamosan a zöldterületek növekedése. A Haller utca menti változások az épületek magasságának és az alaprajzuk megváltozásával mutatnak összefüggést.

A területen végbement építkezések városklímára gyakorolt hatását egy korábbi, a szegedi egyetem munkatársai által készített kutatás alapján is megvizsgáltam. Ők azt vizsgálták, hogy a Szegeden előforduló LCZ-típusok milyen gyorsan képesek leadni hőtöbbletüket, vagyis mennyi ideig járulnak hozzá a városi hősziget hatásához (UNGER ET AL. 2014). Az általuk vizsgált területen a következő sorrendet kapták, csökkenő sorrendben: LCZ 2, LCZ 3, LCZ 5, LCZ8, LCZ 6, LCZ 9, LCZ D. Látható, hogy a beépítettséggel jellemezhető típusok lassabban adják le a napközben felvett hőt (a kompakt beépítettségű, magasabb épületekkel jellemezhető típusok a leglassabban), mint a felszínborítással jellemezhetőek.

Az általam vizsgált mintaterület egészét nézve (Középső-Ferencváros) a burkolt felszín kiterjedése enyhén nőtt, a burkolatlan és épülettel beépítetté csökkent. Az egyes LCZ-típusokba tartozó összterületek jelentős változáson mentek át. 2018-ra a kompakt beépítettség csökkent (a korábbi 84,5%-ról 80,8%-ra), a nyitottabb, növényzettel jobban ellátott, ezáltal klimatikus szempontból kedvezőbb tulajdonságú területek gyarapodtak (15,5%-ról 19,2%-ra). **Elmondható tehát, hogy az eddig lefolyt városrehabilitációs munkák, ha nem túl nagy mértékben is, de kedvező hatással bírnak a mintaterület lokális klímájára.**





6. Összefoglalás

Diplomamunkám célja az utóbbi bő három évtized alatt Középső-Ferencvárosban végbement városrehabilitációs program alatti átépítések helyi klímára gyakorolt hatásának bemutatása volt I. D. Stewart és T. R. Oke által kidolgozott lokális klímazónák rendszerének (Local Climate Zones, LCZ) felhasználásával.

Írásom első részében röviden ismertettem Középső-Ferencváros történetét, majd a területen folytatott városmegújítási programot, annak menetét, egyes jellemzőit. Utána a lokális klímazónák rendszerét (LCZ), a LCZ típusok meghatározásához szükséges paraméterek, valamint a típusokat.

Az LCZ-típusok meghatározásához szükséges vektoros és raszteres kataszteri térképeket a Földművelésügyi Minisztériumtól szereztem. Miután kézhez kaptam azokat, elkészítettem a mintaterületen található épületek alaprajzát (később összevontam az egy tömbbe tartozókat), meghatároztam magasságukat, kiszámítottam területüket és felvettem a burkolt területeket. Létrehoztam az épülettömbök telekpoligonjait (Voronoi–Thiessen sokszögek), majd a nyomterületekre meghatároztam a rájuk jellemző tíz paraméterből négyet (épület-alapterület arány, érdességi elemek magassága, vízzáró felületek aránya, vízáteresztő felületek aránya). A paraméterek alapján LCZ-típusokba soroltam a nyomterületeket. A paraméterek és a típusok változásának bemutatásához összesen 12 térképet hoztam létre.

Az általam vizsgált területre, mindkét időpontra vonatkozóan, a beépített típusok. Míg korábban a zárt beépítettségű, kis és közepes magasságú épületekkel jellemezhető típusok voltak túlsúlyban (LCZ 2 és LCZ 3), mára az alacsony épületes típus jóval kevesebb helyen jellemző. Helyét főként a közepes magasságú, zárt és nyitott típusok vették át (LCZ 2 és LCZ 5), valamint ha nem is nagy mértékben, de nőtt a felszínborítással jellemezhető területek mérete is. A valamilyen módon beépített (épületek, burkolt felszínek) és a burkolat nélküli részek területe szintén változott, előbbi a rehabilitáció előtt 83%-a volt az összterületnek, mára ez körülbelül 5%-kal csökkent. Klimatikus szempontból tehát előnyére változott Középső-Ferencváros, a városrehabilitációs projekt e szemszögből sikeresnek mondható.

