

Talajok változása Székesfehérváron hét év távlatában

KATONA MÁTÉ¹, VÉGH PÉTER¹, BIDLÓ ANDRÁS², HORVÁTH ADRIENN²

¹Soproni Egyetem, Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.; e-mail: katona97@gmail.com, vegh.peter@phd.uni-sopron.hu

²Soproni Egyetem, Környezet- és Természetvédelmi Intézet, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4., e-mail: bidlo.andras@uni-sopron.hu, horvath.adrienn@uni-sopron.hu

Kulcsszavak: városi talaj, emberi beavatkozások hatása, Székesfehérvár, talajmonitoring, térinformatika

Összefoglalás: Az ipari termelés mellett a lakókörnyezetünk van a legjelentősebb hatással talajaink állapotára. A városi, illetve antropogén talajok fogalma már évtizedek óta foglalkoztatja a tudományos világot, és ma már önálló talajtani kategóriaként kezelik azt. Azonban nem elég leírni az antropogén talajokat alakító folyamatokat, hanem rendszeresen nyomon is kell követni őket. Az emberi környezetben a változások sokkal gyorsabban bekövetkeznek, és akár évek alatt is gyökeresen eltérő képet mutathatnak ezek a talajok. Nyugat-Magyarországon városi talajokkal először a Soproni Egyetem kezdett el foglalkozni, és ezen kutatások kereteiben készült el 2011 márciusa és júniusa között egy Székesfehérvár teljes területét lefedő kutatás, mely során képet kaptunk a város talajainak állapotáról. 2018 júliusában kijelölt monitoringpontokon a talajokat ismét mintáztuk, és alapvető tulajdonságaik alapján kiértékeljük őket. Elsősorban káliumkloridos és vizes kémhatásukat, a szénsavas mézstartalmukat és a fizikai féleségüket vizsgáltuk. A hét évvel korábbi eredményekkel összehasonlítva és a város ez idő alatt történő változásait figyelembe véve kísérletet tettünk arra, hogy a tulajdonságok időben való változását megbecsüljük. A kiértékelésekhez térinformatikai programokkal (Google maps, QGIS) tudtuk megállapítani a talajtulajdonságok térbeli mintázatát, és a fejlesztések felvételével, ábrázolásával pontosítottunk a változások becsléséhez. A város már ilyen rövid időtáv alatt is jelentősen át tudta formálni a talajállapotokat a legaktívabb zónákban. Hét év távlatában főként a város talajának fizikai jellemzőiben figyeltünk meg változást. A magasabb homoktartalmú fizikai féleségű talajok irányába történő elmozdulást tapasztaltunk, amely a többletvízhatások kezelésének szempontjából lehet egy pozitív változás a városban, de a megnövekedett aszályos időszakok során nehézségeket is okozhat.

Bevezetés

Az antropogén talajok

A környezetvédelem egyik fontos eleme a talajvédelem is, mely nem kizárólagosan a természetes talajaink védelmét jelenti, hanem a másodlagosan létrejött talajok feltérképezését is. Az utóbbi évtizedekben egyre gyakrabban beszélünk városi vagy urbán talajokról, aminek fogalmát azokra a talajokra használjuk, amelyeket erőteljesen befolyásolnak emberi tevékenységek. Ezen talajok legelső ismert említése Ferdinand Senft (1847) talajtannal foglalkozó tankönyvében található meg. Bockheim (1974) szerint „városi talajnak nevezhetjük azokat a városi vagy külvárosi talajokat, amelyeknek a

felső 50 cm vastagságú szintje nem mezőgazdasági, de az emberi tevékenység következményeképpen zavart, degradált vagy átkevert jelleget ölt”. A városi talajokat az emberi környezet pillanatnyi hatásai állandóan befolyásolják, ezzel gyors változások történnek a felszíni talajrétegekben, amelyek fontosak a növények növekedéséhez, rekreációjához és a fenntartható fejlődéshez (Paul és Rakshit 2022). A talajok fizikai és kémiai tulajdonságai, mint pl. a kémhatás, a karbonáttartalom és az egyes elemek mennyisége, nagy hatással vannak az élővilágra és a környezet fontos puffertulajdonágaira (Puskás et al. 2015). Fontos környezeti tulajdonság továbbá a talaj műterméktartalma is, mely „olyan szilárd vagy folyékony anyag, amely az ipari vagy kézműves tevékenységek eredménye vagy emberi tevékenység által olyan mélységből felszínre hozott termék, ahol eddig nem volt kitéve a felszíni folyamatoknak és jelenleg más környezeti feltételek közé került” (FAO 2006). Az ilyen talajokat sem szabad azonban elvetnünk, mert lehetséges élőhelyként, víz- és tápanyag szolgáltatóként szolgálhatnak a növényeknek, ezáltal felhasználhatók a városi zöldfelületek tervezésben. A városokhoz közeli természetes, erdős területek hosszútávú tervezése során a város antropogén talajképző tényezőit is figyelembe kell venni. Az ilyen komplex városi ökokörnyezet tervezéséhez használt modellekben a tájra gyakorolt hatását is számba kell venni (Cline 1961; Bidwell és Hole 1965 idézi Paul és Rakshit 2022).

Az antropogén talajok kutatásának története

Habár a XIX. század elején már felmerült az antropogén talajok kutatásának ötlete, Európában az első városi talajtérképezésre 1951-ig várni kellett (Németország, Bottrop) (Mückenhausen és Müller 1951). A kutatások sokáig csak az Egyesült Államokra és Nyugat-Európára terjedtek ki, a hetvenes években ezeken a területeken számos kutatás készült a témában (Pape 1970; Smith et al. 1971; Maechling et al. 1974). Jelentősebb nemzetközi figyelmet 1981-ben kapott a téma, ekkor volt az első nemzetközi városi talajokkal foglalkozó szimpózium Berlinben (Blume és Schlichting 1982). A téma az évek során egyre nagyobb figyelmet kapott, az ezredfordulóra látványosan megnőtt a kutatások száma, immár világszerte, így Lengyelországban, Olaszországban, Oroszországban és Kínában is (Dutta et al. 2022). Hazai viszonylatban a huszadik század második felére tehetőek az első kutatások (Kovács és Nyári 1984). Elsősorban talajszennyezettségi vizsgálatokat végeztek több városban, melyek során összelem-tartalmat mértek a talajok felső rétegeiben, többek között Budapesten (Kádár 1995; Salma és Maenhaut 2006), Debrecenben (Szegedi 1999) és Szegeden (Puskás és Farsang 2007; Szolnoki et al. 2013). A közelmúltban készültek átfogóbb vizsgálatok is a hazai városokra, immár számos tulajdonságot vizsgálva a városok teljes területén. A Soproni Egyetem (korábban Nyugat-Magyarországi Egyetem) 2010 szeptemberében komplex városökológia projektet indított, amely során Sopron, Szombathely és Székesfehérvár talajállapotáról is átfogó képet kaphattunk (Bidló et al. 2012; Horváth et al. 2013; Horváth és Bidló 2015; Horváth et al. 2015; Horváth et al. 2016; Horváth et al. 2018; Szita et al. 2019; Horváth et al. 2021). Mielőtt azonban a kutatást részleteznénk, meg kell említenünk a kutatás helyszínét mind természetrajzi, mind történelmi vonatkozásban.

Székesfehérvár természetföldrajzi jellemzése

Székesfehérvár természeti környezete jelentős változásokon ment át az évszázadok alatt. A város szinte teljes területével a Mezőföld középtájon helyezkedik el, két kistáj találkozásánál: a város déli része a Közép-Mezőföld kistájhoz tartozik, míg a nagyobb kiterjedésű, elsősorban az északi és nyugati területek a Sárrét kistáj részét képezik. Mindkét kistáj mélyében a Velencei-hegységből ismert karbon gránit, valamint különböző paleozoos metamorf képződmények fordulnak elő. A Sárrét medencéje a pleisztocén végén besüllyedt, így az egykori tómedencét az elláposodás jellemezte, és megindult a tőzegképződés folyamata. Erre holocén üledékek, 4-8 méter vastag löszszerű réteg rakódott, melyen kedvező tulajdonságú réti csernozjom talajok képződtek, de megtalálható a csernozjom barna erdőtalaj is és a barnaföldek is (Ádám et al. 2010). Azokon a területeken, ahol a talajvíz közelebb kerül a felszínhez, megjelennek a réti talajok is, így a Velencei-tó partján, a Velencei-medencében (Bidló et al. 2012). A város északi fele átnyúlik a Vértes-Velencei hegyvidékre és északnyugaton a Sárrét kistáj, valamint északon a Sörédi-hát földrajzi kistáj határain helyezkedik el. Ezeken a területeken mészlepedékes csernozjom talajokkal találkozunk, lösz alapkőzeten. Ettől eltérő a várostól keletre található terület, ahol felszínre bukkan a savanyú kémhatású gránit alapkőzet, amely a Velencei-hegységet is alkotja. A területen elsősorban agyagbemosódásos barna erdőtalajok alakultak ki. Azokon a helyeken, ahol a termőréteg ennél is sekélyebb, a domborzat miatt vagy emberi hatás következtében, ott kövesziklás váztalajok jelennek meg. A löszös hegyláb felszín erdős részein barnaföldek képződtek (Bidló et al. 2012).

