

## Válasz

**Dr. Lakatos Mónika**

### **Gál Tamás: A lokális klímazónák városklimatológiai alkalmazása című MTA doktori értekezéséről készített opponensi véleményére**

---

Szeretném megköszönni opponensemnek a bíráló elkészítését, a doktori mű rendkívül alapos áttekintését, elismerő megjegyzéseit, valamint azt, hogy ráirányítja a figyelmet számos – véleményem szerint – is meghatározó eredményemre. Örömteli számomra, hogy gondolatébresztő kérdései az alkalmazási lehetőségeire is kitérnek.

A bírálóban megfogalmazott felvetésekre és kérdésekre (amit itt szürke színnel szerepeltetek) a következő válaszokat fogalmazom meg.

#### **Bevezetés**

Napjaink egyik, talán legkomolyabb kihívása az éghajlatváltozás és hatásainak pontos megismerése, a negatív hatások kivédése, az ezekhez történő alkalmazkodás, ezzel együtt a változás mérséklése. A közelmúlt változásai a méréseknek köszönhetően jól ismertek és az éghajlat várható alakulásáról számos modell alapján egyre részletesebb kép rajzolódik ki. Meg kell azonban jegyezni, hogy mind a mérések, mind a klímamodellezés szempontjából a városi területek – térbeli léptékükből adódóan – kevésbé vizsgáltak és ismertek, holott napjainkra a világ népességének jelentős része már a városokban koncentrálódik. Sorra fogalmazódnak meg újabb tudományos kérdések.

Gál Tamás doktori értekezésében arra a tudományos kérdésre keresi a választ, hogy a változó éghajlat és a városi hatások eredőjeként milyen éghajlati viszonyok jönnek létre a globális és a hazai lakosság döntő többségére is ható légköri közegben. A lokális klímazónák (LCZ) térképezésének az eszközt és ezek modellezésbe történő beépítését látja, mint a válaszadás lehetséges módja. Ez ugyanis lehetővé teszi, hogy a városi termikus viszonyokról egy előzetes képünk legyen, amit felhasználva célzottan lehetne telepíteni reprezentatív városi mérőállomásokat is, bízva abban, hogy így pontosabban megismerhetjük a városok hőmérsékletmódosító hatását és e hatások városon belüli eltéréseit. Az LCZ térképezés másik nagy lehetősége abban mutatkozik meg a jelölt szerint, hogy a városi léptékű időjárás és klímamodellezést javíthatják e termikus szempontból homogén felszínborítási osztályok, mivel segíthetik pontosan leképezni a városok termikus reakcióit a modellekben.

Jelentős potenciál van a lokális klímazónák alkalmazásával történő városi léptékű időjárás és klímamodellezésben, amelyhez kiváló alapot teremt az LCZ-re reprezentatív városklíma monitoring rendszer, a városi felszínparaméterek és egyéb adatok szempontjából részletesen feltárt és a városklimatológiai vizsgálatok szempontjából ideális adottságokkal rendelkező szegedi mintaterület. A dolgozat a mikrometeorológiai folyamatoktól a regionális klímamodellek skálájáig minden skálát felölel, térben viszont lokális marad kivéve a Kárpát-medencei városokra elemzett klímamodell szimulációk eredményeinek elemzése. A módszerek azonban adaptálhatók más városra is.

Fontos kiemelni, hogy a jelöltnek a szegedi Városklíma Kutató csoport tagjaként jelentős szerepe volt a kutatási ötletek megfogalmazásában. A munka a nagy múltú, nemzetközileg is elismert városklíma kutató csoport tudásbázisára épül, aminek a jelölt alakítója és gyarapítója. A doktori értekezésben nyilvánvalóan megjelenik a csoportmunka eredménye, aminek egy része a jelölt által vezetett doktori kutatások eredménye, ugyanakkor világossá teszi a jelölt, hogy fő célja a saját főbb tudományos eredményeinek bemutatása és a csoport munkájában betöltött szerepének definiálása volt. Ez meg is történt, a tézisek megfogalmazásánál egyértelművé teszi az adott eredménnyel kapcsolatban a szerepét.