A dolgozat eredményei tovább pontosíthatóak a jövőben további paraméterek felvételével (pl. termikus-radiatív-energetikai paraméterek, égboltláthatóság, felszínérdesség, magasság-szélesség arány), a burkolt felszínek pontosabb meghatározásával, azonban a diplomamunkámban így is sikerült kimutatni előzetes elvárásaimat, miszerint a Középső-

Ferencvárosban történt átépítések pozitív hatással vannak a helyi klimatikus viszonyokra. Diplomamunkám írása során sikerült jobban megismernem Budapest számomra eddig kevésbé ismert részét.

7. Irodalomjegyzék

Irodalmi hivatkozások

BALÁZS É. 2017: A lokális klímazónák változása az átépítések hatására a belső budai területeken. MSc diplomamunka, Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Kar, Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, Budapest

GÖTZ E. (szerk.) – LOCSMÁNDI G. – TÁTRAI J. – SYLVESTER E. – KECSKÉS É. – BIHARI Á. – HALÁSZ T. – JÓSVAI L. – JORDÁN T. 2007: Ferencváros hazatalál – A Középső-Ferencváros rehabilitációjának története. In: Locsmándi Gábor: Városmegújítás a Ferencvárosban, Tátrai Judit: Miénk a tér, Ráday Könyvesház, Budapest, pp. 9–90.

SALAMON J. 2015: Városi klimatóp térkép. BSc szakdolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar, Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, Budapest

STEWART, I. D. – OKE, T. R. 2009: A new classification system for urban temperature studies. – Bulletin for the American Meteorological Society, 90. pp. 922-923.

STEWART, I. D. – OKE, T. R. 2012: Local Climate Zones for urban temperature studies. – Bulletin for the American Meteorological Society, 93. pp. 1879-1900.

UNGER J. – SÜMEGHY Z. – KÁNTOR N. – GULYÁS Á. 2012: Kisléptékű éghajlatok, városklíma. SZTE TTK, JATEPress, Szeged, pp. 157.

UNGER J. – LELOVICS E. – GÁL T. – MUCSI L. 2014: A városi hősziget fogalom finomítása a Lokális Klímazónák koncepciójának felhasználásával – példák Szegedről. Földrajzi Közlemények 138.1. pp. 50–63.

Internetes hivatkozások

Budapestcity.org: Nagykörút. <http://budapestcity.org/11-egyeb/utcak-terek/Nagykorut/index-hu.htm>. Utolsó elérés: 2018.06.10.

Wikipédia: Budapest IX.kerülete.

http://hu.wikipedia.org/wiki/Budapest_IX._ker%C3%BClete. Utolsó elérés: 2018.06.10.

Worldbank: Urban population.

<https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?locations=HU>. Utolsó elérés:
2018.06.10.

8. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni Dr. Albert Gáspárnak a téma kiválasztásában, a diploma elkészítéséhez nyújtott segítséget.

Továbbá a Földművelésügyi Minisztérium illetékes főosztályának a rendelkezésemre bocsátott térképeket.

