

## Mobileszköz-applikáció fejlesztése városökológiai vizsgálatokhoz

Szegedi Tudományegyetem Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék

\* pogireka@gmail.com

### Összefoglalás

A fejlesztésünk célja a települési fás vegetációra irányuló vizsgálatok, azon belül a terepi adatgyűjtés elvégzéséhez egy saját fejlesztésű eszköz segítségével. Az Open Source módszerekkel elkészült webes alkalmazással valós időben, a terepen történhet meg a városi faállomány adatainak felvételezése.

**Kulcsszavak:** fás vegetáció, terepi adatgyűjtés, webes térinformatika, OpenSource

### A városi ökoszisztéma-szolgáltatások és a városi faállomány

A városi faállományok kezeléséhez szükséges speciális, részletes információs rendszerek kiépítése és fenntartása fontos feladata a környezet- és klímadatos településmenedzsmentnek. A települési ökoszisztémák, melyek sajátos ember-környezet kapcsolatrendszert jelentenek, több szempontból is különleges szerepet töltenek: a különböző típusú városi növényállományok többsége mesterségesen létrehozott és fenntartott, sokszor jelentős fajdiverzitással jellemezhető, ami a különböző időszakok telepítési politikáira utal. A fajválasztásban a más típusú területeken elsődleges szerepet játszó honosság itt háttérbe szorulhat, fontos tényezővé léphet viszont el a várost érintő, ami a globálisan változó éghajlati körülmények hatására mind fontosabb tényezővé válik. A speciális városi környezeti adottságoknak a növényállományokra gyakorolt hatása mellett mint fordított irányú folyamatok egyre ismertebbek a települési ökoszisztémák pozitív ökológiai és társadalmi hatásai is, melyeket összefoglalóan ökoszisztéma-szolgáltatásoknak nevezünk (BOLUND, P.–HUNHAMMAR, S. 1999). Az utcai fasorok és parkok fái az árnyékolás és evapotranspiráció révén jelentősen javítják a hőmérsékleti kényelmi viszonyokat (TAKÁCS Á. et al. 2014), nagy mennyiségben kötik meg különböző eredetű légszennyező anyagokat (NOWAK, D. J. et al. 2006), a fák levelein csapadékvíz tározódhat (XIAO, Q. et al. 1998) és a globális klímaszabályozásban is kifejezhető hatásuk az üvegházhatású szén-dioxid megkötése révén (NOWAK, D. J. et al. 2013). A fentiek mellett a városi növényzet állományai, elsősorban a fák a városi lakosság számára rekreációs lehetőségeket, esztétikai értékeket is jelentenek, összefoglalóan fontos kulturális szolgáltatásokat nyújtanak (PRICE, C. 2003). Napjainkban az urbanisztikában és a gyakorlati várostervezésben is egyre inkább felismerik, hogy ezekre az adottságokra építve a városi ökoszisztémát ún. zöld infrastruktúrájának tekintve az épített környezet számos elemével egyenértékű tervezési elemnek kell tekinteni; ezeket a legújabb szakpolitikai egyeztetésekben és dokumentumokban zöld megoldásoknak (nature-based solutions) is nevezik. Ehhez szükség van egyrészt az ökoszisztéma-szolgáltatások pontos kvantitatív értékelésére, amit lehetőség szerint gazdasági értékeléssel is ki kell egészíteni (GÓMEZ-BAGGETHUN, E.–BARTON, D. N. 2013). Másrészt értelemszerűen a zöld infrastruktúra elemeinek is megfelelő térbeli, a településmenedzsment más fontos elemeit tartalmazó adatbázisokkal összekapcsolható információs rendszerekbe kell kerülniük. Ez kapcsolódik az ún. Smart City kezdeményezéshez is, ami a hazai és európai terület- és városfejlesztési célkitűzéseknek is az egyik legfontosabb eleme (GIFFINGER R. et al. 2007). A környezetirányítás az Intelligens Város koncepció 6 fő pillérének (Smart Economy, People, Governance, Mobility, Living, Environment) egyike. Mivel napjainkban – és ez remélhetően a közeljövőben –

ben is így lesz – a fejlett világ országaiban a gazdaságfejlesztés nagymértékben biztosít forrásokat innovációra, az infokommunikációs technológiák legkülönbözőbb alkalmazási területein zajló kutatások, technológiai fejlesztések és gyakorlati alkalmazások eltt komoly fejlődési lehetőség áll.