Köszönöm opponensem méltató szavait különös tekintettel arra, hogy kiemeli az LCZ séma előnyös tulajdonságait, a kutatás térbeli skálák szempontjából átfogó jellegét és a módszerek más területekre történő adaptálhatóságát. Külön öröm számomra, hogy opponensem kihangsúlyozza, hogy a doktori mű megírása során jelentős nehézséget okozó, a városklíma kutatócsoport eredményeivel kapcsolatos szerepemnek, egyben a saját tudományos eredményeimnek az ismertetése világos és egyértelmű.

#### Az értekezés felépítése és szerkezete

A 133 oldalas értekezés megfelel az MTA doktor értekezések formai követelményeinek. A felépítése logikus. Rövid bevezetést követően a városklíma kialakulásának okait, jellegzetességeit ismerteti, majd áttekintést ad a lokális klímazónák rendszeréről, térképezéséről alkalmazhatóságának lehetőségeiről városklíma megfigyelések és városklíma modellezés céljából. Majd az „Anyag és Módszertani” részben ismerteti a vizsgált területet, a WUDAPT LCZ térképezési módszert, az átlagos hősziget intenzitás statisztikai modelljét, az alkalmazott klímaindexeket, humán komfort paraméterek számításának módszereit, a városi léptékű időjárás és klímamodellezés részleteit.

A dolgozat legmarkánsabb fejezete az eredményeket ismerteti, több mint félszáz oldal terjedelemben. A bemutatás során 7 főbb témakörre bontja az eredményeket, amelyeket összefoglalva is bemutat az 6. fejezetben, tézis jelleggel. A képleteket, ábrákat és táblázatokat alfejezetenként számozza a szerző. Az ábrák szemléletesek, érthetőek és követhetőek. Az irodalom jegyzék bőséges, 19 oldalon több mint 400 tételt tartalmaz. Külön szakirodalmi áttekintést nem tartalmaz a dolgozat, de az egyes témákban hivatkozott publikációk egyben a tématerület történeti fejlődését is mutatják. Összegezve megállapítható, hogy a doktori mű nyelvezete érthető, megfogalmazásai pontosak, jól követhetőek. A dolgozat kivitelezése esztétikus.

Köszönöm bírálom pozitív megjegyzéseit a doktori mű szerkezetét, nyelvezetét valamint megjelenését illetően.

#### A célkitűzéseit az alábbi 6 pontban foglalja össze:

1. Az LCZ osztályok városi területeken történő térképezésének kidolgozása.
2. Az LCZ rendszerre reprezentatív városklíma monitoring hálózat létrehozása.
3. Az így létrehozott megfigyelő rendszer adatainak felhasználásával a lokális klímazónák komplex városklimatológiai elemzése.
4. Az LCZ térképezésre és a monitoring rendszer mérési adataira építve a lokális klímazónák beépítése városi léptékű időjárás és klíma modellekbe.
5. Az éghajlatváltozás és a városklíma interakcióinak feltárása és jövőbeli projekciója.
6. Az LCZ rendszer alkalmazása klíma adaptációs és városklíma mitigációs modellkísérletekben.

Elért eredményeit a szegedi Városklíma Kutató csoport tagjaival közösen publikálta, az utóbbi éveket tekintve rendelkezik elsőszerzős, referált publikációkkal.

Az eredményeit 5 fő terület szerint csoportosította:

a, A lokális klímazónák térképezése területén először egy szubjektív, majd egy objektív GIS alapú eljárás elvét és részleteit, egy fuzzy logikán alapuló számítást és a telekpoligonok összevonásának eljárását. Rámutatott, hogy a műholdkép feldolgozáson alapuló WUDAPT eljárás nem ad annyira pontos eredményt, mint a nagyobb adatigényű GIS alapú módszer. Nemzetközi együttműködésben kidolgozta az ezek kombinációján alapuló LCZ térképezési eljárást.



b, A lokális klímazónákon alapuló, reprezentatív városklíma monitoring rendszer telepítése témájában egy, az LCZ térképezési eljárás alapján, a városi hősziget struktúrájához igazodó, célzott eljárást vázolt fel reprezentatív mérőhálózat kialakítására, ami adaptálható más városokra is.

