

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
Természettudományi és Informatikai Kar
Környezettudományi Doktori Iskola

**VÁROSAINK TALAJAI:
A SZEGEDI TALAJOK KOMPLEX ÉRTÉKELÉSE ÉS
OSZTÁLYOZÁSA**

Doktori (PhD) Értekezés

Puskás Irén

Témavezető: Dr. Farsang Andrea

Szeged, 2008

TARTALOMJEGYZÉK

I. BEVEZETÉS.....	3
II. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
II.1. A városi talajok fizikai, kémiai tulajdonságai	4
II.2. A városi talajok biológiai tulajdonságai	16
II.3. Nehézfémek a városi talajokban.....	19
II.4. A városi talajok és osztályozásuk történeti áttekintése	25
III. CÉLKITŰZÉSEK	36
IV. MINTATERÜLET TERMÉSZETI VISZONYAI	37
IV.1. Földrajzi fekvés, domborzat.....	37
IV.2. Földtani adottságok, talajtani viszonyok.....	38
IV.3. Vízrajz.....	39
IV.4. Éghajlat	40
IV.5. Vegetáció	41
V. ALKALMAZOTT MINTAVÉTELI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI MÓDSZEREK	43
V.1. A mintavételi pontok kijelölésének szempontjai és a mintavételezés.....	43
V.2. Mintaelőkészítés, műterméktartalom	46
V.3. Az alaptalajtulajdonságok meghatározásának módszerei	46
<i>V.3.1. Durva vázrész</i>	<i>46</i>
<i>V.3.2. Kötöttség</i>	<i>47</i>
<i>V.3.3. CaCO₃ tartalom</i>	<i>47</i>
<i>V.3.4. pH(H₂O, KCl)</i>	<i>47</i>
<i>V.3.5. Humuszminőség</i>	<i>48</i>
<i>V.3.6. Humuszkoncentráció.....</i>	<i>48</i>
<i>V.3.7. Összsó</i>	<i>48</i>
<i>V.3.8. Összes nitrogéntartalom</i>	<i>49</i>
V.4. Nehézfém-koncentráció meghatározása.....	49
V.5. Talajfauna vizsgálata.....	50
V.6. A mérési eredmények feldolgozása.....	52
VI. EREDMÉNYEK BEMUTATÁSA ÉS MEGVITATÁSA	53
VI.1. Talajtani alaptulajdonságok értékelése	53
<i>VI.1.1. Műterméktartalom</i>	<i>53</i>
<i>VI.1.2. Fizikai talajféleség.....</i>	<i>55</i>

<i>VI.1.3. Humuszanyag mennyiségi jellemzése</i>	56
<i>VI.1.4. Összes nitrogéntartalom</i>	58
<i>VI.1.5. Humuszanyag minőségi jellemzői</i>	59
<i>VI.1.6. Összsótartalom</i>	60
<i>VI.1.7. Karbonáttartalom</i>	61
<i>VI.1.8. pH(H₂O, KCl)</i>	63
<i>VI.1.9. Az antropogenitást jelző paraméterek</i>	64
<i>VI.2. A természetes és antropogén rétegek elkülönítése geostatisztikai módszerekkel</i>	66
<i>VI.3. A szegedi talajok nehézfémtartalmának vizsgálata</i>	72
<i>VI.3.1. A vizsgált nehézfémek a feltalajokban</i>	72
<i>VI.3.2. A vizsgált nehézfémek szelvény menti eloszlása</i>	77
<i>VI.3.3. Nehézfémek, mint kiváló diagnosztikai tulajdonságok</i>	80
<i>VI.4. Egy kiválasztott szegmens menti szelvények antropogenitást indikáló talajtulajdonságainak térbeli bemutatása</i>	82
<i>VI.4.1. A szegmens kijelölésének szempontjai, a szegmenst alkotó szelvények jellemzése</i>	82
<i>VI.4.2. Műtermék</i>	84
<i>VI.4.3. Fizikai talajféleség</i>	86
<i>VI.4.4. Humuszkoncentráció</i>	87
<i>VI.4.5. Összes nitrogéntartalom</i>	89
<i>VI.4.6. Humuszminőség (K érték)</i>	90
<i>VI.4.7. Karbonáttartalom</i>	91
<i>VI.4.8. A szegmens menti szelvények feltalajainak nehézfém-koncentrációja</i>	92
<i>VI.4.9. Az antropogenitás nagysága az egyes szegmens menti szelvényekben</i>	94
<i>VI.5. A mezofauna közösségek (páncélosatkák, ugróvillások) vizsgálata</i>	96
<i>VI.6. A szegedi talajok besorolása a WRB(2006) rendszerébe</i>	104
<i>VI.6.1. A szegedi Technosol talajok leggyakoribb minősítőinek bemutatása</i>	104
<i>VI.6.2. A szegedi „természetes” talajok leggyakoribb minősítőinek ismertetése</i>	107
<i>VI.6.3. Az egyes városi talajtípusok szemléltetése mintaszelvények segítségével</i>	110
VII. AZ ELÉRT KUTATÁSI EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA	128
VIII. SUMMARY	135
IX. FELHASZNÁLT IRODALOM	142
X. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	153
MELLÉKLETEK	154

I. BEVEZETÉS

Az ezredfordulón túl szembe kell néznünk azzal a ténnyel, hogy a gazdasági fejlődés következtében, illetve annak áraként a természeti környezet egyre nagyobb mértékben módosul, károsodik. Az utóbbi évtizedeket a drámai népességnövekedés, az intenzív mezőgazdaság, a kemikáliák használata, az ipar, az infrastruktúra fejlődése és a városi területek folyamatos növekedése jellemezte.

Míg az eddigi talajtani kutatások főként a természetes talajokra helyezték a hangsúlyt, az emberi tevékenységek talajmódosító hatásának előretörésével elengedhetetlen az antropogén talajok vizsgálata is. Az antropogén talajokon belül fokozott figyelmet kell fordítani a városi talajokra, hiszen a városi területek - világléptékű expanziójuk révén - egyre nagyobb és nagyobb területeket tudhatnak magukénak a mezőgazdasági és a természetes talajok rovására. A városokban a népesség nyolcszor gyorsabban növekszik, mint a vidéki régiókban. A városlakók aránya világszerte fokozatosan növekszik (2000-ben ez az arány 47 %, 2007-ben elérte az 50 %-ot), amely nyilvánvalóvá teszi, hogy hamarosan a történelemben először a városi környezet az emberiség domináns lakhelyévé válik (United Nation, 2001). Becslések szerint Európa 10 évenként termőterületeinek 2 %-át veszíti el az urbanizáció miatt (European Environment Agency, 1995). Az egyre fokozódó urbanizáció és iparosodás a talajok szennyezését, degradációját, antropogén alapközetben fejlődő talajformációk kialakulását eredményezi a városi környezetben. Ily módon a városi talajok menedzsmentje mára egyre nagyobb jelentőséggel bír, különösen ha tekintetbe vesszük, hogy a városi funkciók és a városi életminőség nagyban függenek ezen talajok állapotától.

A városi talajok változatos morfológiájuk ellenére definiálhatók: olyan nem mezőgazdasági jellegű, urbán vagy szuburbán térségben elhelyezkedő, emberi tevékenység hatására módosult talajok, melyek több mint 50 cm vastag olyan felszíni réteggel rendelkeznek, amelyet felszíni keveredés, feltöltés, vagy szennyeződés eredményezett (Bockheim, 1974). Az urbán talajok kutatása viszonylag fiatal tudomány, csak az utóbbi néhány évtizedben került a figyelem középpontjába, ami ezen talajok tanulmányozásához, jellemzéséhez vezetett szerte az egész világon. A városi talajok - melyek szoros összefüggést mutatnak egyéb városi komponensekkel, mint például az ülepedő porral (Marcazzan et al., 2003), a felszíni vizekkel (Susanna et al., 2002), a talajvízzel (Collin, Melloul, 2003), a talajfaunával és -flórával (Jim, 1998a; Peter et al., 2005) - csak a városi ökoszisztéma részeként vizsgálhatók. Ezen talajok különlegességét részben keletkezésük sajátosságai adják, hiszen kialakulásuk a természetes területekre nem jellemző, sajátos körülmények között megy

végbe. Ugyanez mondható el az ilyen talajok fizikai, kémiai, biológiai összetételéről, amelyek a városspecifikus antropogén tevékenységek hatására sajátos városi talajmintázatot mutatnak. Így a városi talajok kutatását feloszthatjuk két ágra, melyek kölcsönösen kiegészítik egymást: Az egyik ág a városi talajok genetikáját vizsgálja, a másik pedig olyan - a városi talajokra ható - szennyeződések, illetve káros hatásokat kutat, melyek negatív következménnyel lehetnek az életminőségre (Norra, Stüben, 2003).

Norra és Stüben (2003) szerint a városi talajok kutatása az elkövetkező időszakban egyre nagyobb hangsúlyt kell, hogy kapjon a talajtani kutatásokon belül. Az e kutatási terület köré fonódó legfontosabb kérdések a következők:

- A talaj genetikájának átfogó vizsgálata tekintettel:
 - a fizikai, kémiai átalakító folyamatokra;
 - az elemek kémiai és fizikai sajátosságaira;
 - a légköri kiülepedésre;
 - a biológiai aktivitásra;
- A városi talajokban található elemek és vegyületek egyensúlyi folyamatainak és eloszlásának vizsgálata;
- A talajtulajdonságok változásának prognózisa és szimulációja.

II. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

II.1. A városi talajok fizikai, kémiai tulajdonságai

A természetes vagy enyhén zavart talajok területi aránya az urbanizáció növekedésével fokozatosan csökken. Így az erősen urbanizált területeken már csak „foltokban” találhatóak meg a természetes vagy közel természetes genetikájú, bolygatatlan talajtípusok, melyek aránya a vidéki térségek felől, a szuburbán területeken át a városcentrum felé fokozatosan csökken (McDonnell, Pickett, 1990; Pouyat, 1991). Ezek az erősen fragmentált „zöld” foltok már csak a zöldövezetekben, az utak mentén, a rekreációs területeken (pl.: játszóterek, parkok) és a kiskertekben találhatók meg a városi környezetben (Bullock, Gregory, 1991; Craul, 1999; Chiesura, 2004; Hough et al., 2004). E kis kiterjedésű talajfoltoknak azonban kiemelt jelentőségük van a városi lakosság életminőségének biztosításában, hiszen csak itt nyílik lehetőség egy egészséges pihenő, rekreációs célú zöldterület kialakítására, valamint szűrő és puffer funkciójuk révén csak ezek a területek szolgálják optimálisan a talajvíz megújulási folyamatait (Farsang, Jóri, 1999).

Az urbanizáció folyamán az ember átalakító tevékenysége (pl.: süllyedések feltöltése, a kiemelkedések elhordása, megcsonkítása stb.) mesterséges felszíneket eredményez, melyek részaránya a városok fokozott beépítettségével egyre inkább növekszik (Spirn, 1984). Az eredeti morfológiát megváltoztató beavatkozások, a helyi topográfiai viszonyoktól függően eltérő arányban és mértékben, gyakorlatilag minden nagyobb városban folyamatosan zajlanak (Rózsa, 2004). A városi talajokra gyakorolt antropogén hatás gyakran változik a mélységgel, attól függően, hogy az adott település milyen fejlettségi szinten állt. Minimális hatás figyelhető meg azokon a településeken, amelyeken egykor fát, téglát, természetes kőzeteket használtak építkezési anyagként (Benevolo, 1980). Továbbá mivel a múltbéli városokban - szemétszállító szolgálat híján - a szemetet, hulladékot elégették, így az itteni talajokra gyakorolt hatás mélysége és mértéke, valamint az áthelyezett talaj mennyisége még csekély volt. Azonban ezek a nagy mennyiségű szervesanyaggal, illetve hamuval rendelkező feltalajok később altalajokká váltak. Következésképpen a nagyvárosok területén az eredeti talajok helyén akár több méter vastag, úgynevezett kultúrszint halmozódhat fel. Moszkva történelmi belvárosában a kultúrszint átlagos vastagsága 2-5 méter, de az egykori természetes mélyedések helyén elérheti a 20 métert is (Alexandrovszkaya, Alexandrovskiy, 2000). Boitsov és munkatársai (1993) szerint az eredeti talajt fedő kultúrrétegre magas pH, magas durvaváz tartalom, technogenetikai hatások egyértelmű nyomai, régészeti műtermékek kiemelkedő mennyisége a jellemző. Szabó (1993) szerint a feltöltések eredményeképpen a városokban exkavációs (kimélyített, negatív), planírozott (elegyengetett) és akkumulációs (felhalmozódásos, pozitív) morfológiai formák jönnek létre. Stroganova és Prokofieva (2002) elkülönítették a városi talaj „urbic” diagnosztikai horizontját: ez egy olyan felszíni szerves-ásványi réteg, amelyet feltöltés, keverés, eltemetés vagy ipari, városi eredetű szennyezett hulladék (ami több mint 5 %) eredményezett. A szerzők szerint a természetes üledékből, a természetes talaj maradványaiból és a városi kultúrrétegből álló „urbic” horizont számos jellegzetes módosult tulajdonsággal rendelkezik: gyengén bomlott szervesanyag, rossz talajszerkezet, műtermékek bősége stb.

A mesterséges feltöltésekből álló talajok két típusát lehet elkülöníteni: az egyik - mindenképpen kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkező talajtípus - amikor az áthalmozott anyag természetes genetikájú szediment vagy földszerű anyag. A másik esetben a feltöltés anyagául valamilyen mesterséges anyagot (pl.: építési törmelék, meddő, hulladék stb.) használtak. Ez utóbbi esetben a talajképződés még hosszú időtávlat esetén sem eredményes (Farsang, Puskás, 2007). Kosse (2000) a talajhoz kapcsolódó emberi tevékenységeket (mint

például a talaj elhordása, feltöltése stb.) antro-po-geomorfológiai folyamatoknak tekinti, melyek során a földszerű anyagnak nincs elegendő ideje a pedogenezis kiteljesedésére.

Lehmann és Stahr (2007) megkülönböztet „belső antropogén”, „külső antropogén” valamint „természetes” városi talajokat. A szűkebb értelemben vett városi talajokat képviselik az adott település közigazgatási határán belül levő, nem mezőgazdasági jellegű emberi tevékenységek (pl.: ipar, közlekedés, háztartás stb.) hatására jelentős műtermékkel rendelkező *belső városi talajok*. A szélesebb értelemben használt *külső városi talajokhoz* az összes olyan talaj tartozik, amely kialakításában a város közigazgatási határán kívül zajló, a város életét elősegítő emberi tevékenységek (bányászat, infrastruktúra, ipar, építkezések stb.) gyakoroltak hatást. A harmadik típus pedig a *természetes városi talajok* csoportja, melyhez főként az igen fiatal városok bizonyos talajai sorolhatók. Lehmann és Stahr a fenti típusok felhasználásával magasabb szinten elkülönítették az *antropogén városi talajokat* (anthropogenic urban soils) és a *városi talajokat* (urban soils). Az előbbi csoporthoz az antropogén belső és külső városi talajok, míg az utóbbihoz az antropogén és a természetes talajok tartoznak. A zavartság mértéke alapján az antropogén városi talajokat tovább osztályozták az alábbi csoportokba:

- Ember által befolyásolt talajok (Man-influenced soils): igen kevés műterméktartalmú, kevert horizontokkal rendelkező talajok, amelyek a talajelhordást és szállítást követő feltöltések eredményeképpen alakultak ki. Következésképpen e talajok egykori származási helyükre jellemző tulajdonságokkal bírnak, és csak nagyon ritkán mutatnak in situ talajfejlődést. Sok esetben a normál agrártevékenységekhez (FAO et al., 2006) hasonló jegyekkel rendelkeznek.
- Ember által átalakított talajok (Man-changed soils): számos módosult talajtulajdonsággal (lúgos pH, magas műtermék- és szervesanyag tartalom, gyakori ferde rétegzettség, szabálytalan átváltások az egyes rétegek között) rendelkező talajok rétegeinek kora a mélységgel rendszerint növekszik. E típusra igen jellemző, hogy a jelenlegi feltalaj és az alatta levő néhány réteg jelentős mennyiségű port és szennyezőanyagot tartalmaz. Nyilvánvaló, hogy ezen - oly gyakran áthatolhatatlan mesterséges rétegekkel borított - talajok is túlnyomórészt öröklött tulajdonságokkal bírnak.
- Ember által kialakított talajok (Man-made soils): főként műterméket vagy egyéb antropogén anyagot tartalmazó talajok nagyon gyenge in situ talajfejlődést mutatnak, hiszen tulajdonságait túlnyomórészt az antropogén alapkőzet határozza meg.

Stroganova és Prokofieva (2002) szerint a városi talajok evolúciójában a városi területhasználati típusok, az altalaj típusa, annak fizikai és kémiai tulajdonságai és az idő játszik meghatározó szerepet. A városi területhasználati típusok (a lakó, az ipari, a rekreációs,

valamint a természetes városrészek) meghatározzák a terület funkcionális sajátosságait. A városi altalajtípusok (pl.: kultúrréteg, feltöltött, kevert üledékek, természetes talaj maradványai stb.) is döntőek ezen talajok sajátos tulajdonságainak kialakításában. Végül az idő is jelentős talajformáló faktor, hiszen a mély kultúrréteggel rendelkező talajok (pl.: kolostorok, paloták stb. talajai), amelyekre már a középkorban vagy talán hamarabb elindult az antropogén talajfejlődés, teljesen más talajtulajdonságokkal bírnak, mint a modern városnegyedekben művelt vagy feltöltött területeken ember által kialakított talajok.

