

Vélemény

Gál Tamás: **A lokális klímazónák városklimatológiai alkalmazása**

című MTA Doktori értekezéséről

A disszertáció témája „review” jelleggel öleli fel a városklíma alapvető ismeretanyagát az elmúlt évtizedekben napvilágot látott publikációk segítségével, középpontban a szegedi kutatócsoport nagy múltra visszatekintő munkásságával. A téma aktualitását a disszertáció végén felsorolt 400-on felüli idézett publikáció jól alátámasztja. A szegedi kutatóműhely eredményességét, a hazai vonatkozásokat is reprezentáló mű közvetítette városklíma kutatás jelentőségét az is aláhúzza, hogy a kutatóhely felkerült a jelentősebb városklíma-kutatással foglalkozó műhelyeket bemutató világtérképre is.

A disszertáció célkitűzése a városon belüli termikus klíma-osztályok (LCZ) elkülönítése, térképezése, melynek alapján egyik lehetőség egy monitoringhálózat kialakítása volt, melynek adatai a klímamodellekbe beépítve jövőbeni scenáriók kidolgozására biztosított lehetőséget. A vizsgálat végén a modellezett eredmények alapján mitigációs útmutatóval zárul a disszertáció gondolatsora.

A jelölt a PhD fokozat megszerzését követően tevékenységét, LCZ-re vonatkozó eredményeit a szegedi kutatócsoportban érte el, melyek közül azokat mutatta be, amelyek elérésében jelentős, vagy meghatározó szerepe volt. Ennek megvalósítása nem könnyű feladat, különösen egy jól körül határolt disszertáció keretei között. Ha a disszertáció tagozását nézzük, formáját tekintve teljesíti az elvárt követelményeket [bevezetés + célkitűzés 2 old., irodalmi áttekintés 2 fejezetben 30 old., anyag és módszer 11 old., eredmények 61 old., összegzés szerű tézisek 3 old., irodalomjegyzék 19 old.]. A dolgozat nem választotta szét az eredményeket, azok értékelését és a következtetéseket, mely így együttesen – címtől függetlenül- csaknem a disszertáció felét tette ki. Az anyag tartalmi bemutatása a témának megfelelő logikai elrendezést követte. Ennek oka, hogy a vizsgálatok jelentős része módszertani jellegű, így a szokásos természettudományos tagozás (eredmények és értékelésük, következtetések) nem a legcélravezetőbb eljárás. A jelölt a módszertani elkülönítésnél döntött arról, hogy csak az általános módszertani rész került be az Anyag és módszer fejezetbe, s a jobb érthetőség, követhetőség szempontjából az eredmények fejezetben több módszertani rész közvetlenül megelőzi az eredményeket; mégpedig ott, ahol aztán az abból levonható következtetések is vannak. Végül a disszertáció egy jól olvasható városklíma összesítő anyaggá állt össze, ahol a szokásos formai részek a megértést segítően keveredtek egymással. A mű irodalmi megalapozottságát a 19 oldalas irodalomjegyzék támasztja alá, mely számozás hiányában becslésem szerint mintegy 400-450 közötti forrás felsorolását tartalmazza. Az idézetek néha nem teljesek (pl. Unger J, Gál T, 2017: Városklíma. GeoLitera...???) Gál T, Bechtel B, Unger J, 2015. Comparison of two different Local Climate Zone mapping methods. Proceedings of the 9th International Conference on Urban Climate,hely, idő). A kiadók neve mellett a kiadás helyének megnevezése tovább emelte volna azok információtartalmát. Az új eredményeket az összegzés címet viselő fejezetben sorolja fel 20 pontban, tézis-szerűen. A szöveget 86 ábra és fényképfelvétel, valamint 27 táblázat teszi teljessé. A disszertáció nyelvezete olvasmányos, alig néhány elütést tartalmaz.

Ami számomra hiányzott a disszertációból egy rövidebb lélegzetű összefoglalás (nemcsak az új eredmények felsorolása), egy rövidítések jegyzéke, valamint az egyenletek számozása.