c, Az Urban-Path városklíma monitoring hálózat témaköréhez kapcsolódó eredményei a következők: kidolgozta a telepítés és működés részleteit, részt vett a helyszínek mikroklimatológiai szempontú értékelésében. A működés és adatkezelés, adatfeldolgozás, valamint a humánkomfort számítás koncepciójának, illetve az ehhez szükséges paraméter becslések kidolgozása is a jelölt munkája. Jelentős eredmény, hogy kidolgozott egy eljárást a külterületi szélsőségek a felszínérdesség és egyéb mikroklima mérések alapján a városi tetőrétegen belüli szélsőségek becslésére.

d, A lokális klímazónákon alapuló városklimatológiai értékelés során elért eredményei közül ki kell emelni, hogy a világon elsőként a jelölt által bizonyítást nyert, hogy eltérő LCZ osztályok valóban eltérő UHI viszonyokat eredményeznek. Kimutatta, hogy az LCZ osztályok átlagos hőmérséklet különbségei az éjjeli órák eltéréseiből adódnak. Azonosította a városi hűvös sziget kialakulását és hatásait. Elemzést végzett arra vonatkozóan, hogy miként függ a hősziget nagysága az egyes LCZ-k esetén az időjárási helyzettől. Vizsgálta nedvességi paraméterek szerepét is. Kidolgozott egy módszert, amivel lehetővé vált a városi humánkomfort térbeli és LCZ szerinti számítása. Klímaindexeket is alkalmazott az elemzése során, s rámutatott arra, hogy a napi minimum hőmérsékleten alapuló indexekkel a különböző városi beépítést reprezentáló LCZ-k jelentős eltéréseket produkálnak.

e, A lokális klímazónákon alapuló klíma és időjárási modellezés területén komoly eredménynek mondható, hogy a jelölt rámutatott, hogy a lokális klímazónák alkalmazásával lehetséges pontosítani a városi léptékű klíma és időjárási modelleket. A jelölt irányításával az LCZ séma alkalmazása több ilyen modellben is megvalósult. A Kárpát-medence több városára elvégezte a „trópusi éjszaka” klímaindex projekcióját. Rámutatott, hogy a klímaváltozás és a városklíma kölcsönhatása következtében a kompakt beépítésű területeken jelentősen nő a hőterhelés több városban. A döntéshozatal szempontjából kiemelkedő eredmény, hogy a jelölt demonstrálta, hogy a lokális klímazónák rendszere, kombinálva városi léptékű klímamoddellel, alkalmas a növényzettel kapcsolatos várostervezési lépések klimatikus hatásainak elemzésére. Az LCZ alapú városi léptékű klímamodell vizsgálatok eredményei szerint a városi területen, illetve azok környékén elhelyezett sűrű erdőhöz hasonlító parkok vagy véderdők klimatikus hatásai nem egyértelműen kedvezőek.

Opponensem szemléletesen összegzi a doktori mű legfontosabb elemeit, mint ahogy a tudományos eredmények legjelentősebb szegmenseit is. Örömteli, hogy kiemeli a térképezés kapcsán a fuzzy logikán alapuló eljárás elvét, a reprezentatív városi mérőállomás-hálózat telepítési módszerének más városra történő alkalmazhatóságát, a monitoring hálózat kapcsán kidolgozott humánkomfort és szélsőségek számítás elvét. Nagy elismerésnek érzem, hogy bírálóm szerint a városi hőszigetre irányuló, LCZ alapú elemzéseimnek nemzetközileg is kiemelkedő a szerepe, valamint hangsúlyozza – a munkásságom során oly gyakran hangoztatott – LCZ alapú klíma és időjárási modellezés fontosságát és potenciális lehetőségeit.

Az itt bemutatott eredményeket 20 tézispontban foglalta össze a jelölt, véleményem szerint emiatt eléggé töredezettek, érdemes lett volna az elvégzett munka időrendiségén túl más rendező elvet követni, kevesebb pontban összefoglalni az elvégzett munkát, így a mozaikos jelleg megszűnt volna.

Bírálóm véleményét a tézisek töredezettségét illetően – a többi bírálatban is elhangzott szempontok figyelembevételével – elfogadom, be kell lássam, hogy a tézisek megfogalmazása során alkalmazott koncepció, amely akkor számomra teljes mértékben kézenfekvőnek tűnt, talán nem a legjobb választás volt.



