

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

Városi klimatóp térkép

SZAKDOLGOZAT
FÖLDTUDOMÁNYI ALAPSZAK

Készítette:

Salamon Jenő

térképész és geoinformatikus szakirányú hallgató

Témavezető:

Dr. Albert Gáspár

adjunktus

ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék



BUDAPEST, 2015

Tartalomjegyzék

Bevezetés	4
Lokális klímazónák (Local Climate Zones – LCZ)	6
A Lokális Klímazónák osztályozásának kialakulása	6
Az LCZ koncepciójának ismertetése	8
Magyarországi példa az LCZ térképek készítésére	13
Az LCZ-típusok meghatározása egy budapesti területen	16
Előkészületek	16
Magasságmeghatározás, területszámítás, épület összevonás.....	18
Voronoi sokszögek létrehozása	19
A vízzáró fedvény létrehozása	22
Paraméterek kiszámítása.....	23
Épület-alapterület arány (BSF)	24
Vízáteresztő felszín arány (PSF).....	24
Vízzáró felszín arány (ISF).....	25
Érdességi elemek magassága (HRE)	25
Felszín albedó (SA)	26
Az LCZ-típusok meghatározása	26
Térképi arculat létrehozása	30
Elemzés	32
Összefoglalás	35
Irodalomjegyzék / Hivatkozási jegyzék.....	36
Köszönetnyilvánítás	37
Mellékletek	38
1. melléklet: A dxf fájlok és azok shp változatai táblázatba szedve.....	38
2. melléklet: QGIS folyamatok leírása.	39
Importálás (vektoros fájl esetén):	39
Mentés:.....	39
Attribútum tábla megnyitása:.....	39
Attribútum tábla szerkeszthetőségének be/kikapcsolása:	40
Attribútum tábla változásainak mentése:	40
Attribútum táblában új oszlop létrehozása:	41
Calculator:.....	41

Objektumok kijelölése:	42
Objektumok összevonása:.....	42
Vonalból poligon:	42
Új fedvény:	43
Kimetszés:.....	43
Fedvények összevonása:	43
Pontsűrítés:.....	43
Poligonból pont:.....	44
Voronoi sokszögek létrehozása:	44
Snapping:	44
Levágás:	45
Intersect:.....	45
Composer:.....	45
Style:	46
3. Melléklet: Áttekintő térkép a BSF paraméterről.....	47
4. Melléklet: Áttekintő térkép a PSF paraméterről.....	48
5. Melléklet: Áttekintő térkép az ISF paraméterről.....	49
6. Melléklet: Áttekintő térkép a HRE paraméterről.....	50
7. Melléklet: Áttekintő térkép az LCZ-típusokról.....	51
Nyilatkozat.....	52

Bevezetés

Napjaink leginkább környezet befolyásoló hatása az urbanizáció folyamata, mely során felerősödik a városi környezet terhelése. A fokozódó környezetszennyezés, zaj, növényzetet érő stressz, vagy városi légtér megváltozó fizikai paramétereinek nagymértékben befolyásolják az adott városi terület mikroklímáját. E klimatikus változások folyamata vezet a városklíma kialakulásához, amely definíció szerint olyan helyi éghajlat, ami a beépített terület és a regionális éghajlat kölcsönhatásának eredményeként jön létre (WMO, 1983). A legszembetűnőbb változás elsősorban a felszínközeli hőmérséklet növekedésében figyelhető meg és tartós jelenlétük városi hőszigetek kialakulásához vezet. (OKE, 1987). A hősziget „erősségét” a városi területeken és a városhoz közeli beépítetlen, vidéki területeken mért hőmérsékleti értékek különbsége adja. Nehéz pontosan definiálni, hogy mi is az a városi terület, vagy mi az a városközeli terület. Az adott terület növényzettel borítottsága vagy beépítettsége eltérő hőmérsékletű városi zónákat hozhat létre. Vegyünk például egy városon belüli, autópályához közeli hőmérőház által mért értéket és ugyanazon városon belüli, de külvárosi övezetben lévő mérőház értékeit. A kapott adatok eltérőek annak ellenére, hogy ugyanabból a városból (tehát viszonylag kis területről) érkeznek. A mérhető különbség tartós fennállása mezoklimatikus¹ léptékű folyamatokra utal, és ha ezeket a folyamatokat meg akarjuk érteni, akkor a kis távolságkülönbségek ellenére nem átlagolhatjuk az adatokat, azaz az autópályához közeli és külvárosi helyszínen mért értékeket el kell különítenünk. Eddigi kutatások azt mutatják, hogy ez a mezoklimatikus léptékű különbség a város méretének növekedésével szintén növekszik (OKE, 1987, ELLEFSEN, 1990, STEWART és OKE, 2012).

Ehhez a mezoklimatikus hatáshoz kapcsolódó fogalom a szakdolgozatomban címben is szereplő klimatóp kifejezés, mely lényegében olyan, a klímazónákkal azonos helyen definiált terület, amely magát az ökológiai élőhelyet (ökotóp) jelöli. Osztályozása hasonló az LCZ-típusokhoz.

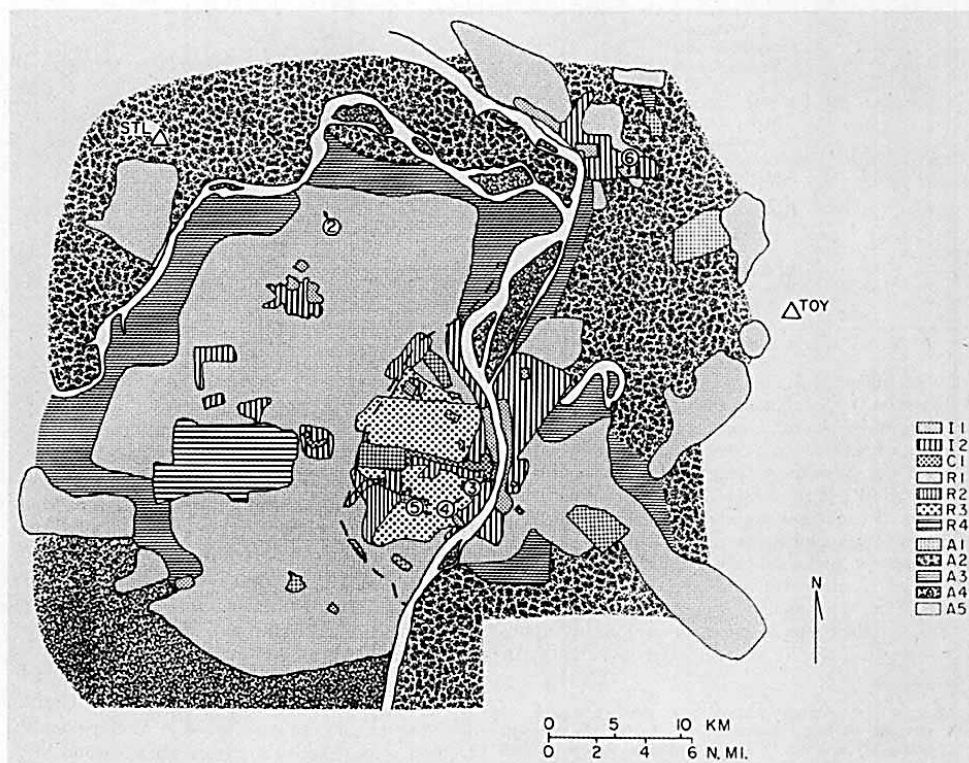
Városon belüli hőmérséklet eloszlás vizsgálatánál a felszín változékonysága és összetettsége megnehezíti a hőszigetelést kiváltó tényezők meghatározását. Erre a kérdésre megoldást jelenthet egy olyan geoinformatikai rendszer, mely figyelembe veszi a felszín azon fizikai jellemzőit, melyek az adott felszín termikus reakcióban fontos szerepet játszanak (pl.: növényzet, beépítettség). E rendszer kifejlesztése Dr. Iain Stewart és Dr. Tim Oke nevéhez fűződik. Ők alkották meg a Lokális Klímazónák (Local Climate Zones – LCZ) rendszerét, mely megoldást kínál a felszín változékonyságának problémájára a városi klíma modellezése során.

Szakdolgozatomban elsősorban ezt a rendszert szeretném bemutatni egy budapesti terület példáján keresztül. Szakdolgozatom elkészítéséhez rendelkezésemre állt a terület kataszteri térképe, melyet a Földművelésügyi Minisztérium Földügyi Főosztályán keresztül igényeltem (engedélyszám: FM FF/ 427/1/2015), és amit Budapest Főváros Kormányhivatalának Földhivatala biztosított számomra. Ezt felhasználva végzem el a terület LCZ osztályozását Quantum GIS (QGIS) szoftver segítségével.

Lokális klímazónák (Local Climate Zones – LCZ)

A Lokális Klímazónák osztályozásának kialakulása

Ennek a több évtizedes kutatási múlttal rendelkező osztályozási rendszernek az alapja ifjabb August H. Auer nevéhez fűződik, aki egy amerikai metropoliszról, St. Louis-ról készített tanulmányt 1978-ban (AUER, 1978). Az 1. ábrán látható a mintaterület, amelyen a rendszert kidolgozta.



1. ábra: St. Louis felosztása a felszínborítottság és használat alapján (AUER, 1978). Magyarázat az 1. táblázatban.

Auer munkájában megpróbálta korrelálni a földfelszín borítottságát, a növényzettel való fedettséget és a felszín felhasználásának fajtája alapján a beépítettséget is (1. táblázat), így jogosan tekinthető ez a felosztás az LCZ osztályozási rendszer alapjának. Négy nagyobb kategóriát különböztetett meg, ezeket betűkkel látta el (I, C, R, A), valamint ezeken belül is megkülönböztetést tett a felszínborítottságot figyelembe véve. Végül tizenkét típust különített el, melyeket az 1. ábrán tematikus térképi ábrázolási módok közül a felületmódszert alkalmazva jelenített meg.

1. táblázat: St. Louis felszínosztályozása felhasználás és vegetáció alapján (AUER, 1978 nyomán)

Típus	Felhasználás	Vegetáció
I1	Nehézipar (3-5 emelet)	Ritka fű és fa, < 5% vegetáció
I2	Könnyűipar (1-3 emelet)	Korlátozott mennyiségű fű és hiányzó fa, < 5% vegetáció
C1	Kereskedelem (>10 emelet)	Korlátozott mennyiségű fű és fa, < 15% vegetáció
R1	Lakó övezet (1 emelet)	Gazdag pázsit borítottság és ritkás erdő, > 70% vegetáció
R2	Kompakt lakó övezet (<2 emelet)	Korlátozott kiterjedésű pázsit és magas fák, < 30% vegetáció
R3	Kompakt lakó övezet (2 emelet)	Korlátozott kiterjedésű pázsit és idősebb magas fák, < 35% vegetáció
R4	Tanya	Gazdag pázsit borítottság és ritkás erdő, > 80% vegetáció
A1	Városi természetes környezet	Teljesen füves és ritkás erdő, > 95% vegetáció
A2	Mezőgazdaság	Lokális növényzet, > 95% vegetáció
A3	Mezőgazdaság alól kivont	Vad fű, elszórt fák, 90% vegetáció
A4	Zárt lombkoronájú erdő	Sűrű erdő, > 95% vegetáció
A5	Vízfelszín (Tavak, folyók)	

Látható, hogy már Auer kategorizálásában is megjelenik az épületmagasság, mint befolyásoló tényező. Ő volt az első, aki komolyabban foglalkozott a városi beépítettség mikroklíma befolyásoló hatásával.

Ugyanezen a vonalon haladva készítette el 1990-ben tanulmányát Richard Ellefsen, melyben tíz amerikai város (Boston, Philadelphia, Baltimore, Pittsburgh, Cincinnati, Atlanta, Houston, Denver, Seattle és Sacramento) esetében vizsgálta a városok felszín típusait, beépítettségét, épülettípusait és épületmagasságait. A városok természetes és mesterséges adottságait figyelembe véve jól elkülöníthető kategóriákat hozott létre, melyek megegyezhettek akár nagy távolságokban levő városokban is, így egy egységes osztályozást alkotott, mely független volt az adott környezet földrajzi elhelyezkedésétől és éghajlati adottságaitól (ELLEFSEN, 1990). Tulajdonképpen ezeket a kategóriákat tekinthetjük a Lokális Klímazónák (LCZ) osztályozási rendszer kezdetleges változatának.

Auer és Ellefsen kutatásaiból kiindulva több neves, köztük magyar kutató is foglalkozott ezzel a témával. 2000-ben Unger János, Bottyán Zsolt, Sümeghy Zoltán és Gulyás Ágnes jelentetett meg az Időjárás folyóirat 104. számában egy cikket „A városi hősziget fejlődése tekintettel a városi felszíni együtthatókra” címmel, melyben a városi tényezők befolyását vizsgálták a felszínközeli hőmérsékletre különböző időjárási viszonyok közötti mobil mérések segítségével Szegeden 1999 márciusa és 2000 februárja között (UNGER ET AL., 2000). Unger és Sümeghy 2003-ban közösen készítette el „A települések hőmérséklet-módosító hatása – a

szegedi hősziget-kutatások tükrében” című munkáját (UNGER és SUMEGHY, 2003). Unger és munkatársai folytatták kutatásaikat ezen a téren és folyamatosan jelentek meg cikkeik a témával kapcsolatban (UNGER, 2004; UNGER, 2006; UNGER ET AL., 2009).

A Lokális Klímazónák (LCZ) osztályozási rendszerének alapítói mégsem magyarok. Egyikük Dr. Iain D. Stewart kanadai geográfus (STEWART, 2015), aki a Torontói Egyetem alkalmazásában áll, másikuk az angol gyökerekkel rendelkező, de ma már kanadai állampolgárként élő Dr. Tim R. Oke, a British Columbia Egyetem geográfusa (OKE, 2015). Kettejük közös munkájának eredményeként 2009-ben létrehozták az LCZ osztályozási rendszert (STEWART és OKE, 2009), melyet különböző finomítások után 2012-ben véglegesítettek (STEWART és OKE, 2012).

Az LCZ koncepciójának ismertetése

A rendszer legfőbb célja, hogy könnyebbé tegye a mérőhelyek környezeti jellemzését abból a szempontból, hogy az ott mért értékek hogyan és milyen mértékben befolyásolják az adott terület klímáját. Ennek érdekében a típusok elkülönítése objektív, mérhető paramétereken alapul és a típusok száma alacsony.


