Scharenbroch és munkatársai (2005) szerint az idő játssza a legfontosabb szerepet a városi talajok fejlődésében: az egykori zavarás óta eltelt idővel arányosan csökkennek az urbanizáció hatásai a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait javító folyamatoknak köszönhetően. A talaj szervesanyag- és nitrogéntartalma, valamint mikrobiológiai aktivitása csökkenésre hajlamos a zavarást követően. Azonban a feltalaj elkülönülése után ezen paraméterek fokozatos javulása figyelhető meg (Pastor et al., 1987; Zak et al., 1990). Mindezek a szukcessziós mintázatok fellelhetők Moszkva, illetve Washington város talajaiban is, ahol az idősebb (átlag 64 év), illetve a fiatalabb (átlag 9 év) városi területek talajait hasonlították össze. A modern övezet talajaiban magasabb térfogattömeget és agyagtartalmat találtak, amit a csökkent biológiai aktivitással, az alacsony szervesanyag tartalommal, illetve az építkezések okozta kompaksióval magyaráznak. Az idősebb talajokban mért jóval magasabb szervesanyag tartalomból, a jobb humuszminőségből, a megnövekedett mikrobiológiai biomasszából illetve mikrobiális tevékenységből, a magasabb foszfortartalomból, az alacsonyabb térfogattömegeből arra következtetnek, hogy az egykori zavarás hatásának tompítására az idősebb talajoknak több idő állt rendelkezésére (Scharenbroch et al., 2005).

Craul és Klein (1980) a városi talajok vertikális és horizontális változékonyságát különböztették meg. Megállapították, hogy míg a legtöbb természetes talajszelvényben az egyes szintek között fokozatos az átmenet, addig a városi szelvények rétegei a talaj származásától függően éles változásokat mutatnak, melyek határfelületeket hoznak létre. Ezen városi szelvények minden egyes rétege drasztikus különbségeket mutat a talajtulajdonságaiban (pl.: textúra, struktúra, humuszkoncentráció, pH, térfogattömeg, átlevegőzősség, vízvezetőképesség, víztartókapacitás, termékenység stb.). A vertikális mellett térbeli változékonyság is fellelhető az urbán talajokban, amelyeket szintén az egyszerű vagy komplex emberi tevékenységek eredményeztek. Gyakran előfordul, hogy a város ugyanazon utcájában egymástól kis távolságban levő szelvényekben nagyfokú különbségek jelennek meg (Effland, Pouyat, 1997). Schleuss és munkatársai (1998) Eckernförde város talajainak vizsgálata során azt állapították meg, hogy a külső városrész talajtulajdonságai igen

változatosak, mivel antropogén és természetes anyagokat is tartalmaznak. Ellenben a belső városrészek talajai kevésbé heterogén talajtulajdonságokkal rendelkeznek, mivel ezek a talajok szinte teljesen antropogén anyagokból tevődnek össze. Mindezekből következik, hogy igen nehéz a térbeli változatosság felmérése, mivel a városi talajok változásában valószínűleg a „pont” faktorok a meghatározóbbak a regionális faktorokkal szemben (Zhao et al., 2007). Ezért a térbeli változékonyság illusztrálására részletes talajmintázás, illetve nagy méretarányú térképek készítése szükséges bármilyen fejlesztési beavatkozást megelőzően.

A talajtérképezés a történelem során elsődlegesen a vidéki, mezőgazdasági területek talajainak genetikájára korlátozódott. Azonban az utóbbi években mindez megváltozott, azon tény felismerésének köszönhetően, miszerint a városi területek elsődleges fontosságúak az emberiség szempontjából, s hogy a talajfunkciók nagyban befolyásolják a városi élet minőségét. A városi talajok térképezésére vonatkozólag talán a legnagyobb tapasztalattal a német kutatók rendelkeznek. Az első próbálkozásként talajszennyezetségi térképeket készítettek Westfáliában. Azóta már több mint 20 német városban befejeződtek a térképezési munkálatok, olyanokban, mint Berlin (Grenzius, Blume, 1983), Kiel (Cordsen et al., 1988), Saarbücken (Fetzer et al., 1991) és Stuttgart (Holland, 1996). Számos amerikai város térképezése is megtörtént (San Diego, 1973; Suffolk County: New York, 1975; Washington, 1976; St. Louis, 1982; Montgomery County: Maryland, 1985; Nassau County: New York, 1987; Baltimore, 1998) az Országos Talajfelmérési Program (National Cooperative Soil Survey) keretében (Scheyer, Hipple, 2005). Jónéhány iparosodott országban (pl.: Nagy-Britannia, Németország, Oroszország, USA) jelenleg is „futnak” a városi talajok térképezésére irányuló projektek.

Billwitz és Breuste (1980) szerint a városi területek tipikus jellemzője a különböző anyagokból (pl.: fa, papír, üveg, műanyag, aszfalt, szerves hulladék stb.) álló néhány méter vastag antropogén felhalmozódás. Felhalmozódásuk mellett ezek a mesterséges anyagok keveredhetnek természetes anyagokkal is (Hiller, Meuser, 1998). Schleuss és munkatársai (1998) számos, a városi talajokban fellelhető módosulásról tájékoztatnak: nagy mennyiségű műtermék, tömörödöttség, antropogén anyagok (tégla, kavics, szemét, törmelék stb.) magas részaránya, intenzív felszíni beépítettség, magas CaCO_3 tartalom és pH érték, toxikus anyagok felhalmozódása, feltöltések, legyalult felszínek stb. Következésképpen, ezen talajok hidrológiai viszonyai, befedettséjük foka, illetve tömörödöttségük is merően különbözik a természetes talajokétól.

A legtöbb városi területen igen gyakori jelenség a talajkompakció, mely a talajfelszínre kifejtett erők hatására bekövetkező pórustér csökkenést jelent (Patterson, 1976). Az egyre

idősebb talajok szerkezete rendszerint a morzsás szerkezet irányába fejlődik, melyben az alkotóelemek aggregátumokat képezve növelik a talaj térfogatát. Ez a szerkezeti típus segíti az átlegeződést, a vízáteresztő képessége jó, valamint kedvező feltételeket biztosít a gyökerek mélybe hatolásának. A városi környezet és a városi területhasznosítás nem kedvez az ilyen előnyös talajszerkezet kialakulásának: a nagyobb terhelés (pl.: taposás valamint a különböző járművek nyomóereje) hatására összetömörödött talajok csak limitált átszivárgást lehetővé tevő lemezes szerkezettel rendelkeznek. Továbbá, ha a talaj magas iszap vagy nagyon finom homoktartalmához viszonylag alacsony humuszkoncentráció társul, akkor természetesen hajlamosabb a tömörödéssre, különösen nedves viszonyok, illetve vibrációs erők jelenléte mellett (Mucsi, 1996). Mindezek következtében a városi talajok térfogattömege gyakran magasabb a természetes talajokéhoz képest: Az aggregátumos, humuszos talaj ezen értéke kevesebb, mint 1 g/cm^3 , az erősen összetömörödött talajé eléri a 2 g/cm^3 -t (Craul, Klein, 1980). Patterson (1976) négy washingtoni talajszelvény térfogattömegét $1,74 \text{ g/cm}^3$ -tól $2,18 \text{ g/cm}^3$ -ig terjedőnek találta. Craul és Klein (1980) szerint a New York-i Central Park talajainak térfogattömege $1,54$ - $1,9 \text{ g/cm}^3$ között váltakozott, az átlag $1,82 \text{ g/cm}^3$ volt. Ezek az értékek meghaladták a gyökerek áthatoló képességének küszöbértékét ($1,7 \text{ g/cm}^3$). Azonban vannak olyan növények, amelyek eltűrik ezen kedvezőtlen viszonyokat: a hidrofil növények (pl.: *Juncus effusus*, *Juncus articulatus*, *Alopecurus geniculatus* stb.) gyakran előfordulnak erősen összetömörödött, vízhatású talajokon is.

Az igen kompakt városi talajok nagyfokú hidrofób természettel rendelkeznek: következésképpen bármilyen víz halmozódik fel a kompakt talaj felszínén, akkor a talajfelszínen levő vízcseppek hajlamosak a „gyöngyözésre”. Az ilyen - kezdetben lag fázisú átszivárgási mintázattal rendelkező - talajokban csak a talajfelszín nyomásának csökkenése után válik lehetővé a víz beszívargása. Ha a beszívargás már elkezdődött, akkor a szivárgási görbe a természetes talajokéhoz hasonlóvá válik, bár a teljes átszivárgási ráta általában sokkal alacsonyabb a természetes talajokéhoz képest (Patterson et al., 1980).

A csupasz városi talajfelszínen gyakran figyelhető meg „kéreg” kialakulása, mely vagy a felszínen vagy a felszín néhány centiméterén belül jelenik meg. A jelenség oka egyrészt a már említett kompakcióban, másrészt a borító vegetáció hiányában keresendő. Emellett a becsapódó esőcseppek kinetikus energiájának az aggregátumokat szétcsapó hatása is jelentősen hozzájárul e jelenség kialakulásához (Craul, 1994). Patterson és munkatársai (1975) a városok területén általánosan használatban levő építkezési anyagok (salak, téglák, aszfalt, beton) és a városi talajok denzitását, pórustérfogatát összehasonlítva azt kapták, hogy az urbán talajok tömörebbek lehetnek a salaknál, a téglánál és néhány esetben az aszfaltnál, de

a betonhoz hasonló tömörödöttséget is elérhetnek. Gilbert (1989) 15 darab - liverpooli és belfasti bontási területekről származó - talajminta mechanikai összetételének vizsgálata során megállapította, hogy e talajok uralkodó homokfrakciójában (0,02-2,0 mm) nagy a törmelékanyag hányada, illetve, hogy a talaj korábbi homokfrakciója a lebomlott törmelékanyag kisebb szemcseméretű részével beton keménységű aggregátumokat képez. Az ilyen, legkevésbé permeábilis rétegek akadályozhatják a víz áramlását és a gázok diffúzióját akár az egész talajszelvényben is. Minél közelebb van ez az igen kompakt réteg a felszínhez, annál nagyobb a negatív hatás. Azonban a legnagyobb károsodást a tömörödött vagy áthatolhatatlan anyaggal borított, a városi környezetben oly gyakori felszíni lefedettség jelenti, mely Barrett (1987) szerint a belvárosi területeken eléri a 80 %-ot, míg a szuburbán térségben ez az arány 50 % körül van. Farsang, Puskás (2007) városi talajok felszínborítottsági fokát az eltérő területhasználat függvényében adták meg (1. táblázat).

1. táblázat: A talajfelszín borítottsági aránya a különböző funkciójú városrészek esetén

Talaj borítottsága	Talajborítottság foka	Jellemző területhasználat
0-15 %	Alacsony	Mezőgazdasági terület, erdő, park, temető, repülőtér, sportpálya
10-50 %	Mérsékelt	Falusi, kertvárosi beépítettség
45-75 %	Közepes	Sorházas beépítettség
70-90 %	Erős	Sűrűn beépített blokkházas városrész, ipari park
85-100 %	Nagyon erős	Városmagterület

Továbbá megállapították, hogy a beépített, felszínborítás alá került talajokra jellemző, hogy ezen beavatkozás következtében nemcsak a talajképződési folyamatok (pl.: szervesanyagutánpótlás, bioaktivitás, vízforgalom stb.) szenvednek csorbát, hanem a beépítés jellegétől függő mértékű talajcsonkítás eredményeképpen vagy a humuszos réteg, vagy a teljes „A+B” szint elhordásra kerül. Mindezek együttesen a talaj multifunkcionalitásának csökkenéséhez vezetnek. Természetesen a felszíni borítás mellett fontos figyelembe venni a városi területek mélyebb talajszintjeiben fekvő földalatti építmények (pl.: csővezetékek, épületek alapjai, metró és parkolóházak mennyezetei) beszivárgást korlátozó hatásait is.

A mechanikai tömörödöttség, valamint az ezzel együtt járó oxigénhiány következtében a mikrobiális lebontó szervezetek rendszerint hiányoznak a városi talajokban. Mindez a humusztartalom jelentős csökkenéséhez vezet: a nagyon fiatal városi talajok szervesanyag tartalmának jelentős részét szerves hulladék adja, a szennyezőanyagok nagyobb mértékű megkötésére képes humuszsavak és huminvegyületek mennyisége meglehetősen csekély (Beyer et al., 1995). A szervesanyag hiányából következik, hogy a talaj számos tulajdonsága leromlik: csökken a tápanyagszolgáltató és víztartó képessége, szerkezetstabilitása,

pufferképessége (Forró et al., 2004). Craul (1999) és Jim (1998b) szerint az urbán talajok humuszkoncentrációja kevesebb, mint 1 %, míg az erdei talajok 4-5 %, a mezőgazdasági talajok pedig akár 10 % körüli szervesanyaggal rendelkeznek. Ezzel szemben vannak olyan vizsgálatok, amelyek jelentősen magasabb szervesanyag tartalmat mértek a városi talajokban a rurálishoz képest (White, McDonnell, 1988; Pouyat et al., 2002).

A városi talajokra megszakított szervesanyag ciklus és szegényes tápanyag-utánpótlás (különösen a nitrogén, a kén, és a foszfor esetében) a jellemző, mivel az avart és az állati maradványokat hulladékként összegyűjtik, s így korlátozottak a lehetőségek a szervesanyag utánpótlásra. Emellett sok városi talaj nem az eredeti alapkőzetén fekszik, így nem részesül a szervesetlen ásványok mállásából felszabaduló tápanyagokból. Az építkezési anyagok mállása ugyan hasznos tápanyagháztartás szempontjából, de a fellépő ionegyensúlyhiányt egy potenciális problémaként kell kezelni (Pulford, 1991). Zhu és munkatársai (2005) a phoenix-i „zöld megtartó medencék” (pl.: parkok, ligetek) talajainak nitrogénellátottságát vizsgálva azonban arra a megállapításra jutottak, hogy a jelentősebb műtrágya, illetve a felszíni lefolyásból származó nagy mennyiségű nitrogén utánpótlás révén ezen zöldfoltok a városi biogeokémiai ciklus „forró” pontjai. A jelentősebb mennyiségű növényzettel rendelkező városi parkokból származó talajok vizsgálata során, szignifikánsan magasabb szervesanyag tartalmat, nitrifikációs illetve potenciális denitrifikációs rátát találtak a felszíni (0-7,5 cm) talajokban, mint a mélyebb szintekben. Emellett a szervesanyag és a denitrifikációs potenciál tekintetében jelentős horizontális különbségekre lettek figyelmesek a növényzettel rendelkező parkok különböző klímájú részei között. Mindezek alapján a szerzők szerint a városi menedzsment azon intézkedései, amelyek befolyásolják a városi zöldterületek biogeokémiai folyamatait, jelentős hatást gyakorolhatnak akár az egész város nitrogén ciklusára. White, McDonnell (1988) egy New York-i heterogén növényzettel, talajtípussal, nehézfém tartalommal rendelkező városi erdő talajaiban viszonylag alacsony nitrogén mineralizációs és nitrifikációs rátát találtak a vidéki mintákhoz képest. Ezen hidrofób természetű városi talajok alacsony nitrogén mineralizációs rátáját a városi szennyezettségért oly sokszor felelős szénhidrogének, nehézfémek valamint a taposás talajmikrobák és gerinctelenek tevékenységét gátló hatásának tulajdonították.

Az urbán talajok általában alkáli fémekben gazdagabbak, mint a városkörnyékiek, így magasabb pH értékük is. Ennek okai többértéűek: Egyrészt a városi építkezési hulladékok a talajba kerülve emelik annak kalciumtartalmát. Ezt kiválóan indikálja az ún. mészkedvelő növények (*Clematis vitalba*, *Polemonium caerulea*, *Centarium erythraea*, *Carex flacca* stb.) megjelenése. Emellett az utak mentén - jégmentesítés céljából - kiszórt nátrium- és kalcium

klorid szintén magas, 9 körüli pH-t okoz. Nyáron pedig a kalciumban gazdag öntözővíz emelheti meg a talaj pH-ját. A kalcium és nátrium ionok más ionokhoz viszonyított megemelkedett aránya egyensúlytalanságot eredményez és megakadályozza a növényi gyökök anyagfelvételét. New York talajaiban a pH 6,6 és 9,0 között váltakozott, átlag 8,0 körül volt. Berlinben az út menti átlagos pH érték 8 volt, ugyanakkor az úttól minimális távolságra levő erdőben 4-es pH-t mértek (Bockheim, 1974; Chinnow, 1975; Craul, Klein, 1980).

Jól ismert tény a városokban uralkodó hősziget jelensége, mely hatására a városi talajokra nagyobb hőterhelés jut a vidékiekhez képest. Az átlagos évi középhőmérséklet alapján a különbség 0,5-től 2°C-ig terjedhet. Az épületek, útburkolatok nagyobb mértékű fénynyelző és visszaverő képességének hatására mind nappal, mind éjjel emelkedik a levegő hőmérséklete. A növényi leárnýékolás híján a talajt ért sugárzás mennyisége is megemelkedik. Sok esetben a talajt övező nagy hőelnyelő és visszaverő tulajdonságokkal rendelkező felszínek növelik a hőáramlást a hűvösebb talajok felé. További jelentős módosulás figyelhető meg a következő, talajképződés szempontjából meghatározó éghajlati elemek esetében is: a csapadék 10 %-kal több, a párolgás mintegy 30-60 %-kal kevesebb, a vegetációs periódus hossza pedig mintegy 8-10 nappal hosszabb, az átlagos szélesség a beépítettség szerkezetétől függően 20 %-kal alacsonyabb, mint a város környéki területeken. Ilyen körülmények között az evapotranspiráció emelkedik, és a talaj szárazabbá válik, így az itt élő növények is egyre nagyobb stressznek vannak kitéve (Landsberg, 1981).

A talajok fejlődését a csapadékból származó víz mennyiségén túl jelentősen befolyásolja a talajvíz mélysége és minősége. A talaj természetes vízháztartását, vízforgalmát számos tényező korlátozza a városi környezetben. Általában elmondható, hogy a városokban a talajvíz újraképződése a jelentős felszínborítottsági értékek (épületek, terek, úthálózat stb.) miatt lelassult, hiszen a területre eső csapadék jelentős része a városi csatornahálózatba kerül, és nem szivárog le a talajon át a talajvízig. Ennek következménye, hogy alacsonyabb talajvízszint értékeket mérhetünk a városokban, mint a környező területeken. Ezen tendenciát fokozzák a mesterséges, főként ipari célú talajvíz kiemelési törekvések (Farsang, Puskás, 2007).