Székesfehérvár történelme

A város történelme egészen a római korra nyúlik vissza, és a honfoglaló magyarok történetében is fontos szerepet játszott, a város történelmi belvárosa, a mai Felsőváros nevű városrész bizonyíthatóan az 1200-as évek elejétől volt lakott terület (Vajnai 1970). A város a 16. században keleti irányban, a lápos területek magasabban fekvő részein terjeszkedett tovább, és a török korban már az adóösszeírások 43 (adózó) házról számolnak be (Lauschmann 1998). A Székesfehérvár belvárosához keleti-délkeleti irányból csatlakozó városrészek (Víziváros, majd a Tóváros) kialakulásának története a 19. század elejétől követhető nyomon. A komolyabb környezeti terhelést jelentő iparosodás pedig a század végére érte el a várost: a József utcában működő cukorgyár, a tüzelő- és építőanyag-kereskedés és szikvízgyár is ebben az időszakban határozta meg a város iparát, és 1872-ben megalakult a Székesfehérvári Légszeszgyár és Vegyiművek Részvénytársaság. A századforduló után a 1902-től a közvilágítást is bevezették, és 1918-ban megépült a gőzmalom is, mely az egész térségre nagy hatással volt (Takács 2021). Jelentősebb változást ezután jóval később, a szocializmus időszakában tapasztalt a város. A II. világháború után az ipar elsőszámú gazdaság- és városfejlesztő erővé lépett elő. Székesfehérvár igazi iparvárossá duzzadt, bár a városképen a legnagyobb változás a lakóterületek növekedése tekintetében mutatható ki. Az 1950-es és 80-as

évek vége között az iparosítás és a lakásigények kielégítése révén Székesfehérvár városképének meghatározó elemeivé a terjeszkedő üzemi területek, a közlekedési vonalak és a tízemeletes panelházak váltak (Molnár 2004). Az 1990-es évtized második felétől a szuburbanizáció térségi felerősödése és kiterjedése vált leginkább jellemzővé. A városkörnyék településeinek népességszáma szinte kivétel nélkül pozitívan változott (a természetes fogyás mellett), mialatt Székesfehérváron mintegy 11 800 fővel csökkent a lakosság 1990 óta (Szirmai et al. 2003 idézi Molnár 2004; KSH 2018). Az új ipari kultúrák és technológiák meghonosodását jelzi, hogy hat ipari parkja (Alba IP, Sóstó IP, Videoton IP, Déli IP, Ikarus IP, Visteon IP) van a városnak, ami egyedülálló az országban. Emellett több összefüggő ipari zóna, valamint inkubátorház (a vállalkozói inkubátorok szövetségének központjával) található a városban (Molnár 2004) Kutatásunk során a 86-os pont esett az ipari zónába és három másik pont a közvetlen közelében van (32, 33, 85).

A terület vízrendezésének története

Mint korábban leírtuk, a város jelentős része a Sárrét kistájon terül el, ennél fogva természetrajzi adottságaiból adódóan folyamatos probléma volt a városnak a megfelelő vízrendezése, mely az iparosodás és beépítések mellett szintén komoly hatással volt a környezetére. Az első telepek megjelenése óta árkokkal és gáttal szabdalják fel a területet, de jelentősebb vízrendezések a XIX. századtól indultak el. A rendezetlen vízfolyások elborított árterének szélén vezetett malomcsatornák és vízlépcsők építésével vízi malmok sorát létesítették, melyek hozzájárultak számos iparág fellendüléséhez. A munkálatok során számos csatornát kialakítottak, ekkor készült el a Várkörút-csatorna és a Malom-csatorna, melyet 1935 és 1937 között a város jelentős részén le is fedtek. A Gaja-patak vízrendezési terve 1941-ben elkészült és az ötvenes évekre meg is valósultak a mederbővítések és az árvízvédelmi töltések (Vajnai 1970). A későbbi árvizek folyamatos fejlesztéseket és átépítéseket igényeltek, így további védművek épültek, a Gaja-patak mentén mind a Sziget utcai lakótelepet, mind a Tóvárosi lakónegyedet feltöltésre építették az esetleges elöntési veszély csökkentése érdekében. Az Aszalvölgyi-árkot mederburkolattal látták el, a kanizsai és a veszprémi vasúti kereszteződéseknel medermélyítéseket hajtottak végre, és a Rác-völgyi tározó is ekkor készült el (Bukovsky 1996).

Székesfehérvár a közelmúltban

A közelmúlt fejlesztéseit is meghatározta a csapadékelvezető csatornahálózat fejlesztése és az infrastruktúra bővítése. A vizsgált időszakban készült el az öreghegyi esővízelvezető csatorna (Székesfehérvár MJV Önkorm. 2011a), a Varga-csatorna mederrendezése (Székesfehérvár MJV Önkorm. 2016) és a felső-városi csapadékvíz-elvezető rendszer (Székesfehérvár MJV Önkorm. 2017a), valamint szintén mederrendezési munkának tekinthető a Sóstó rehabilitációja (Székesfehérvár MJV Önkorm. 2017b), mely során mederkotrás is történt a területen. Infrastruktúra fejlesztése volt többek

között a szennyvízcsatorna felújítása 72 km-en, majd az azt követő útfelújítások (Székesfehérvár MJV Önkorm. 2011b, 2012a), valamint a két jelentősebb közútfejlesztési beruházás volt a várost elkerülő út befejező szakasza (Székesfehérvár MJV Önkorm. 2012b) és a Saára Gyula útfelújítási program (Székesfehérvár MJV Önkorm. 2013), melynek keretein belül ötven utcában, több mint százezer négyzetméteren újult meg az útburkolat a városban. További kisebb projektek is megvalósultak, parkolók, parkok és játszótérek épültek vagy újultak meg, és ebben az időszakban készült el a Brenyóközi Sportcentrum (Székesfehérvár MJV Önkorm. 2014).

A város területén átfogó városökológiai kutatás kezdődött el 2010-ben, melyet a korábbi Nyugat-magyarországi Egyetem, később Soproni Egyetem oktatói és kutatói végeztek. A projekt egyik fő célja az emberi hatások okozta változó környezeti feltételek azonosítása és a városi talajok minőségének hiánypótló felmérése és értékelése volt. (Bidló et al. 2012). Azonban a feljebb leírt felújítások és beruházások tovább alakították a város környezetét, és ezek közvetlenül, vagy kiporzások által közvetve érintették a mintavételi pontokat.

Célkitűzések

Látható, hogy az elmúlt időszak jelentős változásokkal járt a város életében, emiatt is alkalmasnak gondoltuk a vizsgált területet arra, hogy jellemezzük a városi talajok tipikus tulajdonságait (egyben a változás természetét) adott helyen viszonylag rövid idő elteltével. Esetünkben a két vizsgálat 2011-ben és 2018-ban követte egymást. A vizsgált talajmintákat a második alkalommal 2 méteres pontossággal ugyanazokról a helyekről vettük, mint 2011-ben, és ugyanazokat a méréseket, megegyező módszertannal végrehajtani, hogy összehasonlítható képet kapjunk a város két különböző időpillanatában a vizsgált talajok állapotáról. A vizsgált időszak jelentős változással járt a város életében, a megnövekedett forgalom, az ipari- és közműfejlesztések, valamint az infrastruktúra karbantartása és bővítése nem csak a mindennapi életre, hanem a város környezetére is hatással volt. A terhelést a talaj bizonyos mértékig elnyeli, de hatásai, feltételezéseink szerint, nyomon követhető a fizikai és kémiai tulajdonságainak vizsgálatával. Kutatásunk célja, hogy a kutatás alkalmas lesz arra, hogy bemutassa Székesfehérvár talajállapotának változásait egy többéves időszak alatt.