Összességében megállapítható, hogy az értekezésben ismertetett témakörök időszerűek, gyakorlati és tudományos szempontból is jelentősek, és a komplex módszertani feldolgozással együtt bemutatva jelentős érdeklődésre tarthatnak számot. Az elemzéseket korszerű statisztikai eljárásokkal, modellezési eszközökkel és szoftverekkel, adekvát módon végezte a jelölt.

Köszönöm opponensem elismerő szavait a bemutatott tudományos eredményekkel, azok jelentőségével, a munka komplexitásával valamint az alkalmazott módszertan korszerűségével kapcsolatban.

#### **Az értekezéssel kapcsolatos kérdések, megjegyzések:**

Kérdésem, hogy a jelölt miért éves átlagos UHI-t számol a munkája során? Évszakos bontásban is érdekes lehet a városi hősziget mértékének alakulása. Például tavasszal a fenológiai fázisok eltolódása miatt, nyáron fokozottan jelentkezi a hőhullámok egészségkárosító hatása, télen pedig a kisebb fűtési energia igény miatt lehet jelentősége. Véleményem szerint más az egyes szektorokra gyakorolt hatás a különböző évszakokban.

Egyetértek opponensem felvetésével, miszerint a városi hősziget intenzitás évszakos bontásban történő vizsgálata több esetben (fonológia, fűtési vagy hűtési igény, stb.) célravezetőbb, mint az éves átlagos UHI elemzése. A évszakos elemzésekre számos alkalommal sor került a kutatócsoportunk munkája során, azonban a doktori műből részben terjedelmi, részben koncepcionális okok miatt ezek az eredmények kimaradtak. Ugyan a dolgozat is kitér hasonló elkülönítésre, így tavaszi (pl. 5.34. ábra) és nyári időszakok vizsgálatára (pl. 5.35. és 5.39. ábrák), valamint ideális napok elemzésére (pl. 5.37., 5.40. és 5.41. ábrák) azonban itt a fő cél annak kimutatása volt, hogy a különböző LCZ osztályok termikus tulajdonságai a felszín hatások érvényesülése szempontjából kedvezőbb időjárási helyzetekben jóval karakteresebben mutatkoznak meg.

A 3.4. Lokális klímazónák alkalmazása városklíma modellezés céljából című fejezetből az derül ki, hogy az LCZ sémát leggyakrabban a WRF modellben alkalmazzák (3.11. táblázat). Csak esettanulmányt említ a dolgozat. Van-e példa az LCZ séma beépítésére, operatív használatára. Ha ez eddig nem történt meg, akkor miben látja ennek az akadályát.

Az LCZ séma WRF-ben történő alkalmazására – köszönhetően a modell elterjedtségének – valóban igen sok példa van. Megjegyzem, hogy Giannaros et al. (2013) és Brousse et al. (2016) műveitől eltekintve az elmúlt öt évben jelentek meg nagy számban publikációk. A vizsgálatok ilyen nagy mértékű megindulását részben a Martilli et al. (2016) által bemutatott segédlet megjelenésének, illetve annak tudhatjuk be, hogy a 4-es verzió (Skamarock et al. 2019) már eleve támogatta a sémát. Véleményem szerint az LCZ alapú szimuláció terjedésének a közelmúltban megjelent globális adatbázis (Demuzere et al. 2022) is hasonló mértékű segítséget jelenthet. Ezek, az irodalomban megjelent példák alapvetően kutatási célúak, azaz a városi hatás elemzésére, vagy a módszertan finomítására irányulnak, amivel segíthetjük az operatív modellezésben dolgozó szakemberek munkáját a gyakorlati alkalmazás kidolgozására, amennyiben a meteorológiai szolgálatok részéről erre igény mutatkozik. Ez ügyben a városklímával foglalkozó kutatók felelőssége annak hangsúlyozásában van, hogy a városi hatások figyelembe vétele az operatív előrejelzések szempontjából is rendkívül fontos és annak numerikus szimulációjára már van alkalmazható megoldás.