Az irodalmi áttekintés a városklíma kutatás közelmúltbeli eredményeinek felvonultatásával indul. Itt a városklíma fogalma, meghatározói és az éghajlat módosulásban betöltött szerep került bemutatásra. A klíma-módosulást tartalmazó alfejezet kivételével nagy számú önhivatkozás szerepel, főképpen

társzerző kollégáival (Unger). A klímaváltozás városklímát érintő kérdéseinek bizonytalanságára, a rendelkezésre álló jövőbeli változások ismeretének hiányára, már itt felhívja a figyelmet. A városi klímamodellek bemutatására is itt került sor.

Részletesen tekinti át az elmúlt két évtizedben megalkotott néhány száz m²-es kiterjedésű homogén városi klímazónákat (UCZ), azok metaadatainak és környezetének áttekintését tartalmazó legfontosabb kategóriáival. A néhány évtizedes lokális klímazónák (LCZ) bemutatása – módszereivel együtt- időben ezt követte, mely a város klimatológiai szempontú térképezésére összpontosult kezdetben egy-egy városra, később egyre inkább kiterjedtebb léptékű megfigyelésekben. Az LCZ klímamodellekben való alkalmazhatósága széles teret kapott a disszertációban, hasonlóan a humánkomfort viszonyok és az LCZ közötti kapcsolat elemzéséhez.

LCZ lehatárolás térképezés célzatú alkalmazhatósága nyitja az eredményeket, mely a szerző szerint egy jelentős új területet jelent a városklimatológia témakörén belül. A szubjektív térképezés mellett egy GIS alapú, 7 definiált felszín paraméteren (irodalom) nyugvó eljárás került bemutatásra. A felszínparaméter poligonokra nyert értékek és az egyes LCZ osztályokhoz rendelt értéktartományok alapján poligononként minden LCZ kategóriához pontokat rendel (kategóriába sorolás hasonlóság alapján). A besorolás több lépésben került további korrigálásra.

A GIS alapú eljárást a városklimatológiában elterjedt WUDAPT módszerrel is összevetette, ahol az eltérő lokális klímazónaként azonosított 100 m-es pixelek aránya (szűrő típustól függően) 21 - 30 % közötti volt. A két módszer előnye alapján kifejlesztésre került egy új, kombinált térképezési eljárás. A kombinált módszer eredménye hasonló pontosságú, előnye, hogy ez csak a műholdképek adatait használja fel.

Ezután az LCZ rendszerre reprezentatívan kialakított új szegedi monitoring hálózat kifejlesztése történt. A bemutatott új monitoring rendszer nemzetközileg is újdonságnak tekinthető. A kritériumok alapján Novi Sad példáján szemlélítve tíz reprezentatív állomáshelyet határozott meg. Szegeddel együtt került kialakításra az Urban-Path városi mérőállomás hálózat. A modellezett és az interpolált hőmérsékleti mezők különbsége Szegeden a 24 elemű hálózat interpolációból adódó hibája a terület 78%-án 0,5°C alatt maradt. A mérés és az adatfeldolgozás folyamatai részletesen kerültek bemutatásra. Az LCZ alapján meghatározott városklíma monitoring rendszer a szegedi mintaterületre összegyűjtött felszíni statikus adatbázisokkal alapot biztosít városklíma modell fejlesztéshez, közepes méretű városok esetében.

A városklíma jellemzésben a léghőmérséklet városi eloszlását mobil méréseken alapuló vizsgálat keretében mutatta be a szerző az LCZ kategóriák figyelembe vételével. Ebben eltérő idő-intervallumokban követhettük az egyes eltérő kategóriák léghőmérséklet alakulásában fellépő különbségeket. Expedíciós mérések szerint Szegeden a legnagyobb léghőmérsékleti differencia a város közepén lévő legintenzívebb beépítés (kompakt, közepmagas beépítés) és a természeteshez közeli alacsony növényzet és ritkán beépített területek között több, mint 5 °C volt. Az éves átlagokban az eltérések tendenciái azonosak, csak a különbségek kisebbek.