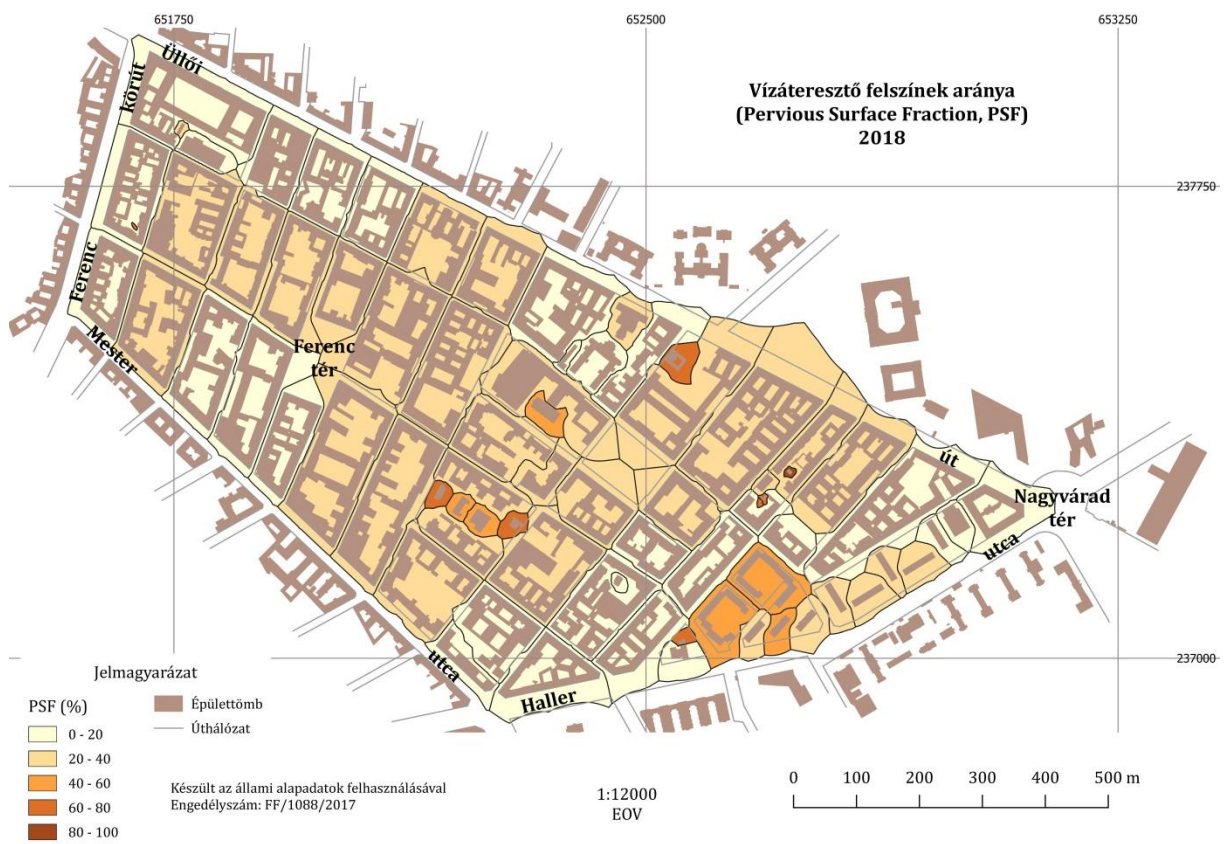