Szintén ez a fejezet tartalmazza, hogy a MUKLIMO\_3 modellben van példa a modell validációjára, valamint várostervezési lépések elemzésre irányuló vizsgálatokra is. Kérem a jelöltet, hogy fejtse ki, hogy ebben milyen szerepe volt. Ugyanebben a fejezetben olvashatjuk, hogy a „COSMO egy korlátos tartományú nem hidrosztatikus klímamodel, amelyet mezo léptékű alkalmazásra fejlesztettek. A modell TERRA-URB parametrizációs sémája teszi lehetővé a városi



léptékű alkalmazást. Az LCZ sémával történő alkalmazására csak kevés példa van. Itt az a kérdésem, hogy mi a különbség a két séma között, melyiknek mi az előnye, illetve a hátránya?

A MUKLIMO\_3 modellel kapcsolatos LCZ alapú vizsgálatok fő kiindulópontja a 2014-2015-ben a nemzetközi visegrádi alap támogatásából megvalósult „Urban climate in Central European cities and global climate change” című projekt volt. A projekt részvevőjeként én irányítottam rá a figyelmet az ekkor még viszonylag kevésbé elterjedt LCZ séma alkalmazására más felszínosztályozás ellenében.

A COSMO (TERRA\_URB) LCZ alapú alkalmazása csak az elmúlt pár évben jelent meg főként belga és orosz kutatók – doktori műben is hivatkozott – munkásságának részeként. A kezdetinek tekinthető eredmények nagyon biztatóak. Az utóbbi modellt sajnos csak szakirodalmi forrásokból ismerem, azonban előnyös tulajdonságának tekinthető a MUKLIMO\_3 modellel szemben, hogy kapcsolatosan alkalmazható a COSMO regionális modellel. Hátrányának tekinthetjük azonban, hogy a városi kanyon megközelítést alkalmazza, amely véleményem szerint néhány esetben kevésbé megfelelő megközelítés mint a MUKLIMO\_3-ban alkalmazott porózus városi felszín.

Ugyanebben a fejezetben olvashatjuk, hogy „Nagy potenciál van a PALM és PALM-4U modellben (Maronga et al. 2020) köszönhetően annak, hogy a modell nagy örvény szimuláción (Large Eddy Simulation, LES) alapszik, így módszertani szempontból hoz újdonságot a városi klímamodellezés területére. Meglepő, hogy az irodalomban nem található olyan publikált eredmény, amely esetén a modellt az LCZ rendszerrel használták. Erre részben magyarázatot ad, hogy a Heldens et al. (2020) szerint az LCZ séma felbontása nem elégséges a modell futtatásához, azonban az alkalmazás megfelelő részleteinek kidolgozásával ez véleményem szerint nem okozhat problémát. Fejtse ki, hogy mire gondolt itt, milyen fejlesztésekre lenne ehhez szükség.

A PALM-4U modellel kapcsolatos kérdés valóban jogos, hiszen a szakirodalmi összefoglalásom valóban csak az LCZ séma alkalmazásának a hiányára terjed ki. Az LCZ séma PALM-4U modellben történő adaptálásával foglalkozó munkát a szegedi városklíma kutatócsoportban a közelmúltban indult NKFI által támogatott projekt keretében kezdtük el. Jelenleg a modell adaptálásának kezdeti stádiumában vagyunk, azonban – mint ahogy MUKLIMO\_3 esetén – ezúttal is bizonyára sikerül találni olyan megoldást, amely a felbontás és az LCZ séma alkalmazhatóságának látszólagos ellentmondása feloldható.

4.2. WUDAPT LCZ térképezési módszer című fejezetben írja a szerző, hogy a „A módszer fő célja az egyszerűség és a globális alkalmazhatóság (Bechtel et al. 2015). Ennek jegyében szabadon elérhető műholdképeket és szoftvereket alkalmaz” – kérdésem, hogy véleménye szerint ez milyen mértékben rontja a minőséget?