A Lokális Klímazónák elemei olyan néhány száz métertől néhány kilométerig terjedő területek, amelyek többé-kevésbé egységes felszínborítással jellemezhetőek. Mindegyik LCZ-típus jellegzetes hőmérsékleti menettel¹ rendelkezik, amely legszembetűnőbben viszonylag sík és száraz felszín felett, nyugodt és tiszta időjárási körülmények között nyilvánul meg (STEWART és OKE, 2012).

Földünk változékony felszíne miatt egy generalizált csoportosítás után tíz beépítési típust (LCZ 1 – LCZ 10) és hét felszínborítási típust (LCZ A – LCZ G) különítettek el Stewart-ék, melyek megnevezése is próbálja visszaadni az adott típusok főbb jellegzetességeit (2. táblázat, 2. ábra). Szezonális klimatikus vizsgálatok esetében különböző kiegészítések is hozzárendelhetőek ezekhez a típusokhoz, melyek a felszínborítás időszakos vagy rövid ideig fennálló változásait szemléltetik (2. táblázat, 2. ábra). Hosszabb időtartamú klimatikus változásoknál a típusok ilyen formában történő tipizálásnak/finomításának nincs értelme (STEWART és OKE, 2012).

¹ Az adott típusnak jellegzetes szélsőséges értékei vannak, amelyek között a hőmérséklet napi, havi és éves szinten ingadozik.

2. táblázat: LCZ-típusok és megnevezéseik (STEWART és OKE, 2012 nyomán)

Beépítettség alapján beosztott típusok	Felszínborítással összefüggő típusok	Szezonális és időszakos felszínborítási változók
LCZ 1 – Kompakt beépítésű terület, magas épületekkel	LCZ A – Fás terület sűrű elhelyezkedéssel	b – lombtalan fákkal jellemezhető terület
LCZ 2 – Kompakt beépítésű terület közepes épületekkel	LCZ B – Fás terület ritka elhelyezkedéssel	s – hótakaró által fedett terület
LCZ 3 – Kompakt beépítésű terület alacsony épületekkel	LCZ C – Bokros és bozótos terület	d – száraz talajjal borított terület
LCZ 4 – Nyitott beépítésű terület magas épületekkel	LCZ D – Alacsony növényzetű terület	w – nedves talajjal borított terület
LCZ 5 – Nyitott beépítésű terület közepes épületekkel	LCZ E – Csupasz sziklával/burkolattal fedett terület	
LCZ 6 – Nyitott beépítésű terület alacsony épületekkel	LCZ F – Csupasz homokkal/talajjal fedett terület	
LCZ 7 – Könnyű szerkezetű terület alacsony épületekkel	LCZ G – Vízzel fedett terület	
LCZ 8 – Kiterjedt terület alacsony épületekkel		
LCZ 9 – Ritkán beépített		
LCZ 10 – Nehézipari terület		

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 időjárás mintáit (akár mezőgazdasági hatás is).	Jellemzők Kopasz fák, alacsony albedó.
LCZ 9 	Nyitott beépítettség, alacsony épületek, nagy mennyiségű növényzet.	b: lombhullató fák	Hótakaró > 10 cm, magas albedó.
LCZ 10 	Ipari beépítettség, magas épületek (tornyok, tartályok, kémények), kemény borítottság.	s: hótakaró d: száraz talaj w: nedves talaj	Szikkadt talaj, növekvő albedó. Mocsaras talaj, csökkenő albedó.

2. ábra: Az LCZ-típusok mintaterületei és rövid jellemzésük (STEWART és OKE, 2012 nyomán)

Az LCZ-típusok objektív elkülönítését mérhető fizikai paraméterek teszik lehetővé (3. táblázat). Ezen paraméterek elsősorban a felszíni geometriát vagy a felszínborítottságot jellemzik, de előkerülnek a felszín termikus, radiatív és energetikai jellemzői is.

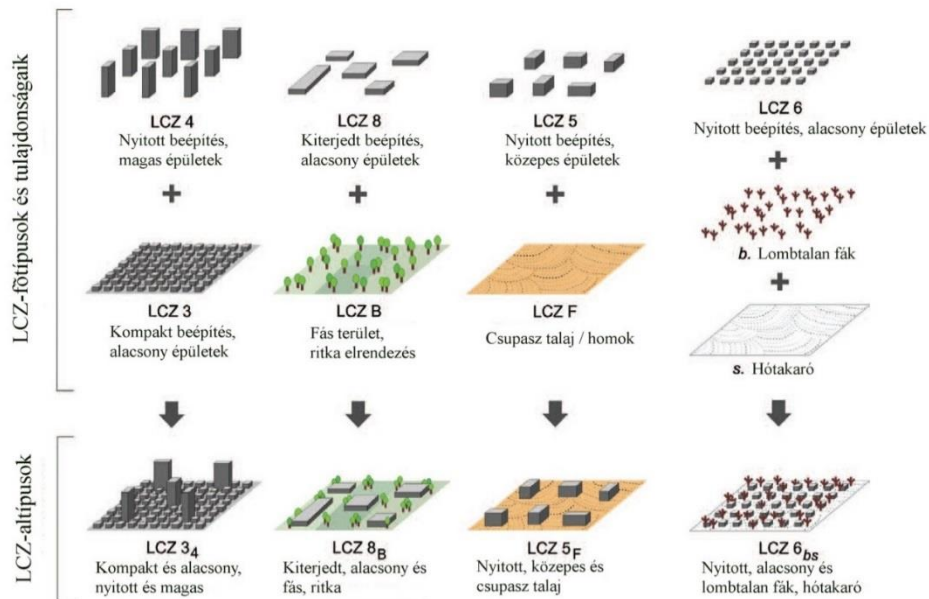
3. táblázat: Az LCZ-típusok meghatározásához szükséges paraméterek és azok dimenziói (STEWART és OKE, 2012 nyomán)

Geometriai, felszínborítottsági		Termikus, radiatív, energetikai	
Paraméter	Dimenzió	Paraméter	Dimenzió
égboltláthatóság		felszíni hőátadó tényező	$\text{Jm}^{-2}\text{s}^{-1/2}\text{K}^{-1}$
magasság/szélesség arány		felszíni albedó	
épület alapterület arány	%	antropogén hőkibocsátás	Wm^{-2}
vízzáró felszín arány	%		
vízáteresztő felszín arány	%		
érdességi elemek magassága	m		
terepi érdességi osztály			

A városi hősziget (UHI - Urban Heat Island) intenzitásának értékét az egyes LCZ-típusok közötti hőmérsékletkülönbségek meghatározásával adhatjuk meg (STEWART és OKE, 2012).

Ezzel a módszerrel egységes rendszert hozhatunk létre a különböző mérőállomásokra, figyelve a terület környezeti sajátosságaira is, valamint különböző területről és egymástól eltérő környezeti adottsággal rendelkező városokból származó hőmérsékleti adatokat tudunk objektíven összehasonlítani.

Előfordulhat olyan helyzet is, amikor az adott terület nem kategorizálható egyszerűen a korábban már említett időszakos változások vagy a beépítettség domináns jellege miatt. Erre az esetre kidolgoztak egy módszert, mellyel altípusok határozhatóak meg (3. ábra). Lényege, hogy az adott főtípusok kombinálásával vagy az időszakos típusok hozzárendelésével létrehozunk egy új, a kiindulási típusok tulajdonságait megőrző altípust (STEWART és OKE, 2012).



3. ábra: Az LCZ-altípusok létrehozása konkrét példákkal (STEWART és OKE, 2012 nyomán)

Az új típusok jelölése egyszerű hierarchiát követ. A kiindulási főtípus az adott területen a leginkább domináns. Ezt követi egy alsó indexben a területen csak másodlagos szerepet betöltő típus. Amennyiben időszakos felszínborítási jellemzők is előfordulnak, szintén a főtípus alsó indexében kell megjeleníteni. Vegyük például a 3. ábrán látható negyedik esetet. A főtípus az LCZ 6, mely nyitott beépítettséggel és alacsony épületekkel jellemezhető. Az időszakos felszínborítási jellemzők közül a lombtalan fák és a hótakaró is előfordul egy téli napon, melyeket b és s betűkkel jelölünk. Ezek kombinálásával egy új altípus kapunk aminek a jelölése LCZ 6_{bs} (STEWART és OKE, 2012).

Ennek a módszernek köszönhetően sokkal több variációt hozhatunk létre, melyek nagyobb valószínűséggel egyeznek meg a terület tényleges jellemzőivel. A típusok számának növelésével bonyolultabbá és nehezebben átláthatóvá tehetjük az eredetileg egyszerű és könnyen értelmezhető rendszert. Ezért célszerű az altípusok rendszerét csak akkor alkalmaznunk, amikor a másodlagos típus vagy az időszakos típus valós klimatológiai jelentőséggel bír és ez ténylegesen befolyásolja az adott területen létrejött mikroklímát, valamint a területen belüli termikus viszonyokat (STEWART és OKE, 2012).

Az elsődleges céljaim között nem szerepelt a területemen lévő LCZ-típusok további altípusainak meghatározása, ugyanis az ilyen időszakos megkülönböztetés leginkább az év különböző szakaszaiból származó hőmérsékleti adatok szemléltetése esetén lenne fontos, de szakdolgozatomban a hőmérsékleti adatok még nem szerepelnek.

Magyarországi példa az LCZ térképek készítésére

Magyarországon is foglalkoztak ezzel a témával korábban. Az ELTE Meteorológiai Tanszékének munkatársai infravörös monitorozást végeztek, mely során MODIS és ASTER adatsorokat hoztak létre Dr. Bartholy Judit vezetésével. Az adatsorokat Dezső Zsuzsanna felügyeli. Megemlítenéd, hogy az idei OTDK-n téma volt ez a módszer, ugyanis Molnár Gergely „Városklimatológiai karakterisztikák vizsgálata Budapestre Landsat műholdképek alapján” című munkájával résztvevő volt. Unger János és társai régóta tanulmányozták a hőszigetelést (pl.: UNGER ET AL., 2000, UNGER és SUMEGHY, 2003, UNGER, 2004), de Stewarték 2012-es Lokális Klímazónák (LCZ) rendszerének hatására készítették el tanulmányukat, melyben bemutatják ennek elemeit, tulajdonságait és elkülönítését. Ezt követően meghatározták Szeged LCZ típusait (UNGER ET AL., 2014).

Munkájuk első lépéseként 2002-2003 között 35 nap hőmérsékleti adatait gyűjtötték össze és ezek közül elkülönítettek egy esetet (2003. március 25.). Az elkülönítés oka egyszerű: ezen a napon voltak a legmegfelelőbbek az időjárási körülmények a felszín által generált hőmérsékleti különbségek erőteljes kifejlődéséhez. Ez annyit jelent, hogy a mérés alatt és az azt megelőző napon is nyugodt és tiszta volt az idő. A vizsgált szegedi területre létrehoztak egy rácshálózatot, mellyel cellákra osztották fel a területet, majd az adott cellákra kapott átlagos hőmérsékleti értékeket a cellák közepére helyezték, mintha egy mérőház/mérőpont lenne a cella közepén. Majd létrehoztak egy 250 méter sugarú kört, amelyet a cella közepén lévő „mérőpont” forrásterületének tekintettek (UNGER ET AL., 2014).

A korábban felsorolt tíz paraméterből (STEWART és OKE, 2012) Ungerék hetet tudtak meghatározni a rendelkezésre álló adatbázisok segítségével. Kimaradt az antropogén hő kibocsátás, hőátadási tényező és a magasság/szélesség arány, mivel nem állt rendelkezésre elegendő mennyiségű adat ezek meghatározására.

4. táblázat: A Szegeden meghatározható paraméterek és tulajdonságaik (UNGER ET AL., 2014 nyomán)

paraméter	hivatalos név	jelentés	érték
égboltláthatóság	sky view factor (SVF)	a „látható” égbolt és a teljes félgömb felületének aránya egy adott felszíni pontból nézve	0-1
épület - alapterület arány	building surface fraction (BSF)	egy területen belül az épületek által elfoglalt és a teljes terület aránya	0-100%

vízzáró felszín arány	impervious surface fraction (ISF)	egy területen belül a vízzáró (burkolt) és a teljes terület aránya	0-100%
vízáteresztő felszín arány	pervious surface fraction (PSF)	egy területen belül a vizet áteresztő felületek és a teljes terület aránya	0-100%
érdességi elemek magassága	height of roughness elements (HIRE)	egy terület érdességi elemeinek (épületek, fák) átlagos magassága	m
felszínérdességi osztály	terrain roughness class (TRC)	a különböző városi és természetes tájak felszínérdesség-növekedés szerinti besorolása	1-8
felszín-albedó	surface albedo (SA)	egy területről az átlagosan visszavert és beérkező rövidhullámú sugárzás aránya	0-1

A paraméterek kiszámításához Szeged 3D épület-adatbázisát és vektoros útatbázisát, topográfiai térképeket, a Corine Land Cover adatbázist, RapidEye műholdképeket (atmoszférikusan korrigált műholdképek), a Davenport osztályozást (ami egy felszín-érdességi osztályozás), ortofotókat és saját helyismereteiket használták fel. A korábban említett 107 cella központjának 250 méteres környezetére koncentráltak. Miután mind a 107 körterületre rendelkezésre álltak a kiszámított értékek, elméletileg az összes területet be lehetett sorolni valamelyik LCZ-típusba, gyakorlatilag viszont nem. Voltak olyan területek, ahol valamely paraméter értéke az adott típus értéktartományán kívülre esett, ilyen esetekben az adott területet osztályozatlanul hagyták (UNGER ET AL., 2014).

A városi beépítettség sajátosságai miatt Szegeden az LCZ 1 és LCZ 4 (toronyházas kerületek), az LCZ 7 (spontán építésű szegénynegyedek) és az LCZ 10 (nehézipari telepek) típusok nem találhatóak meg. Az egyértelműen besorolható kategóriák közé hat típus került, melyek az LCZ 2, LCZ 3, LCZ 5, LCZ 6, LCZ 8, és LCZ 9. A vizsgált terület leginkább a városi részeket fedi le, ezért a növényzeti típusok közül egyedül csak az LCZ D, az alacsony növényzet típus jelenik meg. Így végül összesen hét LCZ-típust különítettek el a vizsgált szegedi területre (UNGER ET AL., 2014).