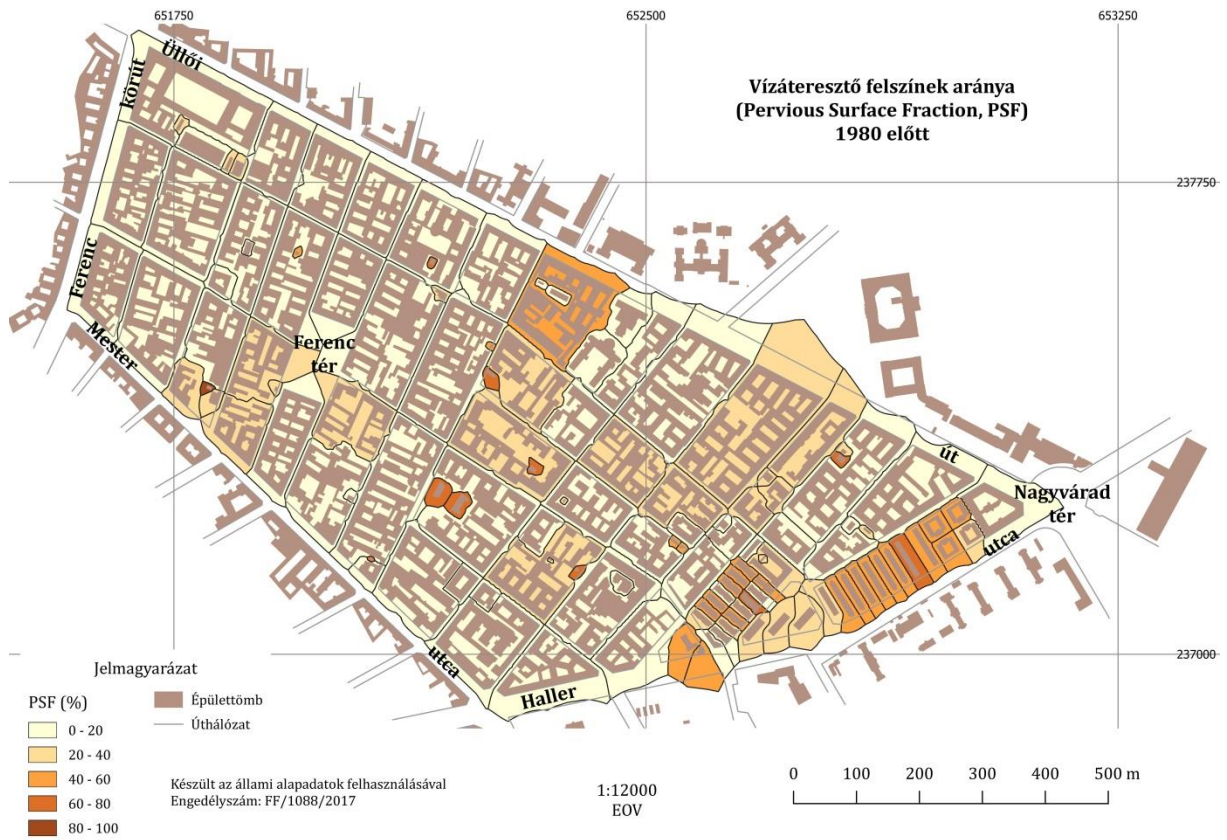
9. Melléklet