A módosult fizikai, kémiai tulajdonságokkal rendelkező városi talajokkal számos egyéb cikk, tanulmány is foglalkozik:

Fedorishchak (1978) az egykori Szovjetunióban kohászati erőmű közelében levő, emberi hatásra módosult talajok vizsgálata során jelentős szulfát akkumulációt és megemelkedett

szervesanyag tartalmat, nagy mennyiségű antropogén anyag felhalmozódását, nehézfém akkumulációt és fizikai diszturbancia miatti szokatlanul diverz talajmintázatot tapasztalt.

A sűrűn lakott berlini talajok vizsgálata során Blume (1982) az eredeti talaj jelentős módosulását találta a következők miatt: nehézfémek, szénzennyeződések, alacsony talajvíz-szint, tömörödöttség, az intenzív gazdálkodás általi mélyművelés, szemét-, hulladék-felhalmozódás.

Alexandrovszkaya és Alexandrovskiy (2000) Moszkva talajainak vizsgálata során megállapították, hogy ezen talajok magas műterméktartalommal, magas pH-val, megemelkedett humuszkoncentrációval, karbonát- és foszfortartalommal rendelkeznek.

Zhao és munkatársai (2007) Nanjing város és a környező rurális térség talajtulajdonságait (feltalaj: 0-10 cm, altalaj: 10-30 cm) összevetve szintén nagyfokú különbségeket találtak: A pH, a felvehető kálium, a homoktartalom magasabb, a teljes vastartalom, az összkáliumtartalom, illetve az agyagtartalom viszont alacsonyabb értékeket mutatott a városi talajokban. A talajparaméterek megváltozását egyértelműen az urbanizációnak tulajdonítják, mivel a Jangce folyó mentén lévő mintaterület alapvetően igen homogén talajtípussal rendelkezik, melyet a városi tevékenységek (építkezések, feltöltések homokkal stb.) alakítottak át. A városi és rurális minták közötti különbségek a feltalajokhoz hasonlóan az altalajokban is megmutatkoztak.

Az urbanizációnak, illetve a városi környezetnek a természetes talajtakaróra gyakorolt módosító hatását Patterson (1976); Craul, Klein, (1980); és Simpson (1996) az alábbiakban foglalják össze:

- A talajok eltűnése (pl.: lefedés, elszállítás, lepusztulás stb.);
- Nagyobb és kevésbé megjósolható vertikális és horizontális változékonyság;
- Műtermékek magas részaránya;
- A talaj szerkezetének átalakulása: A városi talajok különböző nyomóerőknek vannak alávetve, melyek tömörödöttséget eredményeznek. Mindezek részben vagy egészen lerontják a talaj szerkezetét, csökkentik a pórusteret és növelik a térfogattömeget;
- A talaj vízháztartásának módosítása, szellőzésének korlátozása;
- A szervesanyag lebomlási sebességének, és a növények számára felvehető tápanyagok mennyiségének megváltoztatása. Jellemző az alacsony szervesanyag tartalom, mely nem kedvez az aggregációnak, továbbá a talajorganizmusok aggregációt befolyásoló tevékenységét is lecsökkenti;
- A felszín csökkenésének, károsodásának negatív hatása a vegetációra: a növényzet fokozottan érzékeny a feltöltésre, tömörödöttségre, erózióra;

- Igen változatos talajkémiai tulajdonságok egyrészt a szelvények mentén, másrészt horizontálisan (pl.: pH növekedése);
- A talaj szennyezése: szerves és szervetlen szennyezők felhalmozódása.

Lehmann és Stahr (2007) külön tárgyalják a városi talajokra általánosan jellemző, illetve kevésbé jellemző tulajdonságokat (2. táblázat).

2. táblázat: Az antropogén városi talajok jellemzése (Lehmann, Stahr, 2007)

Tulajdonság	Általános a város talajokban	Ritka a városi talajokban
Műtermékek (pl.: téglá, fazék, üveg, ipari hulladék, bányameddő, olaj stb.)	Sok - vízáteresztő képességet növelő építkezési törmeléket vagy nagyméretű műtermékeket tartalmazó talajokban - felszíni vagy felszín alatti lefedettséggel rendelkező talajokban	Nincs iszapot és hamut tartalmazó talajokban
pH	Lúgos építkezési anyagokban (pl.: vakolat, beton stb.) gazdag talajokban	Savas szén eredetű kénnel vagy iparilag előállított kénsavval rendelkező talajokban
Szerves szén és tápanyagok	Magas - szerves hulladékokkal, porral és égéstermékkel rendelkező talajok esetében - előzőleg kertészeti célokra használt talajokban - jelenlegi altalaj rétegekben, melyek az egykori feltalaj anyagát tartalmazzák	Szerves szénben szegény - azon talajok, amelyekben vegetációmegosztás céljából rendszeresen legyalulják a mindenkor feltalajt Tápanyagokban szegény - tápanyagban szegény alapkőzettel rendelkező talajokban
Szennyeződések	Magas erősen iparosodott városokban, ahol a termelési folyamatok által kibocsátott égéstermékeket vagy más anyagokat tartalmazó talajok fordulnak elő	Alacsony csak porból kiüpedett szennyezőanyagokkal rendelkező talajok esetében
Térfogattömeg	Magas - feltalajokban: olyan talajok esetében, melyek talajfelszínére mechanikus erők gyakorolnak hatást - altalajokban: olyan talajoknál, amelyekre az építkezési tevékenységek okozta kompaktáció hat	Alacsony - mechanikailag fellazított talajok esetében - szervesanyagban gazdag talajokban - sok hamut tartalmazó talajokban
Talajhőmérséklet	Magas - magas léghőmérsékletű városi területek esetében (ez különösen kritikus az állandóan fagyott altalajú régiókban) - fűtött talajokban	Alacsony - ipari vagy hideg vizes hűtésnek kitett talajokban - nedves talajokban
Talajnedvesség	Alacsony csatornázott, főként építkezési célra használt talajokban	Magas az öntözött, a lefedett felszínről leszivárgó víz vagy bármilyen vízáramlás által befolyásolt talajok esetében
Kor	Fiatal építkezési tevékenységeknek köszönhető gyakori talajáthelyezés miatt	Idős hosszú időn keresztül bolygatatlan talajokkal rendelkező városnegyedekben valamint a kultúrrétegekben
Fejlődés	Erős ex situ olyan talajok esetében jellemző, melyek hosszú ideje tartó építkezéseknek köszönhetően az egykori jól fejlett talajok elhurcolt talajanyagaiból állnak	Eltérően erős in situ olyan talajok esetében, melyek jól fejlett talajanyaga nem kerül áthelyezésre (az 50 éves vagy idősebb talajok jól fejlettek, különösen, ha amorf szerkezetű vagy nagy reaktív felülettel rendelkező anyagot tartalmaznak)

A fentiekben jellemzett városspecifikus degradációs folyamatok következtében a városokban, kívülről a centrum felé haladva fokozatosan csorbul a talaj multifunkcionalitása,

azaz képtelen maradéktalanul ellátni a természetes talajok nagy részére jellemző funkciókat (pl.: feltételelesen megújuló természeti erőforrás, a mezőgazdaság legfontosabb termelőeszköze, természetes és emberi tevékenység okozta stresszhatások pufferközege, nagy kapacitású szűrőrendszer, az élővilág élettere stb.) (Várallyay, 1997). Míg a városon kívüli területek talajhasználatára csak a mezőgazdaságra, az erdőhasználatra, a rekreációs területek biztosítására korlátozódik, addig a városi illetve városi agglomeráció talajhasználatára sokkal szerteágazóbbnak mondható, hiszen az eredeti funkciók gyengülésével új, a természetes talajokra nem jellemző funkciók (3. táblázat) jelennek meg (pl.: A városi talajok otthont adnak a közlekedésnek, az ipari telepeknek, a hulladéklerakóknak, a lakó- illetve egyéb épületeknek, a parkoknak, a temetőknek, a kiskerteknek stb.).

3. táblázat: A városi talajok funkciói (Lehmann, 2006; Lehmann, Stahr, 2007)

A városi talajok „hasznos” funkciói
▪ Zöldséget, gyümölcsöt biztosít a városi élelmiszerellátás számára ▪ Folyamatosan megújuló talajvizet nyújt a vízellátó rendszereknek
A városi talajok infrastruktúrához fűződő funkciói
▪ Közeget biztosít az alternatív esővíz menedzsment számára ▪ A rekreációs és sport tevékenységek helyszínéül szolgál
A városi talajok katasztrófa elhárításban nyújtott funkciói
▪ Magába szívott víz által elősegíti az esővíz-, illetve árvízvédelmet ▪ A szennyezőanyagokat visszatartja, lebontja vagy immobilizálja
A városi talajok környezeti minőségre, illetve kulturális örökségre vonatkozó funkciói
▪ Csapdául szolgál a belélegezendő levegőben levő por számára, mely által csökkenti annak mennyiségét ▪ A szén megkötése által csökkenti a légkörben levő CO₂ koncentrációját ▪ Puffereli a hőmérséklet- és nedvességviszonyokat, főként a párologtatás általi hűtésen keresztül ▪ Közegül szolgál a ruderalis növényzet, valamint a nyilvános és magán „zöld területek” számára ▪ Östörténeti, illetve történeti archívumként szolgál

A módosult városi talajhasználat jellemzése érdekében elkerülhetetlen ezen talajok leírása, fizikai, kémiai tulajdonságainak, módosult funkcióinak megbecslése, felmérése, hiszen a megszerzett információk hasznos alapot nyújthatnak a jövőbeni városi talajfejlődés és átalakulás nyomon követésére, a városi talajok javítására és védelmére (Abo-Rady et al., 2002).

Burghardt (1994) számos, a városi talajokkal kapcsolatos problémára hívja fel a figyelmet: A természetes területek talajfejlődési folyamatai, indikátorai már jól ismertek, így ezen talajok jelenlétét, fejlődését jól meg lehet jósolni. Azonban a természetes talajokhoz képest kevésbé ismert városi talajok nemcsak a természetes faktoroktól függnének, hiszen a szociális-gazdasági folyamatok járulékos és gyakran domináns faktorokként jelennek meg. Az, hogy milyen típusú talajokat, talajtulajdonságokat és talajfunkciókat eredményeznek nem pontosan ismert.

Ennek következtében szerinte a városi talajok felmérését a szociális-gazdasági folyamatoktól kell származtatni a jövőben.

II.2. A városi talajok biológiai tulajdonságai

A talaj élőlényeknek rendkívül bonyolult faji összetételű életközösségét *edafon*nak nevezzük. A magasabb rendű zöld növények föld feletti részei nem tartoznak az edafonhoz. Fajgazdagsága igen nagy, fajszáma a legtöbb élőhelyen nagyobb, mint a föld felett élőké. Az edafont az alábbi csoportokra lehet felosztani (Stefanovits et al., 1999):

- Prokarióták: baktériumok (5 μm), sugárgombák (10 μm), cianobaktériumok;
- Gombák: mikrogombák (50 μm), nagygombák (20 mm);
- Vírusok (0,1 μm);
- Növények:
 - Mikroflóra: algák (10 μm);
 - Makroflóra: magvak, rizómák, gumók, hagymák, gyökerek;
- Állatok:
 - Mikrofauna (100 μm): egysejtűek, fonálférgek;
 - Mezofauna (2 mm): ugróvilások, termeszek, atkák;
 - Makrofauna (20 mm): rovarok, puhatestűek, földigiliszták, gerincesek.

Ezen élőlényekre vonatkozó vizsgálatok kezdetben főként a természetes valamint a mezőgazdasági területeken folytak, mára azonban a figyelem egyre inkább a diszturbált illetve a mesterséges talajok élővilága felé is szegeződik, hiszen az intenzív emberi tevékenység hatására nagyfokú különbség alakult ki a városok és a közel természetes talajok faunája között (White, McDonnell, 1988; Goldman et al., 1995; Carreiro et al., 1999). Az urbanizáció funkcionális és minőségi változásokat idéz elő a természetes ökoszisztémában, felborítja az ökológiai egyensúlyt a városi környezetben (Doichinova et al., 2005). A városi ökoszisztéma egy igen heterogén formációnak tekinthető, mivel az „antropogén nyomásnak” köszönhetően nemcsak a talajok, hanem a flóra és a fauna is jelentős módosuláson megy keresztül (Patterson et al., 1980). Az urbanizáció egyrészt elszigeteli, feldarabolja vagy esetleg megsemmisíti az eredeti élőhelyeket, másrészt teljesen átalakítja a megmaradt élettereket (cserjék ritkítása, kidőlt, elhalt fák eltávolítása). Az emberi hatásra módosult talajparaméterek is rányomják bélyegüket a talaj élővilágára, mely eredményeképpen a talajfauna mennyiségi és minőségi változását észlelhetjük a városi környezetben. A legtöbb tanulmány a városi talajokban élő organizmusok csökkent számáról, csökkent biomasszájáról és

szegényes fajdiverzitásról tájékoztat. Általánosságban elmondható, hogy a leginkább diszturbált, szennyezett talajok rendelkeznek a legszegényebb organizmuskészlettel. Természetesen nem szabad figyelmen kívül hagyni a vizsgált talajélőlény sajátosságait, mivel az urbanizáció hatására ökológiai igényüktől függően bizonyos fajok előtérbe kerülhetnek, míg mások háttérbe szorulhatnak. Stresszes körülmények között a talaj eltartóképessége csökken és a zavart viszonyok pedig hajlamosak az opportunist (megalkuvó) fajok favorizálására (Harris, 1991).

A talajban élő állatok egyedszáma és tömege ugyan jóval alacsonyabb, mint a mikroorganizmusoké, azonban a szervesanyag összekeverésében és lebontásában, a humuszképződésben, valamint a kedvező morzsás talajszerkezet kialakításában a talajfaunának igen fontos szerepe van.

A városi építkezések, a taposás és egyéb nyomóerők hatására tömörödött talajokban kialakult változásokat tanulmányozta Rushton (1986) a földigiliszta (*Lumbricus terrestris*) talajkeverő tevékenységének megfigyelésével. Azt észlelte, hogy a megnövekedett térfogattömeg az állatok talajkeverő képességének csökkenését eredményezte. White és McDonnell (1988) egy városi (New York Botanical Garden) és egy vidéki arborétum (Mary Flagler Cary Arboretum: New York-tól 117 km-re északra) talajait hasonlították össze: bár a gerinctelen talajfauna mennyiségi felmérését nem végezték el, azonban a városi arborétum talajában igen lecsökkent gilisztaszámra lettek figyelmesek, amelyet nagyfokú emberi taposóhatással magyaráztak.

A talajkompakción túl természetesen a szennyezett talajok által keltett stressz, az egyéb módosult fizikai és kémiai talajparaméterek mind hatást gyakorolhatnak a talajfaunára, mely akár nem megszokott „nich”-ek és új talajlakó közösségek kialakulásához vezethet. Hunter és munkatársai (1989) szennyezett, illetve enyhébben szennyezett füves terület gerinctelen populációját vizsgálták egy réz- és kadmium ötvöző üzem környezetében, illetve egy szennyezetlen kontroll területen. Az üzem környezetében levő állatokban mért fémkoncentrációk szembetűnően megemelkedtek a kontroll értékhez képest. A kevésértéjű gyűrűsférgék (*Oligochaeta*) és az ászkarák (Isopoda) populációja jelentősen lecsökkent a fémfeldolgozó területén.

Golovacheva és munkatársai (1986) moszkvai talajokban levő acél fűtőcsövek körüli korróziós zónákat vizsgálták. Egy szulfátcsökkentő baktériumot, a *Desulfotomaculum nigrificans*-t valamint a *Sulfobacillus thermosulfidooxidans*-t találták a korrodált csövek körüli talajokban. A szerzők ezen baktériumok jelenlétét a hővel hozták kapcsolatba és egy hő szempontjából stabil „nich” kialakulását fedezték fel. Zimny és Zukowska-Wieszczyk (1984)

a varsói fákkal, bokrokkal árnyékolt parkok talajait vizsgálva magasabb enzimaktivitást találtak, mint fákkal nem árnyékolt útszéli gyepek alatti talajokban. Ez utóbbi alacsony enzimaktivitást a közlekedési eszközök által kibocsátott szennyeződésekkel, valamint a falevelek hiányából fakadó szervesanyag hiánnyal magyarázták.

Magura és munkatársai (2006) Debrecenben és környékén egy városi, egy városszéli és egy városon kívüli, erdővel borított, közel természetes területen talajcsapdák segítségével begyűjtött szárazföldi ászkarák (Isopoda: Oniscidea) és futóbogarak (Coleoptera: Carabidae) egyed és fajszámát vizsgálták. A vizsgálat során a futóbogarak csapdánkénti egyedszáma szignifikánsan magasabb volt a városon kívül, mint a másik két élőhelyen, míg a csapdánkénti fajszám értékei között nem volt szignifikáns különbség a három élőhelyen. Az erdei specialista futóbogár fajok csapdánkénti egyed- és fajszáma egyaránt szignifikánsan nőtt a városi élőhelytől a városon kívüli élőhely felé haladva. A szárazföldi ászkarák csapdánkénti egyed- és fajszám értékei között nem volt szignifikáns különbség a három élőhelyen. Az erdei specialista szárazföldi ászkarák fajok csapdánkénti egyedszáma szignifikánsan nőtt a városi élőhelytől a városon kívüli élőhely felé haladva, illetve a csapdánkénti fajszáma a városszéli és városon kívüli élőhelyen volt a legmagasabb és szignifikánsan különbözött a városi élőhelyen tapasztalt értéktől. Az eredmények nem igazolták a közepes zavarási hipotézist, amely szerint a mérsékelten zavart városszéli élőhelyeken a legmagasabb a diverzitás. Ellenben az eredmények a habitat-specialista hipotézisnek megfelelnek, miszerint az eredeti élőhelyekhez kötődő specialista fajok egyed- és fajszáma csökken az erősen zavart, átalakított élőhelyek felé haladva, hiszen az urbanizáció hatására az eredeti élőhelyekben bekövetkezett változások főként e fajokat érintik hátrányosan.

A talaj az egész ökoszisztéma tükréként fogható fel, amelyen belül jelentős szerep jut a mezofaunának. A talaj mezofaunájának legnagyobb fajszámú komponensei a páncélosatkák (Oribatida) és az ugróvillások (Collembola) (Stanton, 1979). Ezek a sokféle élőhelyen előforduló apró ízeltlábúak maguk is nagy hatással vannak a talajok fizikai, kémiai tulajdonságainak kialakítására, a talaj tápanyagforgalmára és a talajszerkezet megővására (Wallwork, 1983). Életmódjuknak, viszonylag stabil életközösségüknek és a talajban elfoglalt ökológiai szerepüknek köszönhetően jól alkalmazhatóak a talajminőség felmérésére, monitorozására (van Straalen, 1998).