A városökológiai rendszer egészét vagy nagy részét tartalmazó, a napi szintű döntéshozásban használt integrált mérőhálózat, „intelligens városi környezetirányítási rendszer” még kevés üzemel a világon (CULSHAW, M. G. et al. 2006; ZHENG, J.–LUO, L. 2009). A különböző környezeti, városökológiai elemek mérésére, monitorozására ugyanakkor már számos jól működő példát ismerünk a világ különböző részeiről (KARPPINEN, A. et al. 2000; UNGER J. et al. 2014). Ez utóbbiak közé tartoznak a fák és más zöld infrastruktúra-elemek információs rendszerei is.

## A mintaállomány

A Szegedi Tudományegyetem Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszéke évek óta foglalkozik a fás vegetáció városi hatásaival, ökoszisztéma-szolgáltatásaival. Ennek keretében a Szegedi Környezetgazdálkodási Nonprofit Kft-vel együttműködve egy nagyszabású fakataszter elkészítése indult meg. A cél az ökoszisztéma-szolgáltatások megbecslése, az állomány állapotának felmérése, valamint a potenciális fejlesztési, telepítési lehetőségek és szükségletek meghatározása. Ilyen jellegű vizsgálatokról Kelet-Európában még kevés tapasztalat áll rendelkezésre, az Egyesült Államokban és Nyugat-Európában azonban már számos hasonló jellegű kutatás eredménye ismeretes (KISS M. et al. 2015).

A munka alapadatbázisát Szeged, a Dél-Alföld legnagyobb városa fakatasztere adta. A város fekvésének köszönhetően ugyan alapvetően meleg és száraz éghajlat jellemző, viszont ezt a városi hatás sok mindenben befolyásolhatja. A nagyfokú beépítettségnek köszönhetően a mesterséges felszínek nagy aránya miatt városi hősziget alakul ki; ez általában 2-3 °C-kal növeli meg a hőmérsékletet, hatásának csúcsát napnyugta után éri el (BALÁZS B. et al. 2009). A település szerkezetét tekintve sugaras, egy központi tengellyel, ami a Tisza. Ez befolyással van a város széljárására (UNGER J. 1997). A fenti tényezők mellett, a növényzetre jelentős hatást gyakorolnak az előforduló szélsőségek, így például a gyakran megjelenő aszály is.

A fás vegetációra vonatkozó felmérések papír alapon történnek, lehetőleg olyan időszakban, amikor teljes a lombzat. Az adatbázisba az öt cm-es átmérőt meghaladó egyedek kerülnek be (GULYÁS Á. et al. 2015). A rögzített adatok többféle célt szolgálhatnak; egyrészt a fenntartással kapcsolatos általános információkat, másrészt speciális, az ökoszisztéma-szolgáltatások (szén- és szennyezőanyag-megkötés) számításához szükséges adatokat (KISS M. et al. 2015); utóbbiak általában a korona hiányára és a beékező fény mennyiségére vonatkoznak. Alapvetően információk például a korra és fajra vonatkozó adatok, a fa mérete és elhelyezkedése. Részletes adatfelvétel történik a fa környezetéről, ami magában foglalja a körülötte lévő felszínborítást és általában minden a környezetében fellelhető, és a fára lehetséges befolyással bíró hatást. A fa egészségi állapotáról is számos feljegyzés készül, amelyben minden, a gyökértől a korona csúcsáig tapasztalt elváltozást dokumentálni kell.

A papír alapú felvételezés után az adatsor bekerül a hazai fejlesztés, speciálisan zöldfelületek nyilvántartására készült ún. Greenformatic szoftver rendszerébe. Az egyes egyedek egy-egy geometriai adattal ellátott pontként jelennek meg. Az itt felvett adatok közül a szükségesek MS Access formátumba exportálva átkerülhetnek az i-Tree szoftverébe. Ebben a faadatok, valamint az adott időtartományra vonatkozó meteorológiai és légszennyezési adatsorok segítségével számíthatók ki az ökoszisztéma-szolgáltatások.