A tanulmány befejezéseként megvizsgálták az egyes típusok termikus hatását. Azt tapasztalták, hogy a nagyobb beépítettséggel rendelkező típusoknál a kiválasztott napon

(2003.03.25.) sokkal melegebb hőmérsékletet regisztráltak, mint az éves mérésorozat összes többi (35 nap) értékének átlaga. Például az LCZ 2-es típusnál több mint 2°C-os különbséget regisztráltak. Ezzel szemben azokon a területeken, ahol inkább a növényzet a dominánsabb, ott a hőmérsékleti érték jóval az átlag alatt maradt. Például az LCZ 9-es területen több mint 1°C-kal hidegebb volt a kiválasztott napon, az LCZ D területen pedig 0,5°C-kal volt alacsonyabb a hőmérséklet. Ezekből látható, hogy márciusban a legintenzívebb pozitív és negatív irányú hőmérséklet kitérés az erősen beépített (LCZ 2), illetve a természeteshez legjobban hasonlító (LCZ 9, LCZ D) területeken figyelhető meg (UNGER ET AL., 2014).

Az LCZ-típusok meghatározása egy budapesti területen

Az LCZ koncepció megvalósításának módszere alapvetően egy olyan, a térképészek által használt szoftverekre épülő térinformatikai feladat, amelynek alapja három fontos tényező:

1) egy nagy méretarányú kataszteri térkép, melyre az épületek adatai és a felszínhasználat minőségének információi miatt van szükségünk, papír alapú formában (ekkor digitalizálni kell) vagy digitális formában

2) adatforrás (lehet akár kataszteri térkép, műholdkép vagy Google Earth, Google Maps) a fedettség, burkolat és a felszín érdességének meghatározására

3) többcsatornás műholdképekhez való hozzáférés a felszíni albedó kiszámításához

Szakedzőmhoz digitális kataszteri térképet kérvényeztem. A kiválasztott területem nem haladja meg a törvény szerint igényelhető maximum három km² alapterületű kataszteri térkép méretét, így az elbírálás során elfogadták a kérvényemet. A burkolt területek megállapításához szintén ezt a digitális anyagot használtam, ugyanis ezek szerepeltek benne fedvényként. A felszíni albedó meghatározásában Mészáros János, az ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék munkatársa nyújtott segítséget, aki rendelkezésemre bocsátotta az általa kiszámított albedó értékeket ábrázoló raszteres tif fájlt. A számításhoz LANDSAT műholdképeket használt fel.

Előkészületek

A bevezetőmben említett engedély (engedélyszám: FM FF/ 427/1/2015) alapján egy CD-n dxf és dwg formátumban kaptam meg az igényelt terület kataszteri térképét.

A dwg fájlokat az AutoCAD programmal megnyitva konzulensem, Dr. Albert Gáspárral, leválogattuk a számunkra szükséges vektoros adatokat. Szükségünk volt minden épületre, melyek funkciójuk szerint voltak elkülönítve, illetve minden információra a burkolt és burkolat nélküli területekről, hogy az LCZ-típusok meghatározásához a paramétereket kiszámolhassuk. A leválogatást követően hat különálló dxf fájlt hoztunk létre (BK_foldreszlet_teraszokkal.dxf, BNK_foldreszlet.dxf, gazdasagiepuletek.dxf, intezmeny_epuletek.dxf, lakoepuletek.dxf, uzemiepuletek.dxf). A következő lépésként beimportáltam (2. Melléklet – Importálás) a QGIS-be (QGIS Desktop 2.6.1) a már AutoCAD-ből elmentett dxf fájlokat. Az importálás során minden fájl esetében az EOVS koordinátarendszert (név: HD72 / EOVS, azonosító: EPSG:23700) használtam. A dxf fájlok

attribútum táblája tartalmaz egy „Layer” nevű oszlopot. Ebben az adott dxf-állomány fedvénynevei találhatóak (4. ábra). Ezek a fedvénynevek utalnak az objektumok típusaira, azaz besorolásukra (a későbbiekben már csak típusként említem ezt). Ezt a rendszert alkalmazza a Földhivatal is. Egy beimportált dxf fájl attribútum táblája nem szerkeszthető, ezért elmentettem a vektoros fedvényeket shp fájlként (2. Melléklet – Mentés). Ezeket az új shp fájlokat behívva már szerkeszthető attribútum táblát kaptam. Ez a szerkeszthetőség fontos szempont a 3. táblázatban megadott geometriai paraméterek kiszámításában, ugyanis különböző számítási műveleteket is végre kell hajtanunk az attribútum táblán belül.

Célom egy átlátható fedvényrendszer kiépítése volt, melyet úgy oldottam meg, hogy az eredeti hat dxf fájl nevével megegyező, csak nagybetűt tartalmazó mappát hoztam létre, mely mappákba minden típust külön shp fájlként mentettem el. Az shp fájlok esetében az importálás folyamatának lépései ugyanazok, mint a dxf-fájlok-nál. Négy fájl-nál (BNK_foldreszlet.shp, gazd_epuletek.shp, lakoepletek.shp, uzemi_epuletek.shp) csak egy típus fordult elő az attribútum táblában, viszont két fájlban (BK_foldreszlet_teraszokkal, intezmeny_epuletek) egyszerre több típus is megjelent (4. ábra – Layer oszlop).

	Layer
128	INTEZMENYI_EP
129	INTEZMENYI_EP
130	INTEZMENYI_EP
131	INTEZMENYI_EP
132	INTEZMENYI_EP
133	TEMPLOM
134	TEMPLOM
135	TEMPLOM
136	TEMPLOM
137	TORONY_EP
138	VEGYES_EP
139	VEGYES_EP

4. ábra: Az intezmeny_epuletek fedvény attribútum táblájában található több típus a Layer oszlopon belül. Látható, hogy itt négy (INTEZMENYI_EP, TEMPLOM, TORONY_EP, VEGYES_EP) féle is van.

A típusok elkülönítésére az attribútum táblát használtam. Megnyitottam (2. Melléklet – Attribútum tábla megnyitása), majd bekapcsoltam az attribútum tábla szerkeszthetőségét (2. Melléklet – Attribútum tábla és fedvény szerkeszthetőségének be/kikapcsolása), kijelöltem az adott típuson kívüli összes típust és kitöröltem őket, így csak egy típust kaptam. A szerkesztés végeztével elmentettem a módosításokat (2. Melléklet – Attribútum tábla és fedvény változásainak mentése). Ezután a szerkeszthetőséget kikapcsolása (2. Melléklet – Attribútum

tábla és fedvényszerkeszthetőségének be/kikapcsolása) következett. Így már csak az adott típus elemeit tartalmazta a fedvény, majd elmentettem shp fájlként olyan névvel, amely utal az adott típusra (1. Melléklet). Ugyanezt a folyamatot ismételt meg az attribútum táblában lévő típusok mindegyikére a több típust tartalmazó másik fájlban is. A folyamat végeztével tizennégy különálló fedvényt kaptam (1. Melléklet), mely elősegítette a könnyebb és átláthatóbb munkát.

A későbbi munkám során a már korábban leírt QGIS műveleteket nem hivatkozom le újra, viszont az új műveleteket részletesen ismertetem. A szerkesztések esetében az attribútum tábla és fedvény szerkeszthetőségének be és kikapcsolását alapértelmezettnek veszem, ezt külön már nem emelem ki.

Magasságmeghatározás, területszámítás, épület összevonás

A 3. táblázatban található paraméterek kiszámításához az egyik fontos adat a területemen található épületek magassága. Első lépésként beimportáltam az épületeket tartalmazó shp fájlokat. A magassági adatok beviteléhez létrehoztam mindegyik fedvény attribútum táblájában egy új oszlopot (2. Melléklet – Attribútum táblában új oszlop létrehozása), melynek a „Magassag” nevet adtam. Az épületek magasságának leolvasásához a Google Earth és a Google Maps segítségét vettem igénybe. Vizuálisan megállapítottam minden egyes épület magasságát emeletben, majd egy emeletet három méter magasnak véve beszoroztam a kapott számot hárommal és így megkaptam az épület általam becsült magasságát (Például: egy három emelet magas épület kilenc méter magasnak felel meg). Az értékeket manuálisan írtam be az attribútum táblába a „Magassag” oszlopba.

A paraméterek számításához szintén fontos tényező az épületek területe, melyet m^2 -ben adtam meg és az attribútum táblában számolta ki. Hasonlóan a magassági adatok meghatározásához, itt is egy új oszlop létrehozása az első lépés, melyet „TerDbl” névvel láttam el. Az attribútum tábla tulajdonságai között szerepel, hogy különböző matematikai számításokat is végrehajthatunk a táblán belül. Ehhez az „Open field calculator”-t (2. Melléklet – Calculator) használtam, ahol kiválasztva a megfelelő lehetőségeket elvégeztem a számításokat. Én az „\$area” opciót választottam a „Funcion list”-ben és az „Expression” felületre helyeztem dupla kattintással.

A területemen elég sok esetben olyan épülettömb magasságát kellett megadnom, mely több, gyakorlatilag összetartozó, de az attribútum táblában külön-külön szereplő épület együtteséből áll. A különálló épületekhez hasonlóan itt is megbecsültem az egyes épületek magasságát. Ahhoz hogy egy épülettömb magasságát megkapjuk, súlyozott magassági értéket kell számolnunk, melyhez szükségünk van az épülettömbben lévő összes épület magasságára

és területére külön-külön, mely adatok a korábbi munkám miatt már ismertek. Kétféleképpen számolhatjuk ki a súlyozott magassági értéket. Vagy manuálisan egy Excel táblázatba kimásolva az attribútum tábla összes elemét, vagy pedig az attribútum táblában új oszlopokat létrehozva (a segédszámításokhoz) és az abakuszt használva. Utóbbi gyorsabb, de én az előbbi választottam, mert így ellenőrizhettem, hogy az értékek valósághűek-e. Az attribútum tábla elemei közül kijelöltem az adott épülettömbhöz tartozó épületeket, majd kimásoltam Excel táblázatba az attribútumokat. Először az épületek területeit adtam össze a „Szum” függvénnyel, így megkaptam az épülettömb összterületét. Következő lépésként kiszámoltam a kiválasztott épület területének és az épülettömb összterületének arányát, majd az így kapott értéket (0 - 1) megszoroztam a kiválasztott épület magasságával, így megkaptam az adott épület súlyozott magasságát. Az épülettömb súlyozott magassági értékéhez az épülettömbben található összes épület súlyozott magasságát adtam össze szintén a „Szum” függvénnyel, így megkaptam a végleges súlyozott magasságot.

Ahhoz, hogy a fedvényünkön az épülettömbök egy objektumként jelenjenek meg össze kell vonnunk őket. Kijelöltem (2. Melléklet - Objektumok kijelölése) az egy épülettömbbe tartozó épületeket, majd összevontam őket (2. Melléklet – Objektum összevonás). A felugró ablakban az utolsó sorban találjuk az új összevont objektumot. Ebbe a sorba manuálisan beírtam a „Magassag” cellába az általam számolt súlyozott magassági értéket és a „TerDbl” cellába pedig az épülettömb összterületét. Ezzel létrejött egy olyan objektum, amely elvesztette a korábban magába foglalt kisebb objektumok magassági és területi értékeit, de az ezen épületek súlyozott magasságát és összterületét már birtokolta. Így ezáltal a területemen minden épülettömb mint különálló objektum szerepel és ezeknek nincs közös határuk.

Miután végeztem az összes épület magasságának és területének bevitelével, valamint a súlyozott magassági értékek és összterületek kiszámításával és az épületek összevonásával, elmentettem az attribútum tábla változásait. Ezekre a változtatásokra azért volt szükség, hogy a későbbi műveletek során az új fedvények örökölhessék az épületek magassági és területi adatait és elősegítsék a paraméterek könnyebb kiszámítását.

Voronoi sokszögek létrehozása

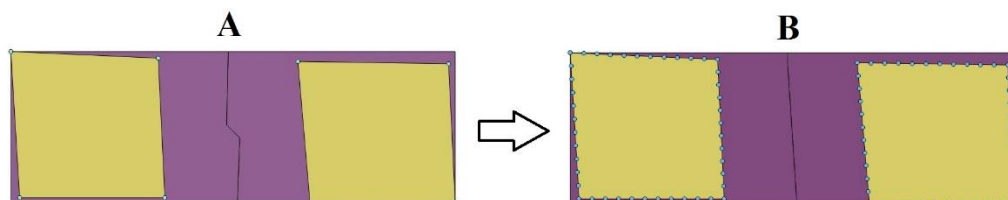
Egy épület nyomterületének meghatározására a voronoi sokszögelés módszerét alkalmazhatjuk. A voronoi sokszögelés egy olyan 2D-s módszer, mely során egy adott pontrács adott pontja és a pont körüli környező pontok közötti felező merőlegeseket vesszük, melyek egymást metszve kirajzolnak egy poligont. Ez a poligon a kiindulási pont voronoi sokszöge és e sokszögon belüli terület minden pontja közelebb van az adott ponthoz, mint a többihez.

Első lépésként a négy (GAZD_epulet, intezmeny_epuletek, LAKOEPULET, UZEMI_EPULET), épületeket tartalmazó fedvényt hívtam be a programba. A voronoi sokszögelés végrehajtásához mindenképpen poligonokká kell alakítani a vonalas objektumokat, úgyhogy mind a négy fedvényre végrehajtottam a poligonná alakítást (2. Melléklet – Vonalból poligon) és elmentettem külön-külön őket.

Sok esetben olyan épület/épülettömb található a területemen, amely belső udvarral is rendelkezik. A pontos értékek kiszámításához ezeket a belső udvarokat ki kellett törölnöm. Az egyszerű törlés nem működik, ezért ebben az esetben egy új fedvényt hoztam létre (2. Melléklet – Új fedvény), amire áthelyeztem a belső udvarokat. Ezt a fedvényt „belsoudvar” néven mentettem el. Felhasználva a négy épületeket tartalmazó poligonos fedvényt valamint az új belsőudvaros fedvényt, végrehajtottam az udvarok kimetszését (2. Melléklet - Kimetszés). Négy poligonos fedvényt kaptam, amik tartalmazták az épületeket, azok öröklött magassági és területi értékeit, de a belső udvarok törlődtek.

A későbbi műveletek megkönnyítése érdekében a négy épületeket tartalmazó fájlt egy új fedvénné vontam össze (2. Melléklet – Fedvények összevonása), ezáltal minden épütem az „EPULETEK_area” néven mentett fedvényen szerepelt.