Fontos megállapítás szerint a városi környezetben a levegő nedvességtartalmának abszolút karakterisztikái pontosabb következtetés levonását eredményezhetik, mint e relatív légnedvesség. A gőznyomás és az LCZ kapcsolat viszont nem volt egyértelmű, a mérési helyszínek mikroskálájú környezetének hatásai miatt, ezért a nedvességviszonyok jellemzésétől további információk hiányában a dolgot eltekintett.

Az LCZ területek térbeli helyzetével összhangban volt a terhelő humánkomforttal jellemezhető területek elhelyezkedése (LCZ 2, 3, 5, 6) is. A hőhullámnál ez a PET többlet magas, 5°C volt.

A városklíma elviselhetőségének jellemzéséhez a nyári nap (napi maximumhőmérséklet 25 °C felett) és

a trópusi éjszaka (napi minimum meghaladja a 20 °C-ot) klímaindexét alkalmazta. Megállapítást nyert, hogy az LCZ rendszerrel leírható városi hatás éjjel, míg a mikrokörnyezet hatás inkább nappal dominál. Az évszakos eltérésekhez hideg- és meleg klímaindexeket alkalmazott a jelölt.

Előzetes vizsgálatok alapján a LCZ rendszer termikus szempontból leképezte a városfelszínt, ezért a különböző modellekben történő alkalmazása javasolt (UHI becslés). Ezt számos modellbecslés alkalmazásával, annak eredményeivel igazoltnak tekinthetjük.

A vizsgálatok végére került a hazai városok jövőbeli termikus viszonyainak előrejelzése, mely jelentős munícióval szolgálhat a városvezetők, tervezők számára. Ennek keretében a Kárpát-medence 26 különböző méretű városában felmérték a trópusi éjszakák ($T_{min} \geq 20$ °C) mintázatát és annak változását a 21. században. Kidolgozásra került a WUDAPT módszer műholdkép osztályozásán és a GIS módszer telek poligon összevonásán alapuló LCZ osztályozás (Landsat felvételek). Megállapítást nyert, hogy a trópusi éjszakák 31, illetve 35 közöttiek lesznek Budapesten, az RCP4.5 és az RCP8.5 forgatókönyvek szerint. Ezek a számok tovább emelkednek, ha nem a 2021-2050-es időszakot, hanem az évszázad végét tekintjük. Ennél kisebb értékek kisebb városoknál, ill. magasabban fekvő helyeken várhatóak.

A disszertáció végére került a modellezett eredmények gyakorlati alkalmazhatóságának vizsgálata, mely különösen a várostervezésben jól felhasználható. Tanulságosnak tekinthető az a modell-kísérlet, mely az erdős és a nyitottabb növényborítottságú területek viselkedésbeli eltérését taglalta. Ebben értékes elem a városokban található eltérő növényi „foltok” hatása az eltérő napszakok hőmérséklet alakulására. A zöldterületek többféleségéről mindenki hallott, de azok tudatos megválogatása még nem tekinthető mindennapos gyakorlatnak. A megfelelően összeválogatott zöld-felszínek egyes forgatókönyve számos előnnyel járhat, ha ismerjük az eltérő növényborítottságok mikroklimára gyakorolt hatásait. A nappali és éjjeli hatások együttes elemzésre rámutatott arra, hogy a zárt lombkoronájú erdős területek nappali kedvező árnyékoló hatása éjjel részben megfordul. A gyepek területek kedvező hűtő hatása éjszaka jelentkezik. A jó kombináció záloga lehet a legkedvezőbb városklíma kialakításának.

A véderdő összetett Janus arca is bemutatásra került azzal a megjegyzéssel, hogy a légszennyezettségre gyakorolt hatásai további megfigyeléseket igényelnek.

A disszertációban foglalt eredmények és a jelölt eddigi tudományos tevékenysége alapján eredményes védést követően az MTA doktori cím odaítélését támogatom.

Keszthely, 2023. április 5.

Dr. Anda Angéla
egyetemi tanár, az MTA Doktora