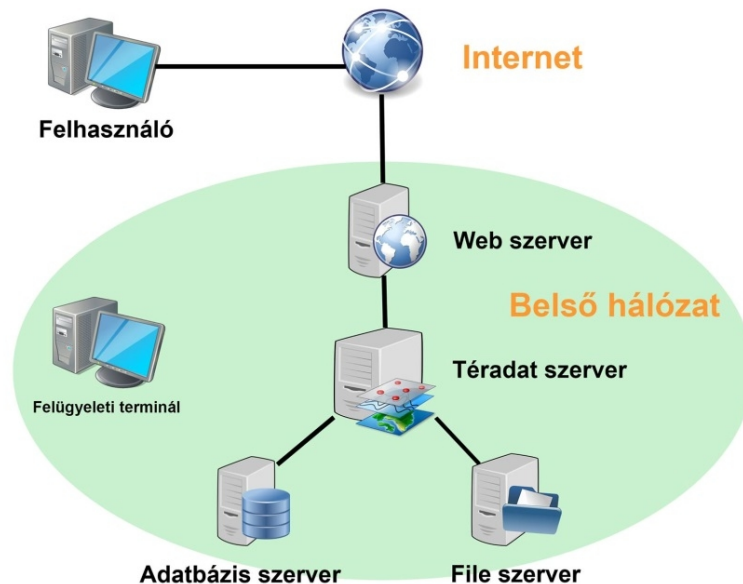
A faállomány összetétele az eddigi eredmények alapján igen változatos, mintegy 110 fajfa található benne. Ennek vannak szélsőségei is, pl. 48 fajnak az egyedszáma 5-nél kevesebb; ugyanakkor az állomány kétharmada mindössze 10 uralkodó fajt (kisleveles hársh, japánakác,

nyugati ostorfa, ezüst hárs, nagylevelű hárs, bugás csörgőfa, fehér vadgesztenye, gömbkris, juharlevelű platán, korai juhar) jelenít meg. Feltehetően, hogy az összes egyed több mint fele a nem szonofajok valamelyikéhez tartozik. (Ezek az eredmények a felmérés 2013-as fázisát mutatják.)

### Az alkalmazás felépítése

Ilyen jellegű alkalmazások elkészítésére mind kereskedelmi, mind szabad hozzáférésű szoftverekkel lehet segítség van. Utóbbiak közé sorolható az általunk bemutatott példa is, ezek esetében a STALLMAN, R. M. által 1983-ban elindított GNU GPL (General Public License) irányelvei mérvadók.

A webes jellegű alkalmazások nagy előnye, hogy a felhasználónak nem feltétlenül van szüksége speciális szoftverre. Ez azt eredményezi, hogy kliens oldalról elegendő lehet egy megfelelő hardverrel felszerelt eszköz, amelynek internet-hozzáférése is van. Ezt a rendszert szemlélteti az 1. ábra.



1. ábra. A webes jellegű térképszolgáltatások folyamatábrája.

A bemutatott fakataszter tárolásához olyan adatbázisra volt szükség, amelyhez a továbbiakban bárholnan hozzá lehet férni. Az adatot PostgreSQL adatbázis-kezelő rendszerben tároltuk, amelyben a műveletek SQL (SQL = Structured Query Language – strukturált lekérdezési nyelv) nyelven végezhetők. Az adatbázisban az egyszerű parancssal létrehozott rekordok tartalmaz leges attribútum adatokat, valamint térbeli koordinátát is tartalmazhatnak. Ezzel minden egyed pontos azonosítása megtörténhet. Ha pedig a korábban bevitt adatok ellenőrzése folyik, akkor egyszerű módosítások alkalmazhatók.

Első lépésben létrejött az adattábla, amely egy általunk definiált sémát alkalmaz. Erre az egyéb, magát az adatbázist leíró adatok miatt van szükség. Az egyes attribútumoknál az adattípust és az adatmező esetleges kötelező jellegét is meghatározzuk. Itt felsorolásra kerültek mindazok a fát leíró tulajdonságok, amelyek szükségesek az állomány vizsgálatához. Különleges leíró adat a koordináták megadása a megfelelő referenciarendszerrel (esetünkben ez a 4326-os EPSG kódú WGS-84 koordinátarendszer). Későbbi hasznosítás céljából létrejött az úgynevezett domáink, melyeknek feladata, hogy adott oszlopok értékadásakor csak az elre

meghatározott tartomány valamelyik tagja kerülhessen be, amely csökkentheti a duplumok létrehozásának lehetőségét, és növeli az adatbázis lekérdezhetőségét. Ekkor az adatbázis-kezelésben a harmadik normálforma megvalósítása történik (POGÁCSÁS R. 2015.).