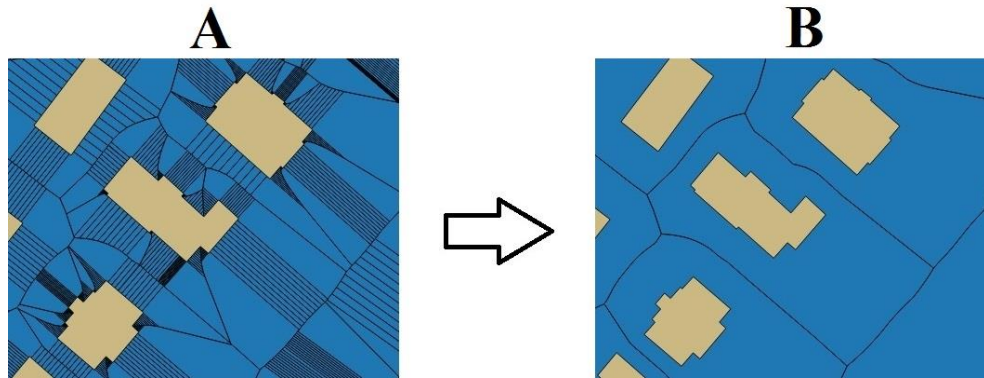
A voronoi sokszögek létrehozásához pontokra van szükségünk, ezért át kell alakítani a poligonokat pontokká. A sokszögek határainak pontossága attól függ, hogy hány pontból áll egy épület. Vegyünk például két, egyenként négy sarokponttal rendelkező épület egymás mellett. A sokszögek létrehozása után láthatóvá válik, hogy kevés a pont a megfelelő sokszöghatár létrehozásához, a határ a két épület között nem egyenes (5. ábra - A). A határ finomításához a legegyszerűbb lépés, ha megnöveljük a viszonyítási pontok mennyiségét. Ebben az esetben a két épület sarokpontjai közötti szakaszra szúrunk be plusz pontokat. Ezzel az eljárással megnöveljük a voronoi sokszögek számát is, de a határ sokkal egyenesebb és közelít a pontoshoz (5. ábra - B).



5. ábra: Különbség a pontsűrítés nélküli (A) és a tízszeresen pontsűrített (B) voronoi sokszögek között.

Ezt a megoldást alkalmaztam én is a szakdolgozatomban a megfelelő poligonhatárok elérése érdekében. Esetemben kimondottan fontos volt a lehető legpontosabb sokszöghatár létrehozása, ugyanis a területen rengeteg épület található. Ennek érdekében tízszeres pontsűrítést (2. Melléklet – Pontsűrítés) hajtottunk végre konzulensemmel, Dr. Albert Gáspárral az „EPULETEK_area” fedvényen, majd az így kapott új fedvényt elmentettük „EPULETEK_sp” néven. Ezáltal két sarokpont közé plusz tíz pont került. A fedvényem még mindig poligonokat tartalmazott, ezért következő lépésként át kellett alakítanom ponthalmazra őket. Jól látható, hogy a korábban végrehajtott magassági és területi értékek attribútum táblába való bevitele mennyire fontos volt, ugyanis a poligonok ponthalmazra alakítása során egy épület az eredetileg egy magassági és egy területi értékkel rendelkező objektumból az épület sarok és oldalpontjaitól függően jóval több objektummá, jelen esetben ponttá alakult át, viszont a pontok örökölték az alapadatokat. A folyamat során az „EPULETEK_sp” fedvényre alkalmaztam a ponttá alakítást (2. Melléklet – Poligonból pont) és mentettem el „EPULETEK_en” néven. Ez a művelet jelentősen megnövelte az attribútum táblában lévő objektumok számát és a fájl méretét is.

A voronoi sokszögek létrehozását (2. Melléklet – Voronoi sokszögek létrehozása) az „EPULETEK_en” fedvényen hajtottam végre és az új fedvényt elmentettem „VORONOI_10” néven. A végeredmény egy „minipolygonokat” tartalmazó fedvény lett (6. ábra - A). Ezek a poligonok az „EPULETEK_en” fedvényen található pontok attribútumait örökölték (magasság és terület). Össze kellett vonnom ezeket a poligonokat, hogy megkapjam az adott épülethez tartozó voronoi sokszöget. Ehhez először beimportáltam az „EPULETEK_area” fedvényt, és a „Layers” kezelőpanelen a „VORONOI_10” fedvény fölé helyeztem. Ez nagyban segítette a poligonok összevonását, ugyanis láthatóvá vált, hogy melyik épülethez melyik sokszögek tartoznak és ezáltal könnyen ki tudtam jelölni az összetartozó poligonokat az összevonáshoz. Miután az összes épülethez tartozó poligonokra elvégeztem az összevonást (6. ábra - B) elmentettem az új fedvényt „VOR_EPULETEK_densify10” néven. Ebben az esetben is az új poligon egy épület-magassági és -területi értéket örökölt, melyet a gép automatikusan a kis poligonok értékei alapján átírt (az egy épülethez tartozó kis poligonok ezen értékei megegyeztek, ezért tudta a rendszer automatikusan a megfelelő értéket beírni).



6. ábra: A voronoi poligonok összevonás előtt (A) és után (B)

Miután elkészült az épületekhez tartozó összes valós voronoi sokszög, következő lépésként a számomra felesleges (területemen kívüli) épületeket az „EPULETEK_area” fedvényről, míg a voronoi sokszögeket a „VOR_EPULETEK_densify10” fedvényről válogattam le. Ezt az objektumok vizuális kijelölésével és törlésével csináltam, így folyamatosan ellenőrizni tudtam, hogy biztosan a területemen kívüli épületet és sokszöget törlek-e ki. A változásokat elmentettem. A továbbiakban a paraméterek kiszámításához is a „VOR_EPULETEK_densify10” fedvényt használtam.

A vízzáró fedvény létrehozása

Ahhoz, hogy a paramétereket kiszámíthassuk, szükségünk van az adott voronoi sokszögeken belül található, vizet át nem eresztő, azaz vízzáró felületek területére is. Az igényelt digitális adatok között szerepel egy olyan típus, amely ezeket az objektumokat tartalmazza. A fedvényen lévő vonalas objektumok nem zártak, így nem alakíthatóak át poligonokká, ezért ezeket a bezáratlan objektumokat először be kellett zárnom. Ezt úgy oldottam meg, hogy az shp („BURKOLT.shp”) fájlt elmentettem kml fájlként, valamint a „BK_FRSZ.shp” fájlt is elmentettem kml fájlként, hogy segítse a munkámat. A két kml fájlt behívtam a Google Earth-be. Itt megjelent a bezáratlan burkolat („burkolat_nemzartpoly”) és a bezárt burkolat („BK_FRSZ”) is. A program funkcióit kihasználva berajzoltam a hiányzó részeket egy új, ideiglenes mappában, amit szintén kml fájlként mentettem el. Ezt a QGIS-be beimportáltam és elmentettem shp fájlként („vizzaro_plusz”) a szerkeszthetőség érdekében.

Az új fedvényen lévő objektumokat átmásoltam a „BURKOLAT” fedvényre a bezáratlan objektumok mellé, de ezek így még nem tartoztak össze ezért a következő lépés ezek összeillesztése volt. Egy objektum módosításához először be kell kapcsolni a „Snapping” funkciót (2. Melléklet – Snapping), így ezután új pontokat, vonalakat és poligonokat

készíthetünk vagy módosíthatjuk a régieket. A funkció bekapcsolását követően kézzel illesztettem össze az objektumokat, így olyan fedvényt kaptam, amin a plusz burkolt területeket zárt objektum jelöl. A változásokat elmentettem „vizzaro_plusz” néven.

Az eredetileg „bk_foldreszlet_teraszokkal” fájl elmentettem „vizzaro_burk” néven és az új fájl beimportáltam. Vannak olyan burkolt területek, ahol a burkolat területén belül vízáteresztő terület is található, így ezeket a részeket a belső udvarok kivágásához hasonlóan el kellett távolítani. Ezt hasonlóan a korábban leírtakhoz egy új réteg létrehozásával kezdtem, melyet „vizzaro_nov_burkolatban” néven mentettem el. Erre a rétegre átmásoltam a belső növényzetet. A növényzet kimetszéséhez a vonalas típusú fedvényeket poligon típusúvá kellett alakítanom. A fedvényeket a változtatások után elmentettem „vizzaro_burk_poly”, „vizzaro_plusz_poly” és „vizzaro_nov_burkolatban_poly” néven. Ezután összevontam a két fedvényt („vizzaro_burk_poly”, „vizzaro_plusz_poly”), az új fedvényen pedig az attribútumokat is összevontam egy attribútummá, így egy mindent magába foglaló objektum maradt a fedvényen. Ezt követően kimetszettem a növényzetet, majd levágtam (2. Melléklet – Levágás) a fedvény szélét a voronoi sokszögek határa szerint, majd elmentettem a fedvényt „vizzaro_novnelk_vor_burk” néven. Ahhoz, hogy az egyes voronoi sokszögek esetében megkapjam a sokszöghöz tartozó burkolt területeket, az „Intersect” funkcióval fel kellett darabolnom a burkolt területeket tartalmazó fedvényt. Ezt végrehajtva (2. Melléklet – Intersect) a fedvényt elmentettem „Intersect_VOR_vizzaro” néven.

Néhány voronoi sokszög esetén a burkolt felület magába foglalta az ottani épület területét is, így ezeket ki kellett metszenem, majd a változásokat elmentettem „clip_isect_VOR_vizzaro_EPUL” néven. Így megkaptam a végleges burkolt területeket tartalmazó fedvényt, melyen a burkolat nem egy objektumként, hanem a voronoi sokszögek határai szerint több objektumként jelenik meg, így már felhasználhattam a fedvényt a paraméterek kiszámításához.

Paraméterek kiszámítása

A Stewart és Oke (2012) által ismertetett tíz paraméterből öt paraméter meghatározására volt csak lehetőségem. Ezek az épület-alapterület arány (building surface fraction - BSF), vízzáró felszín arány (impervious surface fraction - ISF), vízáteresztő felszín arány (previous surface fraction - PSF), érdességi elemek magassága (height of roughness elements - HRE), és felszíni albedó (surface albedo – SA). Az égboltláthatóság (sky view factor - SVF), a terepi érdességi osztály (terrain roughness class - TRC), a magasság/szélesség arány (aspect ratio – AR), felszíni hőátadó tényező (surface admittance – SA_d), antropogén hőkibocsátás

(anthropogenic heat output – AHO) paraméterek kiszámítását adathiány miatt nem tudtam végrehajtani.

Első lépésként a „VOR_EPULETEK_densify10” fedvényt importáltam be, majd azonnal elmentettem „VOR_EPULETEK_parametek” néven. Ezen a fedvényen hajtottam végre a számításokat a későbbiek folyamán. Létrehoztam egy-egy új oszlopot az attribútum táblában, amit a paraméterek nevével láttam el.

Épület-alapterület arány (BSF)

Ebben az oszlopban számítottam ki a „Calculator” segítségével az épület-alapterület arány értékét, mely egy területen belül az épületek által elfoglalt és a teljes terület aránya. Az érték 0-100% közé esik. Ehhez azonban ki kell számolni a teljes területet is ami jelen esetben a voronoi sokszög területe, így létrehoztam egy új oszlopot az attribútum táblában „VorTerDbl” névvel. Ebben az „area” függvényt használva kiszámítottam a sokszögek területét. Miután a voronoi sokszögek területei is megvoltak, kiszámolhattam a BSF értékét. Ehhez az „Expressions” felületen belül a következő egyenletet írtam be:

$$100 * ("TerDBL" / "VorTerDbl")$$

Vízáteresztő felszín arány (PSF)

A következő paraméter a PSF, ami a vízáteresztő felszín arány, mely egy területen belül a vízáteresztő felületek és a teljes terület aránya. Az értéke 0-100% közé esik. Kiszámításához szükségem volt a burkolt felületek épületek nélküli területének értékére. Ezért létrehoztam egy új oszlopot a „clip_isect_VOR_vizzaro” fedvény attribútum táblájában „TerISect” névvel, ahol kiszámoltam a voronoi sokszögekre eső burkolt felületek épületek nélküli területét. A paraméter kiszámításához viszont ezt az oszlopot az értékeivel együtt a „VOR_EPULETEK_parametek” fedvényre kellett átvinnem. Ehhez a „Join” funkciót használtam, mely segítségével a megfelelő beállításokat alkalmazva áthívtam a „TerISect” oszlopot. Ezután megjelent a „VOR_EPULETEK_parametek” fedvényen is az oszlop, viszont a rendszer más nevet generált neki, ezért az átláthatóság kedvéért létrehoztam itt is egy új oszlopot az attribútum táblában szintén „TerISect” névvel és a „Calculatort” használva átmásoltam az értékeket ide, majd az ideiglenes oszlopot töröltem. Ezt követően már minden információ megvolt a PSF kiszámításához, azaz megvolt a voronoi poligon összterülete, az épületek alapterülete és a burkolt felületek épületek nélküli területe is. Létrehoztam egy új

oszlopot „PSF” névvel. A „Calculator”-t használva az „Expressions” felületen belül a következő, többlépcsős egyenletet írtam be:

```
CASE WHEN "TerISect" IS NULL THEN
100 * ("VorTerDb1" - "TerDb1") / "VorTerDb1"
ELSE
100 * ("VorTerDb1" - "TerISect" - "TerDb1") / "VorTerDb1"
END
```

Az egyenlet segítségével először megvizsgáltam, hogy a TerISect oszlopban lévő elemek közül melyik egyenlő nullával, azaz mely voronoi területen nincs burkolt terület (az épületek figyelembe vétele nélkül). Az ilyen területek esetén az egyenletből kihagytam a „TerISect” oszlopot. Ahol volt burkolat, ott használtam és így kiszámoltam a PSF értékét.

Vízzáró felszín arány (ISF)

A következő paraméter az ISF, ami a vízzáró felszín aránya, mely egy területen a vízzáró (burkolt) felületek és a teljes terület aránya. Az értéke 0-100 % közé esik. Kiszámításához vagy a „TerISect” oszlop, vagy a „PSF” és „BSF” oszlop értékeit használhatjuk. Első esetben a burkolt területeket osztjuk el a voronoi sokszögek teljes területével és szorozzuk meg százzal, második esetben a két oszlop összegét vonjuk ki százból. Én a második lehetőséget választottam. Létrehoztam egy új oszlopot az attribútum táblában „ISF” névvel és a következő egyenletet használtam a „Calculator” funkció „Expressions” felületén:

```
100 - ("BSF" + "PSF")
```

Érdességi elemek magassága (HRE)

A következő paraméter a HRE, ami az érdességi elemek magassága, mely egy terület érdességi elemeinek (pl. épületek, fák) átlagos magassága méterben. Esetemben a növényzet becslésére nem volt lehetőség, viszont az épületek magassága már megvolt, illetve az ehhez szükséges átlagolást is elvégeztem, ugyanis az épületekhez és épülettömbökhöz tartozó voronoi sokszögek csak az adott épületet, épülettömböt tartalmazzák, így a korábbi súlyozott magassági értékek tulajdonképpen a HRE értékeknek felelnek meg. Az átláthatóság kedvéért létrehoztam egy új oszlopot az attribútum táblában „HRE” névvel és áthívtam a „Magassag” oszlop értékeit.