Weigmann, Kratz (1986) páncélosatkák berlini városi és erdei talajokban végzett mennyiségi vizsgálata során megállapították, hogy kevesebb atka fordul elő a városi környezetben az erdeihez képest. Ennek okát a városi környezetben megnövekedett

légszennyezettségnek, az élőhelyek elszigeteltségének, a magasabb hőmérsékletből adódó nagyobb szárazságnak tulajdonították.

Shrubovych (2002) Lviv város 12 különböző mértékben zavart helyszínéről gyűjtött talajmintáinak (pl.: erdei park, városközpontban lévő park, intenzív közlekedésnek kitett útszegély, aszfalttal körülvett fa környéke, virágágyás, ipari személtlerakó, telek stb.) *Collembola* közösségét vizsgálta. A városi környezetben uralkodó erős szárazság főként a szárazságtűrő *Collembola* fajok elterjedését támogatta, míg az erdei fajok jelentősen megfogyatkozott számmal képviseltették magukat. A legintenzívebb városi átalakuláson átment mintavételi helyszínek talajaiban a ruderalis, a compost illetve a synantropic *Collembola* fajok voltak uralkodóak.

Natuhara és munkatársai (1994) Osaka város egy parkjának (Tsurumi Park) Oribatida és *Collembola* közösségét vizsgálták 11 különböző növényborítottsággal fedett mintavételi helyszínen. A taxonómiai besorolás után megállapították, hogy az Oribatida közösség változatosságában fontos szerepet játszik a talajsűrűség, a szervesanyag tartalom és a növényi fedettség. Ellenben a *Collembola*knál csak a növényi borítottság volt meghatározó erejű. Mindkét ízeltlábú csoport fajgazdagsága a maximumot a vegyes erdőben érte el, míg a csupasz talaj mutatja a leggyengébb diverzitásértéket.

Összességében a fentiek alapján elmondható, hogy a specifikus városi körülmények nemcsak a talaj fizikai és kémiai paramétereit változtatják meg, hanem jelentős módosulásokat eredményeznek ezen talajok faunájában is. Következésképpen az urbán talajok vizsgálatánál igen fontos diagnosztikai tulajdonságként kell tekinteni a talajfaunára is.

II.3. Nehézfémek a városi talajokban

A természetes folyamatokhoz viszonyítva az emberi tevékenység révén nagyságrendekkel több elem szóródik szét a környezetben. Az 1960-as évek kutatásai egyértelművé tették, hogy az ipar, a közlekedés által okozott légszennyezettség, a nem megfelelően elhelyezett kommunális és ipari hulladékok hatására megnövekedett a nehézfémek mennyisége. Különösen igaz ez a nagyvárosokra, melyek a szennyezőanyagok gyűjtőmedencéjévé válva kiváló indikátorai a környezeti szennyezőknek (Bacon et al., 1992). A városon belül a jelentős szennyeződéssel terhelt városi parkok, pihenőterületek különösen nagy egészségügyi kockázatot jelentenek, hiszen az inhaláció, illetve az ingestio révén az emberek (különösen a gyerekek) ki vannak téve ezen területek talajainak egészségkárosító hatásának (Culbard et al., 1988).

A városi környezetre jelentős hatást gyakorló nehézfémek sokféle antropogén tevékenységből származtathatók: a közlekedésből (fosszilis üzemanyag elégetése, járműalkatrészek elhasználódása, fémtartalmú motorolajok kifolyása stb.), a speciális ipari tevékenységekből, a települési hulladékokból (égetés, elhelyezés stb.), az építkezési anyagok korróziójából, a város környéki bányákból (Barltrop, 1979; Kelly et al., 1996; Nadal et al., 2004).

A nehézfémekkel már jelentősen szennyezett területek alapvető környezeti problémát jelentenek, mivel igen sok elem nem degradálódik és a feltalajban maradvá évszázadokon, esetleg évezredekken keresztül is megőrizheti potenciális mérgező hatását. Különösen igaz ez a főként mesterséges anyagokból álló városi felszínekre, amelyek fémmegkötő illetve immobilizáló képessége sokkal gyengébb a természetes felszínekhez képest (Wong et al., 2006). Ennek oka, hogy a porózus felszínnel rendelkező mesterséges anyagok mikroszerkezetük révén visszatartják a fémeket, ezáltal a fémszennyeződések forrásává válhatnak. Következésképpen a városi környezetben kiülepedett fémgazdag részecske és por viszonylag mobilis marad. A városi szennyezett talajok nagyobb fémmobilitásuk révén akár a talajvíz elszennyeződését is okozhatják (Wilcke et al., 1998). Azonban számos urbán talajban a fémmobilitást korlátozhatja a megemelkedett pH (van der Sloot et al., 1996; Andersson et al., 2004).

A természetes talajok rendszerint kapcsolatban vannak az alapkőzettel, így az alapkőzet ásványtani összetételének ismerete alapján megbecsülhető a talajban levő fémek háttérértéke. Ellenben, a városi talajszelvények nagyfokú zavartságuk révén nem feltétlenül mutatnak a kialakulásnak megfelelő rétegzettséget, és nem szükségszerű az alapkőzettel való közvetlen kapcsolatuk sem (Banat et al., 2005). Mindezek következtében a városi, bolygatott talajok fémtartalma litogén és antropogén forrásból is származhat, melynek elkülönítésével többen is foglalkoztak (Facchinelli et al., 2001). A talaj természetes nehézfém tartalma a talajképző kőzet mállásából származik. Ez jellegzetes vertikális eloszlást idéz elő: a nehézfém tartalom a talajképző kőzet felől a felszín felé csökken. Ezzel ellentétben az emberi tevékenységek következtében a talajba kerülő nehézfémek mennyisége a felszíntől a talajképző kőzet irányába csökken (Thornton, 1991). Rosenkranz és munkatársai (1991) valamint Hindel és Fleige (1989) a különböző frakcióban való dúsulási különbség meghatározásával javasolják a geogén és antropogén elem tartalom elkülönítését. Ennek érdekében a talajszelvény mentén az alábbi ún. feldúsulási faktor (FF) meghatározását ajánlják. Ha a talajfrakció elem tartalmának és a durvaanyag elem tartalmának aránya 1 körül változik, akkor az alapkőzet mállása során nem történt jelentős elem tartalom növekedés vagy csökkenés a talajképző folyamatok

hatására. A talaj elemtartalma egyértelműen a kiindulási alapkőzet elemtartalmára vezethető vissza (litogén eredet). Az antropogén eredetet ebben az esetben ki lehet zárni.

$$FF = \frac{\text{talajfrakció (< 2 mm) elemtartalma}}{\text{durva vázrész (> 2 mm) elemtartalma}}$$

Ha a talajfrakció elemtartalmának és a durva vázrész elemtartalmának aránya 1 alatt található, akkor a mállás során elemcsökkenés történt (elmosódott, növényi felvétel stb.). Ebben az esetben is a talaj elemtartalma egyértelműen litogén komponensekből származik. A harmadik esetben a talajfrakció elemtartalom és a durva vázrész elemtartalom aránya 1 feletti. Ekkor az elemtartalom dúsulás történhetett a talajképződés (pedogén eredet) valamint külső, antropogén forrásból származtatott szennyezés során. Szegedi (1999) a debreceni Nagyerdő területén nyolc talajszelvény nehézfém- koncentrációjának vertikális eloszlását vizsgálta nehézfém-tartalom eredetének eldöntése céljából: A kobalt és a nikkel a talaj „A” szintjében nem akkumulálódott, a talajbeli vertikális eloszlásuk (a mélységgel párhuzamosan növekvő koncentráció) alapján megállapítható, hogy a vizsgált területen ezek a fémek döntően természetes (alapkőzet) forrásból származnak. Ebben az is szerepet játszik, hogy a savanyú homoktalajban e két fém könnyen mozog, a talajba került csapadékvízzel a talajvíz irányába vándorol. Az ólom és a réz viszont hajlamot mutat a feltalajban való felhalmozódásra, mennyiségük a mélység növekedésével csökken. A talajban való megkötődésükben a humusz játssza a legfontosabb szerepet, ezért talajprofilon belüli eloszlásuk a humuszhoz hasonló. A szerző szerint a különböző nehézfémek vertikális eloszlását az eredet mellett a talajtani tényezők is erősen befolyásolják. Ezért a vertikális eloszlás csak korlátozottan alkalmas a talaj nehézfém-tartalom eredetének megállapítására.

A városi talajok nehézfém szennyezettségével számos cikk és tanulmány foglalkozik:

Purves (1966, 1972), Purves és MacKenczie (1969) először vizsgálták a városi területek talajainak potenciális toxikus anyagait (réz, ólom, cink és bór) és megállapították, hogy ezen anyagok mennyisége több esetben is meghaladta a megengedett értéket. Edinburgh-ban gyűjtött minták elemzése szerint a városi talajokban átlagosan kétszer nagyobb a bór, ötször nagyobb a réz, 17-szer nagyobb az ólom, 18-szor nagyobb a cink mennyisége, mint a szomszédos falusi területekről begyűjtött minták átlagértéke. Még a városon belüli nagyobb zöldfelületek is magas B, Cu, Pb és Zn tartalommal bírtak, melyek a szennyezett levegőből ülepedtek ki.

Blume és Hellriegel (1981) Berlin pleisztocén üledékes eredetű, természetes állapotban 10 mg/kg Pb és 0,1 mg/kg Cd tartalmú talajának szennyezettségét vizsgálták. Azonban a városi talaj 8-szoros Pb-t és 1,5-szeres Cd-t tartalmazott a természeteshez képest.

Kovács, Nyári (1984) Budapest közterületének talajaiban található nehézfém mennyiségéről tájékoztatnak. A közlekedési utak mellett fekvő talajok átlagos nehézfém tartalma mintegy 1,5-4,4-szerese a parkban mért átlagértéknek.

Rauta és Mihailescu 1981-ben Bukarest területén 350 talajmintából (0-10 cm) határozta meg a Pb és Cd tartalmakat. A szennyezettség alapján három zóna volt elkülöníthető az elemtartalmakat ábrázoló térképen: 1. zóna: centrum, 0-3 km; 2. zóna: 3-7,5 km-re a központtól; 3. zóna: nagyobb, mint 7,5 km. Az Pb és Cd tartalom az 1. zónában 200-500 és 1,5-5,7; a 2. zónában 65-350 illetve kisebb, mint 2,5; a 3. zónában 25-100 valamint 0,8-1,0 mg/kg között változott. A közúti forgalom csökkenésével a városi talajok Pb és Cd tartalma mérséklődött a centrumból a város periférikus részei felé. Lepnejeva, Obuhov 1990-ben az urbanizációnak a talajok nehézfém tartalmára (Pb, Cu, Zn, Cd) gyakorolt hatását vizsgálták Moszkva parkjain és gyepes területein. A semleges, kissé lúgos kémhatású (pH 7,3 - 7,9; Ca telítettség: 70 %; szerves C: 5 %) talajok nehézfém tartalma 4-6-szorosa a szennyezetlennek (Csathó, 1994).

A városi ökoszisztémák talajának szennyezettségi vizsgálata sok esetben a forgalmas közlekedési útvonalak menti talajszennyezettség felmérésére szorítkozik, mely utakról elmondható, hogy a hozzájuk közelebb lévő talajok magasabb nehézfém-koncentrációval rendelkeznek. Árkosi és Buna (1990) szerint a közlekedésből származó nehézfém-szennyezés az úttól mintegy 50-100 m távolságig, és 20-25 cm mélységig jelentkezik legerőteljesebben.

Li és munkatársai (2001) 60 hongkongi városi park talajainak nehézfém szennyezettségét vizsgálta az óváros, az ipari körzet illetve az új városrészek területén. Az óvárosi és az ipari körzetekben elhelyezkedő, megemelkedett fémkoncentrációval (Cd, Cu, Pb, Zn) rendelkező parkok egyértelműen utalnak a fémek legfőbb eredetére: a közlekedésre valamint az ipari tevékenységekre. Emellett a parkokban alkalmazott kadmium tartalmú foszfát műtrágyára, mint a Cd szennyezés lehetséges forrására hívják fel a figyelmet.

Manta és munkatársai (2002) Palermo zöld területeinek és parkjainak feltalajmintáiban (70 db minta) vizsgált nehézfémek (V, Mn, Cd, Zn, Cr, Co, Cu, Pb, Hg, Sb) antropogén és természetes eredetét határozták meg statisztikai analízissel (cluster-, fő komponens analízis). Az Pb, Zn, Cu, Hg, Sb-ről megállapították, hogy antropogén forrásból származott, míg a V, Mn, Cr, Co, Cd főként alapkőzet eredetűeknek bizonyult. Az antropogén fémek átlagértékei meghaladták a természetes háttérértéket, illetve más nagyobb európai nagyváros

fémkoncentrációját is. Ez utóbbi fémek eloszlásmintázata alapján e városban is a közlekedés tekinthető a fő szennyezőforrásnak.

Szegedi (1999) Debrecen város talajainak Pb-, Cd-, Co-, Ni- valamint Cu-tartalmában meglévő területi különbségeket, illetve e különbségek kialakulásáért felelős tényezőket (forgalomsűrűség, beépítési tényezők, felszín, fedettség, talajtípus hatása) vizsgálta. Viszonyítási alapként a Nagyerdő védett területét választotta, ahol az összes fém messze alulmaradt a különböző szabványokban megadott határértékektől. A városi területeken viszont megemelkedett Pb szintet talált, mely maximális értékeit az utaktól 2-20 méter távolságban, az ipari területeken és a belvárosban érte el. Ezt a kertés-családi házas területhasználati típus, a mezőgazdasági területek és a házigyári beépítés követte. A legalacsonyabb nehézfém-tartalom a zöldterületeken adódott. A Cd sehol sem mutatott határérték túllépést. A nem közlekedés eredetű Co, Ni, Cu esetében nem mutatható ki statisztikai összefüggés a talaj fémtartalma és a mintavételi pont forgalmas utaktól mért távolsága között.

Zhang és munkatársai (2005) Nanjing város kereskedelmi és lakónegyedében feltárt szelvények vizsgálata során megállapították, hogy a fémekkel (Cu, Zn, Pb) szennyezett régi kereskedelmi negyed kultúrrétegeinek nehézfém-koncentrációja igen eltérő attól függően, hogy melyik dinasztia idejéből származik. Az egyes rétegek jelentős nehézfém-koncentrációját a kezdetleges kohászat, illetve a fémfeldolgozás kialakulásával magyarázták. Tehát a nehézfém eloszlásmintázata tükrözi a történelem folyamán a városban zajlott igen heterogén emberi tevékenységeket.

Farsang és Jóri (1999) Szeged zöldterületeinek, pihenőparkjainak illetve játszótereinek feltalajmintáiból kimutatott „összes” (királyvíz oldható), valamint „felvehető” (Lakanen-Erviő módszerrel kioldott) nehézfém-tartalmát (Cd, Co, Cu, Ni, Zn, Pb) elemezve megállapították, hogy a mért koncentrációkat a más városokban (Gyula, Debrecen, Békéscsaba, Cegléd) mért értékekkel, valamint a vonatkozó határértékekkel összevetve Szeged város jelentős háttérszennyezettséggel rendelkezik. Továbbá vizsgálatok történtek ezen talajok tompítóképességét befolyásoló talajtulajdonságok mérésére is: az összes mintára jellemző semleges kémhatás, magas humuszkoncentráció gátolja ezen fémek mobilizációját. Azonban a minták többségének homokos fizikai félesége illetve az agyagos kolloidok hiánya negatívan hat az itteni talajok környezeti pufferképességére. A szerzők az antropogén egészségügyi kockázat csökkentésére a forgalmas szegedi közlekedési csomópontok melletti parkokat lezáró zöld sáv létesítését, a felporzás, s az inhalatív szennyeződés elkerülésére pedig a folyamatos növényborítottság biztosítását javasolták.

Szeged területén egyenletesen elhelyezett 15 mintavételi ponton 2000 első félévében 30 naponként történt pormintavétel. Az ülepedő por mennyiségi vizsgálatán túl Pb, Cd, Cu tartalom meghatározására került sor. A levegőtisztaság követelményeit tartalmazó 1990-es szabványt figyelembe véve az ülepedő por Cd tartalma egy esetben lépte túl a határértéket. Az ülepedő por ólomtartalma jóval határérték alatti, míg réztartalma magas, ami a szegedi zöldterületi talajok egyébként is magas réztartalmát tekintve jelentős környezeti kockázatot jelent (Farsang, Rácz, 2000).

A fenti példák is mutatják, hogy elkerülhetetlen a városi talajok nehézfém-terheltségének vizsgálata, és ez alapján ezen talajok minősítése. Míg az első városi osztályozási rendszerek nem vették számításba a toxikus anyagok talajt szennyező hatásait addig Hollis (1991) már egy fontos, városi talajokra jellemző diagnosztikai tulajdonságként említi a toxikus fémek jelenlétét, melyek megengedett határérték feletti koncentrációjának kezelését a talajjavítás, az ökológiai tervezés és az emberi egészség védelme érdekében tartja fontosnak. Az intenzív városi nehézfém szennyezettség növekedésének talajokra gyakorolt hatásai mára már megjelentek a legmodernebb osztályozási rendszerekben. A ma használt nemzetközi talajosztályozási rendszerben, a WRB(World Reference Base for Soil Resources, 2006)-ben megjelenő városi talajoknál (Technosols) valamint két másik talajcsoportban (Histosols, Gleysols) elkülönítettek egy toxikusságot jelző minősítőt (Toxic suffix), mely azon talajokra érvényes, amelyek a talajfelszín 50 cm-én belül elhelyezkedő szerves vagy szervetlen anyagok toxikus koncentrációját tartalmazó réteggel bírnak. E Toxic minősítőnek több típusát különítették el attól függően, hogy mely élőlénycsoportokra gyakorolnak hatást: *Anthrotoxic* minősítő olyan talajokra vonatkozik, amelyekkel az emberek rendszeresen kapcsolatba kerülhetnek, és ezáltal egészségük károsodhat. *Ecotoxic* minősítővel illetik a talaj ökológiájára, különösen a mezofauna populációjára észlelhetően hatást gyakoroló szennyezett talajokat. A *Phytotoxic* minősítőt viselő talajok esetében a szennyeződés a növényi fejlődésre gyakorol hatást, míg a *Zootoxic* minősítővel az állatokat károsító talajok jellemezhetőek (FAO et al., 2006).

