

Bírálat

Dr. Gál Tamás

A lokális klímazónák városklimatológiai alkalmazása

MTA doktori értekezés

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 népeségének 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.

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.

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 eljárásán alapuló, 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 szélsőesség a felszínérdeesség és egyéb mikroklíma mérések alapján a városi tetőrétegen belüli szélsőesség 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 hasonló parkok vagy véderdők klimatikus hatásai nem egyértelműen kedvezőek.

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

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.

Az eredményeket a szegedi Várokl

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.

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 említi a dolgozat. Van-e példa az LCZ séma beépítésére, operatív használatára. Ha ez eddig nem történt meg, akkor miben látja ennek az akadályát.

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 klímamodell, 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?

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.

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?

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?

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.

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.

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.

Budapest, 2023. május 17.

Dr. Lakatos Mónika