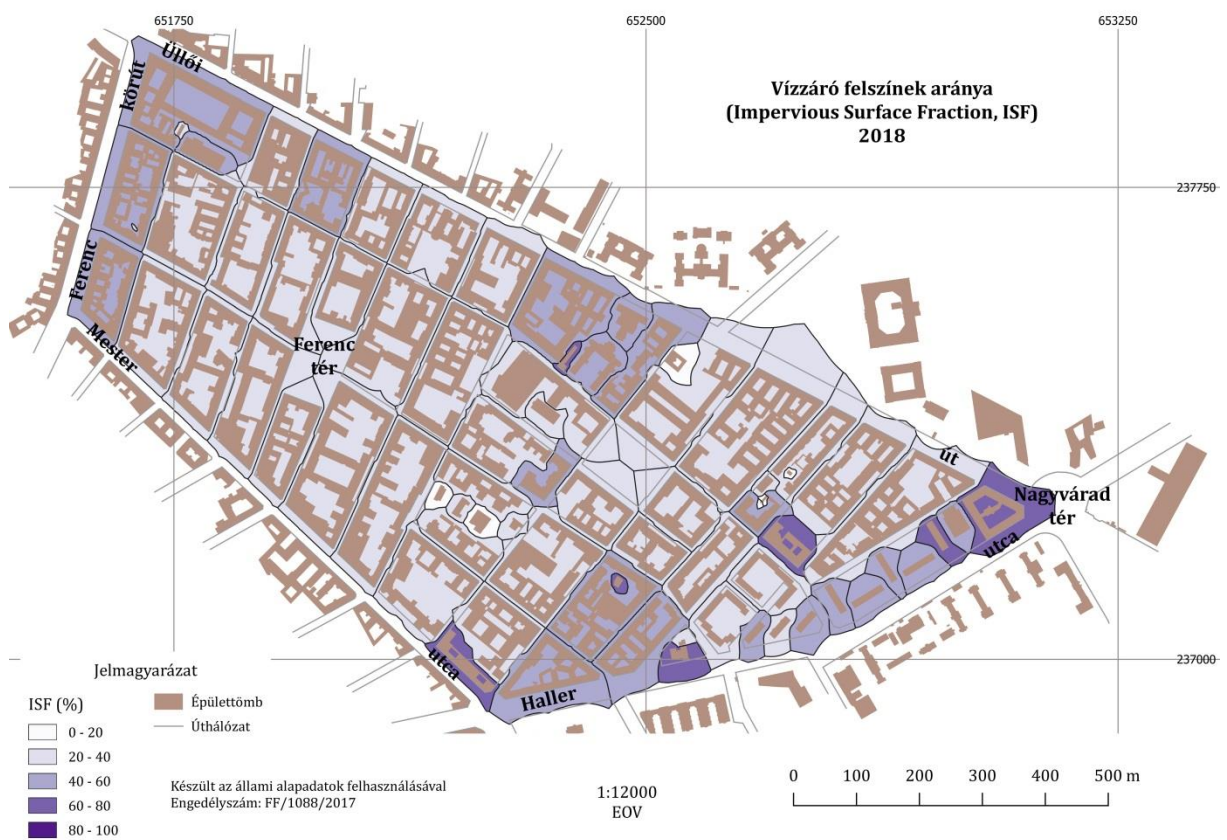
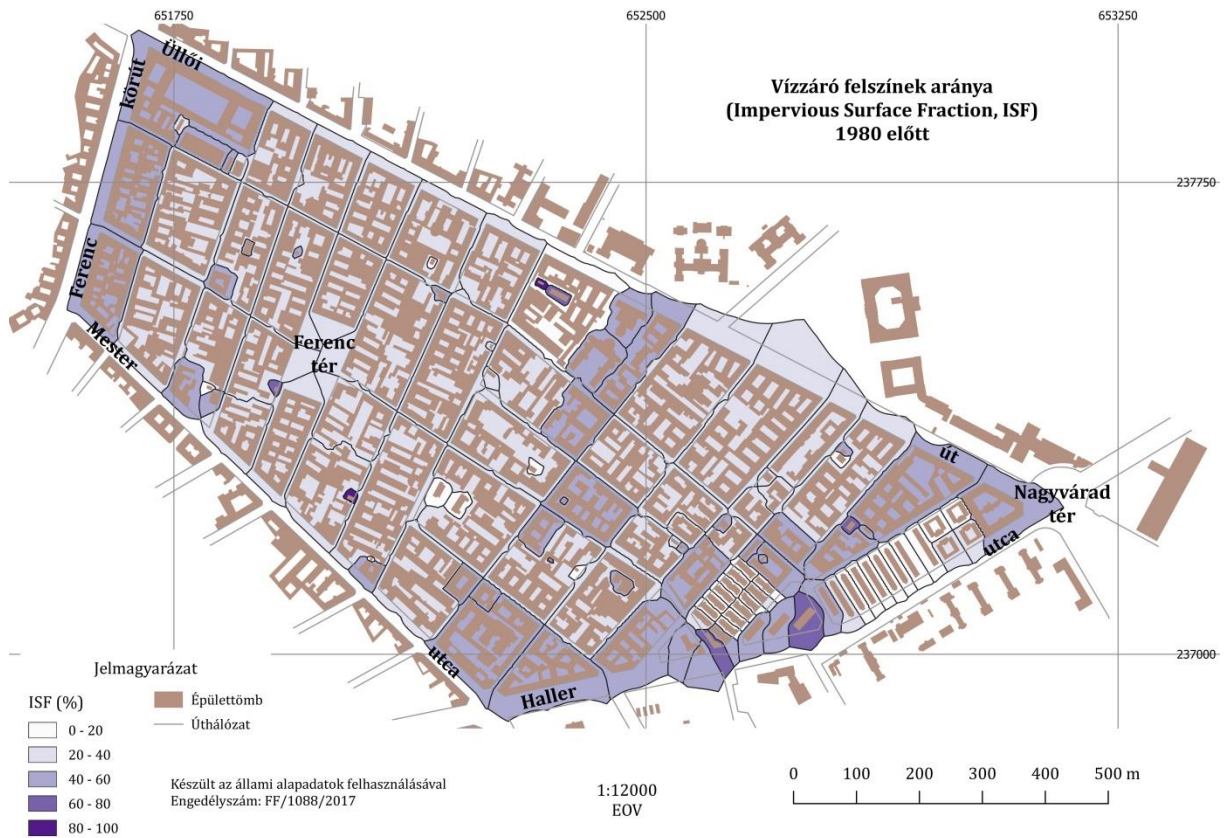
Tartalma:

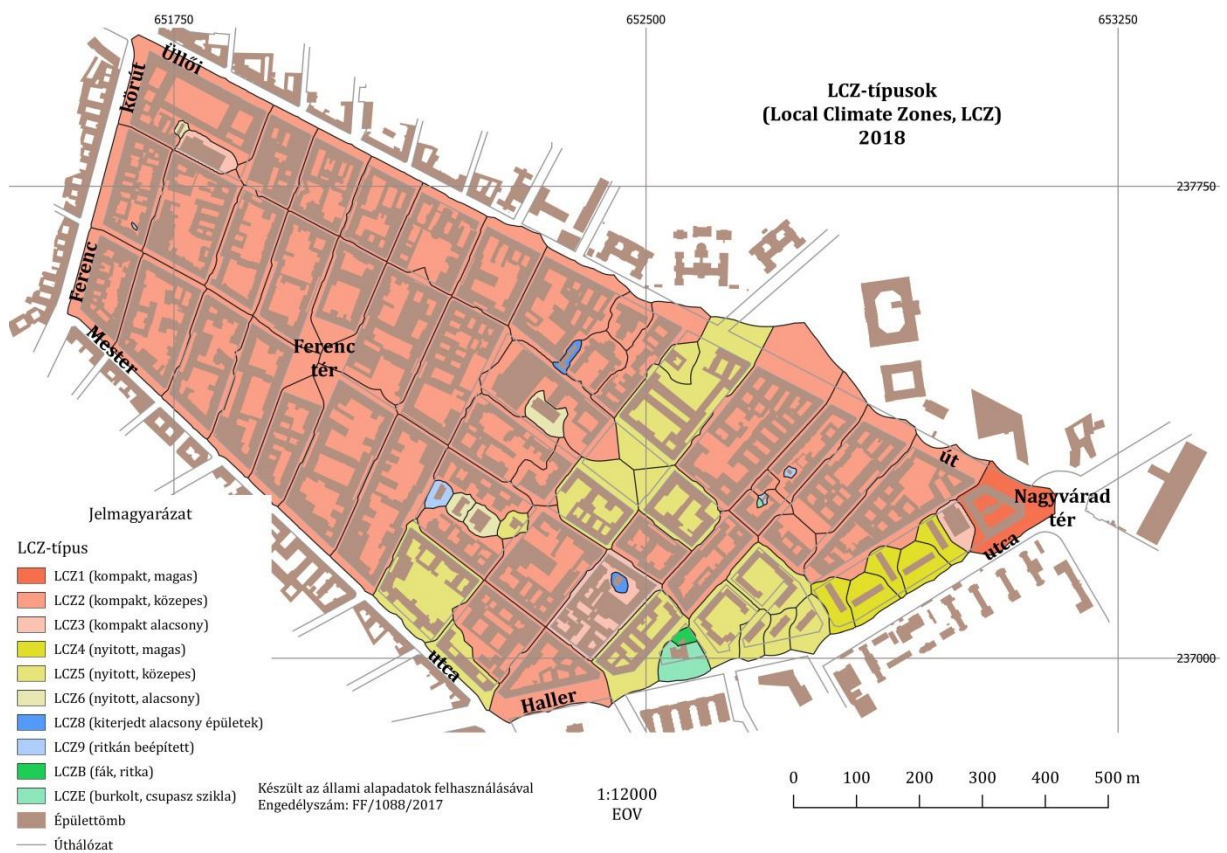
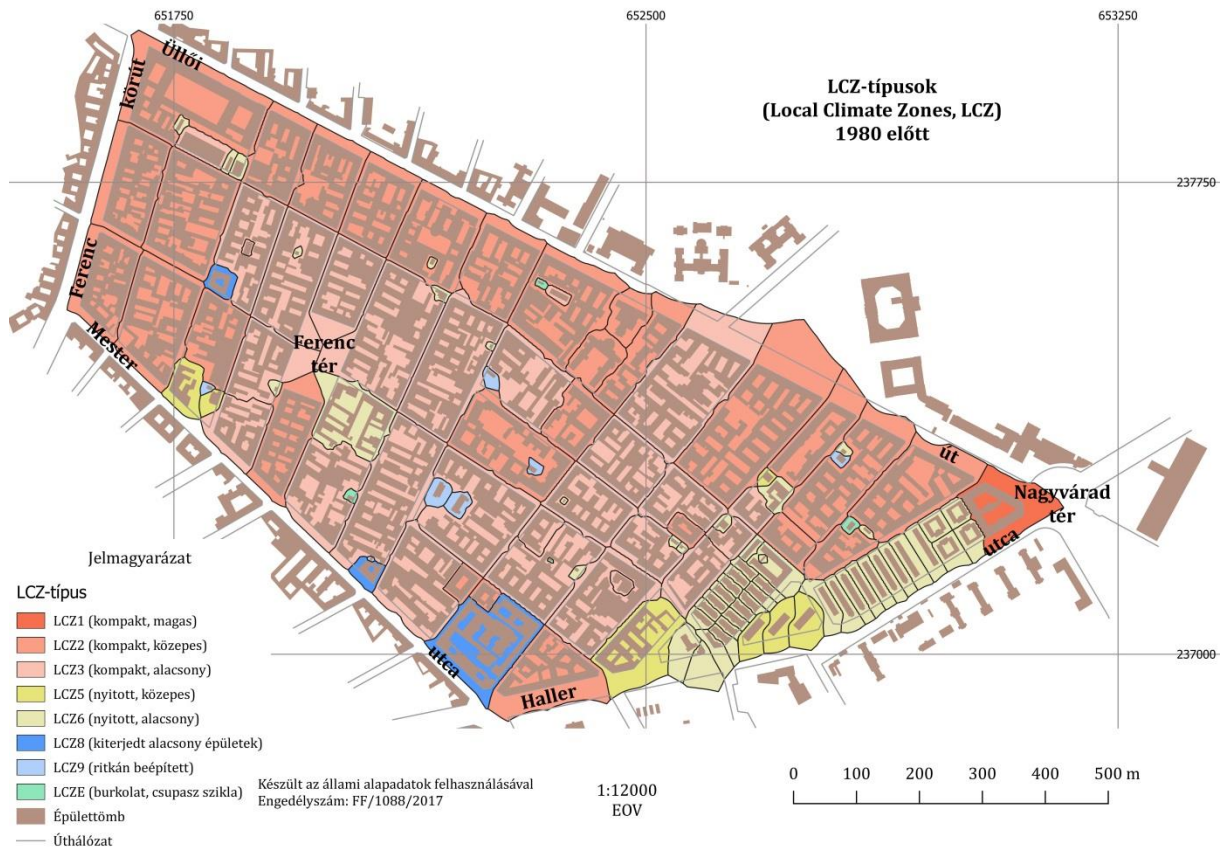
- a négy paramétert és az összevonás előtti LCZ-típusokat ábrázoló térképek mindkét időszakra (1980 előtt, 2018) vonatkozóan
- az LCZ-típusokba sorolásnál használt lekérdezés
- CD mellékleten:
 - a diplomamunka PDF formátumban
 - a lekérdezést tartalmazó txt fájl
 - a használt shapefile-ok mindkét időpontra vonatkozóan