A Toxic utótag gyakorlati alkalmazásával kapcsolatban azonban számos nehézség merült fel, melyeket a következő, 2010-ban megjelenő WRB-ben tökéletesíteni kívánnak. Először is jelentéstanilag sem helyes a talajok toxicitására utalni, hiszen a toxicitás erősen függ a befogadó közegtől, az expozíciós utaktól valamint a kibocsátó forrástól. Másrészt elég nehézkes a specifikált minősítők (Anthro-, Eco-, Phyto-, Zootoxic) különválasztása, hiszen például ha egy magas nehézfém-koncentrációval rendelkező talaj toxikus a növényeknek az majdnem biztos, hogy toxikus lesz az állatok és az ember számára is. Továbbá köztudott,

hogy a porral, az atmoszférikus leülepedéssel, s a felszíni lefolyás révén nemcsak a városközpont szennyeződhet, hanem a természetesebb talajok is. Ezidáig a Toxic minősítő használata azonban csak a Histosol, a Technosol és a Gleysol talajcsoportra korlátozódik (Rossiter, 2007).

II.4. A városi talajok és osztályozásuk történeti áttekintése

A városi talajok kutatása viszonylag fiatal kutatási területnek mondható. E talajok vizsgálatának, osztályozásának kronológiai áttekintése 1847-ig nyúlik vissza, amikor Ferdinand Senft a városi, ipari és bányászati területek talajairól szóló könyvében először említette az antropogén városi talaj szót. A következő jelentősebb „állomás” 1951-re tehető, amikor Németországban, Bottropban elkészült az első városi talajtérkép, amely különböző talajtípusokat különít el a talajhasználat alapján. 1963-ban Zemlyanitskij Moszkva talajainak fizikai és kémiai jellegzetességeit írta le (Lehmann, Stahr, 2007).

A városi talajosztályozás kezdeti rendszerei már az 1960-as években megjelentek. A talajosztályozás legfőbb célja, hogy a már meglévő ismereteket összegyűjtse a különböző típusú talajok tulajdonságainak, kapcsolatrendszerének szisztematikus feltárása érdekében. Azonban számos nehézség léphet fel e folyamat során: Egyrészt a talajok - szemben a növényekkel illetve az állatokkal - nem tekinthetők önálló individuumként, másrészt a talajok osztályozására a céltól függően igen sokféle helyes módszer létezik (Cline, 1949). Hollis (1991) két fő osztályozási rendszert különít el: A legtöbb klasszifikáció a hierarchikus rendszert alkalmazza, amely egymást követő egyre alacsonyabb szintű kategóriákkal rendelkezik. Mindegyik kategória szintjén talajtulajdonságokat választanak osztályok definiálása céljából. Másik alternatíva a koordináta rendszeres osztályozás, amely két vagy több - tulajdonságok egy csoportján alapuló - specifikus osztályozást tartalmaz, melyek egymásra helyezésével két vagy többdimenziós mátrixot hoznak létre.

A két fő rendszer által meghatározott alapcélok a következők:

- 1, Elméleti vagy tudományos („természetes rendszerek”) rendszerek kialakítása, amelyek a hangsúlyt a talaj genetikájára és az osztályok közötti kapcsolatrendszerre helyezik, ezen rendszerek a lehető legtöbb ismert talajtulajdonságot használnak fel;
- 2, Gyakorlati rendszerek létrehozása, melyeket meghatározott alkalmazásra terveztek egy specifikus célhoz vagy akár több célhoz is (Butler, 1980).

A városi talajok osztályozásában előforduló legfontosabb diagnosztikai tulajdonságokat Hollis (1991) foglalta össze. Megadta az adott diagnosztikai tulajdonság kiválasztásának okát, a meghatározásának módját és a taxonómiai elkülönítésének lehetséges alapjait (4. táblázat).

4. táblázat: A városi talajok osztályozásában alkalmazható potenciális diagnosztikai tulajdonságok

Diagnosztikai tulajdonság	A kiválasztás indoklása	Azonosítása a terepen	A taxonómiai elkülönítés lehetséges alapjai
1. Zavart, áthelyezett anyag mélysége	A „természetes” és a diszturbált talajok elkülönítése érdekében	Közvetlenül mérhető	A diszturbált anyag azon mélysége, amely szükséges a természetes talajtulajdonságok módosulásához
2. Feltalaj mélysége	Fontos, talaj biomasza, a hozzáférhető víztartalom becsléséhez és a talajmenedzsment szempontjából	Közvetlenül mérhető	A kritikus szervesanyag szintek (lásd 4. pont), és a növényi produktivitásban megmutatkozó jelentős különbségek
3. „Mállott” anyag mélysége	Fontos a talajtulajdonságok időbeni változásának megbecslése érdekében	Azonosítható a színváltozással és szerkezeti fejlettséggel	A mállott anyag mélységének és „kitermelt” anyag mélységének kritikus arányai
4. Szervesanyag tartalom	Fontos a szerkezet, tápanyagegyensúly és hozzáférhető víztartalom fenntartása szempontjából	Nagyjából megbecsülhető szín-összehasonlítással illetve viszonyítási adatokkal	A szerkezet, a tápanyagtartalom és a hozzáférhető víztartalom fenntartásának kritikus szintjei
5. Karbonáttartalom	Fontos a talaj-növény kapcsolatrendszer és a szerkezet fenntartása érdekében	Durván megbecsülhető híg sósav használatával	Növényi tolerancia jelenléte vagy hiánya és kritikus szintjei
6. Szabad vas tartalom	Fontos szerkezet megőrzése céljából	Megközelítőleg megbecsülhető a szín segítségével	A mállás és a szerkezeti viszonyok kritikus szintje
7. pH	Fontos a talaj tápanyag egyensúly, a növényi növekedés és a műtrégya miatt	Közvetlenül mérhető	A pH és a bázisítatlanság közötti kapcsolat, a tápanyaghiány és a faj tolerancia
8. Kationcserélő kapacitás/ Bázisítatlanság/kicserélhető bázisok	Fontos a termőképesség, a tápanyagpotenciál és sav puffer kapacitás felmérése érdekében	Megközelítően felmérhető a textúrából, szervesanyag tartalomból és a pH-ból	A bázisok felszabadulásának és kimerülésének lehetősége egy adott időtartamon belül
9. Toxikus ásványok, kémiai anyagok, gázok koncentrációja	Fontos a talajjavítás, az ökológiai tervezés és az emberi egészség védelme érdekében	Közvetlenül rendszerint nem mérhető, de olykor következtetni lehet rá a terület múltbéli eseményeiből	A szennyezettség határértékei
10. Oldható sókoncentráció	Fontos a talajjavítás, az ökológiai tervezés és a növényi növekedés érdekében	Közvetlenül mérhető konduktivitás próbával	Kritikus növényi tolerancia szintek
11. Telített hidraulikus konduktivitás	Fontos a növényi növekedés, az átszellőztetés, a talajjavítás, a talajművelés és a vízhasználat szempontjából	Nagyjából megadható a sűrűségből, a textúrából, a makroporozitásból, a szerkezetből és a gleymorfológiából	A hidraulikus konduktivitás és a talaj vízzel borítottságának időtartama illetve növényi vízellátottság közötti kapcsolat
12. Levegőgazdálkodás	Fontos a növényi és az állati fejlődés érdekében	Durván megbecsülhető a makroporozitásból, a szerkezetből, a sűrűségből és a gleymorfológiából	A növényi növekedés kritikus szintjei
13. Száraz térfogattömeg	Fontos a gyökérzet, potenciális permeabilitás, átlévegőztetés, rendelkezésre álló víz miatt	Következtetni lehet rá a textúrából, a struktúrából és a glejesedésből	A gyökérnövekedés, a permeabilitás, az állati tevékenység kritikus szintjei
14. Felvehető víz	Fontos a növényi növekedés érdekében	Becsülhető a textúrából, a térfogattömegből és a durva vázrész tartalomból	Különböző növények vízigényének kritikus szintjei
15. Kezelési tulajdonságok (plasztikus index, zsugorodási potenciál)	Talajmenedzsment, talajjavítás, tájtervezés elősegítése érdekében	Nagyjából megadható a sűrűségből, a textúrából, a karbonát és a szabad vastartalomból	A zsugorodási potenciál és a talajkezelés kritikus plasztikus indexei
16. Talajvízzel való borítottságának időtartama	Fontos az átlévegőztetés, a növényi növekedés és a talajkezelés szempontjából	Nagyjából megadható a a textúrából, a struktúrából, a sűrűségből, a gleymorfológiából, a klímából	Az átlagos növekedési időszak és a vízzel borítottság időtartama közötti kapcsolat
17. Egy kemény, összefüggő réteg mélysége	Fontos a potenciális gyökérmenyiség, a talajpermeabilitás becslésére valamint a talajmenedzsment szempontjából	Közvetlenül mérhető	Különböző növények kritikus gyökéresedési igényei
18. Altalaj jellege	Fontos a potenciális toxicitás, potenciális tápanyag-ellátottság, permeabilitás megbecslése végett	Közvetlenül mérhető	Az altalajpermeabilitás, potenciális tápanyag-ellátottság, és potenciális toxicitás kritikus értékei
19. Növényborítottság	Fontos az erózió szembeni védelem illetve felszínborítottság miatt	Közvetlenül mérhető	A pusztító hatású csapadékmennyiség kritikus értékei

A meglévő városi osztályozási rendszerek használhatóságát két fő faktorral becsülik: Először is egy jó, városi talajokat osztályozó rendszernek éles válaszvonalat kellene húzni a viszonylag diszturbálatlan talajok, illetve az emberi tevékenység hatására kialakult talajok között. Másodszor az osztályok elkülönítésében minél nagyobb számú diagnosztikai tulajdonságot kell alkalmaznia (Hollis, 1991).

A hierarchikus, négy szinttel (rend, alrend, csoport, alcsoport) rendelkező, speciálisan tervezett, csak meghatározott sajátos talajok és tájak körében alkalmazható holland rendszer (1966) az első egyike volt, amely az emberi befolyáson alapuló talajtulajdonságokra és az osztálykülönbségekre helyezte a hangsúlyt. Azonban a városi környezetben jelenlevő „nyers” antropogén talajanyagokat egyáltalán nem különítette el. Részben emiatt, részben pedig a rendszer jellege miatt (miszerint csak meghatározott talajokra tervezték) csak korlátozottan alkalmazható a városi környezetben levő talajok osztályozására (Bullock, Gregory, 1991).

Az 1970-es években számos német és amerikai kutató (Blume, Maechling, Fanning) kezdte el vizsgálni a városi talajokat. A városi környezetben található talajokról szóló kezdeti tanulmányok az ember szempontjából leginkább fontos szennyeződések elnagyolt vizsgálatára korlátozódtak. A későbbi időszakokban a figyelem azonban egyre inkább a városi talajok funkcióira terelődött.

Az első városi talajokat tartalmazó nemzeti nomenklaturát Avery (1980) hozta létre. A négy kategória szinttel (főcsoport, csoport, alcsoport, sorozat) rendelkező hierarchikus rendszer az antropogén talajok főcsoportján belül két csoportot különített el. Az első csoportba kerültek az úgynevezett *humuszos antropogén talajok* („man-made humus soils“), amelyek rendkívül vastag, sötét színű, jól rétegzett „A” szinttel rendelkeznek. Ez a típus a régi kertekben, parkokban található, ahol a mélyszántás vagy az ásás, a bőséges szervesanyag-utánpótlás és a háztartási szervesanyagok komposztálása eredményezi e típus kialakulását. A különböző talajszintekben megtalálhatók a nehezebben lebontható anyagok, háztartási törmelékek is (pl.: cserép, porcelán, üvegcserepek stb.). A másik csoportba az úgynevezett „*zavart talajok*” tartoznak, melyek vastagsága legalább 40 cm. Többféle változatuk megjelenhet a városban attól függően, hogy milyen alapközetten, klímán, domborzaton alakultak ki, de mindegyikre jellemző a horizontális szerkezet (A₀, A, B vagy BC, C). Ezt a heterogén csoportot tovább kell osztályozni. Avery osztályozása tükrözi a klasszikus talajtani osztályozásba illesztés nehézségeit.

1. Humuszos antropogén talajok: 40 cm-nél vastagabb humán réteg, az ásványi alkotók keverednek a háztartási szeméttel. Kertek, parkok, kiskertek, egykori szeméttelések.

2. Egyszintű talajok (A/C vagy A/BC talajok): A korábbi talajszintre egy felső réteget terítettek, mely a régi talajjal összetömörödhet, de el is különülhet tőle.

3. Réteges-litomorf talajok: Gyakran humán eredetű rétegeket tartalmaznak, legalább 30 cm vastagok, és nem mutatnak horizontális talajfejlődési folyamatokat.

1982-ben megtartották az urbán talajokról szóló első szimpóziumot Berlinben (Blume, Schlichting, 1982). Az 1983-ban Keleberda és Drugov által kialakított technogén talajokra vonatkozó rendszer kilenc hierarchikus szintet különít el, melyen végighaladva lehetővé válik az antropogén átalakítást szenvedett talajok mind pontosabb rendszerezése (5. táblázat). Ezen osztályozás sajátossága, hogy a technogén hatásokon túl figyelembe veszi a csoport és alcsoport szintjén a zonalitást, az alsóbb szinteken (alnemzetség, fajta, sorozat) pedig a talaj alaptulajdonságait is.

5. táblázat: A technogén talajok osztályozása (Keleberda, Drugov, 1983)

Osztály	Alosztály	Csoport	Alcsoport	Nemzetség	Alnemzetség	Fajta	Sorozat	Változat
Technogén hatásra átalakult vagy zavart talajok (Az elkülönítésre vonatkozólag nincsenek megadva részletek)	1. Művelt 2. Feltöltött 3. Teraszolt 4. Elegyengetett 5. Rekultivált	Az ökológiai bioklimatikus zónáknak (pl.: sztyepp, erdő stb.) megfelelően definiálhatók	A zonális csoportok alcsoportjai (pl.: északi erdő, száraz sztyepp stb.)	Két alcsoport: 1. Olyan talajok, melyek legalább két réteggel rendelkeznek beleértve egy humifikálódott felső réteget 2. Olyan talajok, amelyeknek csak egyetlen rétegük van, mely nem a humifikálódott felső réteg	Az alcsoportok kialakítása a következők szerint: - Az altalaj litológiája és geokémiája, vagy - A talaj nedvességtartalma, vagy - Jelentősebb erózió vagy defláció jelenléte alapján (részletek nincsenek megadva)	Az alcsoportosítás az alábbiak szerint: - A humifikálódott réteg vastagsága és szervesanyag tartalma alapján; 1. vastagság < 30 cm 2. vastagság 30-50 cm 3. vastagság > 50 cm 4. szervesanyag tartalom < 2 % 5. szervesanyag tartalom 2-4,1 % között 6. szervesanyag tart. > 4,1 % vagy: - Az alnemzetség jellemzőinek fejlettségi foka alapján (nincsenek részletek megadva)	Az alcsoportok létrehozása a következők szerint: - Az alapkőzet típusa: 1. Löss vagy löszhöz hasonló 2. Nem meszes - Szemcseméret: agyag vályog, homok stb.	Az alcsoportokat a megművelés mértéke alapján lehet elkülöníteni: 1. gyengén művelt 2. művelt (Nincsenek részletek megadva)

A hierarchikus FAO talajosztályozási rendszer (1988) a városi talajokat az Anthrosol talajcsoportban különíti el (Stefanovits et al., 1999), melybe az ember által létrehozott vagy nagymértékben átalakított (felső szint elhordás, anyag ráhordás stb.) antropogén talajok tartoznak. Bennük az eredeti talajképző tényezők és talajszintek nem ismerhetők fel. Négy alosztályt különítenek el:

- Aric Anthrosolok: csak a diagnosztikai horizont maradványai láthatók a mélyművelésnek köszönhetően;
- Cumulic Anthrosolok: több mint 50 cm vastag finom üledéket tartalmazó akkumulációs szinttel rendelkeznek, melyet a hosszú időtartalmú öntözés vagy az ember által létrehozott talajfelszín eredményezett;

- Fimic Anthrosolok: egy legalább 50 cm vastag zavart felszíni réteggel bírnak, melyet a hosszú idejű trágyázás alakított ki;
- Urbic Anthrosolok: egy legalább 50 cm-es hulladékkal (pl.: bányából, városi szemétből, törmelékből stb.) teli réteggel rendelkeznek.

A FAO rendszerét nem részletes talajtérképezésre szánták, s így az ember által befolyásolt és természetesebb talajok között csak az átfogó különbségek vannak feltüntetve. Így a rendszer kevésbé használható a városi talajok gyakorlati osztályozása szempontjából (Bullock, Gregory, 1991).

Antonovic (1986) felismerte a „sérült” talajok (damaged soils) széleskörű elterjedését, illetve annak szükségességét, hogy egy osztályozási rendszerbe tömörítse őket. A sérült talajokat hierarchikusan négy szinten osztályozta tovább (típus, altípus, változat, forma). Antonovic indítványa korlátozottan használható a városi területeken, mivel nincsenek részletek megadva a diagnosztikai tulajdonságokra vonatkozólag, és tartalmaz néhány területhasználati kategóriát, amelyek inkompatibilisek a morfogenetikai alapú osztályozási rendszerrel. Ez a rendszer azonban hasznos alapot biztosíthat a beépített, valamint az elhagyott területek talajainak osztályozására. Továbbá az antropogén anyag vagy a szennyeződés jellege és eredete alapján átfogó alcsoportosításra is lehetőséget biztosít (6. táblázat).

Az 1990-es években a városi talajok tanulmányozása már nemcsak a szennyeződésekre irányul, hiszen számos városi talajt vizsgáltak talajtani szempontból is. 1991-ben megjelenik a Bullock és Gregory által készített, városi talajokról szóló első kompendium.