Módszerek

Pontok felkeresése és mintavétel

A 2011-es székesfehérvári mintavételek során a kutatók egy általános képet kívántak kapni a város talajállapotáról, ezért egy egységes ponthálót tettek a városra, melynek EOY-koordinátáit rögzítették (Horváth et al. 2015). A 2018-as visszakeresés is ezen információk alapján történt, az eredeti 144 pontból 42 monitoring pontot jelöltünk ki, melyek elhelyezkedése az 1. térképen is látható. A pontok beméréséhez mind a két

esetben mobil helymeghatározó eszközöket használtunk, melynek 2 méteres pontossága van, azonban a helyszíni képek gyakran sokkal pontosabb visszakeresést is lehetővé tettek, így gyakran az előző mintavételi helyet is megtaláltuk. Később így az eredményeket mind önmagukban, mind a korábbi mérések viszonyában ki tudtuk értékelni, melyben segítségünkre voltak a különböző térinformatikai programok is (Google Earth, QGIS), valamint a szemcseméreteloszlás-értékeket elhelyeztük az USDA típusú textúraháromszögben, így további következtetéseket is le tudtunk vonni. A kiértékelésben segítségünkre voltak az urbanizált területet nem vizsgáló Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer (TIM) mérési eredményei, melyekből a környezet tulajdonságai is kirajzolódtak, és ezeket így természetesnek tekinthetjük (Várallyay et al. 2010). A hálózat 2010-es adatokat használ, azonban a természeti környezetnek eltérő dinamikája van. A városi talajok legbolygatottabb zónája a felső 20 cm (Carre et al. 2013), ezért a korábbi mintavételekhez hasonlóan 0-10 és 10-20 cm-es rétegben egy-egy mintát vettünk minden ponton. A minták begyűjtése az általunk kiválasztott pontokon a felület letisztítását követően egy 30x30 cm-es négyzet kijelölése után ásóval történt. A minták kiemelése után mérőszalaggal ellenőriztük a mintavételi mélységeket. Továbbá megállapítottuk a területhasználati kategóriát a földhivatali alaptérkép kategóriái alapján. A minták nagy arányban közlekedési zónákra (36%) és parkokra (36%) estek, de jelentős volt a lakóövezetek (14%) és vízpartok (14%) aránya is. A minták túlnyomó része kevert, illetve zavart talajkörnyezetből származik, így a genetikai talajszintek elkülönítésére nem volt mód.

Laboratóriumi vizsgálatok

A mintákat átszállítottuk a Termőhelyismerettani Intézeti Tanszékének laboratóriumába, ahol elvégeztük a fizikai és kémiai vizsgálatokat. A méréseket Bellér (1997) és Stefanovits (1992) ajánlásai szerint végeztük. A mintákat a megérkezésükkor légszárazra szárítottuk, ahol szükséges volt, ott szárítószekrénybe helyeztük 50 °C-on. Ezután a száraz talajt homogenizáltuk, és 2 mm-es szitával elkülönítettük a durva vázrészeket, melyek esetünkben keveredtek a műterméktartalommal. A minták előkészítése után meghatároztuk potenciometriásan a vizes és kálium-kloridos kémhatást elektromos pH-mérővel. Ehhez 25 ml kiforralt desztillált vizet, illetve 1 mol/dm³-es KCl-oldatot adtunk az előre bemért 10 gramm talajhoz. Továbbá a szénsavas mésztartalom is meghatározásra került, melyhez Scheibler-féle kalcimétert használtunk. Ehhez 1-2 gramm közötti talajt mértünk be analitikai mérlegen négy tizedesjegy pontossággal, majd zárt rendszerben 10%-os sósavval elbontottuk a mésztartalmát. A fejlődő CO₂ térfogatát leolvastuk a műszerről, és normál állapotra visszaszámolva kiszámítottuk a mésztartalmat. Az eredményt százalékban határoztuk meg. A szemcseeloszlás vizsgálatához a klasszikus pipettás módszert alkalmaztuk. Ehhez 20 gramm talajt H₂O₂-al vízfürdőben elroncsoltunk, majd Na-hexametafoszfát segítségével elválasztottuk az aggregátumokat egy rázólabdikos kezelés során, körforgós rázógépből. Ezután egyliteres mérőhengerekbe desztillált vízzel jelig töltöttük őket, és meghatározott

hőmérsékleten, meghatározott időközönként pipettával mintát vettünk belőlük. Az eljárás a Stokes-féle sűrűdési törvényen alapszik. A mintákat ezután szárítószekrényben tömegállandóságig szárítottuk, és meghatároztuk az iszap- és agyagfrakciók arányát. A durvahomok-frakciót átmosásos szitálással határoztuk meg, 0,2 mm-es szitával (Bellér 1997).

Kiértékelés módszertana

A mérési eredmények kiértékeléséhez Microsoft Excel programot, valamint a térképi elhelyezéshez a QGIS térinformatikai programot használtunk. Az eredmények térbeli ábrázolásával az értékek mintázatát és egymáshoz viszonyított helyzetét is értékelhettük. A TIM-pontokat szintén szerepeltettük a térképeken. Mivel a városi talajok rendszere rendkívül heterogén, ezért az interpolációs kiértékelés helyett a pontok egyedi értékének feltüntetése mellett döntöttünk, így nem készültek félrevezető extrapolálások az adatokból. Az USDA-talajosztályokba való besorolást az USDA hivatalos oldalán található segédletével végeztük (U. S. Department of Agriculture 2022). A magyarországi erdészeti gyakorlat hagyományosan hazai osztályozást használ a fizikai féleség meghatározására, de az USDA besorolás részletesebb képet adott a fizikai féleségekről, valamint így összehasonlíthatóvá váltak az eredmények a TIM-pontokkal, mely rendszer szintén ezt az osztályozást alkalmazza.

Eredmények és kiértékelésük

A monitoring vizsgálat eredményei a TIM rendszer pontjai alapján

Székesfehérvár 2018-as talajállapotáról általánosságban elmondható, hogy gyengén lúgos kémhatású, átlagosan közepes és magas mésztartalom jellemezi, de mészmentes mintáink is előfordultak. A kistájra jellemző és a szakirodalom által is leírt (Rajkai és Tóth 2010) homokos vályog fizikai féleségű talajok voltak a meghatározóak, de jelentős a homokos-agyagos vályog és a vályogos homok aránya is valamint a TIM-pontok (Várallyay et al. 2010) is hasonló tulajdonságokat írtak le, azonban kisebb eltérésekkel. A méréseink során a kémhatásra a semleges tartomány alsóbb határa (pH=6,81) a jellemzőbb, az ettől eltérő értékek az enyhén savanyú tartományban találhatók meg, és a mért mésztartalom-értékek is kisebbek, különösen a déli oldalon. A legnagyobb különbség azonban a fizikai féleségükben mutatkozik, mert délen még megtaláljuk a homok, durva homok frakciókat, de a város vonalában már egyértelműen az iszaposabb, vályogosabb irányba változik a város környezete a TIM pontok alapján. A 3. és 4. térkép alapján feltételezhetjük, hogy a város területe nem követi a TIM rendszer fokozatos változásait a térben, önálló tulajdonságokkal bír, melyek kitűnnek a környezetükből.

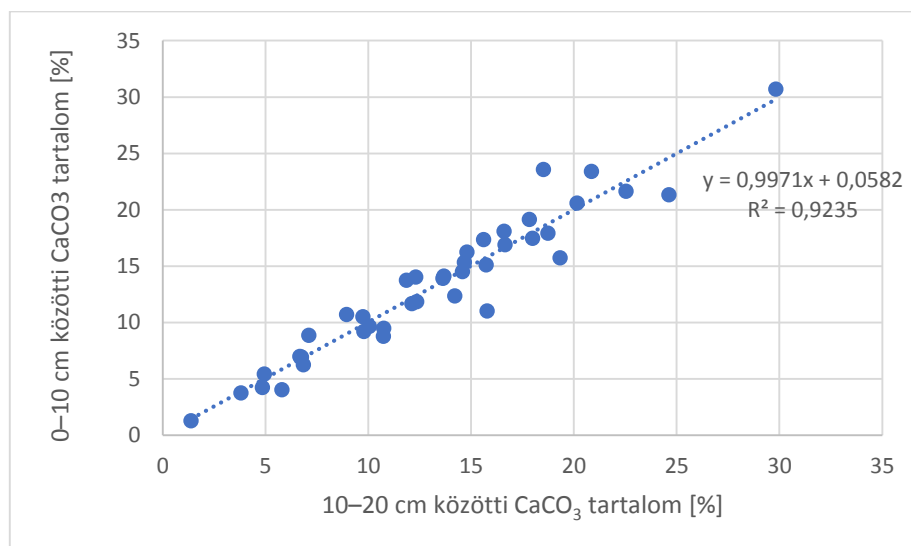
Eredmények értékelése területhasználat alapján

A vizsgált pontokra nagy hatással van a környezetük, ezért az elsődleges területhasználati kategóriájuk is meghatározza a tulajdonságaikat. Ezek földrajzi eloszlását szintén nyomon követhetjük az 1. térkép segítségével. Bolygatottság tekintetében két szélsőség a közlekedési- és ipari zónák, valamint a zöldövezetek között van (utóbbiak közé a vízpartokat és a parkokat, erdőket soroltuk). Az említett zónákra, ezen belül is a forgalmas vonalas létesítményekre jellemző leginkább a kiporzás, a felsőbb rétegekben potenciálisan itt következnek be a legnagyobb változások (Meuser 2010). A város közelmúltjában is ezeket a területeket érintették elsősorban a változások (Székesfehérvár MJV Önkorm. 2013, Székesfehérvár MJV Önkorm. 2012b). A vonalas létesítmények környezetében vizsgált talajok egyértelműen a homok és durva homok fizikai féleség irányába tolódtak el, magasabb a vályogos homok aránya, és a homokmintát is itt találjuk meg (32. pont), melyet a földrajzi elhelyezkedése egyébként nem indokol. Ezzel szemben a zöldterületeket inkább a természetes, homokosvályog-tartományban találjuk meg, de a homokos-agyagos vályog- és agyagosvályog-fizikai féleségeket is itt láthatjuk. Ennek okai nemcsak a természetes folyamatok lehetnek, hanem a talajcserénél valószínű, hogy ilyen karakterű területről hoztak talajt, illetve a vízpartok közelében is ez a típus a gyakoribb.