Felszín albedó (SA)

A következő paraméter az SA, ami a felszíni albedó, mely egy területről az átlagosan visszavert és beérkező rövidhullámú sugárzás aránya. Értéke 0-1 között változik. Kiszámítását Mészáros János végezte el LANDSAT műholdképek alapján, a kapott adatokat pedig rendelkezésemre bocsátotta. Feladatomban az adatok átvitele volt a voronoi sokszögeket tartalmazó fedvényre. Ebben konzulensem, Dr. Albert Gáspár nyújtott segítséget. A Mészáros Jánostól kaptam „albedo_smith.tif” fájlt az eltérő vetületek miatt EOV vetületre kellett hozni. A transzformáció eredménye az „albedo_EOV_new.tif” fájl, melyet a „Toolbox” segítségével hozzárendelhetünk a meglévő voronoi fedvényünkhöz. Ehhez a „Grid statistics for polygons” SAGA algoritmust használhatjuk beállítva a megfelelő opciókat. Nekünk az átlagolt értékek és a cellaszámok kellettek, így ezeket rendeltük hozzá a voronoi sokszögekhez. Végezetül elmentettük a fedvényt „VOR_LCZparameterek_all” néven. Az értékek attribútum táblában való megjelenése után arra a következtetésre jutottunk, hogy az SA paramétert a szélsőséges (a meghatározott értékhatár maximumán túl eső) értékek miatt szakdolgozatomban nem vesszük figyelembe.

Az LCZ-típusok meghatározása

A paraméterek kiszámolása után a következő feladatomban a típusok meghatározása volt, ehhez az LCZ-típushoz definiált értéktartományokat (5. táblázat) használtam fel, melyet Stewart-ék hoztak létre 2012-ben. A táblázatban csak az általam használt öt paraméter értéktartományait jelenítettem meg.

5. táblázat: A felhasznált négy (a felszíni albedóval kiegészítve) paraméter LCZ-típusokhoz definiált értéktartományai (STEWART és OKE, 2012 nyomán, UNGER ET AL., 2014 nyomán)

LCZ-típus	Paraméter (mértékegység)				
	BSF (%)	ISF (%)	PSF (%)	HRE (m)	SA
LCZ 1	40-60	40-60	< 10	> 25	0,10-0,20
LCZ 2	40-70	30-50	< 20	10-25	0,10-0,20
LCZ 3	40-70	20-50	< 30	3-10	0,10-0,20
LCZ 4	20-40	30-40	30-40	> 25	0,12-0,25
LCZ 5	20-40	30-50	20-40	10-25	0,12-0,25
LCZ 6	20-40	20-50	30-60	3-10	0,12-0,25

LCZ 7	60-90	< 20	< 30	2-4	0,15-0,35
LCZ 8	30-50	40-50	< 20	3-10	0,15-0,25
LCZ 9	10-20	< 20	60-80	3-10	0,12-0,20
LCZ 10	20-30	20-40	40-50	5-15	0,12-0,20
LCZ A	< 10	< 10	> 90	3-30	0,10-0,20
LCZ B	< 10	< 10	> 90	3-15	0,15-0,25
LCZ C	< 10	< 10	> 90	< 2	0,15-0,30
LCZ D	< 10	< 10	> 90	< 1	0,15-0,25
LCZ E	< 10	> 90	< 10	< 0,25	0,15-0,30
LCZ F	< 10	< 10	> 90	< 0,25	0,20-0,35
LCZ G	< 10	< 10	> 90	-	0,02-0,10

Konzulensemmel, Dr. Albert Gáspárral létrehoztunk az attribútum táblában egy új oszlopot „LCZ_munka” névvel, melyben egy lekérdezéssel megvizsgáltuk, hogy az egyes típusokba hány sokszög tartozik. Az eredmény kissé alulmúlta a várt típusok számát, így néhány értéktartományi módosítást hajtottunk végre. Erre az adatforrás kezelése miatt volt szükség, mivel az épületek összevonása miatt elcsúszhattak a jellemző határértékek. A 6. táblázatban ezeket az új értéktartományokat mutatom be a területen megtalálható típusokra (az albedó nélkül).

6. táblázat: A felhasznált négy paraméter módosított értéktartományai.

LCZ-típus	Paraméterek (mértékegység)			
	BSF (%)	ISF (%)	PSF (%)	HRE (m)
LCZ 2 módosított	30-70	25-50	25-30	> 10
LCZ 5 módosított	20-40	25-50	20-50	10-25
LCZ 6 módosított	20-40	10-50	20-60	3-10
LCZ 9 módosított	10-20	< 20	60-90	3-10
LCZ E módosított	< 15	> 80	< 15	< 6
LCZ B módosított	< 10	< 20	> 80	3-15

A korábban létrehozott „LCZ_munka” oszlop frissítése során ezeket az értékhatárokat használtam már fel és a következő lekérdezést írtam az „Expressions” felületre:

```

CASE
  WHEN "BSF" <=70 AND "BSF">30 AND "ISF" <=60 AND "ISF">30 AND "PSF" <=30
AND "HRE" <=25 AND "HRE">10 THEN
  'LCZ2m'
  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
  'LCZ5m'
  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
  'LCZ6m'
  WHEN "BSF" <=20 AND "BSF">10 AND "ISF" <20 AND "PSF" <=90 AND "PSF">60
AND "HRE" <=10 AND "HRE">3 THEN
  'LCZ9m'
  WHEN "BSF" <=15 AND "ISF" >=80 AND "PSF" <15 AND "HRE" <=6 THEN
  'LCZEm'
  WHEN "BSF" <=10 AND "ISF" <=20 AND "PSF" >=80 AND "HRE" <=15 AND
"HRE">3 THEN
  'LCZBm'
  ELSE
  NULL
END

```

A folyamat során egyesével megvizsgáltam, hogy melyik objektum melyik típusba tartozik és eredményként a típus nevét írtam ki. Amennyiben sehova sem tartozott az objektum, akkor „NULL” értéket kapott. Ezt követően létrehoztam egy „LCZ” nevű oszlopot, melynek szerepe az átláthatóság és az LCZ-típusok későbbi megjelenítése. Az oszlopba áthívtam az „LCZ_munka” oszlop adatait a következő lekérdezéssel az „Expressions” felületen:

```

CASE
  WHEN "LCZ_munka" IS NOT NULL THEN
  "LCZ_munka"
  ELSE 'LCZ'

```

END

Ezáltal megvizsgáltam az „LCZ_munka” oszlop tartalmát és amennyiben az nem „NULL” értéket vett fel, áthívtam az adatot. Ha „NULL” szerepelt, akkor LCZ értéket adtam neki.

A két művelet után az objektumok körülbelül fele egyértelműen besorolható volt valamelyik módosított értéktartománnyal rendelkező típusba (6. táblázat), viszont a maradék objektumokat nem lehetett egyértelműen besorolni automatikus folyamatok során, ezért manuálisan kellett besorolnom őket. Ezen objektumok paramétereinek értékei maximum néhány százalékkal, minimum pár század százalékkal tértek el a módosított értéktartományoktól, így a manuális besorolás elvégezhető volt nagy torzítás nélkül. Az új típus betűjelét az „LCZ” oszlopban lévő LCZ után írtam be. Ezután a fedvényemen lévő összes voronoi sokszög egy adott LCZ-típushoz tartozott, így már megjeleníthettem térképen a típusok elhelyezkedését.

Következő lépésként az egymással szomszédos ugyanolyan típusú sokszögek összevonását végeztem el, így megkaptam a végleges, összevont sokszögeket tartalmazó LCZ-típusokat megjelenítő fedvényemet.

Térképi arculat létrehozása

Egy térkép „eladhatóságát” jól jellemzi a térkép arculata (layout). Nagyon fontos, hogy a nyomdakész térkép egyszerű, de mégis tartalommal teli, érthető legyen. Tartalmaznia kell azt a minimális adatmennyiséget, amivel egy kívülálló is könnyen megérti az adott térképet. Céлом volt az elkészült LCZ-típusok térképi megjelenítése mellett az egyes paraméterek átlátható és egyszerű megjelenítése is.

A layout létrehozásához a „Composer” funkciót (2. Melléklet – Composer) használtam, mely segítségével egy nyomtatási felületet hozhatunk létre. A címadást követően megjelent a „Composer” ablak, amelyen belül a térképünk végső kinézete szerkeszthető, tulajdonképpen ez a nyomtatási felület. A megfelelő beállítások elvégzése után létrehoztam a térkép helyét az „Add new map” funkció segítségével, melyben azonnal megjelent a főprogramban megjelenített fedvények mindegyike. A nyomtatási lapon való megfelelő elhelyezés után beállítottam a térkép méretarányát is (1:9000). Ezt követően az érthetőség érdekében jelmagyarázatot helyeztem el a térkép alatt az „Add new legend” funkció segítségével. A jelmagyarázat testre szabása után a méretarány megjelenítése következett, ehhez az „Add new scalebar” funkciót vettem igénybe, majd elhelyeztem a nyomtatási felület jobb alsó sarkában és testre szabtam (az épületeknek sárga színt adtam, az úthálózatot 85%-ban elhalványítottam). Elláttam az EOV koordinátarendszerrel, melyet a térkép kijelölése után a jobb oldali kezelőfelületen lévő „Item properties” funkción belül a „Grid” lehetőségen belül formáztam. A térkép bal alsó sarkában feltüntettem, hogy ez az EOV koordinátarendszer. A könnyebb átláthatóság és tájékozódás kedvéért a nagyobb tereket (Kosztolányi Dezső tér és Móricz Zsigmond körtér) valamint a területem egyik határát (Gellért-hegy) szövegesen megjelenítettem az „Add new label” funkció segítségével és a megfelelő helyre pozicionáltam mindegyiket a beállítások módosítása után.

Alapesetben a QGIS-ben lévő fedvényeink stílusbeállítása „Single Symbol”, azaz ha több típusú adat is van az attribútum táblában, az összeset egy típusként jeleníti meg. A különböző típusok megjelenítéséhez változtatnunk kell ezen a beállításon (2. Melléklet – Style). Először a BSF paraméter értékeit jelenítettem meg, amihez a BSF oszlop kiválasztása után a „Graduated” lehetőséget választva beállítottam, hogy a természetes gyökök („Natural Breaks”) módszere szerint kategorizálja a program az adatokat, majd öt osztálylehetőséget adtam meg, ezeket manuálisan átállítottam az értékeket figyelembe véve és kiválasztottam a narancs árnyalatait az öt osztály megjelenítéséhez. Ezt követően a „Layout” ablakban frissítettem a térképet és megjelent mind a térkép új színekkel, mind a jelmagyarázatban az új osztályozás színe. A

változásokat elmentettem PDF és JPEG formátumban is „001_BSF” néven és mellékletként megjelenítettem (3. Melléklet). A PSF paraméter megjelenítéséhez a PSF oszlopot választottam ki, majd beállítottam a zöld árnyalatait. Nyolc osztálylehetőséget adtam meg, ezeket manuálisan átállítottam az értékeket figyelembe véve. A többi beállítást változatlanul hagytam. Ezt követően újra frissítettem a térképemet a „Layout” ablakban és elmentettem szintén PDF és JPEG formátumban is „002_PSF” néven és mellékletként megjelenítettem (4. Melléklet). Az ISF paraméter megjelenítéséhez az ISF oszlopot választottam ki, majd beállítottam a piros árnyalatait. Tíz osztálylehetőséget adtam meg, ezeket manuálisan átállítottam az értékeket figyelembe véve. A többi beállítást változatlanul hagytam. Ezt követően újra frissítettem a térképemet a „Layout” ablakban és elmentettem szintén PDF és JPEG formátumban is „003_ISF” néven és mellékletként megjelenítettem (5. Melléklet). A HRE paraméter megjelenítéséhez a HRE oszlopot választottam ki, majd beállítottam a kék árnyalatait. Mivel az épületek három és huszonhét méter között változnak, ezért négy osztálylehetőséget adtam meg, ezeket manuálisan átállítottam az értékeket figyelembe véve. A többi beállítást változatlanul hagytam. Ezt követően újra frissítettem a térképemet a „Layout” ablakban és elmentettem szintén PDF és JPEG formátumban is „004_HRE” néven és mellékletként megjelenítettem (6. Melléklet).

Az LCZ-típusok megjelenítéséhez a „Categorized” lehetőséget választva beállítottam az LCZ oszlopot, hozzáadtam a „Classify” lehetőséggel a hat osztályt, majd a típusok jellemzőit reprezentáló színeket választottam ki. A többi beállítást változatlanul hagytam. Ezt követően újra frissítettem a térképemet a „Layout” ablakban és elmentettem szintén PDF és JPEG formátumban is „005_LCZ” néven és mellékletként (7. Melléklet) megjelenítettem.

Az összevont sokszögeket tartalmazó fedvényen a típusok megjelenítéséhez szintén a „Categorized” lehetőséget választottam és beállítottam az LCZ oszlopot. Az osztályoknak ugyanazt adtam meg. A többi beállítást változatlanul hagytam. Ezt követően újra frissítettem a térképemet a „Layout” ablakban és elmentettem szintén PDF és JPEG formátumban is „006_LCZ” néven és ábraként (7. ábra) megjelenítettem.

Elemzés

A Google Earth és Google Maps használata során néhány változásra lettünk figyelmesek konzulensemmel, Dr. Albert Gáspárral. A feldolgozott budapesti területen néhány helyen új épületek építésébe kezdtek, illetve egy-két objektum (pl.: tornyok) már megépült a kataszteri térkép létrehozása óta, így még nem szerepelnek, szakdolgozatomban ezeket nem vettem figyelembe.

A paraméterek kiszámítása után a kapott értékeket vizsgáltam meg, abból a szempontból, hogy azok a meghatározott értéktartományokon kívül esnek-e pozitív vagy negatív irányban, illetve a nyomdakész térkép segítségével vizuálisan elemeztem az adott paraméterek eloszlását.