1995-ben Biaze és Girard által készített francia keretmunkában a legmagasabb szintre emelt Anthropol fő csoportot felosztották három alcsoportra, melyek a mezőgazdaság, valamint a városi tevékenységek hatására gyökeresen átalakított talajokat foglalják magukba. Az „Anthroposols transformés” alcsoportba az in situ fejlődött, ember által jelentősen átalakított, egykori mezőgazdasági talajok tartoznak. A bányászati anyagokból, törmelékből és ipari eredetű iszapból álló fedőréteggel rendelkező talajok az „Anthroposols artificiels” alcsoportba tömörülnek. Az „Anthroposols reconstitués” alcsoport az áthelyezett talajanyagból álló talajokat foglalja magába (Lehmann, Stahr, 2007).

Az ausztrál talajosztályozási rendszer által definiált Anthropol osztály magába foglalja a lefedett talajokat, de kizárja a mezőgazdasági, árvízi, lecsapolási munkálatok hatására módosult talajokat. E talajok nagyfokú módosulással, az eredeti szintek megcsönkítésével vagy lefedésével, valamint újonnan kialakult alapkőzettel jellemezhetők. Egy Anthropol

talajnak legalább 30 cm mélységig az emberi tevékenység által módosított, gyengén fejlett humuszos feltalajt tartalmazó talajanyaggal kell rendelkeznie.

6. táblázat: A zavart talajok osztályozása (Antonovic, 1986)

Típus	Altípus	Változat
1. Deposol	1.1 Külszíni bányászat	1.1.1 Szénbányászat
		1.1.2 Rézbányászat
		1.1.3 Ólom és cinkbányászat
		1.1.4 Bauxitbányászat
		1.1.5 Magnezitbányászat
		1.1.6 Azbesztbányászat
		1.1.7 Vasércbányászat
		1.1.8 Agyagbányászat
	1.2 Építési anyagok	1.2.1 Homok és sóder
		1.2.2 Talajok
		1.2.3 Kőfejtők, kőbányák
	1.3 Vörös iszaptárolás	
	1.4 Hamu, iszaptárolás	1.4.1 „Száras” lerakódás
		1.4.2 „Nedves” lerakódás
		1.4.3 Iszap, salak
	1.5 Hulladék lerakó	1.5.1 Háztartási hulladék
		1.5.2 Építkezési hulladék
		1.5.3 Ipari hulladék
2. Flotasol	2.1 Ipari víz lerakódás	- Pirit hulladék
	2.2 Árvízi lerakódás	- Ólom, cink hulladék
	2.3 Öntözővíz lerakódás	- Szén hulladék
		- Savas bányászati hulladék
3. Urbasol	3.1 Városi települések	- Lúgos bányászati hulladék
	3.2 Falusi települések	- Nátronlúg hulladék
	3.3 Tanyák, nyaralók	- Hidrolizált alumínium hulladék
	3.4 Gyárak	A további felosztás a következők szerint:
	3.5 Nagy stadionok	- Parkok
	3.6 Repülőterek	- Sétányok
		- Rekreációs központok
4. Aerosol	4.1 Kénes gázszennyeződések	- Gyalogutak
	4.2 Ólom és cinkszennyeződések	- Gyepes
	4.3 Rézszennyeződések	- Alacsony szintű védelemmel ellátott felszínek
	4.4 Magnezitszennyeződések	A szennyeződés mértéke lehet:
	4.5 Cementszennyeződések	- Alacsony
	4.6 „Szálló” hamuszennyeződések	- Közepes
		- Magas
		A szennyeződés mértéke lehet:
		- Alacsony
		- Közepes
		- Magas

Az 1.1.1-1.1.8 és 1.2.1-1.2.3 közötti változatok további csoportosítása:

- A csoport: rekultiváció mértéke alapján:
 - I. osztály: nagyon rekultivált
 - II. osztály: rekultivált
 - III. osztály: gyengén rekultivált
- B csoport: rekultivátlanság mértéke szerint:
 - IV. osztály: gyengébben rekultivált
 - V. osztály: alig rekultivált
 - V. osztály: rekultiváció teljes hiánya
- C csoport: toxikus (1.3-nál)

Az osztályt további alosztályokra különítették el: cumulic (ember által felhalmozott anyagok), hortíc (fokozott szervesanyag utánpótlás), garbic (háztartási és ipari hulladékok), urbic (iparilag előállított hulladékok), dredgic (felszínre hozott anyagok), spolic (talajmozgató

tevékenységek), scalpic (a talaj elmozdítása után ott maradt csonka talajok). A fentiek alapján megállapítást nyert, hogy az ausztrál osztályozási rendszer kiváló példaként szolgál az antropogén városi talajok jól elkülönített, átfogó osztályozására (Isbell, 2002).

1996-ban Blume városi talajok tipizálása során a városi, ipari térségeken három talajtípust különített el:

- többnyire még természetes genetikájú talajok;
- természetes, helyben keletkezett talajok, melyek jelentős átalakítást szenvedtek;
- természetes és technogén anyagot is tartalmazó mesterséges feltöltések.

7. táblázat: A tajga zónán levő orosz városi talajok osztályozási rendszere

Városi talajok taxonómiai kategóriái	Városi természetes talajok	Természetes - antropogén talajok	Ember által átalakított talajok	Technogén talajok
Osztály	Természetes talajok	Zavart felszínű talajok	Erősen átalakított talajok (ANTHROPOZEN)	Mesterséges talajok magas felszíni humusztartalommal (TECHNOZEM)
Típus	PODZOLIC, GLEY-PODZOLIC, ALLUVIUM, HUMUS-GLEY	< 50 cm mélységben átalakított talajok → URBO-SOILS	> 50 cm mélységben átalakított talajok → URBANOZEMS	Talaj és szediment → URBOTECHNOZEMS
Altípus	SODDY-PODZOLIC, PODZOLIC	Zavart, legyalult, feltöltött stb. talajok	1. URBANOZEM 2. CULTUROZEM 3. NECROZEM 4. EKRAZEM 5. INDUSTRIZEM 6. INTRUZEM	- REPLANTOZEM - CONSTRUCTOZEM

1997-ben a Német Talajtani Társaság városi talajok munkacsoportja (AKS: Arbeitskreis Stadtböden) bevezeti az antropogén talajok jellemzésére használható kézikönyvet. 1998-ban megalakul a Nemzetközi Talajtani Társaság városi talajok munkacsoportja (SUITMA: Soils of Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas). 2000-ben megtartják a városi, ipari, közlekedési, bányászati területek talajairól szóló első nemzetközi konferenciát Németországban, Essenben (Lehmann, Stahr, 2007).

8. táblázat: A városi felszín kategorizálása (Stroganova, Prokofieva, 2002)

Fedetlen területek					Fedett területek		
Talajok		Talajszerű képződmények	Szedimentek		Talaj és talajszerű képződmények	Szedimentek (természetes és mesterséges)	Beépített területek
Természetes (városi jellemzőkkel)	Ember által módosított		Ember által kialakított	Természetes (pl.: feltöltés, keverés, elhordás stb.)	Mesterséges (pl.: ipari hulladékok, hamu, salak stb.)	Aszfalt, beton vagy más kemény impermeábilis fedőréteg alatt	Az épületek alapzatai alatt
	Felszínen átalakított	Mélyen átalakított					
	Urbo-soil	Urbanozem	Technozem				

2002-ben Stroganova és Prokofieva a tajga zóna déli területén levő orosz városi talajok osztályozási rendszerét dolgozták ki az eredeti talaj morfológiai változásai alapján. Szerintük a városi talajok természetes talajokból, átalakított talajfelszínnel és eredeti altalajjal

rendelkező talajokból, erősen átalakított talajokból, magas humusztartalmú felszíni szinttel rendelkező mesterséges talajokból tevődnek össze (7. táblázat). Ugyancsak Stroganova és Prokofieva (2002) a városi felszíneket a borítottság megléte vagy hiánya és az emberi beavatkozás erőssége alapján osztályozták (8. táblázat).

Egy nagy ugrást jelentett a Német Talajtani Társaság városi talajokat kutató munkacsoportjának (Lehmann, Blume, Rossiter, Zhang stb.) munkássága, akik felismerték annak szükségességét, hogy az egyre nagyobb kiterjedésű városi területek talajait csoportosítsák illetve, hogy javaslatot dolgozzanak ki ezen talajok WRB(2006)-be való beillesztésére.

Közülük különösen kiemelendő Lehmann (2004) tevékenysége, aki definiálta a Technosol talajok csoportját, megadta a lehetséges minősítőiket, illetve elkülönített urbic (< 20 % műtermék) és technic (> 20 % műtermék) talajanyagot a műtermékek mennyisége alapján (9. táblázat). Szerinte a Technosolok csoportjába azon talajok sorolhatók, amelyek több mint 60 %-nyi műterméket tartalmazó, legalább 50 cm vastag technic talajanyaggal rendelkeznek (Lehmann, 2004).

9. táblázat: A városi talajok minősítői (Lehmann, 2004)

Városi talajok minősítői	Jellemzésük
Urbic	legalább 50 cm vastag urbic anyaggal rendelkezik
Technic	minimum 10 cm vastag technic anyag van jelen
Sealic	felszíni lefedettséggel rendelkezik
Epicompanic	olyan kompakt felszíne van, mely antropogén „kérget” hoz létre
Endocompanic	egy antropogén eredetű kompakt altalajjal bír, amely talajfelszíntől 200 cm-en belül jelenik meg
Urbihumic	több mint 1 %-os szervesanyag tartalmú, legalább 50 cm vastag urbic vagy technic anyaggal rendelkezik
Urbiruptic	legalább 50 cm vastag urbic anyaggal és egy vagy több diszkontinuitással (200 cm-re a felszíntől jelenik meg) rendelkezik
Pestic	0-50 cm belül toxikus anyagokkal rendelkezik
Urbiskeletic	40-90 %-os durva vázrésszel rendelkező urbic anyagokat tartalmaz
Techniskeletic	40-90 %-os durva mesterséges anyagok technic anyagokkal keverve figyelhetők meg

Későbbi publikációjában az általános gyakorlatra vonatkozólag már a 100 cm belül 10 cm-es technic anyagot tartalmazó talajokat is a Technosolokhoz sorolta, és javasolta ezen anyagok természetes talajjal történő lefedését a növények fejlődése, illetve bármilyen technic anyag felszínre kerülésének minimalizálása érdekében (Lehmann, 2005). Véleménye szerint a Technosolok sajátosságait a mesterséges és a természetes talajanyagok együttesen határozzák meg. Lehmann jelentősen pontosította a városi talajokhoz sorolható talajok körét, illetve ezen talajok osztályozási szempontjait. 2007-ben Lehmann és munkatársai létrehozták az első városi talajok felbecslésére vonatkozó kézikönyvet (TUSEC-Manual), mely alapját e talajok

leírása adja. Összességében elmondható, hogy mindezek nagy előrelépést jelentettek a városi talajok mind precízebb osztályozásában.

Az emberi befolyás ma sokkal kifejezettebb és nagyobb kiterjedésű, mint amikor az első talajosztályozási rendszerek megszülettek. Igaz, a talajmenedzsment gyakorlata során elismerték az emberi befolyás talajmódosító hatását, de a kezdeti talajosztályozási rendszerek nem törődtek az antropogén talajokkal. Mára nélkülözhetetlen a természetes és az antropogén talajok elkülönítése, osztályozása, és az antropogén talajok beillesztése a talajértékelés, a talajmenedzsment folyamatába, és a környezetvédelembe (Dudal et al., 2002).

A 32 talajcsoportot (Reference Soil Group) tartalmazó, nemzetközileg elfogadott WRB (2006) talajosztályozási rendszer egy olyan diagnosztikai szemléletű rendszer, amelyben a talajképző folyamatok helyett a folyamatok eredményeként kialakult diagnosztikai szintek és tulajdonságok, anyagok kerülnek előtérbe. A diagnosztikai alapokon nyugvó talajosztályozás előnye, hogy a pontosan definiált és számszerűsített egységek objektívebb értékelést tesznek lehetővé (Michéli, 2005). A WRB széleskörű elfogadása három tényezőnek köszönhető: (1) nem szándékozik helyettesíteni bármely, már létező rendszert, hanem ehelyett inkább a nemzeti és a helyi rendszerek közötti kommunikációt és korrelációt kívánja megvalósítani; (2) nem próbál elnevezéseket megadni a nagy méretarányú térképeknek, és így nem avatkozik be a helyi kezdeményezésekbe; (3) átfogó terepi gyakorlat alapjaként szolgál, mely révén a világ talajainak eredményes osztályozását képezi magas és közepes kategóriaszintek elkülönítésével (Rossiter, 2007).

A nemzeti osztályozási rendszerek összehasonlítását lehetővé tevő WRB(2006) két fő részből áll:

- **Referencia Bázis:** 32, hierarchikus sorrendben megadott referencia talajcsoportot tartalmaz, melyek jelentős különbségekkel rendelkeznek talajképződésük, földrajzi elhelyezkedésük, és felhasználásukra vonatkozó lehetőségeik alapján;
- **WRB Osztályozási Rendszer:** minősítők segítségével lehetővé teszi az egyes talajszelvények minél pontosabb leírását és osztályozását.

A talajok e rendszerbe történő besorolása meghatározott, szigorú sorrend alapján történik: Először is a szintek megjelenését, vastagságát és mélységét összehasonlítjuk a WRB diagnosztikai kategóriáinak követelményeivel, melyeket morfológiai és/vagy analitikai adatokkal határoztak meg (átfedés vagy egybeesés lehetséges). A talajok szintjeinek, tulajdonságainak, anyagainak részletesebb jellemzésére a Guidelines for Soil Description (FAO, 2006) segédletet használtam. Ezt követően a meglévő diagnosztikai kategóriákat összevetjük az osztályozás első szintjét jelentő WRB kulcs követelményeivel. A kulcson a

használójának sorrendben kell végighaladni, mindaddig, amíg el nem jut ahhoz a referenciacsoporthoz, amelyiknél elsőként felel meg valamennyi követelménynek. A WRB osztályozás második szintjén minősítőket alkalmazunk:

- *Előtag minősítők* (Prefix qualifiers): az adott talajcsoportra tipikusan jellemző, illetve a más talajcsoportokhoz hajló átmeneti tulajdonságokra utalnak;
- *Utótag minősítők* (Suffix qualifiers): minden más olyan minősítő, amely vonatkozhat diagnosztikai szintekre, anyagokra, tulajdonságokra (pl.: kémiai, fizikai, ásványtani, textúra tulajdonságok stb.).

Egy talajszelvény osztályozásakor valamennyi megfelelő minősítőt fel kell jegyezni. Talajtérképezésnél a lépték az, ami meghatározza a felhasználható minősítők számát. Az előtag minősítők mindig a talajcsoport előtt, míg az utótag minősítők az mögött, zárójelben helyezkednek el. A specifikáló (pontosító) tagok, mint az Epi-, Endo-, Hyper-, Hypo-, Thapto-, Bathy-, Para-, Proto-, Cumuli- és Ortho- előtagok, az adott minősítő meghatározott jellegzetességére utalnak.

10. táblázat: A Technosolok diagnosztikai anyagai, előtag és utótag minősítői (FAO et al., 2006)

Technosolok kritériumai	Jellemző diagnosztikai anyagai	Előtag minősítői	Utótag minősítői
-legalább 20 % műterméket tartalmaznak a talaj felső 100 centiméterén belül, vagy egy összefüggő kőzetig, vagy egy cementált tömör rétegig, amelyik a felszínhez közelebb van; vagy -egybefüggő, vizet nem, vagy csak nagyon lassan át eresztő, bármilyen vastagságú, mesterséges geomembránt tartalmaznak a felszíntől számított 100 centiméteren belül; vagy -mesterséges kemény kőzetet tartalmaznak a felszíntől számított 100 centiméteren belül, ami a talaj vízszintes kiterjedésének legalább 95 százalékában jelen van.	- <i>Műtermékek</i> (Artefacts): szilárd vagy folyékony anyagok, amelyek a, ipari vagy kézműves tevékenységek eredményei vagy b, emberi tevékenység által olyan mélységből felszínre hozott termékek, ahol eddig nem voltak kitéve a felszíni folyamatoknak és jelenleg más környezeti feltételek közé kerültek. - <i>Mesterséges kemény kőzet</i> (Technic hard rock): ipari tevékenység által eredményezett, a természetes anyagoktól eltérő tulajdonságú kemény anyag. Pl.: autópályák, járdák stb. - <i>Emberi által áthelyezett anyag</i> (Human-transported material): Bármely szilárd vagy folyékony anyag, amelyet szándékos emberi tevékenység mozdított el a környező területekről bármiféle átalakítás nélkül, rendszerint gépek segítségével	Ekranic	Calcaric
		Linic	Ruptic
		Urbic	Toxic
		Spolic	Reductic
		Garbic	Humic
		Folic	Densic
		Histic	Oxiaquic
		Crylic	Skeletic
		Leptic	Arenic
		Fluvis	Siltic
		Gleyic	Clayic
		Vitric	Drainic
		Stagnic	Novic
		Mollic	
		Alic	
		Acric	
		Luvic	
		Lixic	
		Umbric	

Az 1998-as WRB rendszerében ugyan már lehetőség nyílt az antropogén városi talajok egyes típusainak elkülönítésére, de csak második szinten. A Regosol talajcsoporton belül különültek el ezek, a fejlett talajokra jellemző specifikus jegyekkel egyáltalán nem rendelkező talajok.

A WRB(2006) az első olyan talajosztályozási rendszer, amelyben a városi és ipari területek taljai önálló talajcsoportot alkotnak Technosol néven. A Histosolok, az

Anthrosolok talajcsoportját követő Technosol talajcsoporthoz azon talajok tartoznak, amelyek kialakulásában és fejlődésében a technikai eredet, vagy valamilyen más emberi hatás játszott meghatározó szerepet. A WRB kulcs definiálja a Technosol talajok kritériumait és jellemző diagnosztikai tulajdonságait, anyagait, illetve a Technosol talajcsoporthoz is társít elő- és utótag minősítőket (10. táblázat) (FAO et al., 2006). Az első öt előtag minősítő (Ekranic, Linic, Urbic, Spolic, Garbic) hatékonyan használható a Technosolok alcsoportjainak elkülönítésére. Minden Technosol talaj a fenti előtag minősítők valamelyikével jellemezhető, mely által a talajmenedzsment számára egyértelműen hasznosítható kategóriák különülnek el. A többi előtag minősítő a más talajcsoportokhoz hajló tulajdonságokat fejezi ki. A Technosolok utótag minősítői pedig egy adott tulajdonságra vonatkoznak, pl.: textúrára (Arenic, Siltic, Clayic) (Rossiter, 2007).