Eredmények értékelése szintenként

Fontosnak tartottuk, hogy a monitoringvizsgálat kövesse a korábbi mérések menetét, ezért mélységben két részre bontottuk a 2018-as felvételezést (0-10 cm, ill. 10-20 cm). Általánosságban elmondható, hogy az eredményeink, mind egymás között, mind a korábbi évvel nagy hasonlóságot mutattak: ahol megváltozott az egyik szint tulajdonsága, ott általában a másiké is. Hét év távlatában a változások egységesen érintették az egész feltalajt, melyben az átkeveredés is szerepet játszott. Azonban a változások felülről érik a talajokat, ezért fontosnak tartottuk megvizsgálni, hogy milyen összefüggések vannak a szintek (0-10 cm és 10-20 cm) között. A kémhatás tekintetében általánosan elmondható, hogy az alsóbb szintek mindenhol lúgosabbak, mert a kilúgzás folyamata fentről lefelé hat. A szintek közötti korreláció mérsékelten magas volt, a vizes pH esetében ($R^2 = 0,57$) valamivel alacsonyabb, mint a KCl-os pH vizsgálatokor ($R^2 = 0,64$), melynek oka a káliumkloridos kémhatás állandóbb értékének tudható be. Mért eredményeink gyakran két fizikai féleség határán voltak, ezért gyakran előfordult, hogy míg a felső réteg a homokos vályog képét mutatta, addig az alsóbbak a homokos-agyagos vályogét, és vice versa. Frakciónként elemezve az összefüggéseket azt tapasztaltuk, hogy a különböző frakciók eltérő mértékben korrelálnak a két szint között. Míg a durvahomok-értékek ($R^2 = 0,83$) viszonylag erős összefüggést mutattak, addig az iszap- ($R^2 = 0,53$) és finomhomok- ($R^2 = 0,53$) frakciók azonos értékkel egy közepes összefüggést mutattak, és az agyagfrakciók ($R^2 = 0,17$), valamint a vázas elemek ($R^2 = 0,32$) értékei igen gyenge mértékben mozogtak együtt. A mésztartalom a két réteg között szinte mindenhol együtt mozgott, ez jól követhető az 1. ábrán is. Egy esetben (90.

pont) ez az érték kiugróan eltért, ezért a korreláció számításánál az „outliert” kivettük, így igen erős összefüggést ($R^2 = 0,92$) találtunk a minták között. A két szint átlagos mésztartalom-értékei hozzávetőlegesen megegyeztek (13% és 14%), a felsőbb szint azonban sokkal kiegyenlítettebb képet mutatott. Ez főleg az alacsony mésztartalmú területeknél volt szembeűnő, de a magasabb értékek is kiegyenlítődték, a város nyugati oldalán, ahol a természetes mésztartalom is magasabb volt.



1. ábra Mésztartalom százalékban kifejezett értékeinek összefüggése a 0–10 cm és 10–20 cm közötti rétegekben 2018-ban

Figure 1. Correlation of the CaCO₃ content (%) between layers of 0–10 cm and 10–20 cm in 2018

Eredmények értékelése földrajzi helyzet szerint

Az eredmények földrajzi elhelyezkedéséről a korábban leírtakon kívül is érdekes mintázatokat figyelhettünk meg. A kémhatás az egész mintaterületen egységesen gyengén lúgos volt, ez alól csak a Bánya tó melletti minta (35. pont) a kivétel, gyengén savanyú kémhatással. Itt természetesen mészmentes talajt találtunk. Az itt mért pH = 5 kémhatás indokoltá tette a hidrolitos savanyúság mérését, mely a két szint között eltérő volt (0-10 cm: 13,55; 10-20 cm: 5,02). Az ok a tó létrejöttében lehet, ugyanis ezen a területen sokáig gránitot bányásztak, amíg 1917-ben a bányát el nem öntötte a víz (Szanyi-Nagy 2019). A savanyú kőzet közelsége változtathatta meg lokálisan a kémhatást. A mésztartalom, elsősorban a külvárosi területeken, követi a TIM-pontok mért értékeit. Az alacsonyabb mésztartalom értékek elsősorban a város déli és keleti részére esnek, és nyugati- valamint északi irányban növekszik az értékük. Azonban sok esetben ez az érték meghaladja a természetes mésztartalmat, valamint átlagosan is magasabb a városi pontok mésztartalma (15,43%), mint a természetes környezetnek tekintett TIM-pontoknak (~13%). A szakirodalom is ezeket a megfigyeléseket támasztja alá a városi talajok esetében, amit az építkezések során felhasznált magas mésztartalmú anyagokkal magyaráz (Lehmann és Stahr 2007). Jelentősebb eltéréseket a TIM pontoktól, azaz a környezettől, a fizikai féleségben tapasztaltuk. A talajok fizikai félesége a déli oldalon

homok jelleget mutatott, de a város határában ez már egyértelműen átment egy vályogos, iszapos jellegű feltalajba. A város ehhez képest a keleti oldalon jelentősen (homok, vályogos homok jelleg), a város teljes területén pedig részlegesen (homokos vályog nagy aránya) eltér ettől a természetes átmenettől. A háttérben valószínűleg a városi talajok tulajdonságai állhatnak, melyekre a környezettől nagyobb szemcseméretű talajok jellemzők a folyamatos építési melléktermékek behatásai miatt (Lehmann és Stahr 2007). A kevesebb homokot tartalmazó talajok (vályog, homokos-agyagos vályog) elsősorban a külvárosra esnek, természetesen a déli oldal kivételével. Egy agyagos vályog fizikai féleségű minta (82. pont) mégis a belvárosra esik, amit az elsődleges területhasználati kategóriája (patakpart) meg is magyaráz.