Az adatok térbeli megjelenítéséhez és ilyen jellemű velemek végrehajtásához szükség van egy speciális szerverszolgáltatásra, ezt a Geoserver nyújtja, amely a legtöbb adatformátumot képes kezelni. Az előzőekben létrehozott adatbázis publikálása is itt történt. Először egy új Workspace-t (hasonló tulajdonságú rétegek tárolása), majd Data Store-t (az adatforrás formátumának meghatározásával) hoztunk létre, erre a jól definiált helyre kerül be új réteggént a faállomány. Ez OGC (Open Geospatial Consortium – Szabad Térinformatikai Konzorcium) szabványok szerint történik, raszteres adat esetében WCS-ként (Web Coverage Service), a vektoros esetben WFS-ként (Web Feature Service), a WMS (Web Map Service) pedig mindkettőt fajtát kezel. A faállomány pontszerű objektumokból áll össze, tehát egy WFS szolgáltatás jön létre. Ekkor már a réteg megjeleníthető akár térinformatikai szoftverben WFS réteg hozzáadásával, akár böngészőben a megfelelő link birtokában.

A vizuális észlelés megkönnyítéséhez további WMS rétegek hozzáadására is szükség van, azaz különböző alaptérképekre. Ez bármilyen interneten elérhető fedvény lehet, ebben az esetben az Open Street Mapból származtatott saját térkép létrehozása történt. A letöltéssel a saját területet (Szeged) elegendő megjeleníteni és az alkalmazásba betölteni, így jelentősen csökken a letöltendő adat mennyisége, ami gyorsabb és olcsóbb megjelenítést eredményez.



2. ábra. Az elkészült alaptérkép megjelenítése OpenLayers 2 segítségével.

A megfelelő alaptérkép megfelelő szimbolizációt is igényel, melynek során könnyen olvashatóvá és tájékozódásra alkalmassá kellett változtatni a poligonos és a vonalas objektumokat (pontok nem szükségesek), ami SLD fájlok definiálásával történt. Quantum GIS-ben az egyes típusokra különböző szabályok alkalmazhatók. Az utcák esetében egyértelműen szükséges a nevek megjelenítése és a rangjuk elkülönítése, így a feliratozás mellett különböző kategóriaszintekre kerültek az egyes utak. Szintén vonalas objektumok a vízfolyások, melyek méret szerint különböztek el. Ennek az elkülönítésnek az alapja az Open Street Map által szolgáltatott fejlett attribútumállomány, mely kategóriákat különít el minden adattípus esetében. A poligonok esetében valamivel részletesebb elkülönítés szükséges, így hét kategória jött létre: vizek, parkok és erdők, ipari létesítmények és vasút, magán- és egyéb épületek, állami és egészségügyi intézmények, valamint kereskedelmi területek. Quantum GIS-ben lehetőség van a tulajdonságok .sld formátumba való exportálására, amely fájlt a Geoserverre feltöltve megkapható a már meghatározott megjelenítési mód, vagyis a könnyen olvasható alaptérkép, ahogyan a 2. ábra mutatja. A faállomány rétege egyszer pontként jelenik meg, azonban szükség

esetén eltérően színezhettek az egyes fajok, esetleg azok különböző telepítési év képviselői, stb. A vonalas és poligon rétegek csoportosításával a kezelésük is egyszerűbbé válik, hiszen mivel csak háttérszerepet töltenek be, ki- és bekapcsolásuk, megjeleníthetőségük azonos.