A Technosolok besorolására vonatkozó további részletek (tipikus szegedi minősítők definiálása, bemutatása, az eltemetett talajok nevezéktana stb.) tárgyalására VI.6. fejezetben kerül sor.

III. CÉLKITŰZÉSEK

Az előző fejezetben áttekintett szakirodalmi olvasmányélményeim, valamint témavezetőm irányították figyelmem a városi környezet, azon belül a városi talajok kutatásának irányába. A jelentős antropogén módosulás révén Szeged városa ideális mintaterületnek bizonyult, hiszen a nagyfokú feltöltés és az egyéb intenzív antropogén tevékenységek (gyakori rátöltés, keverés, elhordás: például utak, épületek építése során; mélyedések törmelékkel, szeméttel, háztartási hulladékkal való feltöltése stb.) együttesen formálták, illetve jelenleg is formálják az itteni talajok morfológiáját.

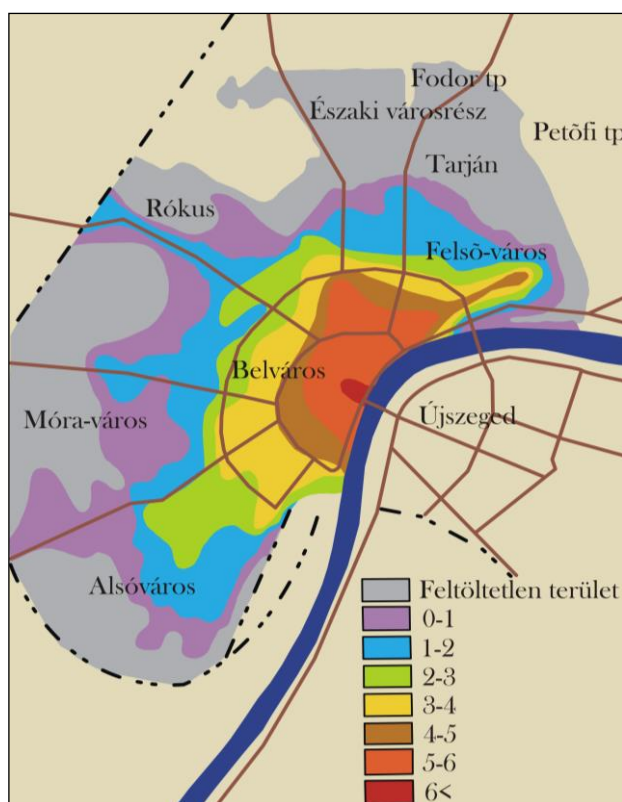
A kutatás céljai az alábbiakban összegezhetők:

- A szegedi városi talajok antropogén bélyegeinek - a természetközeli talajoktól eltérő kémiai és fizikai diagnosztikai tulajdonságainak - antropogenitást indikáló képességének felmérése;
- az egyes talajrétegek természetes és antropogén csoportokra különítése geostatistikai módszerekkel a „vegyes” szelvények antropogén, illetve természetes talajösszetételének elhatárolása érdekében;
- a nehézfémek (Co, Cu, Ni, Pb, Zn, Cr, Cd) koncentrációjának meghatározása a fémek antropogén és geogén eredetének elkülönítése, illetve a WRB(2006)-ben szereplő „Toxic” jelleg megállapítása érdekében;
- egy kiválasztott szegmens mentén - a belvárostól a külterületek felé haladva - mintázott szelvények antropogenitást indikáló talajtulajdonságainak térbeli nyomon követése;
- a belvárosi, a szuburbán és a külterületi talajok mezofauna közösségeinek (Oribatida: páncélosatkák, Collembola: ugróvillások) vizsgálata a természetes és az antropogén talajokra jellemző minőségi és mennyiségi sajátosságok feltárása céljából;
- végül valamennyi diagnosztikai talajtulajdonság segítségével a vizsgált szelvények besorolása a WRB(2006) rendszerébe, valamint az egyes városi mintaszelvények bemutatása.

IV. MINTATERÜLET TERMÉSZETI VISZONYAI

IV.1. Földrajzi fekvés, domborzat

A keleti hosszúság $20^{\circ}06'$ és az északi szélesség $46^{\circ}15'$ földrajzi koordináták metszéspontjában, a Tisza és a Maros összefolyásánál fekvő, 79 m tengerszint feletti magasságú Szeged város az Alsó-Tisza vidék déli részéhez, azon belül is a Dél-Tisza völgy kistáj területéhez tartozik (Marosi, Somogyi, 1990). Délkelet-Magyarország legnagyobb városa, lakossága kb. 164 ezer fő, közigazgatási területe 281 km^2 .



1. ábra: A város feltöltésének vastagsága az 1879. évi árvíz után (méterben) (Andó nyomán)

Az 1979. évi árvíz katasztrófát követően a város térszínét igen jelentős antropogén beavatkozások változtatták meg, melyek fő célja egyrészt Szeged településbiztonságának fokozása, másrészt egy korszerű, új városkép kialakítása. A településbiztonság fokozásának érdekében az árvízmentesítés mindkét formája megvalósult: megépítették a 13 km hosszú, félkör alakú körtöltést, mely a jobbparti városrészt észak, nyugat és dél felől veszi körül. Továbbá a város eredeti térszínét is lényeges mértékben feltöltötték: Szeged mesterséges feltöltése 16,1 millió m^3 „urbanit” helyszínre szállításával valósult meg, amely a felszín uralkodó rétegévé válva a körtöltés övezte városrész, mintegy

felét takarja. A feltöltés vastagsága a belvárosban, a közúti híd környékén a legnagyobb, ott még a 6 métert is meghaladja, ugyanis az újjáépítés során a feltöltési munkálatok gerincvonalává a körutak és a sugárutak váltak (1. ábra). A legbelső, kiskörút gyűrűje a tiszai vízmérce 0 pontja feletti 820 cm-es szintre, a középső, nagykörút gyűrűje 700 cm-es szintre, míg a külső, - a Tisza szempontjából másodrendű védvonal - a városi körtöltés gyűrűje 1000 cm-es szintre került (Andó, 1979; Kaszab, 1987).

A város főbb szerkezeti-morfológiai típusait a viszonylag sűrűn beépített belváros, a nagy panelépítésű lakótelepek, az ipari és raktárházak körzetek, a családi házas részek, a városi parkok, a Tisza menti zöldterületek, valamint a külterületek mezőgazdasági területei adják. A

város szerkezeti sajátosságait - a XIX. század végi újjáépítésből adódóan - a Tisza folyóra, mint tengelyre épült körutas-sugárutas rendszer adja. Ennek előnye, hogy a városszerkezet jól áttekinthető tagolódást mutat, viszont hátránya, hogy a forgalom a városmag felé koncentrálódik, mely maga után vonhatja a belterületi légszennyezést is (Unger, Sümeghy, 2002).

IV.2. Földtani adottságok, talajtani viszonyok

A jelentős vastagságú pliocén rétegsorra több száz méter vastag folyóvízi üledékből álló pleisztocén és erre holocén üledék települt. A felszínt - néhány infúziós löszből álló kiemelkedést kivéve - 15-20 m vastagságú holocén képződmények fedik. A felszínen többnyire öntésiszap van, amely lefelé réti agyagba, agyagos iszapba, majd egyre durvuló folyóvízi üledékbe megy át. A holocén üledéksor alulról felfelé való fokozatos finomodása a folyóvíz szállítóerejének állandó csökkenését tükrözi (Marosi, Somogyi, 1990).

A városban az antropogén talajfejlődés az alábbi természetes talajtípusokon indulhatott meg:

- A Tisza jobb partján - a várostól nyugat, északnyugati irányba - löszös üledéken jó minőségű Phaeozemek jöttek létre;
- Az újszegedi részen alluviális üledéken képződött nehéz mechanikai összetételű Fluvisolok alakultak ki;
- Szeged déli területein (gyálaréti, szőregi, szentmihálytelki városrészekben) a Gleyosolok a jellemzőek;
- A várostól északkeletre a rossz vízgazdálkodású, tömörödött szerkezetű Solonetzek dominálnak.

A fenti természetes talajok fokozatos módosulása figyelhető meg egyrészt az 1879. évi árvízvet követő intenzív feltöltésnek, másrészt a városi funkciók bővülésével erősödő antropogén hatásoknak (pl.: keverés, elhordás, rátöltés stb.) köszönhetően. Következésképpen az eredeti genetikai talajtípus szinte sehol sem maradt fenn a város területén. A természetes talajok helyett a gyakran felszíni lefedettséggel, olykor igen magas műterméktartalommal rendelkező Technosol (FAO et al., 2006) talajok a dominánsak, főként a belváros területén.

IV.3. Vízrajz

Szeged a Tisza vízgyűjtőterületéhez tartozik. A folyó a várost északkelet (Tápé) felől közelíti meg - nyugatra fordulva, egyesülve a Maros vizével - egy dél felé hajló ívben szeli ketté. A legmagasabb vízállások a tavaszi hóolvadás, illetve a nyár eleji esőzések idején, míg a kisvizek nyár végén gyakoriak. A talajvíz mélysége 2-4 m között mozog. A város területén több kisebb tó, illetve holtág is fellelhető, amelyek a belterületi csapadék legfőbb befogadói (Marosi, Somogyi, 1990).

Szeged városa - a környező természetközeli területektől eltérően - jelentősebb vízbevétellel rendelkezik. A városban egész évben tapasztalt pozitív városi párányomás-többletnek számos okát tárták fel: A belváros esetében a Tisza párolgó felszíne szolgáltat nedvességet, különösen a nyári időszakban a magas vízhőmérséklet és a levegő párányomásának telítettségi hiánya miatt. A természetes felszínek - haszonnövények betakarítása következtében - nyár végi csökkenő evapotranspirációjával szemben, a városi parkokban és kertekben ekkor legnagyobb mértékű az ottani növények fejlődését és a normális szintű párologtatást biztosító öntözés. Ily módon a magasabb hőmérséklettel rendelkező városi környezetben a megnövekedett evapotranspiráció szintén hozzájárul a városi nedvességtöbblet kialakulásához. Végül, pedig jelentős víztöbbletet produkálnak az egyes antropogén tevékenységek (pl.: ipari termelés, közlekedés, háztartások stb.) is (Unger, Sümeghy, 2002).

A városban jellemző magasabb csapadékmennyiség azonban nem a természetes területeken megszokott módon hasznosul, hiszen az eredeti talajt és növényzetet helyettesítő viszonylag kis áteresztőképességű építőanyagokból álló, megnövekedett felfogófelülettel rendelkező városi objektumok (pl.: vízátnemeresztő utak, járdák, parkolók és tetők) összetett felszínének térhódítása következtében lerövidül az eső- vagy olvadékvizek eljutásának ideje a vízfolyásokba. Így a város területére hulló esővíz nagyobb része nem tud a talajba szivárogni, mely következtében a talajvíz irányába csökkenő vízutánpótlás hozzájárul annak szintsüllyedéséhez (Unger, 2007).

Összességében tehát elmondható, hogy a magasabb párolgás és az intenzív felszíni lefolyás miatt a szegedi városi talajok gyakran szárazabbak a természetközeli talajokhoz képest. Mindezek következtében az itteni talajok elveszíthetik a vízháztartás szabályozásában betöltött fontos szerepüket.

IV.4. Éghajlat

A természetes klímát módosító városi hatás feltárása érdekében nélkülözhetetlen Szeged tágabb környezetének éghajlati jellemzése. A terület meleg - száraz, különösen a déli és az északi részekén. Az évi középhőmérséklet 10,5-10,6°C, a vegetációs időszaki átlag pedig 17,6°C. Az évi abszolút hőmérsékleti maximumok és minimumok átlaga 34,5-34,7°C, illetve -16,0 és -16,5°C közötti. A napsütéses órák évi száma 2080-2090, a maximum júliusban, a minimum decemberben van. Az évi csapadékösszeg 520 mm körül van, kb. 320 mm hullik a vegetációs időszakban (Marosi, Somogyi, 1990).

A természetes területek klímájára jellemző paraméterek azonban a városban jelentős módosulásokat szenvednek. A különböző városmorfológiai típusok széles skálája különösen alkalmassá teszi Szegedet az orográfától gyakorlatilag zavartalan városi éghajlat általános jellegzetességeinek tanulmányozására. Unger és Sümeghy (2002) Szeged városa és a vidék közötti maximális hőmérséklet-különbség területi eloszlását, annak évszakos változását, illetve a város klímájának sajátosságait vizsgálták: Az anticiklonális helyzetekben, a derült égbolt és szélcsend mellett megerősödő hősziget intenzitás eloszlásának térbeli szerkezetéről megállapították, hogy legszorosabb kapcsolatot a beépítettségi értékekkel mutat. Az intenzitás szerkezetére a többé-kevésbé koncentrikus forma a jellemző, az ettől való eltéréseket a városon belüli beépítettségi mutatók változásával magyarázták. A szélsőségesen erős ($> 4^{\circ}\text{C}$) hőszigetintenzitás gyakorlatilag csak anticiklonális időjárási helyzetben alakul ki Szegeden. A hősziget jelenség hatására a város talajaira jellemző megemelkedett hőmérséklet szintén hozzájárul ezen talajok kiszáradásához.

A potenciális szennyezők elterjedésének szempontjából fontos a szélirányok gyakorisága, melyek rendre a következők: északnyugati, északi, majd délkeleti, déli szelek. A déli szelek gyakoribbak február és március hónapokban, míg júliusban az északi, északnyugati szelek a jelentősebbek. Mivel, ezekben a hónapokban legmagasabb az ülepedő por mennyisége, a természetes eredetű porszennyeződésért e szelek okolhatók (Pasinszki, 1996).

A városok nagymértékben felelősek a levegőszennyezettségükért, amelynek nagy része a különböző égési folyamatok eredményeképpen alakul ki. Ez a szennyező hatás megváltoztatja a légkör termikus tulajdonságait, csökkenti a napsugárzást és nagy mennyiségű kondenzációs magvakat szolgáltat. A sűrűn beépített területeken a légáramlást erősen korlátozzák az épületek. Szeged esetében ez különösen érvényes, ugyanis a várost gyűrűalakban körbeveszik a magas épületek, 5-10 szintes panellakások, melyeknek köszönhetően a város belsejében egy

olyan depresszió alakul ki, ahol leülepedik a por, a légszennyezőanyagok és a felszín közeli forró levegő nem tud felhígulni, szétoszlani (Mucsi, 1996).

IV.5. Vegetáció

A terület természetes vegetációja az Alföld flóraidék (Eupannonicum) Tiszántúli flórajárásába (Crisicum) tartozik. Jellegzetes potenciális erdőtársulásai között a fűz ligeterdők és a bokorfüzesek (*Salicetea purpureae*, *Salicetum triandrae*), a tölgy- kőris- szil ligeterdők (*Querco-Ulmetum*), valamint a pusztai tölgyesek (*Festuco-Quercetum roboris*) említhetők meg (Marosi, Somogyi, 1990).

Az előző alfejezetekben bemutatott élőhely módosító hatások általában a város központi régiójában a legerősebbek és a perifériális területek felé csökkennek, hiszen legszorosabb összefüggést a beépítettség mértékével mutatnak. Ennek megfelelően eltérő rendeződésű növényfajok figyelhetők meg a városok egyes területein (urbanofób, urbanoneutrális, urbanofil fajok). A városban uralkodó ökológiailag instabil viszonyok kedveznek számos olyan pionír faj inváziójának, amely megtelepedését a közvetlen behozatalon túl a megváltozott környezethez - pl.: a sajátos városi talajokhoz és klimatikus viszonyokhoz - való alkalmazkodás mértéke is befolyásolja. Következésképpen a városokban élő növények leveleinek tolerálniuk kell a toxikus szennyeződések és a magas porszennyezést, a gyökérzetüknek a bolygatást, a talajszennyezést és a föld alatti vezetékek, csőrendszerek növekedésüket korlátozó hatásait (Gulyás, Kiss, 2007).

Ezeket a sajátos környezeti viszonyokat jelzi a fajok indikációs értéke is: Több a fény-, a hő- és a nitrogénkedvelő faj, kevesebb a savanyú kémhatású, nedves talajt kedvelő növény a városi környezetben (Kovács et al., 1986). A mohák, mint bioindikátorok alkalmazásával bebizonyosodott, hogy igen komplex képet nyújtanak Szeged nehézfém-terheléséről, hiszen olyan háttérterületeken (zöldövezetek, pihenőterületek, parkok stb.) is kimutatható volt a fémek jelenléte, amelyek közvetlen szennyezésnek nem voltak kitéve. Fémtartalmuk alapján magas, közepes, alacsony háttérszennyezettségű területek elkülönítésére került sor. Továbbá szoros összefüggésre derült fény a közúti közlekedés mértéke, a beépítettség jellege, a terület átszellőzöttsége, valamint a növényzet sűrűsége és a mohákban mért nehézfém-tartalom között (Puskás, Farsang, 2005; Puskás et al., 2007).

Az egyik leggyakoribb degradációs tényező a városi környezetben - így Szegeden is - a talaj tömörödéséhez vezető taposás, amely jelentős növekedési rendellenességeket okoz, hiszen hatására csökken a növekedési magasság, nő a hajtásszám. Mindehhez csak kevés faj

képes alkalmazkodni: például a nagy útifű (*Plantago major*), a madárkeserűfű (*Polygonum aviculare*), az egynyári perje (*Poa annua*) és a sugártalan székfű (*Matricaria discoidea*).