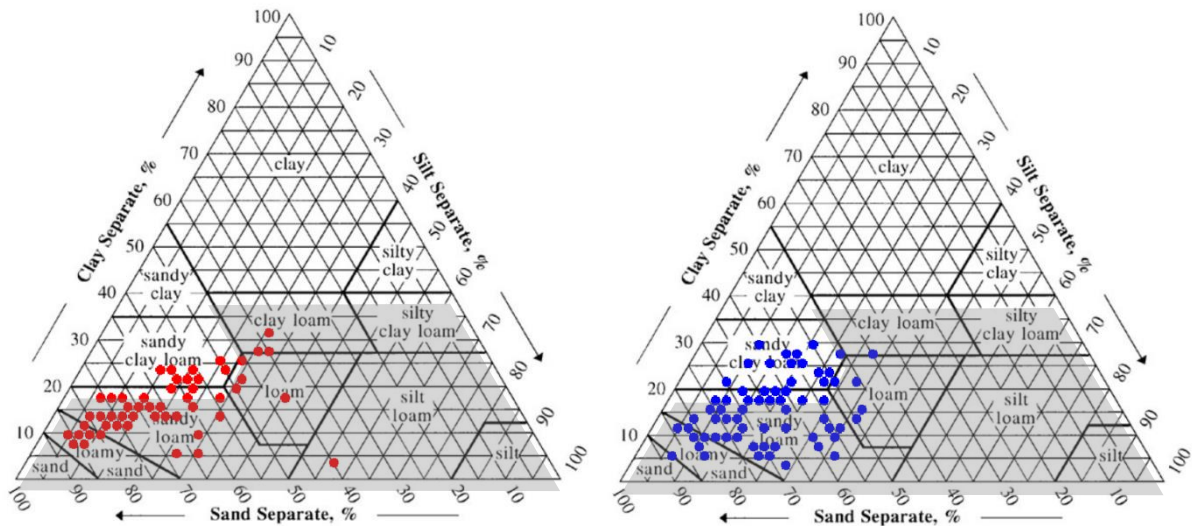
Összehasonlítás a 2011-es eredményekkel

Összehasonlítva a 2011-es eredményekkel, a kémhatás kevés változást mutat. Mind a két esetben közel megegyező volt az átlagos pH érték (átlag $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}^{2011} = 7,92$; átlag $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}^{2018} = 7,90$ valamint átlag $\text{pH}_{\text{KCl}}^{2011} = 7,47$; átlag $\text{pH}_{\text{KCl}}^{2018} = 7,44$), valamint a Stefanovits (1992) ajánlása alapján felvett határértékek is egységesen gyengén lúgos kémhatást mutattak, a város környezetéhez hasonlóan. A két év adatai közötti összefüggés azonban csekély összefüggést mutat ($R_{\text{H}_2\text{O}}^{2\text{pH}} = 0,27$; $R_{\text{KCl}}^{2\text{pH}} = 0,39$). A térképes ábrázolás során mégis egységes mintázatot fedezhetünk fel a város feltalajának kémhatás-változásában, ahogyan ez a 2. térképen is látható. Míg a város nagyobb részén inkább egy elmozdulás figyelhető meg a semleges tartomány felé, addig a város nyugati felén és a déli közlekedési zónákban inkább az ellenkező irányban változnak meg a pH-értékek mind a kétféleképpen mért pH-érték esetében. Ennek az is oka lehet, hogy ezeken a területeken volt jelentősebb átalakulása a városnak, ugyanis később látjuk, hogy önmagában a mésztartalom-értékek ezt a változást nem erősítik meg. A közlekedési zónák általánosságban nem erősítették meg ezt a folyamatot, egészében vizsgálva ezt a kategóriát, a kémhatásértékek nem változtak jelentősen. A 2011-es minták közül két esetben találtunk mérsékelt savanyú pH-t, és mind a két esetben (35. és 42. pont) savanyodásra következtethettünk a pH-értékek időbeli különbsége alapján. Az egyik, a korábban említett Bánya tó melletti minta esetében ez be is igazolódott, azonban a 42. erdei pontra megnövekedett mésztartalmat mértünk vissza, így a természetes erdei savanyodási folyamatokkal ellentétben közel semleges kémhatást tapasztaltunk.

Az átlagos mésztartalom a város teljes területén 3,04%-al lett alacsonyabb, ami egy mérsékelt csökkenésnek mondható, a hét évvel korábbi állapotokkal csekély összefüggést mutat ($R_{\text{CaCO}_3}^2 = 0,47$). A mésztartalom-értékek elsősorban a város keleti és déli részén csökkentek, ahol a homokfrakció növekedése is tapasztalható. A mésztartalom növekedése elsősorban parkos területeket érintett, azonban ezek nem mutattak szignifikáns összefüggést a földrajzi helyzetükkel és a domborzattal (3. térkép), vagy a fizikai féleséggel.

A rövid időszakhoz képest viszonylag nagy változások jellemezték a talajok szemeloszlását. A TIM-hálózat az amerikai USDA osztályozását vette alapul, ezért a mért

eredményeket mi is ebben a rendszerben értékeltük ki (nracs.usda.gov 2022). A három-tényezős diagramm a 2. ábrán látható, melyen egy áttrendeződés figyelhető meg, ami az iszapfrakció csökkenésével és a homokfrakció növekedésével jellemezhető. A TIM-rendszer pontjai iszapos, iszapos-vályog fizikai féleségű talajviszonyokat jeleznek a város észak-északnyugati határában, mely a 2018-as mintákon nem jelenik meg. Az iszapfrakció visszaszorulása visszavezethető a vízrendezésekre és a városi talajokat jellemző talajcserékre.



2. ábra A minták fizikai félesége az USDA besorolás szerinti textúraháromszögben 2011-ben (piros) és 2018-ban (kék), valamint zölddel kiemelve a TIM pontok tartománya

Figure 2. PSD of the samples on the USDA texture pyramid in 2011 (red) and in 2018 (blue), and the range of TIM points highlighted in green

A fizikai összetételt érintő változások elsősorban a város belterületének keleti és északnyugati részét érintették, utóbbi környezetében számos fejlesztés volt a két időszak között. Az összes mérési eredményt megvizsgálva az USDA-besorolás szerint 50%-ban változott meg a talajok fizikai félesége a vizsgált időszakban. Ebből a legtöbb közeli textúra osztályok közötti változás volt, de több esetben is jelentős eltolódást tapasztaltunk, melyek talajcserére engednek következtetni.

Összegzés

Összességében elmondható, hogy Székesfehérvár felalaja hét év alatt mind a környezetéhez képest, mind a korábbi talajállapotokhoz képest megváltozott. Habár a városi talajok általános jellemzőit mutatja, mégsem tér el jelentősen a természetes közegétől, ezért ebben a tekintetben a változások kisebb mértékűek. A hét év alatt elsősorban a mésztartalomban és a fizikai féleségben tapasztalhattunk nagyobb léptékű változásokat, a kémhatásban kisebb mértékű változásokat tapasztalhattunk. A fizikai féleség megváltozására összességében a homok, durva homok frakciók megnövekedése volt jel-

lemző, mely a kiporzások mellett talajcserékre is visszavezethető. A városi talajok kialakításakor sokszor alkalmaznak homokot, mint töltőanyagot. A megváltozott talajállapotok megváltozott tulajdonságokat is jelentenek (pl.: vízvezető képesség, víztartó képesség), ezért a gyakorlati tervezés során ezeket érdemes figyelembe venni. A homoktalajok jobban elvezetik a vizet, kevésbé tartják meg azt.

A város jelenlegi környezete és a város történelmét jellemző, sokszor károkkal járó többletvízhatások tekintetében ez lehet egy pozitív változás, de a megnövekedett aszályos időszakok más jövőképet is vetíthetnek előre, mely megváltozott vízrendezési stratégiákat vetít előre. A kutatás felhasználható Székesfehérvár környezetvédelmi stratégiájához és településfejlesztési stratégiájához, valamint nagyobb, helyi szennyezés esetén visszakereshető a város talajállapotának eredeti állapota, szerkezetéből adódó bemosódás mértéke. Jelen kutatás továbbá alapja lehet egy későbbi toxikus elemtartalom-vizsgálatnak, mely során a nehézfémek akkumulációjának és mobilizálhatóságának fontos befolyásoló tényezői az itt vizsgált talajtulajdonságok.

Városaink mindig hatással lesznek környezetünkre, a tájat folyamatosan alakítják maguk körül, ezért ezeket a folyamatokat a jövőben is fontos követnünk, megfigyelnünk, hogy a változások ne érjenek bennünket felkészületlenül.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk megköszönni Dr. Balázs Pálnak, Páll Rékának, Szecsódi Orsolyának és Szűcs Zsoltnak segítő munkájukat. Jelen publikáció a „GINOP-2.3.3-15-2016-00039 – Fás biomassa termesztési feltételeinek vizsgálata” című projekt támogatásával valósult meg.

Irodalom

- Ádám L., Juhász Á., Marosi S., Mezősi G., Somogyi S., Szilárd J. 2010a: Földtan. In: Dövényi, Z. (szerk.): Magyarország kistájainak katasztere. MTA, Budapest. p. 876.
- Beller, P. 1997: Talajvizsgáló módszerek. Egyetemi jegyzet. Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar Termőhelyismerettani Tanszék, Sopron.
- Bidló A., Horváth A., Kámán O., Németh E., Szűcs P. 2012: Városi talajok vizsgálata a Dunántúlon- (pp. 123–168). In: Albert, L., Bidló, A., Jancsó, T., Gribovszki, Z. (szerk.): Városok ökokörnyezetének komplex vizsgálata a nyugat-dunántúli régióban. Sopron, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó.
- Blume, H-P., Schlichting, E. (eds.) 1982: Soil problems in urban areas. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 33: 1–280. Letöltve: 2022. 11. 06. forrás: https://www.dbges.de/de/system/files/mitteilungen_dbg/Mitteilungen%20der%20DBG%201982_33.pdf
- Bockheim, J. G. 1974: Nature and properties of highly disturbed urban soils. Philadelphia, Pennsylvania. Div. S-5, Soil Science Society of America, Chicago, Illinois.
- Bukovszky Gy. 1996: Székesfehérvár árvizei. *Hidrológiai Tájékoztató* 35(1): 32–34.
- Carre, F., Rusco, E., Tóth, G., Jones, A., Gardi, C., Stolbovoy, V. 2013: Soil sampling methodology. In: Tóth, G., Jones, A., Montanarella, L. (eds.): *Lucas Topsoil Survey: methodology, data and results*. Publications Office of the European Union, Ispra, Italy. DOI: <https://doi.org/10.2788/97922>
- Cline, M. G. 1961: The changing model of soil. *Soil Science Society of America Journal* 25: 442–446. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj1961.03615995002500060009x>
- Dutta, A., Patra, A., Ghosh, S., Rakshit, A. 2022. Urban Soil: A Review on Historical Perspective. (8 p). In: Rakshit, A., Ghosh, S., Vasenev, V., Pathak, H., Rajput, V. D. (eds): *Soils in Urban Ecosystem*. Springer, Singapore. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-16-8914-7_1