CASE

WHEN "BSF" <=60 AND "BSF">40 AND "ISF" <=60 AND "ISF">40 AND "PSF" <=10
AND "HRE" >25 THEN 'LCZ1'

WHEN "BSF" <=70 AND "BSF">30 AND "ISF" <=50 AND "ISF">25 AND "PSF" <=30
AND "PSF">25 AND "HRE" >10 THEN 'LCZ2'

WHEN "BSF" <=70 AND "BSF">40 AND "ISF" <=50 AND "ISF">20 AND "PSF" <=30
AND "HRE" <=10 AND "HRE" >3 THEN 'LCZ3'

WHEN "BSF" <=40 AND "BSF">20 AND "ISF" <=40 AND "ISF">30 AND "PSF" <=40
AND "PSF" >30 AND "HRE" >25 THEN 'LCZ4'

WHEN "BSF" <=40 AND "BSF">20 AND "ISF" <=50 AND "ISF">25 AND "PSF" <=50
AND "PSF" >20 AND "HRE" <=25 AND "HRE" >10 THEN 'LCZ5'

WHEN "BSF" <=40 AND "BSF">20 AND "ISF" <=50 AND "ISF">10 AND "PSF" <=60
AND "PSF" >20 AND "HRE" <=10 AND "HRE" >3 THEN 'LCZ6'

WHEN "BSF" <=90 AND "BSF">60 AND "ISF" <=20 AND "PSF" <=30 AND "HRE" <=4
AND "HRE" >2 THEN 'LCZ7'

WHEN "BSF" <=50 AND "BSF">30 AND "ISF" <=50 AND "ISF">40 AND "PSF" <=20
AND "HRE" <=10 AND "HRE" >3 THEN 'LCZ8'

WHEN "BSF" <=20 AND "BSF">10 AND "ISF" <=20 AND "PSF" <=90 AND "PSF" >60
AND "HRE" <=10 AND "HRE" >3 THEN 'LCZ9'

WHEN "BSF" <=30 AND "BSF">20 AND "ISF" <=40 AND "ISF">20 AND "PSF" <=50
AND "PSF" >40 AND "HRE" <=15 AND "HRE" >5 THEN 'LCZ10'

WHEN "BSF" <=10 AND "ISF" <=10 AND "PSF" >90 AND "HRE" <=30 AND "HRE" >3
THEN 'LCZA'

WHEN "BSF" <=10 AND "ISF" <=20 AND "PSF" >80 AND "HRE" <=15 AND "HRE" >3
THEN 'LCZB'

WHEN "BSF" <=10 AND "ISF" <=10 AND "PSF" >90 AND "HRE" <=2 THEN 'LCZC'

WHEN "BSF" <=10 AND "ISF" <=10 AND "PSF" >90 AND "HRE" <=1 THEN 'LCZD'

WHEN "BSF" <=15 AND "ISF" >80 AND "PSF" <=15 AND "HRE" <=6 THEN 'LCZE'

WHEN "BSF" <=10 AND "ISF" <=10 AND "PSF" >90 AND "HRE" <=0.25 THEN 'LCZF'

WHEN "BSF" <=10 AND "ISF" <=10 AND "PSF" >90 THEN 'LCZG'

ELSE

NULL

END

Nyilatkozat

Alulírott, Takács Tibor (NEPTUN azonosító: CKTMYK) nyilatkozom, hogy jelen diplomamunka teljes egészében saját, önálló szellemi termékem, a hivatkozások és idézések standard szabályait következetesen alkalmaztam, mások által írt részeket idézés nélkül nem használtam fel. A diplomamunkát sem részben, sem egészében semmilyen más felsőfokú oktatási, vagy egyéb intézménybe nem nyújtottam be.

A témavezető által elfogadott és elbírált diplomamunka elektronikus közzétételéhez (PDF formátumban a tanszéki honlapon)

HOZZÁJÁRULOK

NEM JÁRULOK HOZZÁ

Budapest, 2018.06.11.

hallgató aláírása

Hozzájárulok a diplomamunka benyújtásához:

Budapest,

témavezető aláírása