Épület-alapterület arány - BSF (3. Melléklet): a kapott értékek 0-50 % között változnak. Ez az LCZ osztályozás szempontjából tökéletes, ugyanis az értékek a tizenhét lehetséges főtípusból tizenhat esetében helytállóak (egyedül a 60-90 % közötti értékeket tartalmazó típusba nem tartozik egy érték sem). A területemen az alacsonyabb értékekkel rendelkező területek a Gellért-hegy közvetlen közelében és a Kosztolányi Dezső tér melletti Feneketlen-tó övezetében találhatóak. A magasabb értékű területek inkább az épülettömböket tartalmazó sokszögek esetében fordulnak elő a Móricz Zsigmond körtér közelében. Látható, hogy ez a paraméter nagy mértékben függ az épületek kiterjedésétől, így a későbbi építkezések függvényében a BSF értékek növekedhetnek.

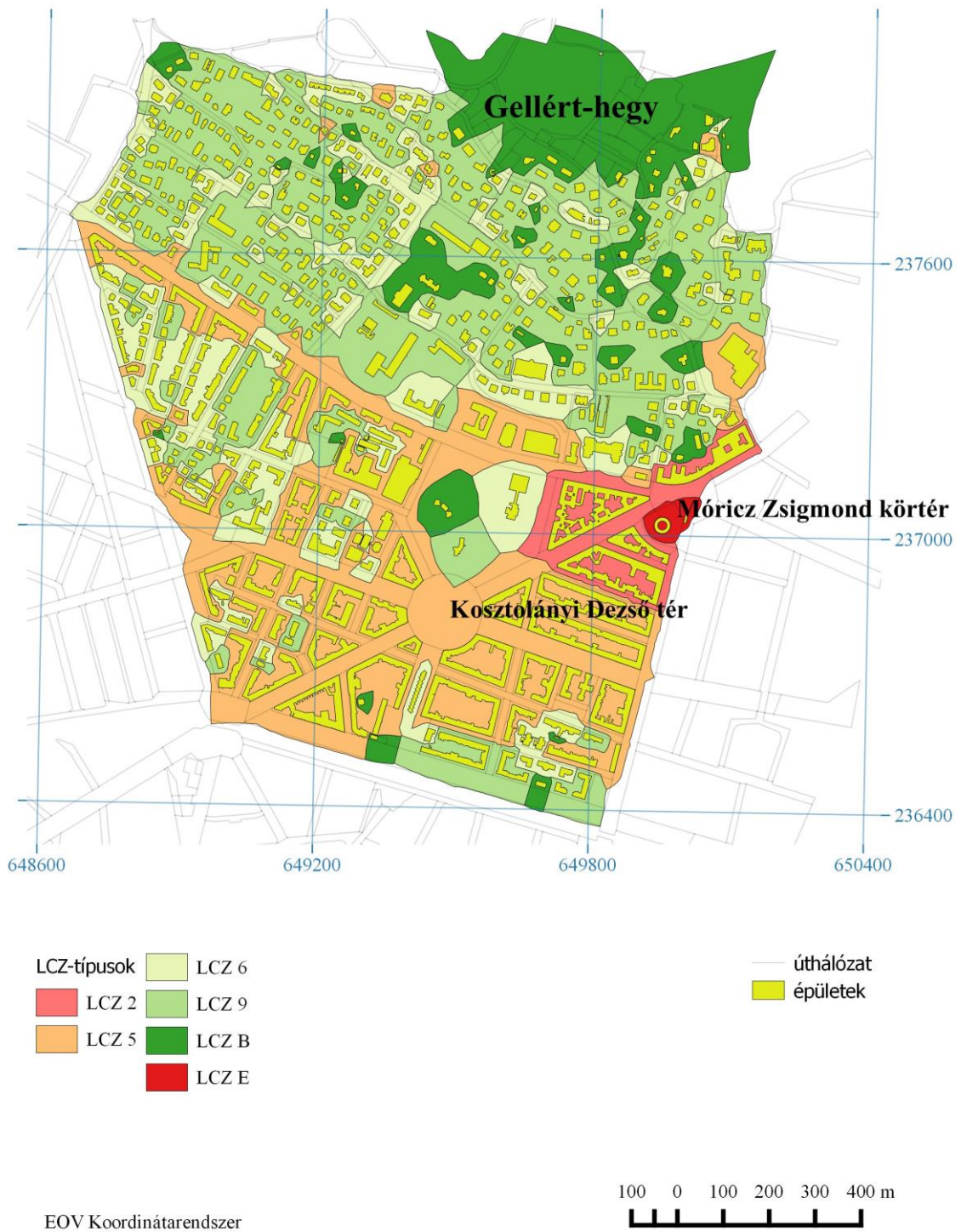
Vízáteresztő felszín aránya – PSF (4. Melléklet): a kapott értékek 5-100 % között változnak. Ez az LCZ osztályozás szempontjából szintén tökéletes, ugyanis az értékek a tizenhét lehetséges főtípusból tizenhat esetében ismét helytállóak (egyedül a 80-90 % közötti értékek nem köthetőek egyetlen típushoz sem). A területemen az alacsonyabb értékekkel rendelkező területek a nagyobb beépítettséggel bíró, épülettömböket és burkolatot tartalmazó részekben találhatóak. Ilyen például a Móricz Zsigmond körtér. A magasabb értékű területek a Gellért-hegyen és környezetében vannak, ahol a növényzet az uralkodó. Az alacsony vízáteresztő aránnyal bíró területeken nem tanácsolt a további vízzáró felszín létrehozása.

Vízzáró felszín aránya – ISF (5. Melléklet): a kapott értékek 0-90 % között változnak. Ez az LCZ osztályozás szempontjából viszonylag jó, ugyanis az értékek a tizenhét lehetséges főtípusból tizenöt esetében ismét helytállóak (90 % feletti érték nincs, így az „E” típus > 90% értéktartománya kiesik, valamint 60-90 % közötti értékek nem köthetőek egyetlen típushoz sem). A területemen az alacsonyabb értékekkel rendelkező területek értelemszerűen a kevesebb burkolatot (épületek nélküli) tartalmazó részek, mint például a Gellért-hegy környezete. A magasabb értékű területek a nagyobb burkoltságot tartalmazó sokszögek esetében fordulnak

elő, ilyen például a Móricz Zsigmond körtér. A magas vízzáró aránnyal bíró területeken nem tanácsolt a további burkolt, vízzáró felszín létrehozása.

Az LCZ-típusok (7. ábra) esetében az eredeti értéktartományok helyett az új értéktartományokat vettem figyelembe. Így összesen hat típus jelenik meg. Az első az LCZ 2 (módosított), amely kompakt beépítettségre és közepes magasságú épületekre utal. Ilyen területek a Móricz Zsigmond körtér környezetében vannak, ahol még találunk növényzetet, de a burkolat uralkodó jellegű. A második az LCZ 5 (módosított), amely nyitott beépítettségre és közepes magasságú épületekre utal. Ilyen területek a magas épülettömbökkel jellemezhető részek, melyek leginkább a Kosztolányi Dezső tér környezetében vannak. Itt is a burkolat a domináns, de a növényzet nagyobb mennyiségben fordul már elő. A harmadik az LCZ 6 (módosított), amely a nyitott beépítettségre és az alacsony épületekre utal. Ilyen területek az alacsonyabb épülettömbök környezetében és a Gellért-hegy környezetében elszórva találhatóak. A növényzet és burkolat aránya már a növényzet felé húz. A negyedik az LCZ 9 (módosított), amely a kevés beépítettségre és az alacsony épületekre utal. Ilyen területek a Gellért-hegy környezetében találhatóak, ahol már jellemzően a növényzet az uralkodó felszínborítottság. Az ötödik az LCZ B (módosított), amely a ritka elhelyezkedésű, fás területekre utal. Ilyen területek a Gellért-hegyen találhatóak, illetve elszórva a Kosztolányi Dezső tér környezetében. Itt már minimális a burkolat. A hatodik az LCZ E (módosított), amely a nagy mértékben burkolt felszínre utal. Ilyen terület a Móricz Zsigmond körtéren található. Itt a burkoltság 100 %-os.

Megfigyeltem, hogy a burkolat/növényzet arány a Kosztolányi Dezső tér és Móricz Zsigmond körtér irányából folyamatosan csökken a Gellért-hegy irányába, mely összhangban van az LCZ-típusok változásával. A forgalmas „városi” részeken a burkolattal összefüggő típus, míg a „vidéki” területeken a növényzettel szoros kapcsolatban álló típus az uralkodó LCZ-típus. A terület nagy részét az LCZ 5 (módosított) és az LCZ 9 (módosított) fedi le, míg a legkisebb arányban az LCZ 2 (módosított) és LCZ E (módosított) típusok szerepelnek.



7. ábra: Az LCZ-típusok előfordulása a budapesti területre lebontva.

Engedély szám: FF/427/1/2015. Engedélyezte: Dr. Varga Márk. Készült az állami alapadatok felhasználásával.

Összefoglalás

A szakdolgozatom első részében bemutattam a nemzetközi szakirodalomban is újdonságnak számító Dr. Iain Stewart és Dr. Tim Oke által kifejlesztett és 2012-ben véglegesített Lokális Klímazónák (LCZ) rendszerét, elemeit és elkülönítésük szempontjait, mindezt egy rövid kronológiai fejlődéstörténettel kiegészítve. Majd a módszer magyarországi felhasználását mutattam be (Unger János és munkatársai munkáján keresztül), végül konzulensemmel, Dr. Albert Gáspárral kijelöltünk egy budapesti területet, ahol ezt a módszert alkalmazhattam és egy LCZ-típusokat jelölő térképet létrehozhattam.

A megfelelő adatok kérvényezése és kézhezvétele után zömmel a Quantum GIS szoftver segítségével végeztem el a munkát. A fő feladatom az LCZ-típusok megállapításához szükséges paraméterek meghatározása volt a területemen lévő épületekhez tartozó voronoi sokszögekre. Az ehhez szükséges magassági adatokat a Google Earth és a Google Maps segítségével adtam meg. A voronoi sokszögek létrehozása után a maradék meghatározható paraméterhez a számításokat már a QGIS-ben végeztem, felhasználva ezeket a magassági adatokat, illetve a műveletek során számolt területi értékeket (épületek, voronoi sokszögek, vízzáró és vízáteresztő felületek). A felszíni albedó paraméterhez segítséget kaptam Mészáros Jánostól adatok formájában.

A meglévő paraméterek segítségével meghatároztam az egyes voronoi sokszögek LCZ-típusát, majd létrehoztam a meglévő paramétereknek külön-külön és az LCZ-típusokat tartalmazó fedvényeknek is egy-egy arculatot, melyet ábraként és mellékletként megjelenítettem.

Céлом ennek a fiatal tudománynak a gyakorlati felhasználása volt itt Budapesten, és egy olyan alaptérkép és alapadatbázis létrehozása, melyet későbbi tanulmányaim során a Meteorológiai Tanszék segítségével hőmérsékleti adatokkal egészíthetnék ki és plusz paraméterek meghatározásával tovább fejleszthetnék. A rendszer alkalmazásával egy adott város területén belüli vagy különböző városok egyes területei közötti termikus sajátosságokat hasonlíthatnék össze.

Irodalomjegyzék / Hivatkozási jegyzék

Felhasznált irodalom

- AUER, A. H. 1978: Correlation of land use and cover with meteorological anomalies. – Journal of Applied Meteorology, 17. pp. 636-643.
- ELLEFSEN, R. 1990: Mapping and measuring building in the canopy boundary layer in U. S. cities. – Energy and Buildings, 15-16. pp. 1025-1049.
- OKE, T. R. 1987: Boundary layer climates. (2nd ed.). – Routledge, London-New York, 435 p.
- SCHROEDER, A. J. – BASARA, J. B. – ILLSTON, B. G. 2010: Challenges associated with classifying urban meteorological stations: The Oklahoma City Micronet example. – Open Atmospheric Science Journal, 4. pp. 88-100.
- STEWART, I. D. – OKE, T. R. 2009: A new classification system for urban climate sites. – 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. – BOTTYÁN, Z. – SÜMEGHY, Z. – GULYÁS, Á. 2000: Urban heat island development of the urban heat island in Debrecen, Hungary. – Acta Climatol. Univ. Szegediensis 36-37, pp. 111-120.
- UNGER, J. – SÜMEGHY, Z. 2003: Classification of urban heat island patterns. – Acta Climatol. Univ. Szegediensis 36-37, pp. 93-100.
- UNGER, J. 2004: Intra-urban relationship between surface geometry and urban heat island: review and new approach. – Climate Research, 27. pp. 253-264.
- UNGER, J. 2006: Modelling of the annual mean maximum urban heat island with the application of 2 and 3D surface parameters. – Climate Research, 30. pp. 215-226.
- UNGER, J. – GÁL, T. – KOVÁCS, P. 2006: A városi felszín és a hősziget kapcsolata Szegeden, 1. rész: térinformatikai eljárás a felszíngeometria számszerűsítésére. Légkör, 51. 3. pp. 2-9.
- UNGER, J. – SAVIC, S. – GÁL, T. 2011: Modelling of the annual mean urban heat island pattern for planning of representative urban climate station network. – Advances in Meteorology, 2011. ID 398613, 9 p.
- 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
- WMO, 1983: Abridged final report, 8th session. – Commission for Climatology and Applications of Meteorology, World Meteorological Organization (WMO), No. 600. Geneva.

Internet hivatkozások (INH.)

- STEWART, I. D. 2015: Dr. Iain Douglas Stewart, <https://iainstew.wordpress.com/>, utolsó elérés: 2015.04.20.
- OKE, T. R. 2015: Dr. T. R. Oke, <http://ibis.geog.ubc.ca/~toke/>, utolsó elérés: 2015.04.20.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom témavezetőmnek, Dr. Albert Gáspárnak a témám kiválasztásában nyújtott segítségéért, a dolgozat haladásának felügyeletéért, annak javításáért, a dolgozat írása folyamán felmerülő problémák megoldásában való iránymutatásáért, valamint a rendelkezésemre bocsátott cikkekért és fájlokért.

Továbbá köszönettel tartozom Mészáros Jánosnak a QGIS megfelelő használatában nyújtott segítségéért és a rendelkezésemre bocsátott budapesti albedó értékekért, - Zentai Lászlónak a kataszteri térképem kérvényezésében nyújtott segítségéért, - a Földművelésügyi Minisztérium Földügyi Főosztályának és Budapest Főváros Kormányhivatalának Földhivatalának munkatársainak a rendelkezésemre bocsátott kataszteri térképért.

Mellékletek

1. melléklet: A dxf fájlok és azok shp változatai táblázatba szedve.