Ahhoz, hogy a faállomány ne csak megjeleníthető, hanem szerkeszthető is legyen, a WFS-T szolgáltatás alkalmazása szükséges. A WFS esetében öt tulajdonság létezik:

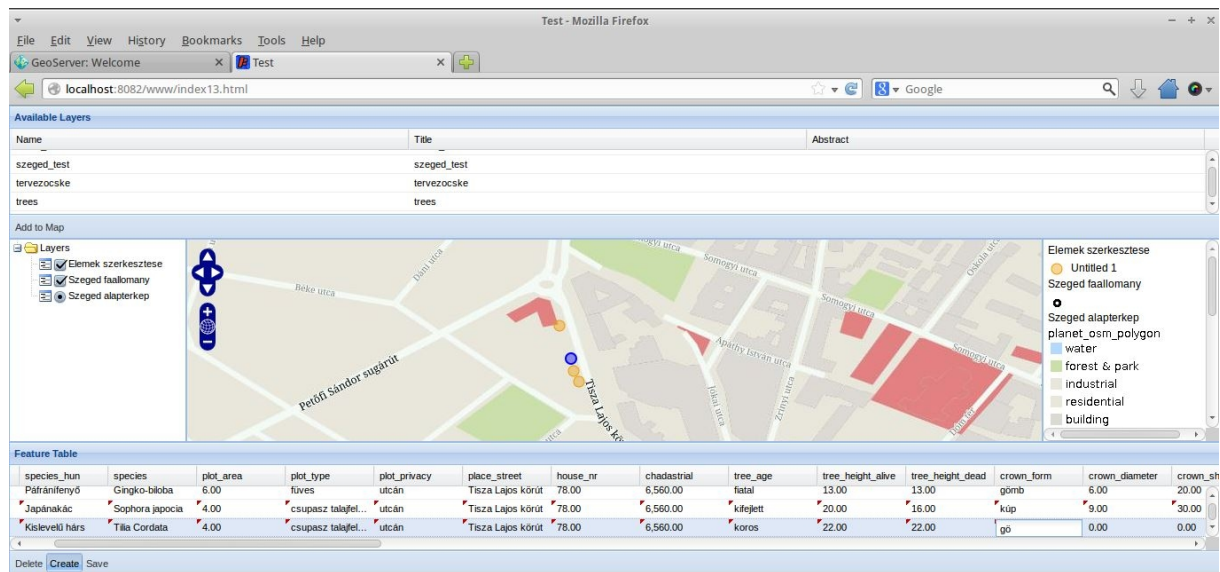
- GetCapabilities – az XML dokumentum alapjellemzőinek megadása: az elemek alaptulajdonságai, és a végrehajtható műveletek leírása;
- DescribeFeatureType – bármely elem felépítése és összes szolgáltatása lekérdezhető;
- GetFeature – kliens által meghatározott elemek térbeli vagy nem térbeli tulajdonságainak szolgáltatása;
- Transaction – módosítások létrehozhatósága;
- LockFeature – egyidejű szerkesztést megelőző zárolás, amely a sorban történő módosításokat teszi lehetővé.

Ezek közül az általános WFS-sel szemben a WFS-T a módosítások lehetőségét is tartalmazza, amely egy oda-vissza történő információáramlást jelent. Klasszikus WFS esetén a kliens mindössze egy kérdést küld és egy leíró adatot kap, míg utóbbi esetben adatbevitel is lehetővé válik.