- Horváth A., Szűcs P., Kámán O., Németh E., Bidló A. 2013: Sopron város és környéke feltalajának vizsgálata. *Tájökológiai Lapok* 11(1): 125-134. DOI: <https://doi.org/10.56617/tl.3738>
- Horváth A., Bidló A. 2015: Városi talajok nehézfém vizsgálatai a nyugat-dunántúli régióban (Esettanulmány). *Agrokémia és Talajtan* 64(1): 139-158. DOI: <https://doi.org/10.1556/0088.2015.64.1.10>
- Horváth A., Szűcs P., Bidló A. 2015: Soil condition and pollution in urban soils: evaluation of the soil quality in a Hungarian town. *Journal of Soils and Sediments* 15: 1825-1835. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11368-014-0991-4>
- Horváth, A., Szita, R., Bidló, A., Gribovszki Z. 2016: Changes in soil and sediment properties due the impact of the urban environment. *Environmental Earth Sciences* 75: 1-10 DOI: <https://doi.org/10.1007/s12665-016-6012-8>
- Horváth, A., Kalicz, P., Farsang, A., Balázs, P., Berki, I., Bidló, A. 2018: Influence of human impacts on trace metal accumulation in soils of two Hungarian cities. *Science of the Total Environment* 637-638: 1197-1208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.033>
- Horváth, A., Csáki, P., Szita, R., Kalicz, P., Gribovszki, Z., Bidló, A., Bolodár-Varga, B., Balázs, P., Winkler, D. 2021: A complex soil ecological approach in a sustainable urban environment: Soil properties and soil biological quality. *Minerals* 11(7): 704. DOI: <https://doi.org/10.3390/min11070704>
- Kádár I. 1995: A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. MTA TAKI, Budapest.
- Kovács M., Nyári I. 1984: Budapesti közterületek talajainak nehézfém-tartalma. *Agrokémia és Talajtan*. 33(3-4): 501-510.
- Land and Water Division 2006: Guidelines for soil description. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma. (World Soil Resources Reports ISSN 0532-0488) Letöltve: 2022.11.05. forrás: <https://www.fao.org/3/a0541e/a0541e.pdf>
- Lauschmann Gy. 1998: Székesfehérvár története. I. kötet. Székesfehérvár Város Levéltára, Székesfehérvár.
- Meuser, H. 2010: Contaminated urban soils. Springer Verlag, UK. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-90-481-9328-8>
- Lehmann, A., Stahr, K. 2007: Nature and significance of anthropogenic urban soils. *Journal of Soils and Sediments* 7: 247-260. DOI: <https://doi.org/10.1065/jss2007.06.235>
- Molnár B. 2004: Székesfehérvár az európai és magyar urbanizációs folyamatokban. *Földrajzi Értesítő* 53(1-2): 271-292.
- Mückenhausen E., Müller, E. H. 1951: Geologisch-bodenkundliche Kartierung des Stadtkreises Bottrop i.W. für Zwecke der Stadtplanung. *Geologisches Jahrbuch* 66: 179-202.
- Pape, J. C. 1970: Plaggen soils in the Netherlands. *Geoderma* 4: 229-255.
- Paul, S., Rakshit, A. (2022). Classification and Functional Characteristics of Urban Soil. (pp. 11-23). In: Rakshit, A., Ghosh, S., Vasenev, V., Pathak, H., Rajput, V.D. (eds) *Soils in Urban Ecosystem*. Springer, Singapore. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-16-8914-7_2
- Puskás I., Farsang A. 2007: A városi talajok osztályozása, az antropogén hatás indikátorainak elkülönítése Szeged talajtípusainak példáján. *Tájökológiai Lapok* 5(2): 371-379.
- Puskás I., Farsang A., Csépe Z., Bartus M. 2015: Városi zöldterületek feltalajainak állapotértékelése és szennyezettség mintázata a funkcionális tagolódás függvényében. *Tájökológiai Lapok*. 13:115-132.
- Rajkai K., Tóth G. 2010: Talajok. In: Dövényi Z. (szerk.): *Magyarország kistájainak katasztere*. MTA, Budapest. p. 876.
- Salma, I., Maenhaut, W. 2006: Changes in elemental composition and mass of atmospheric aerosol pollution between 1996 and 2002 in a Central European City. *Environ Pollut.* 143: 479-488.
- Smith, R. M., Tryon, E. H., Tyner E. H. 1971: Soil development on mine spoil. *Bulletin* 604 T. West Virginia Agricultural and Forestry Experiment Station, Morgantown. DOI: <https://doi.org/10.33915/agric.604t>
- Stefanovits P. 1992: *Talajtan*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Szanyi-Nagy J. 2019: Egy tó, amelyben tilos fürdeni. *Fejér Megyei Hírlap* 64(186): 9.
- Szegedi S. 1999: Debrecen nehézfém-szennyezettsége. *Magyar Tudomány* 106/66(10): 1192-1200.

- Szita, R., Horváth, A., Winkler, D., Kalicz, P., Gribovszki, Z., Csáki, P. 2019: A complex urban ecological investigation in a mid-sized Hungarian city–SITE assessment and monitoring of a liveable urban area, PART 1: Water quality measurement. *Journal of environmental management* 247: 78–87. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.063>
- Szolnoki, Zs., Farsang A., Puskás I. 2013: Cumulative impacts of human activities on urban garden soils: Origin and accumulation of metals. *Environmental Pollution* 177: 106–115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.007>
- Takács P. 2021: Székesfehérvár keleti Irányú terjeszkedése. Betekintés A 19. Században és a 20. Század elején Végbement változásokba. *Polymatheia* 18(1–2): 62–93. DOI: <https://doi.org/0.51455/Polymatheia.2021.1-2.04>
- Vajnai, I. 1970: Székesfehérvár város vízrendezésének múltja és jelene. *Hidrológiai Tájékoztató*, 10(1): 88–93.
- Várallyay Gy., Szabóné Kele G., Berényi Üveges J., Marth P., Karkalik A., Thury I. 2010: Magyarország talajainak állapota a Talajvédelmi Információs és Monitoring (TIM) rendszer adatai alapján. *Földművelésügyi és vidékfejlesztési Minisztérium, Budapest*, pp. 38–45.

Internetes források

- Központi Statisztikai Hivatal 2018: Magyarország állandó lakosságának száma az év első napján (2018. január 1.) XLS táblázat. [Nyilvantarto.hu](http://nyilvantarto.hu). Letöltve: 2023. 06. 21. forrás: <http://nepesseg.com/fejer/szekesfehervar#1>
- Székesfehérvár MJV Önkorm. 2011a: C-0-0: Megoldódik az esővíz elvezetése az Öreghegy Budai út felőli részén és a Kőfemen is. Letöltve: 2022. 11. 06. forrás: <https://www.szekesfehervar.hu/c-0-0-megoldodik-az-esviz-elvezetese-az-oreghegy-budai-ut-felli-reszen-es-a-kofemen-is>
- Székesfehérvár MJV Önkorm. 2011b: Felgyorsulnak a csatornázási munkák: 72 kilométernyi vezeték már megépült. Letöltve: 2022. 11. 06. forrás: <https://www.szekesfehervar.hu/felgyorsulnak-a-csatornazasi-munkak-72-kilometernyi-vezetek-mar-megepult>
- Székesfehérvár MJV Önkorm. 2012a: 400 millió forint a mártírok útjára: Csatornázás után indul a felújítás. Letöltve: 2022. 11. 06. forrás: <https://www.szekesfehervar.hu/400-millio-forint-a-martirok-utjara-csatornazas-utan-indul-a-felujitas>
- Székesfehérvár MJV Önkorm. 2012b: Két éven belül megépülhet a Székesfehérvárt elkerülő út befejező szakasza. Letöltve: 2022. 11. 06. forrás: <https://www.szekesfehervar.hu/ket-even-belul-megepulhet-a-szekesfehervart-elkerulo-ut-befejezo-szakasza>
- Székesfehérvár MJV Önkorm. 2013: Kibővült a Saára Gyula program: Ötven utcát érint útfelújítás Letöltve: 2022. 11. 06. forrás: <https://www.szekesfehervar.hu/kibvult-a-saara-gyula-program-otven-utcat-erint-utfelujitas>
- Székesfehérvár MJV Önkorm. 2014: Átadták a Regionális Atlétikai Központot a Bregyóban. Letöltve: 2022. 11. 06. forrás: <https://www.szekesfehervar.hu/atadtak-a-regionalis-atletikai-kozpontot-a-bregyoban>
- Székesfehérvár MJV Önkorm. 2016: Csatornafejlesztés és új átkötő-út palotavárosban. Letöltve: 2022. 11. 06. forrás: <https://www.szekesfehervar.hu/csatornafejlesztes-es-uj-atkot-ut-palotavarosban>
- Székesfehérvár MJV Önkorm. 2017a: Megújuló csapadékvíz-elvezető rendszer a felsővárosban. Letöltve: 2022. 11. 06. forrás: <https://www.szekesfehervar.hu/megujulo-csapadekviz-elvezeto-rendszer-a-felsovarosban>
- Székesfehérvár MJV Önkorm. 2017b: Mederkotrás és tájépítés a Sóstón: Az embert és a természetet is szolgálja a rehabilitáció. Letöltve: 2022. 11. 06. forrás: <https://www.szekesfehervar.hu/mederkotras-es-tajepites-a-soston-az-embert-es-a-termeszetet-is-szolgolja-a-rehabilitacio>
- NRCS (Natural Resources Conservation Service). 2022: Soil Texture Calculator. Letöltve: 2022. 11. 06. forrás: <https://www.nrcs.usda.gov/resources/education-and-teaching-materials/soil-texture-calculator>