Kiindulási fájl	Fedvények nevei	Kategóriák	Új fedvények nevei
BK_foldreszlet_teraszokkal.dxf	bk_foldreszlet_teraszokkal.shp	BK_FRSZ: burkolt földrésztlet EP_LEPCSO: épület lépcső KOZT_LEPCSO: közterület lépcső TERASZ: terasz RAMPA: rámpa	BK_FRSZ.shp EP_LEPCSO.shp KOZT_LEPCSO.shp TERASZ.shp RAMPA.shp
BNK_foldreszlet.dxf	BNK_FRSZ.shp	BNK_FRSZ: burkolatlan földrésztlet	BNK_FRSZ.shp
burkolat_nemzarptoly.dxf	BURKOLAT.shp	BURKOLAT: burkolt/burkolatlan nem zárt	BURKOLAT.shp
gazdasagiepuletek.dxf	GAZD_EPULET.shp	GAZD_EPULET: gazdasági épület	GAZD_EPULET.shp
intezmeny_epuletek.dxf	intezmeny_epuletek.shp	INTEZMENY_EP: intézmény épület TEMPLOM: templom TORONY_EP: torony VEGYES_EP: vegyes épület	INTEZMENY_EP.shp TEMPLOM.shp TORONY_EP.shp VEGYES_EP.shp
lakoepuletek.dxf	LAKOEPULET.shp	LAKOEPULET: lakóépület	LAKOEPULET.shp
uzemi_epuletek.dxf	UZEMI_EPULET.shp	UZEMI_EPULET: üzemi épület	UZEMI_EPULET.shp

2. melléklet: QGIS folyamatok leírása.

Importálás (vektoros fájl esetén):

Fájl megnyitása a QGIS-ben.

- 1) A képernyő bal oldalán lévő „Add Vector Layer” ikonra kattintás. →
- 2) A „Browse” ikonra kattintás és a megfelelő fájl kikeresése. *
- 3) „Ok”.



Amennyiben a művelet helyesen lezajlott, a bal oldali „Layers” kezelőpanelen belül megjelenik a kívánt objektum.

*A megfelelő fájlformátumot be lehet állítani, néhány formátum esetében a rendszer új ablakban feldobja a vetület beállítás lehetőségét is.

Mentés:

A meglévő fedvény elmentése.

- 1) Jobb klikk a menteni kívánt fedvény nevére a „Layers” panelen belül.
- 2) „Save As...” kiválasztás.
- 3) A „Browse” ikon használatával a mentés helyének és a fájl nevének beállítása. *
- 4) „Ok”.

*Amennyiben a fedvény megköveteli, itt még lehet beállításokat végezni, pl. vetület megadása/cseréje.

Attribútum tábla megnyitása:

Az adott fedvény attribútumait tartalmazó táblázat megnyitása.

- 1) A megfelelő fedvény kijelölése. *
- 2) Jobb klikk a fedvény nevére a „Layers” panelen belül.
- 3) Kattintás az „Open Attribute Table” lehetőségre. →



vagy

1) A megfelelő fedvény kijelölése. *

2) Klickek a kezelőfelületen lévő „Open Attribute Table” ikonra. →



*Ha csak egy fedvényt nyitottunk meg, akkor nem szükséges.

Attribútum tábla szerkeszthetőségének be/kikapcsolása:

A különböző műveletek végrehajthatóságának feltétele, hogy bekapcsolva legyen az attribútum tábla szerkeszthetősége.

1) A menüsor alatti kezelőpanel „Toggle Editing” ikonjára kattintás. * →



*Ekkor újra meg kell nyitni az attribútum táblát.

vagy

1) A megnyitott attribútum táblában a „Toggle editing mode” bekapcsolása.

vagy

1) A megfelelő fedvény kijelölése. **

2) Jobb klickek a fedvény nevének a „Layers” panelen belül.

3) „Toggle Editing” opció választása.

**Ha csak egy fedvényt nyitottunk meg, akkor nem szükséges.

Attribútum tábla szerkeszthetőségének kikapcsolása ugyanígy zajlik, viszont a kikapcsolás feltétel a változtatások mentése.

Attribútum tábla változásainak mentése:

A végrehajtott műveletek jóváhagyás. Az adott fedvény azonnal átveszi a mentett változásokat.

1) Klickek a „Save Layer Edits” ikonra a menüsor alatti kezelőpanelen. →



vagy

- 1) Klickek az attribútum táblán belüli kezelőpanelen a „Save Edits” ikonra.

vagy

- 1) Az attribútum tábla szerkeszthetőségének kikapcsolásával a rendszer megkérdezi, hogy elmentse-e a változtatásokat.
- 2) „Ok”.

Attribútum táblában új oszlop létrehozása:

A folyamat során egy új, általunk meghatározott tulajdonságokkal rendelkező oszlopot hozunk létre az attribútum táblában, melynek értékeit az összes objektum örökli.

- 1) Klickek az attribútum tábla kezelőpaneljén lévő „New column” ikonra. → 

vagy

- 1) Klickek a QGIS kezelőpaneljén lévő „Open field calculator”. → 

vagy

- 1) Klickek az attribútum tábla kezelőpaneljén lévő „Open field calculator”.
- 2) A megfelelő paraméterek beállítása* és a név megadása.
- 3) „Ok”

*Az oszlopok típusa függ az általunk bevinni kívánt adatoktól.

Calculator:

Az attribútum táblán belüli oszlopszerkesztés és matematikai műveletek kezelőfelülete.

- 1) „Open field calculator” megnyitása. (Lásd előző művelet)

Függvények kiválasztása:


- 1) Klickek a megfelelő lehetőségre a „Funcion list” panelen.
- 2) Dupla klickek az azon belüli megfelelő lehetőségre.
- 3) „Ok”.

Objektumok kijelölése:

A folyamat során egy adott objektumot jelölünk ki.

- 1) A megnyitott attribútum táblán belül klickek az adott objektumra.

vagy

- 1) A megfelelő fedvény kijelölése.*
- 2) Klickek a kezelőpanelen lévő „Select Features” ikonra. → 
- 3) Az objektum kijelölése vizuálisan.

* Ha csak egy fedvényt nyitottunk meg, akkor nem szükséges.

Objektumok összevonása:

A folyamat során egy adott fedvényen található objektumokat tudunk összevonni egy új objektummá.

- 1) Az összevonandó objektumok kijelölése.
- 2) Klickek az „Edit” menüpontra, azon belül a „Merge selected features” lehetőségre.
- 3) A felugró ablakban az új objektum adatai módosíthatóak.
- 4) „Ok”.

Vonalból poligon:

A folyamat során a vonalas elemeket átalakítjuk poligonokká.

- 1) A vonalas fedvény kiválasztás. *
- 2) Klickek a „Vector” menüpont „Geometry Tools” lehetőségén belül a „Lines to Polygon...” opcióra.
- 3) A „Browse” ikon használatával a mentés helyének és a fájl nevének beállítása.
- 4) „Ok”.

*Ha csak egy fedvényt nyitottunk meg, akkor nem szükséges.

Új fedvény:

A folyamat során egy új fedvényt hozunk létre a „Layers” panelen belül.

- 1) Klickek a „Layer” menüpont „Create Layer” lehetőségén belül a „New Shapefile Layer...” opcióra.
- 2) Megfelelő fedvénytípus (pont, vonal, poligon) és vetület megadás, névadás.
- 3) „Ok”.

Kimetszés:

A folyamat során egy objektumból metszünk ki egy másik fedvényen lévő objektumot.

- 1) Klickek a „Vector” menüpont „Geoprocessing Tools” lehetőségén belül a „Difference” opcióra.
- 2) Az alapfedvény beállítása „Input vector layer”-ként és a kivágandó fedvény beállítása „Difference layer”-ként.
- 3) A „Browse” ikon használatával a mentés helyének és a fájl nevének beállítása.
- 4) „Ok”.

Fedvények összevonása:

A folyamat során több fedvényt vonunk össze egy új fedvénné.

- 1) Klickek a „Vektor” menüpont „Data Management Tools” lehetőségén belül a „Merge Shapefiles to One...” opcióra.
- 2) A felugró ablakban a fájlok/fájlokat tartalmazó mappa kikeresése és a megfelelő beállítások végrehajtása.
- 3) A „Browse” ikon használatával a mentés helyének és a fájl nevének beállítása.
- 4) „Ok”.

Pontsűrítés:

A folyamat során az adott objektumot alkotó pontthalmaz számát növeljük meg.

- 1) Klickek a „Vector” menüpont „Geometry Tools” lehetőségén belül a „Densify Geometries...” opcióra.
- 2) A felugró ablakban a feldolgozni kívánt poligonos réteg beállítása.
- 3) A „Vertical to add” lehetőségénél a pontsűrítés megadása.
- 4) Mentés esetén a „Save to new file” bekapcsolása és a „Browse” ikon használatával a mentés helyének és a fájl nevének beállítása.
- 5) „Ok”.

Poligonból pont:

A folyamat során a poligon típusú fedvényt pont típusú fedvénné alakítjuk át.

- 1) Klickek a „Vector” menüpont „Geometry Tools” lehetőségén belül az „Extract Nodes...” opcióra.
- 2) A feldolgozni kívánt poligon típusú fedvény kiválasztása.
- 3) A „Browse” ikon használatával a mentés helyének és a fájl nevének beállítása.
- 4) „Ok”.

Voronoi sokszögek létrehozása:

A folyamat során a pont típusú fedvény minden pontjára készül egy poligon az új poligon típusú rétegen.

- 1) Klickek a „Vector” menüpont „Geometry Tools” lehetőségén belül a „Voronoi Polygons...” opcióra.
- 2) A feldolgozni kívánt pont típusú réteg kiválasztása.
- 3) A „Browse” ikon használatával a mentés helyének és a fájl nevének beállítása.
- 4) „Ok”.

Snapping:

A folyamat során a fedvények szerkeszthetőségét kapcsoljuk be.

- 1) Klickek a „Settings” menüpont „Snapping Options...” lehetőségre.
- 2) A felugró ablakban az „Enable snapping on intersection” lehetőség választása.
- 3) „Ok”.

Levágás:

A folyamat során egy objektumból vágunk ki egy másik fedvényen lévő objektumot.

- 1) Klickek a „Vector” menüpont „Geoprocessing Tools” lehetőségén belül a „Clip” opcióra.
- 2) Az alapfedvény beállítása „Input vector layer”-ként és a kivágandó objektumot tartalmazó fedvény beállítása „Clip layer”-ként.
- 3) A „Browse” ikon használatával a mentés helyének és a fájl nevének beállítása.
- 4) „Ok”.

Intersect:

A folyamat során egy objektumot darabolunk fel egy másik fedvény alapján.

- 1) Klickek a „Vector” menüpont „Geoprocessing Tools” lehetőségén belül a „Intersect” opcióra.
- 2) Az alapfedvény beállítása „Input vector layer”-ként és a darabolás forrásfedvényének beállítása „Intersect layer”-ként.
- 3) A „Browse” ikon használatával a mentés helyének és a fájl nevének beállítása.
- 4) „Ok”.

Composer:

A folyamat során a nyomtatási felületet jelenítjük meg, a különböző szerkesztések itt hajthatók végre.

- 1) Klickek a kezelőpanelen lévő „New Print Composer” ikonra. →
- 2) A felugró ablak a cím megadása.



vagy

- 1) Klickek a kezelőpanelen lévő „Composer Manager” ikonra. →
- 2) A felugró ablakban a már meglévő kinézet betöltése a „Show” ikonra kattintással vagy új kinézet létrehozása az „Add” ikonra kattintással és a megfelelő beállításokkal.

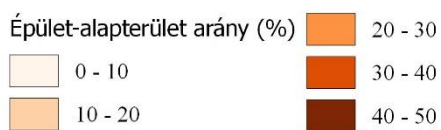
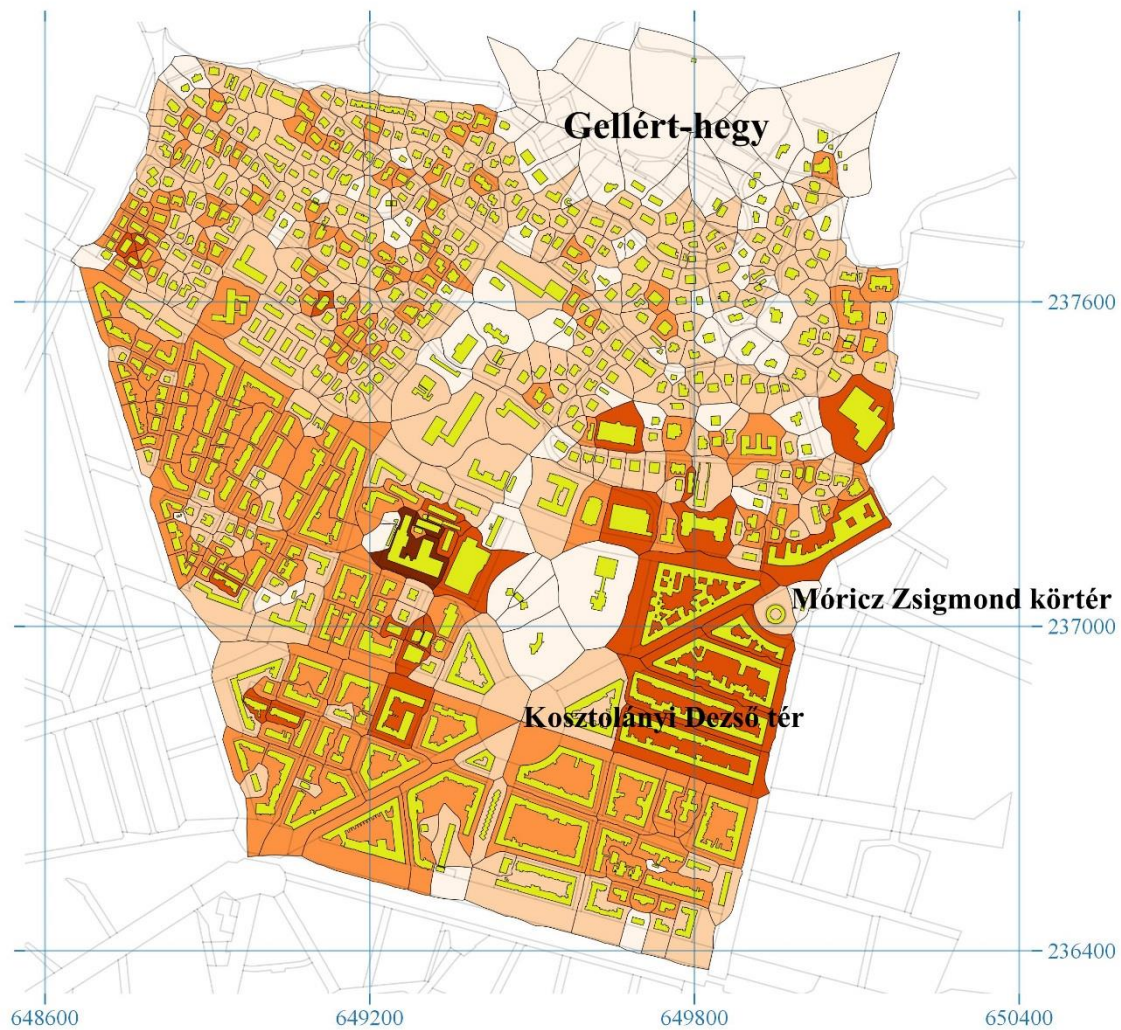


Style:

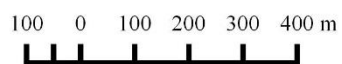
A folyamat során az adatok megjelenítési stílusát állíthatjuk be.