Mindezen eszközök és adatok biztosítják az alkalmazás számára a megfelelő hátteret, azonban a létrehozáshoz szükséges még az Open Layers 2 és a GeoExt függvénykönyvtár. Mindkettő alapja a JavaScript elnevezésű programozási nyelv, ami kimondottan webre történő programozásra készült. Az Open Layers célzottan térképi adatok megjelenítésére és szerkesztésére íródott, azonban ha a szerkesztés során az objektum tulajdonságait is módosítani szeretnénk, más függvénykönyvtárakra is szükség lehet. Ezek egyike a GeoExt, ami szintén JavaScript alapokon nyugszik, és segítségével számos (attribútumokat tartalmazó) panel vagy diagram is beépíthető. Az egész megírt alkalmazás pedig egy HTML fájlba van beágyazva, ami el segíti a böngészőben történő megjelenítést. A dokumentum központja az úgynevezett Map Window vagy térképi ablak. Ez a Geoserverrel 1 éri el a meghatározott rétegeket (faállomány és alaptérképek), és mérete a kijelző (monitor) méretéhez igazodik. Az *items.push* paranccsal adható újabb réteg az ablakhoz, de definiálható a közelítés szintje, az átlátszóság, és az alapréteg kijelölése is. *Controls.push*-sal az alapvető térképi navigációs eszközök (nagyítás, irány változtatása, egérpozíció kiírása, méretarány megjelenítése) is létrehozhatók. Egy felső panelben a szerveren található fedvények listáját lehet megjeleníteni, amelyhez a WFS esetében kulcsfontosságú GetCapabilities paranccsal lehet hozzájutni. Arról, hogy az akár innen kiválasztott réteg is a megjelenített területre kerüljön, külön gomb gondoskodik, amely megköveteli a réteglista (Table of Contents) létrehozását is. Itt ki- és bekapcsolhatók a rétegek, a már nem használatban lévők pedig eltávolíthatók. A folyamatosan változó és változtatható szimbolizáció miatt szükséges egy ezzel összefüggésben módosuló jelmagyarázat is, ami bekéri az aktuálisan jelenlévő rétegek listáját, majd ezeknek a szimbolizációt tartalmazó fájljaiból (.sld formátum) kiolvassa a jelkulcsot. Ehhez hasonlóan léteznek úgynevezett pop-up (felugró) ablakok, amik a kattintás nyomán bevitt koordináta alatt bármelyik rétegen lévő objektum tulajdonságait jelenítik meg. A képernyő alsó részében helyezkedik el az attribútum tábla. Létrehozásakor a mezőneveknek pontosan meg kell egyezniük az adattáblában tárolt nevekkel, így ez alapján megjelennek a böngészőben is az adatok. A fentiek alapján csak a megjelenítés válik megoldottá, ahhoz, hogy szerkeszteni is lehessen, egy ideiglenes vektorréteget kell létrehozni, ezen a felhasználó új elemeket hozhat létre, amelyeknek megváltoztathatja a tulajdonságait is. Az alkalmazás összehasonlítja az ideiglenes vektor tartalmát az adatbázisban foglaltakkal, és átvezeti a változásokat.

A webes alkalmazás elkészülte után a HTML-kód beágyazásával létrejön egy ún. nem natív mobilalkalmazás, amelynek a felépítése teljes egészében a webessel egyezik, mindössze

annyi az eltérés, hogy külön ikonnal indítható, mindennek a képernyő képe az alábbi ábrán látható.



3. ábra. Az elkészült alkalmazás megjelenése böngészőben.

### Továbblépési lehetőségek, egyéb megoldások

A webes alkalmazás jelen állapotában megfelelően és megbízhatóan működhet, tesztelés után a jelenlegi adatgyűjtési rendszerbe integrálható, azonban fontos lépés lenne a könnyen kezelhető natív mobilalkalmazás elkészítése. Ennek a GeoExt által kínált módja az úgynevezett GXM függvénykönyvtár alkalmazása. Ez kimondottan ilyen céllal lett kialakítva, könnyen átjárható, és alkalmas szerkesztésre is, hátránya azonban, hogy régen történt frissítése, így el fordulhat, hogy a kódése rövid idő alatt megbízhatatlanná válik.

Bonyolultabb, de hosszabb távú fejlesztés lehetne egy Leaflet-alapú (az Open Layershez hasonló térképi megjelenítésre használt függvénykönyvtár) térkép elkészítése, illetve az ahhoz tartozó attribútum-adattábla PHP nyelven történő lekérdezése és szerkesztése. Akár az egész rendszer ilyen jellegű átalakítása, akár csak a mobilos verzió frissítése megvalósítható.

Szabad hozzáférés alkalmazásként a Google által fejlesztett GeoODK is alkalmas lehet a kataszteri térképváltásra. Előnye, hogy könnyen fejleszhető, hátránya azonban, hogy testreszabhatósága korlátozott, mivel csak egy megadott séma alapján működhet.

Kereskedelmi szoftverek esetében az ESRI Collector alkalmazását lehetne tesztelni és szabni is igen felhasználóbaráttá alakítani, de emellett, hogy szintén korlátozott a személyre szabás, a magas ár és a nagy infrastruktúraigény (számos ESRI-termék együttes alkalmazása) miatt a legkevésbé megvalósítható módszer.

Az általunk bemutatott példa és a más helyeken készült hasonló jellegű munkák alapján elmondható, hogy a napjainkban akár szabad hozzáféréssel is rendelkezésre álló eszköztár alkalmas az adatfeldolgozást jelentő alkalmazások létrehozására. Ezen felül a feltöltött adatok könnyedén felhasználhatók akár lakossági tájékoztatásra is.