The soil transforming effect of Székesfehérvár over seven years

M. KATONA¹, P. VÉGH¹, A. BIDLÓ², A. HORVÁTH²

¹University of Sopron, Roth Gyula Doctorate School of Forestry and Wildlife Management Sciences, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.; e-mail: katona97@gmail.com, vegh.peter@phd.uni-sopron.hu

²University of Sopron, Institute of Environment and Nature Conservation, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.; e-mail: bidlo.andras@uni-sopron.hu, horvath.adrienn@uni-sopron.hu

Keywords: urban soil, impact of human pollution, Székesfehérvár, soil monitoring, GIS

Abstract: In addition to industrial production, our living environment has the most significant impact on the condition of soils. The concept of urban and anthropogenic soils has occupied the scientific world for decades, and is now treated as an independent soil category. However, it is not enough to describe the processes that shape anthropogenic soils, they must also be monitored regularly. In the human environment changes occur much faster, and these soils can show a radically different picture even in a matter of years. The University of Sopron was the first to deal with urban soils in Western Hungary, and within the framework of this research, a study covering the entire area of Székesfehérvár was completed between March and June 2011, during which we got an idea of the state of the city's soils. In July 2018, we sampled the soils at designated monitoring points again and evaluated them based on their basic properties. We primarily examined their pH with potassium chloride and water, their carbonated lime content and their physical properties. By comparing with the results of seven years earlier and taking into account the changes of the city during this time, we attempted to estimate the change of the properties over time. For the evaluations, we were able to determine the spatial pattern of the soil properties with GIS programs (Google maps, QGIS), and we made it more precise by recording and representing the developments to estimate the changes. Even in such a short period of time, the city was able to significantly reshape the soil conditions in the most active zones. Over the course of seven years, we could observe changes mainly in the physical characteristics of the city's soil. We have experienced a shift towards soils with a higher sand content, which can be a positive change in the city from the point of view of managing the effects of excess water, but can also cause difficulties during periods of increased drought.

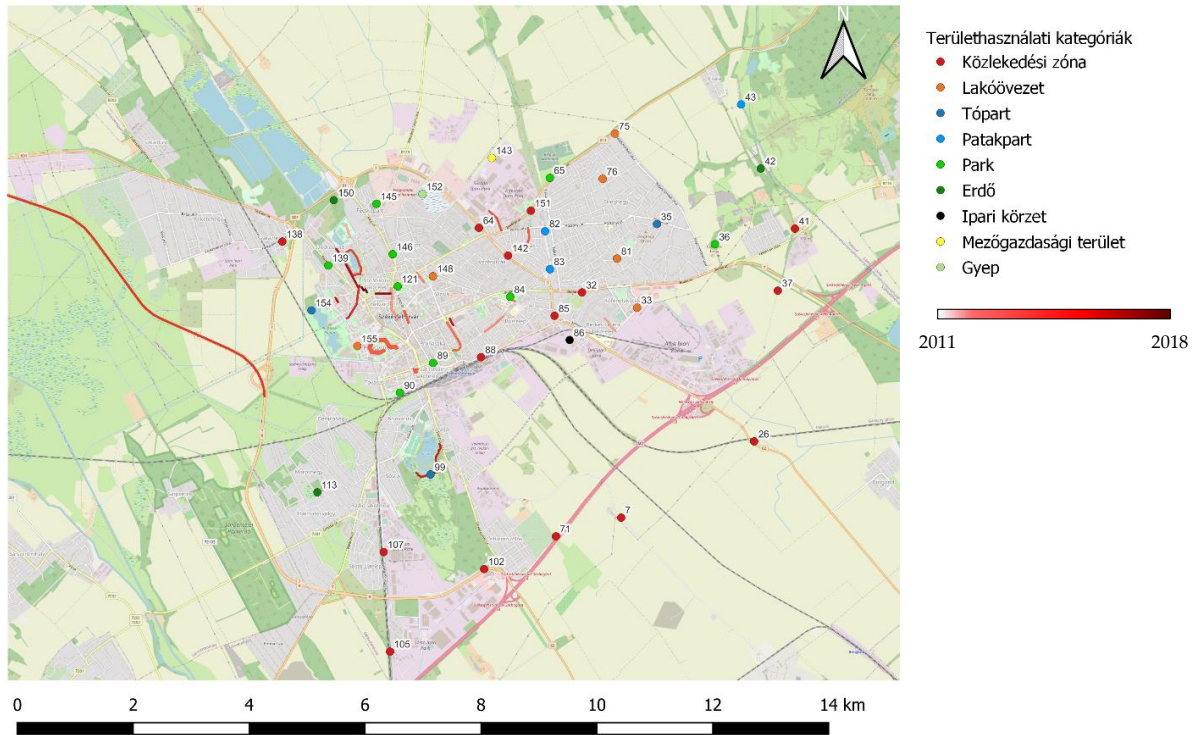
*A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik:
CC-BY-NC-ND-4.0.*

*This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*



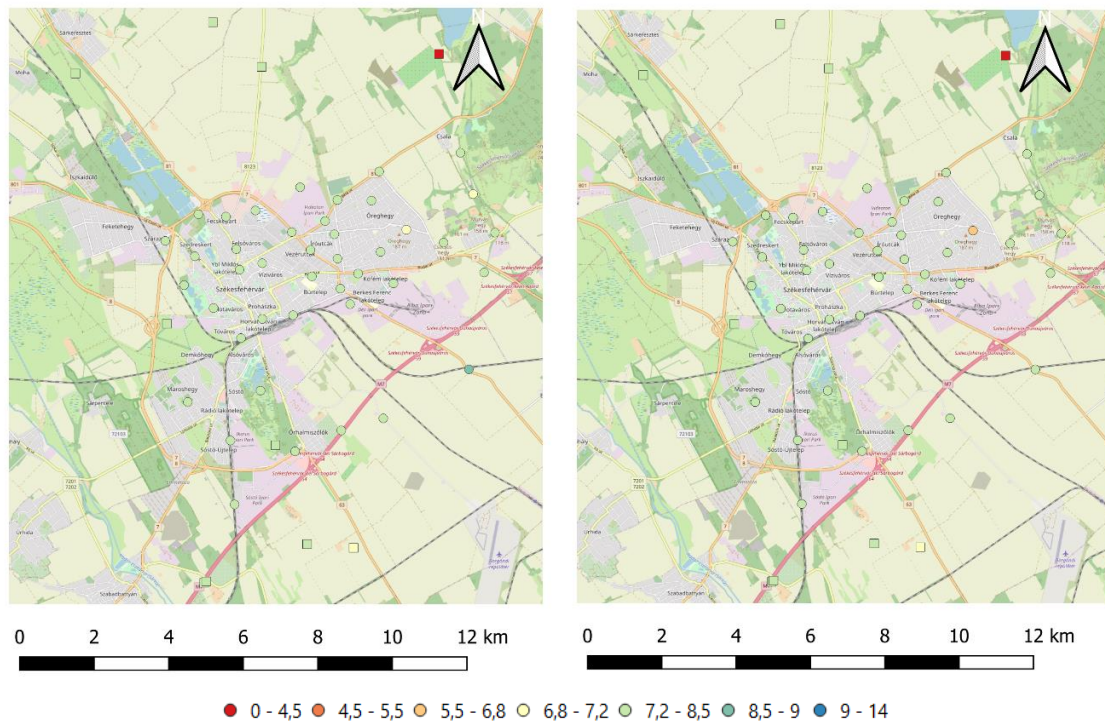
1a. Melléklet Székesfehérvár fejlesztései (2011–2018) és a monitoringpontok elsődleges területhasználati kategóriája

Appendix 1a Developments of Székesfehérvár (2011–2018) and the primary land use category of the monitoring points