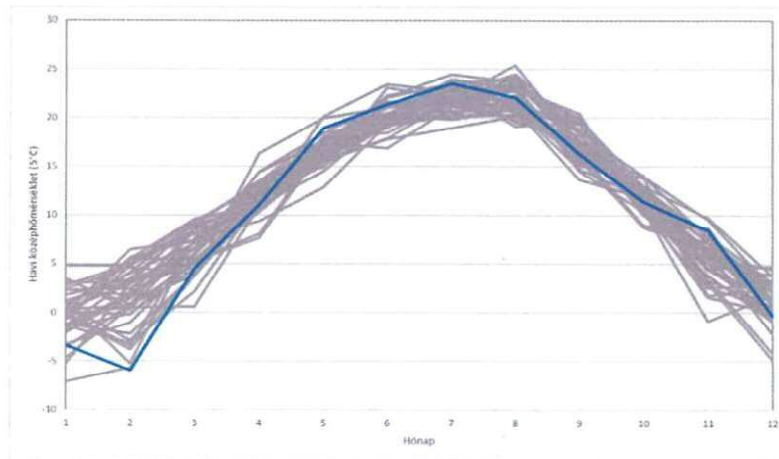
A WUDAPT LCZ térképezési módszer szabadon elérhető műholdképek és szoftverek alkalmazásával kapcsolatos kérdésre a rövid válaszom a kérdés megfordítása. Mennyire rontja a meteorológiai adatok minőségét a nyílt adatpolitika? Ha részletesen megvizsgáljuk a kérdést, belátható, hogy a szabadon elérhető műholdképek esetén lehetőség van jóval nagyobb számú felvétel alkalmazására – reprezentálva pl. a különböző vízellátottsági helyzeteket vagy a mezőgazdasági tevékenység miatt időszakosan változó felszínborítás hatásait –, így csökkentve az osztályozás hibáját. A szabadon elérhető szoftverek tapasztalataim szerint lényegében ugyanazokat a számítási módszereket alkalmazzák, mint zárt licenszű megfelelőik, többnyire csak a felhasználói élményben szokott lenni érzékelhető különbség, ami tudományos vizsgálatok esetén egy kevésbé fontos szempont véleményem szerint.

4.3. Az átlagos városi hősziget intenzitás statisztikai modellje fejezet

„A szükséges adatokat a kijelölt útvonalakon közlekedő gépkocsikra szerelt szenzorokkal gyűjtötték 2002 áprilisa és 2003 márciusa között (Unger et al. 2001b, Bottyán et al. 2005).” A

mérések tehát lényegében csak ezt az időszakot jellemzik. Az időjárási viszonyokat tekintve milyen volt ez az időszak, mennyire ültethető át az eredmény ettől lényegesen eltérő időjárási viszonyok esetére?

Az 2002-2003-as egy évnyi időszak, amikor a mobil mérések történtek – a téli időszak kivételével – nem nevezhető igazán kiugró évnek, ahogy az 1. ábra is szemlélteti. A kiterjesztéssel kapcsolatban felvetett kérdés esetén fel kell hívnom a figyelmet, hogy ez a terepi mérési kampány alapvetően a városi hősziget területi szerkezetének felmérésére irányult. A mérések a várható maximális UHI intenzitás kora esti időszakában történtek olyan napokon, amikor nem volt csapadék. Ez utóbbi megközelítésnek anyagi és humán erőforráshoz köthető okai voltak, hiszen az esős éjszeleken történő mérés csak arra lett volna alkalmas, hogy megmutassa, hogy ilyen helyzetekben valóban minimális a hősziget mértéke. Az ilyen időjárási helyzetek vizsgálata a későbbiekben telepített mérőállomás hálózattal részletesen elemezhető, azonban ahogy a dolgozat is rámutatott egy reprezentatív városi mérőállomás hálózat kialakításához elengedhetetlenek voltak az említett mérésekből és az azon alapuló későbbi kutatásokból származó tapasztalatok.



1. ábra A havi középhőmérsékletek alakulása 1971-2020 közötti években (szürke), valamint 2002 áprilisa és 2003 márciusa közötti időszakban (kék)

5.6. A lokális klímazónák alkalmazása a klímaváltozás várható hatásainak felmérésében című fejezetben

Több Kárpát-medencében elhelyezkedő városra bemutatja a dolgozat a trópusi éjszakák számának városi-vidéki értékeinek területi átlagait a 21. században a MUKLIMO\_3 modell alapján. Csak ezt az egy paramétert mutatja be részletesen a dolgozat. Történt-e több paraméterre vizsgálat, ugyanis erre van utalás a szövegben, eredményt azonban nem láttam másra.