- 1) Jobb klikk a kiválasztott fedvényen.
- 2) Klikk a „Properties” lehetőségre.
- 3) A felugró ablakban klikk a „Style” lehetőségre.
- 4) A felső görgős lehetőségnél klikk a megfelelő kategóriára.
- 5) A beállítások módosítása.
- 6) „Ok”.

3. Melléklet: Áttekintő térkép a BSF paraméterről.

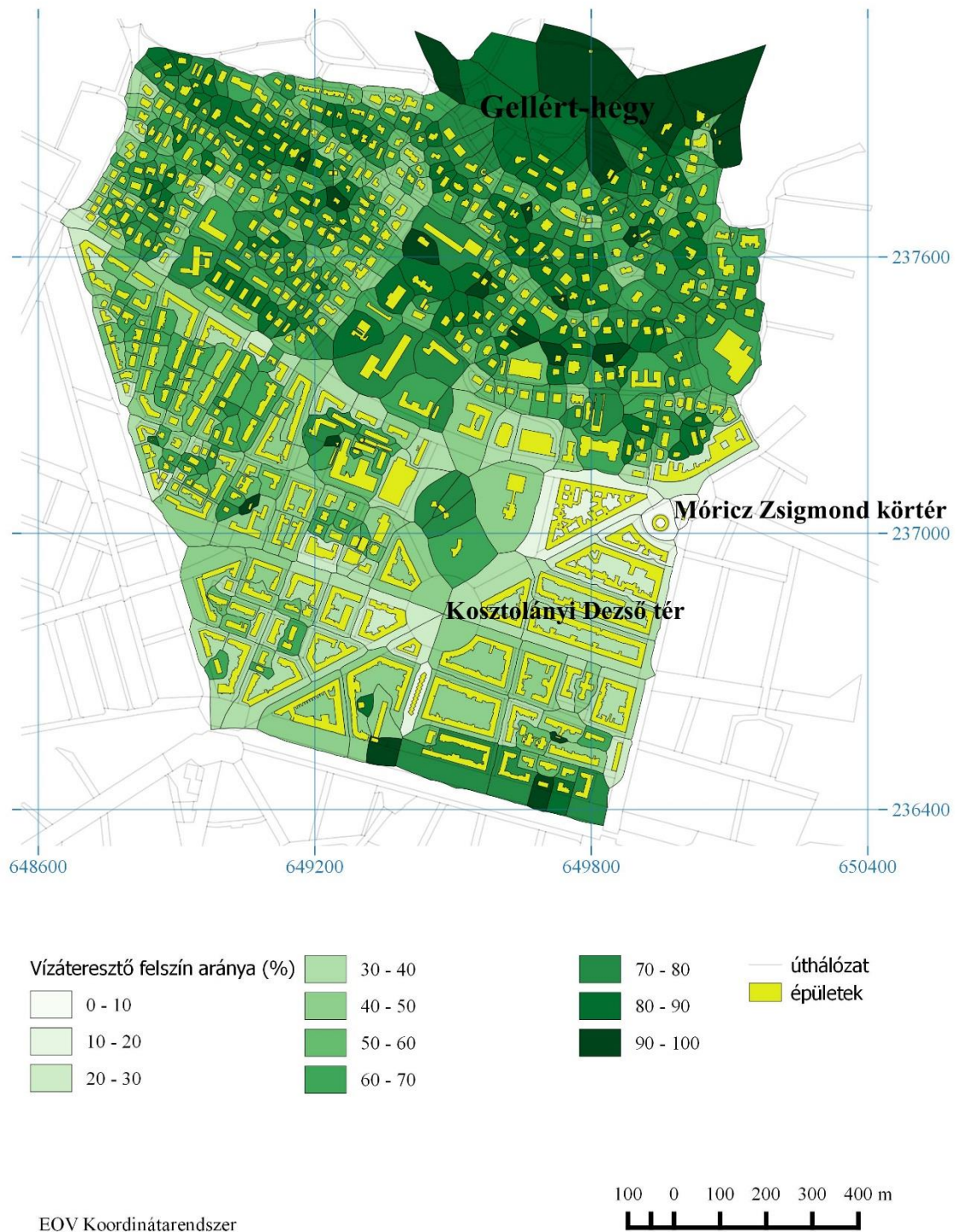


EOV Koordinátarendszer



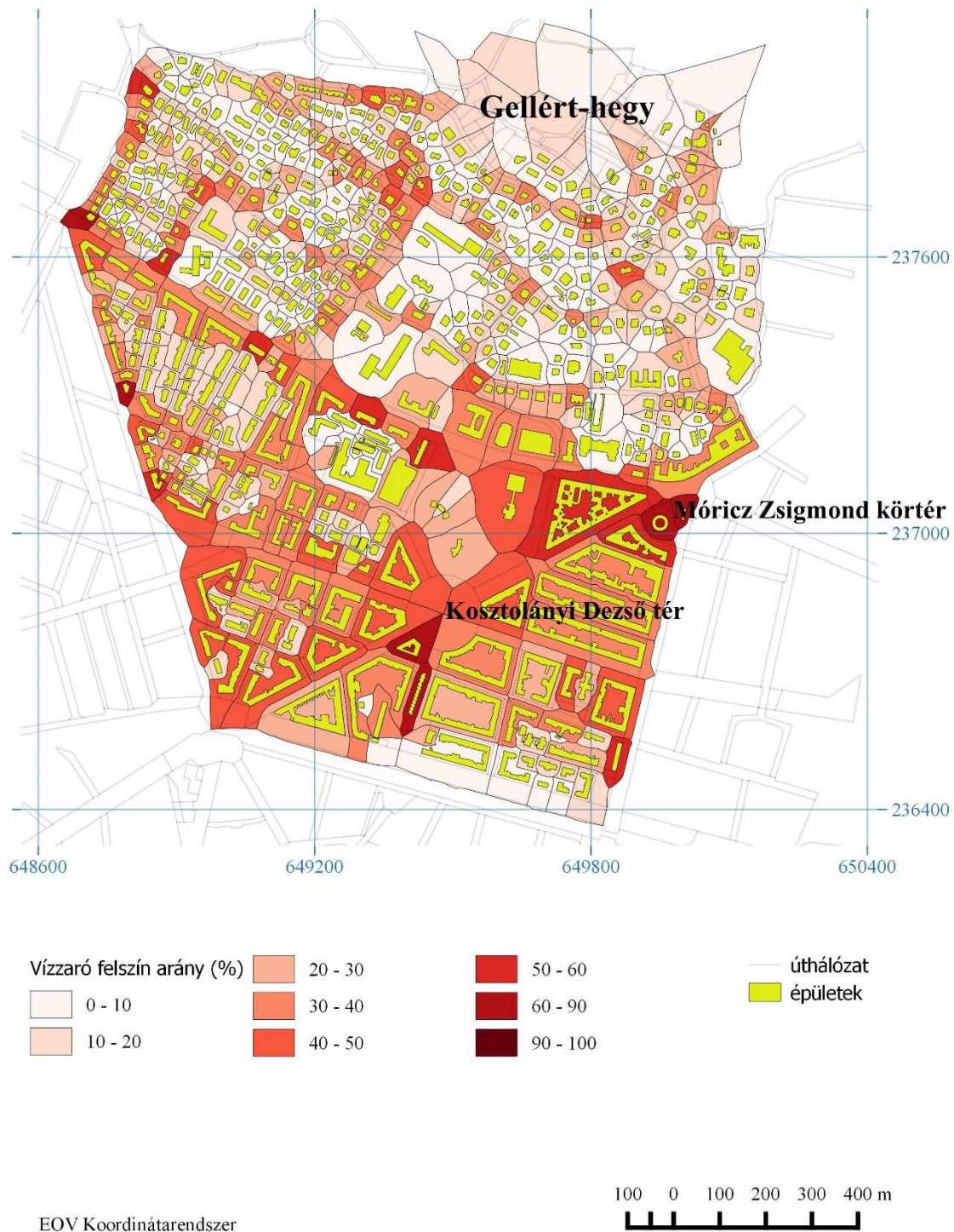
Engedély szám: FF/427/1/2015. Engedélyezte: Dr. Varga Márk. Készült az állami alapadatok felhasználásával.

4. Melléklet: Áttekintő térkép a PSF paraméterről.



Engedély szám: FF/427/1/2015. Engedélyezte: Dr. Varga Márk. Készült az állami alapadatok felhasználásával.

5. Melléklet: Áttekintő térkép az ISF paraméterről.



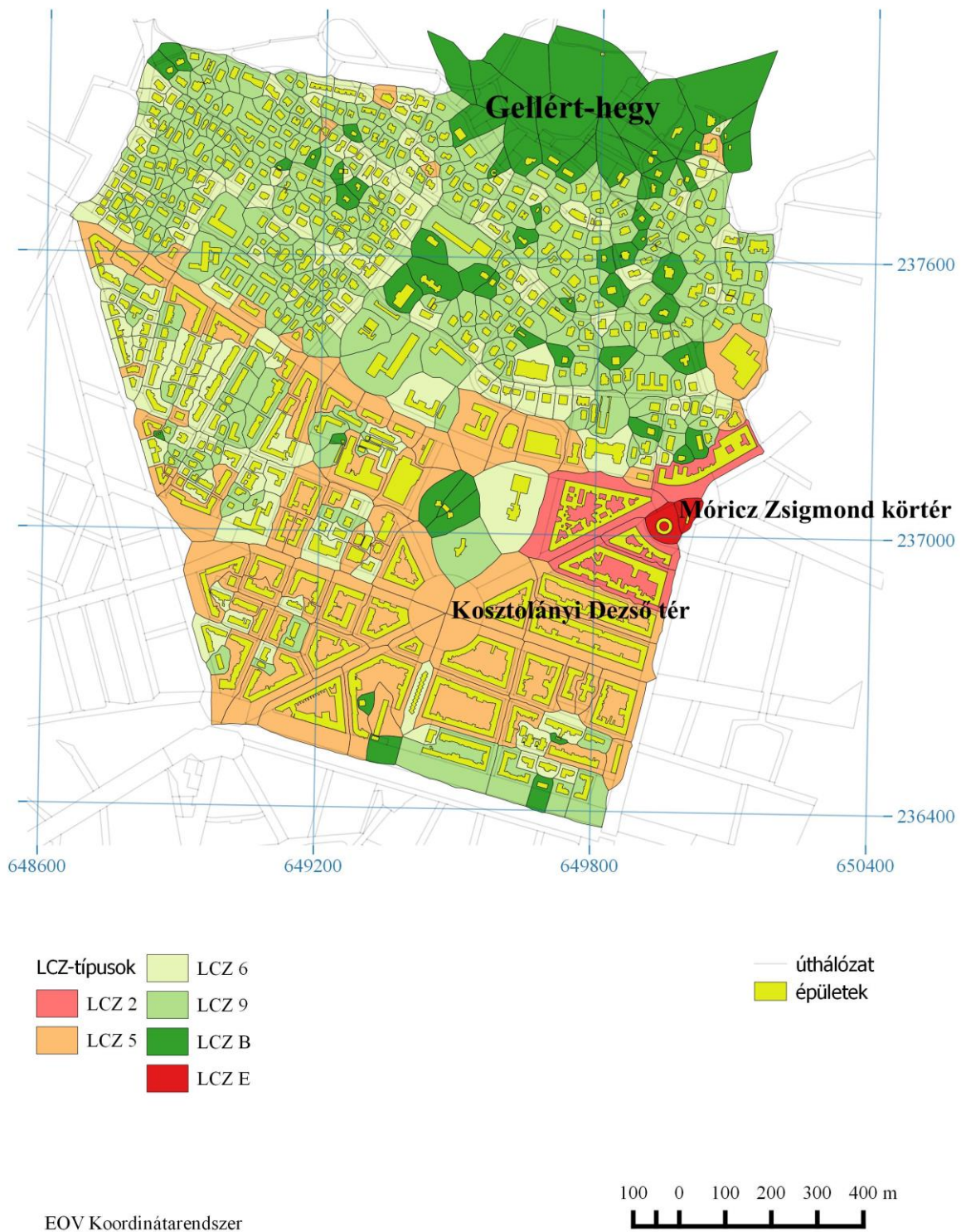
Engedély szám: FF/427/1/2015. Engedélyezte: Dr. Varga Márk. Készült az állami alapadatok felhasználásával.

6. Melléklet: Áttekintő térkép a HRE paraméterről.



Engedély szám: FF/427/1/2015. Engedélyezte: Dr. Varga Márk. Készült az állami alapadatok felhasználásával.

7. Melléklet: Áttekintő térkép az LCZ-típusokról (módosított).



Engedély szám: FF/427/1/2015. Engedélyezte: Dr. Varga Márk. Készült az állami alapadatok felhasználásával.

Nyilatkozat

Alulírott, *Salamon Jenő* (NEPTUN azonosító: O3SC8N) nyilatkozom, hogy jelen szakdolgozatom teljes egészében saját, önálló szellemi termékem. A szakdolgozatot sem részben, sem egészében semmilyen más felsőfokú oktatási vagy egyéb intézménybe nem nyújtottam be. A szakdolgozatomban felhasznált, szerzői joggal védett anyagokra vonatkozó engedély a mellékletben megtalálható.

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

HOZZÁJÁRULOK

NEM JÁRULOK HOZZÁ

Budapest, 2015. május 15.

.....
a hallgató aláírása