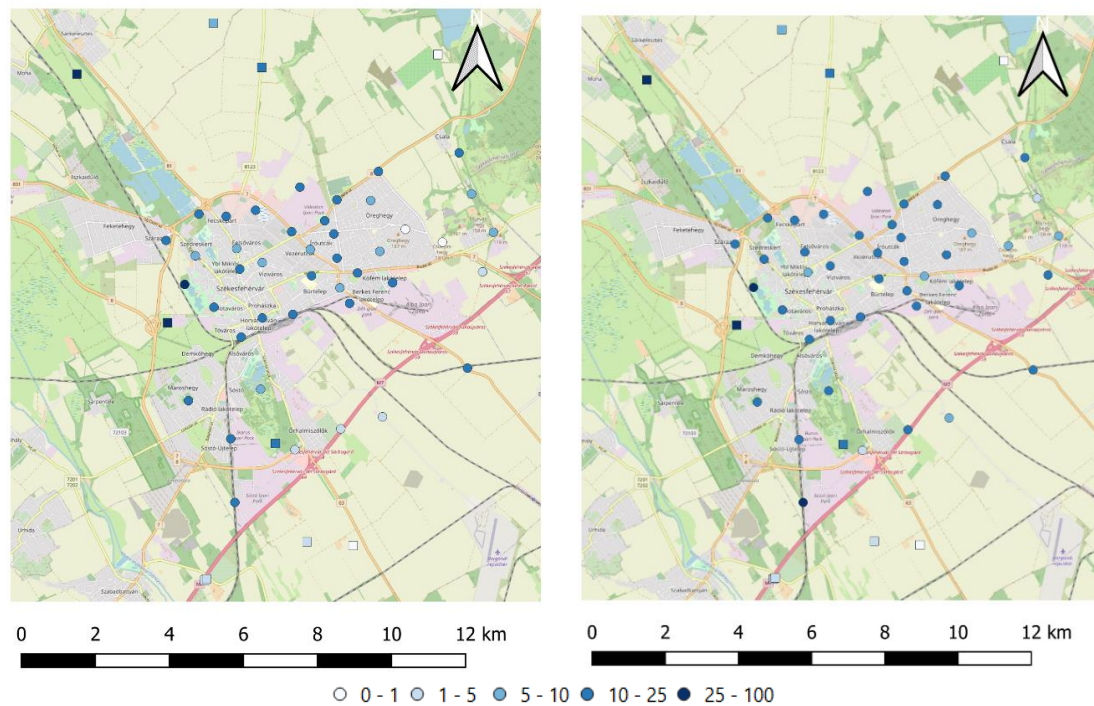
1b. Melléklet A kémhatás változása a 2011-es (bal) és 2018-as (jobb) eredmények között. A határértékek Stefanovits (1992) ajánlásai alapján kerültek meghatározásra

Appendix 1b The change in soil pH between the 2011 (left) and 2018 (right) results. The reference values were determined based on the recommendations of Stefanovits (1992)



1c. Melléklet A mésztartalom változása a 2011-es (bal) és 2018-as (jobb) eredmények között. A határértékek a TIM rendszer (Várallyay 2010) ajánlásai alapján kerültek meghatározásra (0-1%-5%-10%-25%-100%)

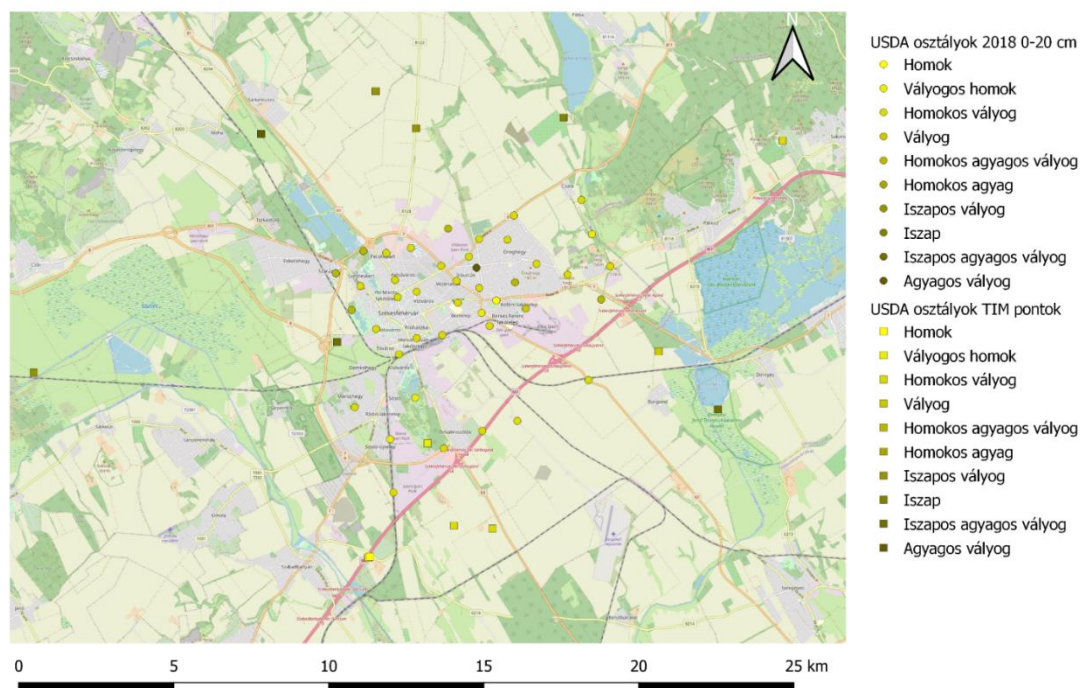
Appendix 1c The change in lime content between the 2011 (left) and 2018 (right) results. The reference values were determined based on the recommendations of the TIM system (Várallyay 2010). (0-1%-5%-10%-25%-100%)



1d. Melléklet Székesfehérvár és környezetének fizikai talajfésése a 2018-as mérési eredmények és a TIM-pontok (Várallyay 2010) alapján

Az osztályok a hivatalos USDA-osztályozás alapján kerültek meghatározásra.

Appendix 1d The physical soil type of Székesfehérvár and its surroundings based on the 2018 measurement results and TIM points (Várallyay 2010). Classes were determined based on the official USDA classification



2. melléklet Leíró statisztika: Székesfehérvárnak és talajállapotának változásai a vizsgált időszakban
Appendix 2. Descriptive statistics: Changes in Székesfehérvár and its soil condition during the examined period

2011 0-10 cm						
	Átlag	Medián	Minimum	Maximum	Szórás	Standard hiba
pH (H ₂ O)	7,85500	7,80000	6,600000	8,50000	0,317500	0,048991
pH (KCl)	7,40476	7,40000	6,100000	7,90000	0,292135	0,045077
CaCO ₃	15,76024	15,10992	3,005629	28,14424	7,142797	1,102158
Agyag	15,52381	15,00000	5,00000	31,00000	5,94379	0,917147
Iszap	16,80952	14,00000	6,00000	40,00000	8,41670	1,298725
Finom homok	44,57738	46,62500	21,65000	58,70000	8,78823	1,356054
Durva homok	23,08929	22,57500	1,85000	63,35000	15,29150	2,359529
Váz	1,30952	0,00000	0,000000	10,00000	3,135074	0,483752
2011 10-20 cm						
	Átlag	Medián	Minimum	Maximum	Szórás	Standard hiba
pH (H ₂ O)	7,99048	8,00000	7,100000	8,70000	0,296984	0,045826
pH (KCl)	7,52857	7,50000	6,500000	8,00000	0,285662	0,044079
CaCO ₃	16,85317	17,10792	3,431704	32,77700	6,768036	1,044331
Agyag	14,95238	13,00000	3,00000	27,00000	5,69960	0,879468
Iszap	17,23810	17,00000	4,00000	56,00000	10,24531	1,580885
Finom homok	43,18571	45,27500	16,20000	58,95000	10,01285	1,545017
Durva homok	24,62381	26,60000	1,60000	59,95000	16,38995	2,529024
Váz	1,30952	0,00000	0,000000	10,00000	3,135074	0,483752
2018 0-10 cm						
	Átlag	Medián	Minimum	Maximum	Szórás	Standard hiba
pH (H ₂ O)	7,77619	7,80000	5,800000	8,40000	0,391874	0,060468
pH (KCl)	7,31905	7,40000	5,000000	7,90000	0,400754	0,061838
CaCO ₃	13,01871	13,64791	0,000000	29,82509	6,280768	0,969143
Agyag	16,00000	16,00000	3,00000	27,00000	6,97382	1,076084
Iszap	18,19048	18,00000	4,00000	36,00000	8,33224	1,285693
Finom homok	46,42143	46,75000	29,20000	65,10000	7,80903	1,204960
Durva homok	19,38810	17,72500	2,00000	47,80000	12,43221	1,918332
Váz	2,52381	0,00000	0,000000	45,00000	8,261690	1,274806
2018 10-20 cm						
	Átlag	Medián	Minimum	Maximum	Szórás	Standard hiba
pH (H ₂ O)	7,86667	7,95000	6,200000	8,40000	0,376548	0,058103
pH (KCl)	7,37857	7,40000	5,400000	7,80000	0,370587	0,057183
CaCO ₃	13,52302	13,82704	0,000000	34,37823	7,280302	1,123375
Agyag	13,57143	13,00000	5,00000	29,00000	5,91461	0,912644
Iszap	19,09524	18,00000	6,00000	36,00000	9,54785	1,473265
Finom homok	44,41190	46,42500	12,30000	60,50000	10,09778	1,558121
Durva homok	22,92143	22,62500	1,50000	62,70000	15,29996	2,360835
Váz	6,21429	0,00000	0,000000	61,00000	13,981758	2,157432