A MUKLIMO\_3 és a hozzá kapcsolódó cuboid módszer 6 klímaindex (nyári nap, hőségnap, sörkertű nap, nyári éjszaka, meleg éjszaka, trópusi éjszaka) 30 éves átlagos értékeinek szimulációját teszi lehetővé. Az indexek mindegyikét megvizsgáltuk és az eredmények Szeged esetében meg is jelentek publikációkban. A tapasztalataink szerint azonban a legkifejezőbb klíma indexnek a trópusi éjszaka mutatkozott, tekintve, hogy az éjjeli lehűléssel kapcsolatos, így segít rávilágítani a legkarakteresebb termikus városi hatásokra, valamint az index jól köthető a hőhullámok időjárási helyzeteihez.

5.7. A lokális klímazónák alkalmazása várostervezési kérdésekben című fejezetben

A MUKLIMO\_3 modellel végzett esettanulmány célja volt, hogy a különféle városi zöldterületek hatásainak felmérése megtörténjen a jelen és a jövő éghajlati viszonyai között. A bizonytalanság milyen módon kommunikálható a döntéshozatal felé. Az eltérő szcenáriókhoz



kapcsolódó bizonytalanság megjelenik a dolgozatban, de egyéb bizonytalanságra nem történik utalás.

A beépítés vagy városi zöldinfrastruktúra változásainak eltérő scenárióihoz köthető bizonytalanság fontos azonban nagyon nehezen megfogható kérdés. Rávilágít erre az, hogy ekkor a változó éghajlati háttérben történő változó felszínborítás hatásait próbáljuk szimulálni. Véleményem szerint az ilyen vizsgálatoknak a fő célja az alapvetően helyes várostervezési irányok kijelölése. A módszertan jelenleg nem tart ott, hogy alkalmas legyen arra, hogy méter pontossággal definiáljuk minden fa jövőbeli helyét a városban az átszellőzés és termikus hatások optimumának elérése céljából. Azonban, ha ilyen léptékű numerikus szimuláció lehetséges is volna, akkor sem látom a gyakorlati alkalmazhatóságának a realitását, hiszen hamar olyan – a klímakutatás szempontjából nem feltétlenül könnyen értelmezhető – tényezők és fogalmak kezdenek megjelenni és prioritást kapni, mint például a közművek védőtávolsága, építési szabályzat, városkép, stb. Sokkal fontosabbnak látom olyan numerikus szimulációkkal is megalapozott tervezési szempontok és példák kidolgozását, amit a várostervezők vagy városi döntéshozók figyelembe vehetnek a beruházások során.

### Összefoglaló értékelés

Dr. Gál Tamás a 'A lokális klímazónák városklimatológiai alkalmazása' c. művét a szerző saját, új tudományos munkájának tekintem. Fontosnak tartom az eredmények gyakorlati alkalmazhatóságát. Az értekezésben foglalt tudományos eredményeket megfelelőnek tartom az MTA doktori cím megszerzéséhez, nyilvános vitára alkalmasnak ítélem meg és ennek alapján a nyilvános védés kitűzését javaslom.

Végül szeretném megköszönni opponensemnek a doktori műben bemutatott eredményeimre vonatkozó méltató szavait, illetve azt, hogy az értekezésben bemutatott eredményeket megfelelőnek tartja az MTA doktori cím megszerzéséhez.

### A válaszban idézett források

- Brousse O, Martilli A, Foley M, Mills G, Bechtel B, 2016: WUDAPT, an efficient land use producing data tool for mesoscale models? Integration of urban LCZ in WRF over Madrid. Urban Climate 17, 116-134
- Giannaros TM, Melas D, Daglis IA, Keramitsoglou I, Kourtidis K, 2013: Numerical study of the urban heat island over Athens (Greece) with the WRF model. Atmospheric Environment 73, 103-111
- Martilli A, Brousse O, Ching J, 2016: Urbanized WRF modeling using WUDAPT. Technical Report CIEMAT
- Skamarock WC, Klemp JB, Dudhia J, Gill DO, Liu Z, Berner J, Wang W, Powers JG, Duda MG, Barker DM, Huang XY, 2019: A description of the advanced research WRF model version 4. National Center for Atmospheric Research: Boulder, CO, USA, 145
- Demuzere M, Kittner J, Martilli A, Mills G, Moede C, Stewart ID, van Vliet J, Bechtel B, 2022: A global map of Local Climate Zones to support earth system modelling and urban scale environmental science. Earth System Science Data Discussions, 1-57

2023. május 25.

  
Gál Tamás