### Irodalom

BALÁZS B.,–UNGER J.–GÁL T.–SÜMEGHY Z.–GEIGER J.–SZEGEDI S. 2009: Simulation of the mean urban heat island using 2D surface parameters: empirical modeling, verification and extension. – Meteorological Application, pp. 275-287.



- BOLUND, P.–HUNHAMMAR, S.1999: Ecosystem services in urban areas. – *Ecological Economics* 29. pp. 293–301.
- CULSHAW, M. G.–NATHANAIL, C. P.–LEEKS, G. J. L.–ALKER, S.–BRIDGE, D.–DUFFY, T.–FOWLER, D.–PACKMAN, J. C.–SWETNAM, R.–WADSWORTH, R.–WYATT, B. 2006: The role of web-based environmental information in urban planning – the environmental information system for planners. – *Science Total Environment* 360. pp. 233-245.
- GIFFINGER, R.–FERTNER, C.–KRAMER, H.–KALASEK, R.–PICHLER-MILANOVIC, N.–MEIJERS, E. 2007: Smart Cities – Ranking of European medium-sized cities. – Vienna University of Technology, Vienna. 27 p.
- GÓMEZ-BAGGETHUN, E.–BARTON, D. N. 2013: Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. – *Ecological Economist* 86. pp. 235–245.
- GULYÁS Á.–KISS M.–TAKÁCS Á.–VARGA L.–MAKRA L. 2015: Szeged közterületi faállományának vizsgálata. – In: Rakonczai J.–Blanka V.–Ladányi Zs. (szerk.): Tovább egy zölddebb úton: A Szegedi Tudományegyetem Földrajzi és Földtani Tanszékcsoport részvétele a ZENFE programban (2013-2015). Szegedi Tudományegyetem, Szeged. pp. 68-80.
- KARPPINEN, A.–KUKKONEN, J.–ELOLALAHDE, T.–KONTTINEN, M.–KOSKENTALO, T. 2000: A modelling system for predicting urban air pollution: comparison of model predictions with the data of an urban measurement network in Helsinki. – *Atmospheric Environment* 34. pp. 3735-3743.
- KISS M.–TAKÁCS Á.–POGÁCSÁS R.–BERKES L.–GULYÁS Á. 2015: Klimatológiai vonatkozású városi ökoszisztéma szolgáltatások értékelése Szeged példáján. – *Természetvédelmi Közlemények* 21. pp. 130-138.
- NOWAK, D. J.–CRANE, D. E.–STEVENS, J. C. 2006: Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. – *Urban Forestry & Urban Greening* 4. pp. 115-123.
- NOWAK, D. J.–GREENFIELD, E. J.–HOEHN, R. E.–LAPOINT, E. 2013: Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States. – *Environmental Pollution* 178. pp. 229-236.
- PRICE, C. 2003: Quantifying the aesthetic benefits of urban forestry. – *Urban Forestry & Urban Greening* 1. pp. 123-133.
- POGÁCSÁS R. 2015: Mobileszköz-applikáció fejlesztési lehet ségei a szegedi fás vegetáció vizsgálatához. – Diplomamunka. Szegedi Tudományegyetem, Szeged. 2015. 74 p.
- TAKÁCS Á.–KISS M.–GULYÁS Á. 2014: Some aspects of indicator development for mapping microclimate regulation ecosystem service of urban tree stands. – *Acta Climatologica et Chorologica* 47-48. pp. 99-108.
- UNGER J. 1997: Városklimatológia – Szeged városklímája. – *Acta Climatologica et Chorologica Univ. Szegediensis* 31/B (Urban Climate Special Issue). 69 p.
- UNGER J.–SAVIC, S.–GÁL T.–MILOSEVIC, D.–KOSZTOLÁNYI É.–MARKOVIC, V. 2014: Urban climate and monitoring network system in European cities. – University of Novi Sad, Department of Geography, Tourism and Hotel Management, Novi Sad. 112. p.
- XIAO, Q.–MCPHERSON, E.G.–SIMPSON, J. R.–USTIN, S. L. 1998: Rainfall interception by Sacramento's urban forest. - *Journal of Arboriculture* 24. pp. 235-244.
- ZHENG, J.–LUO, L. 2009: The establishment and application of urban environment information system based on MAPGIS: A case study on Jiaozuo City. – *International Conference on Environmental Science and Information Application Technology (ESIAT 2009)*, Wuhan. pp. 191-194.