A városközpont az utcai sorfák számára általában kedvezőtlen a hősziget, valamint a levegő- és talajszennyezettség miatt, ezért különösen Szeged esetében érdemes olyan fajokat választani, amelyek fény- és melegkedvelők, illetve szárazságtűrők [például: bálványfa (*Alanthus altissima*), nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis*), bugás csörgőfa (*Koeleruteria paniculata*) (Gulyás, Kiss, 2007).

A Szeged belvárosában élő utcai fák egészségi állapotára vonatkozó vizsgálatok során megállapították, hogy a belváros legforgalmasabb, leginkább szennyezett útjain a legnagyobb állománnyal rendelkező nagylevelű hárs, illetve nyugati ostorfa felnőtt példányai kismértékű károsodás jeleit mutatták. Ellenben a fiatal fák, amelyek bár egészséges gyökérzetűek, gyakran különböző mechanikai sérülések, hiánybetegségek és a szárazodás jegyeit tükrözték (Kiss, Bódis, 2007).

Szeged szennyezettségének növekvő mértékét tükrözi az 1999-ben és 2005-ben gyűjtött szegedi fák [nagylevelű hárs (*Tilia platyphyllos*) és a fekete nyár (*Populus nigra* ssp. *Italica*)] évgyűrűinek nehézfémtartalmának összehasonlítása is, mely során bebizonyosodott, hogy 2005-re a város nagy részén (különösen a sűrűn beépített belvárosi övezet, szuburbán területek) az élő szervezetekben lévő nehézfémek mennyisége megsokszorozódott. A fémek eredetére vonatkozó vizsgálatok megállapították, hogy a réz, a cink, a kadmium jórészt a légköri leülepedésből, míg az ólom főként a talajból származtatható (Kiss et al., 2007).

Mindezek alátámasztják a Szeged területén élő speciális, a természetes növényzettől merőben különböző vegetáció jelenlétét. Megállapítható, hogy az itteni növényzet szoros kapcsolatban van a városi talajokkal: egyrészt a talajok változása nagyban befolyásoló hatású a városi növényzet faj- és egyedszámát illetően, másrészt a városi vegetáció is jelzésértékű, hiszen indikálja a talajokban zajló módosulások jelenlétét.

V. ALKALMAZOTT MINTAVÉTELI ÉS ANYAGVIZSGÁLATI MÓDSZEREK

V.1. A mintavételi pontok kijelölésének szempontjai és a mintavételezés

A fizikai és kémiai tulajdonságokhoz szükséges minták vétele 25 talajszelvény szintjeiből 2005 és 2006 folyamán történt (2. ábra). A mintavételi pontok kijelölése több szempont figyelembevételével ment végbe: Egyik fő kérdés az volt, hogy az egyes diagnosztikai talajtulajdonságok hogyan képesek indikálni a talajt ért antropogén tevékenységek hatását. Következésképpen a városcentrumból, a külvároshól és a városkörnyéki, eredeti genetikai talajtípussal rendelkező területekről is történt mintavétel: kontrollmintaként minden Szeged

11. táblázat: Az egyes szelvények a feltöltés függvényében

Szelvények száma	Csak feltöltött rétegek	Feltöltött rétegek és eredeti szintek	Csak eredeti szintek
1.	x		
2.		x	
3.		x	
4.	x		
5.	x		
6.	x		
7.		x	
8.	x		
9.	x		
10.		x	
11.	x		
12.		x	
13.	x		
14.		x	
15.		x	
16.			x
17.			x
18.			x
19.			x
20.			x
21.			x
22.	x		
23.			x
24.			x
25.			x

környéki eredeti genetikai talajtípus legalább 1-1 szelvényének szintjeiből vettem mintát. Ellenben a külső városrészből, a városközpontból származó zavart talajokról jóval több szelvény mintázására került sor, hiszen az emberi hatásra módosult talajok a természetes talajokhoz képest sokkal nagyobb vertikális és horizontális változékonysága indokolta tette a sűrűbb talajmintázást.

Az egykori, illetve a jelenlegi antropogén hatásnak kitett városi szelvények kijelölésénél lényeges szempont volt az antropogén tevékenység jellegének és mértékének figyelembevétele is, hiszen a különböző emberi hatások eltérő módosulásokat eredményeznek az egyes talajtulajdonságokban. Következésképpen az antropogén szelvényeket igyekeztem heterogén területhasználatú helyszínekről (pl.: park, lefedett terület, földút, telek, kiskert, elhagyott terület, törmeléklerakó stb.) begyűjteni. Természetesen a belváros felé közeledve a nagyobb mértékű felszíni lefedettség miatt egyre nagyobb számú borítással

rendelkező szelvény került feltárássra.

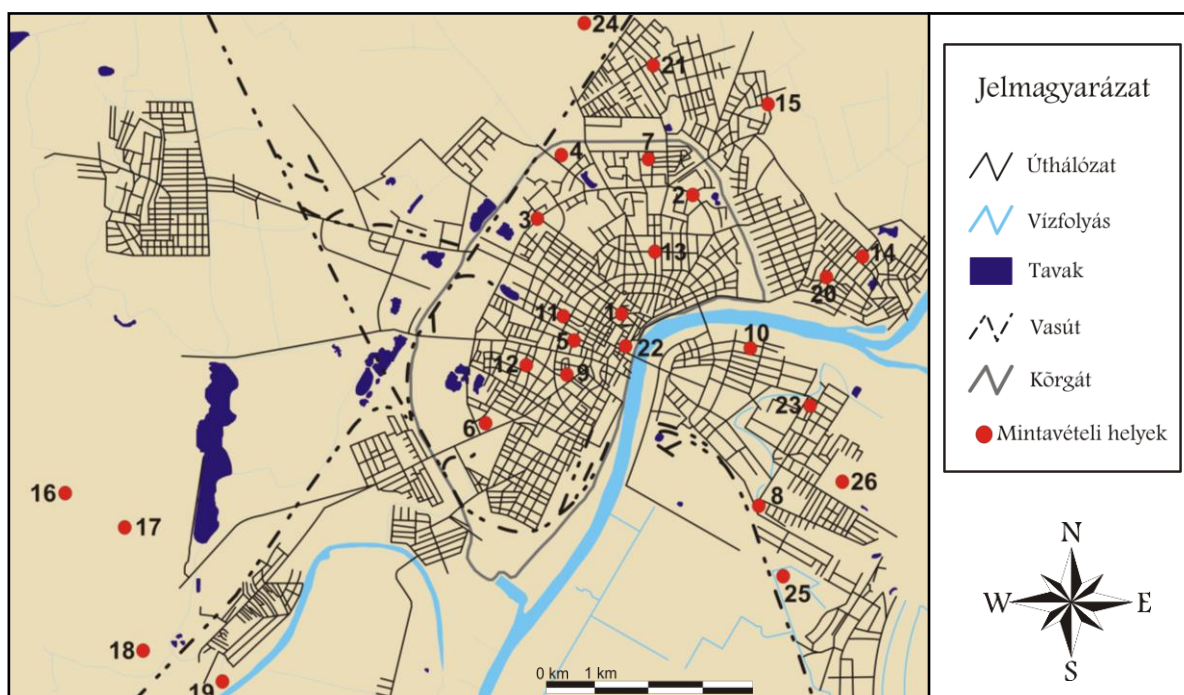
A mintavételi helyszínek kiválasztásánál a feltöltés mértéke, mint fő antropogén tevékenység is számottevő jelentőséggel bírt. Így a feltöltéstérképek alapján különböző mértékben feltöltött helyszíneken kerül sor a szelvényfeltárássra, azért hogy a köztük fennálló

12. táblázat: A szegedi mintavételi helyszínek jellemzése

Szelvények szám	Szintek száma	Alapközet	Domborzat	Talajvíz mélysége (cm)	Területhasználat (2005)	Vegetáció (néhány tipikus faj) (2005)
1.	10	Feltöltés	Sík	> 200	Lefedett terület (járda)	-
2.	5	Lösz	Sík	> 110	Lefedett terület (járda)	-
3.	10	Lösz	Sík	> 145	Füves terület	Lolium perenne, Taraxacum officinale, Elymus repens
4.	6	Feltöltés	Mélyedés	> 100	Elhagyott füves terület	Rosa canina, Phragmites australis, Poa trivialis, Arrhenatherum elatius
5.	8	Feltöltés	Sík	> 140	Bontási telek	-
6.	7	Feltöltés	Sík	> 150	Lakópark építésére szánt telek	Elymus repens, Ambrosia artemisiifolia, Erigeron canadensis, Chenopodium album
7.	7	Lösz	Sík	> 180	Lefedett terület (út)	-
8.	9	Feltöltés	Lejtő	> 180	Útszéli terület	-
9.	5	Feltöltés	Sík	> 155	Lefedett terület (út)	-
10.	8	Öntésiszap	Sík	> 180	Lefedett terület (út)	-
11.	9	Feltöltés	Sík	> 180	Lefedett terület (buszmegálló)	-
12.	7	Lösz	Sík	150	Építési telek	Ambrosia artemisiifolia, Elymus repens, Polygonum aviculare
13.	7	Feltöltés	Sík	> 160	Lefedett terület (járda)	-
14.	7	Lösz	Sík	> 170	Lefedett terület (út)	-
15.	8	Lösz	Sík	200	Földút	Artemisia vulgaris, Cichorium intybus, Taraxacum officinale
16.	3	Lösz	Sík	> 140	Szántó	Daucus carota, Petroselinum crispum
17.	3	Lösz	Sík	> 110	Szántó	Medicago sativa
18.	2	Öntésiszap	Mélyedés	120	Kaszáló	Lythrum salicaria, Bolboschoenus maritimus, Carex vulpina
19.	2	Öntésiszap	Mélyedés	40	Szántó	Zea mays
20.	5	Lösz	Sík	> 135	Kiskert	Brassica oleracea, Pisum sativum
21.	4	Lösz	Sík	100	Kiskert	Solanum lycopersicum, Capsicum annuum
22.	10	Feltöltés	Sík	> 180	Park	Taraxacum officinale, Lolium perenne, Tilia platyphyllos
23.	4	Öntésiszap	Sík	> 120	Kiskert	Brassica oleracea, Allium cepa, Cerasus vulgaris
24.	3	Lösz	Mélyedés	> 85	Legelő	Festuca pseudovina, Artemisia santonicum, Limonium gmelini
25.	3	Öntésiszap	Mélyedés	> 90	Legelő	Potentilla reptans, Phragmites australis

különbségeket érzékeltetni tudjam: a szelvények egy része a teljes mértékben feltöltött összletből áll, másik részük a feltöltés és/vagy a felszíni lefedettség mellett természetes talajszintekkel is rendelkező ún. „vegyes” szelvény. A városon kívüli szelvények pedig egyáltalán nem tartalmaztak feltöltést, felszíni lefedettséggel sem rendelkeztek, az adott genetikai típusnak megfeleltethetők (11. táblázat).

Mivel a város jelentős részének az eredeti talajtípusa Phaeozem, ezért e talajtípuson különösen fontosnak tartottam a városközpontból kiindulva a főbb város szerkezeti-morfológiai típusokat (belvárosi park, belvárosi lakóöv, külvárosi paneles zóna, kertesházak övezet, kiskertes-telkes övezet) érintve, a természetes területek felé egy szegmens mentén haladva történő szelvéymintázást, az antropogenitást indikáló talajtulajdonságok módosulásának nyomon követése érdekében.



2. ábra: Mintavételi helyszínek

Mindezek mellett figyelmet fordítottam a mintavételi helyek egyenletes eloszlására és a térbeli lefedettségre is. Az egyes mintavételi helyszínek jellemzése a 12. táblázatban látható.

A szelvényfeltárás ásóval néhol csákánnyal, míg az egyes szintek mintavételezése és a feltalajok begyűjtése mintavevő kanállal történt. A kb. 1 kg-nyi talajt tartalmazó, megfelelő azonosítóval ellátott mintavevő zacskókat gondosan lezártam bármilyen külső szennyeződés kizárása érdekében. Az egyes szelvények „leírását” a helyszíni talajvizsgálati jegyzőkönyvekben rögzítettem, melyek a szelvényekről készített fotókkal együtt a mellékletben találhatóak (1. és 2. sz. melléklet). Mivel szelvényeim zöme antropogén

hatásnak köszönheti létét, így egy általam városi talajokra kifejlesztett helyszíni vizsgálati jegyzőkönyvet alkalmaztam, mely hasonlít a természetes talajoknál használthoz, azonban a városi talajok jellemzéséhez, a bolygatás mértékének felbecsléséhez szükséges járulékos információkat (pl.: területhasználat, antropogén beavatkozás típusa, lefedettség jellege és vastagsága, épületek távolsága stb.) is tartalmazza.

A szelvények mellől feltalaj (0-10 cm mélységből, 2-4 m²-nyi területről) mintát vettem. A mintavétel átlagminta képzésével történt az „összes” nehézfém-tartalom meghatározása érdekében. Egy-egy átlagminta minimum nyolc pontminta átlagolásából származik.

Szemerey (2004) vizsgálatai alapján a talajokban ősszel és tavasszal fordulnak elő legnagyobb egyedszámban a mezofauna képviselői. Éppen ezért 2006 októberében került sor a talajfauna vizsgálatához szükséges talajmintavételre tíz helyszínen (kilenc szelvény mellett és egy önálló helyszínen) az előre kijelölt három zónában (belváros, szuburbán, külterület): A belvárosi zónában négy (1., 9., 11., 22.), az átmeneti vagy szuburbán övezetben három (2., 4., 15.) és a külterületi zónában kettő (16., 18.) szelvény mellől szedtem mintát. Egy minta (26.) nem szelvény mellől, hanem egy külterületi, volt ártéri lombos erdőből származik, hiszen a szelvényeim közül nem volt olyan, amely ilyen jellegű vegetációval rendelkezett volna. A talajfauna vizsgálatokhoz szükséges feltalaj (0-5 cm) begyűjtése kvadrátokból (30x30 cm) történt. Minden mintavételi helyszínen kettő kvadrát felállítására került sor, melyek talajmintái átlagmintát alkottak.

V.2. Mintaelőkészítés, műterméktartalom

A talajminták szárítása - növényi maradványainak eltávolítása után - a laboratóriumban szobahőmérsékleten történt. Mivel a talajminták zömét erősen bolygatott talajok adták, így ezek nagy mennyiségű antropogén anyagot tartalmaztak (pl.: építési törmelék, fém-, drót-, cserép-, műanyagdarabok, szegek stb.). A talajtól elkülönített műtermékdarabok tömegének lemérését követően megkaptam a talajminta eredeti tömegére vonatkoztatott százalékos mennyiséget (FAO, 2006).

V.3. Az alaptalajtulajdonságok meghatározásának módszerei

V.3.1. Durva vázrész

A 2 mm-nél nagyobb durva vázrész talajtól való elválasztása száraz szitálással történt ügyelve arra, hogy az elválasztott durva vázrészek közé szemcsehalmazok, aggregátumok ne kerüljenek. Ezt a talaj gondos szétmorzsolásával kerültem el (Keveiné, Farsang, 2002).

V.3.2. Kötöttség

A dörzsmozsárba helyezett 100 g talajra bürettából - pisztillussal történő folyamatos keverés mellett - desztillált vizet adagoltam. A desztillált víz hozzáadása mindaddig történt, míg a talajmassza el nem érte a képlékenység és a híg folyósság határát, amely a fonalpróbával határozható meg. Az alábbi összefüggés alapján kiszámítható az Arany-féle kötöttségi szám (MSZ-08-0205:1978 szabvány).

$$K_A = \frac{100 * v}{m}$$

v : talajhoz adagolt víz (cm³-ben)

m : talaj tömege (g-ban)

K_A érték: Arany-féle kötöttségi szám

V.3.3. CaCO₃ tartalom

A talajminták száraz súlyának százalékban kifejezett mésztartalmát Scheibler-féle kalciméterrel határoztam meg. Az eljárás alapja a sósav és a kalcium-karbonát reakciója, mely eredményeképpen szén-dioxid keletkezik. A reakció során fejlődött szén-dioxid mennyiségéből kiszámítható a vizsgált talajminta mésztartalma a hőmérséklet és a légnyomás, mint módosító tényezők figyelembevételével. Mindezek ismeretében a mésztartalom az alábbi összefüggéssel adható meg (MSZ-08-0206/2:1978 szabvány).

$$C = \frac{V * a * 100}{g}$$

C : szénsavas mésztartalom (%)

V : keletkezett szén-dioxid (cm³)

a : 760 mm-es légnyomásnál, 18 °C-on, 1 cm³

CO₂-nak megfelelő mésztartalom (0,004298)

g : bemért anyag tömege

V.3.4. pH(H₂O, KCl)

Elektroanalitikai eljárással történt a talaj kémhatásának meghatározása, melynek alapja a különböző oldatokban elektródák segítségével mérhető feszültségkülönbség. A mérések Radelkis digitális pH mérővel végeztem. Minden mintából 6-6 g talaj kimérését követően az egyik 6 g-ra 15 cm³ desztillált víz, a másik 6 g-ra - a rejtett savanyúság meghatározása érdekében - szintén 15 cm³ KCl került, majd 24 órás állás következett. A közvetlen mérés előtt egy 4-es és egy 9-es pH-jú pufferoldattal állítottam be az elektródákat a mérési tartományba (MSZ-08-0206/2:1978 szabvány).

V.3.5. Humuszminőség

A talaj különböző humuszanyagaiból a NaF és a NaOH más-más szerves vegyületeket old ki. A NaOH elsősorban a frissen képződött szervesanyagokat és a gyenge minőségű fulvósavakat oldja. A NaF oldatból a jó minőségű, nagy molekulájú, nagymértékben polimerizált Ca-ionokkal telített humuszanyagokat lehet meghatározni. Az egyik bemért (10 g) talajmintához 100 cm³ 5 g/dm³ nátrium-hidroxid, a másikhoz 100 cm³ 10 g/dm³ nátrium-fluorid oldatot adtam. A fotometráls - a rázást, a 48 órás állást és a minták dekantáltatását követően - 533 nm-es hullámhosszon történt. Az oldatok fényelnyelő képességét fotométeren megmérve, egymáshoz viszonyítva, az ún. humuszstabilitási számot (Q) kaptam. A humuszstabilitási szám az összes humusztartalommal (H) osztva a humuszstabilitási koefficiens (K) eredményezte (MSZ 21470/52:1983 szabvány).

$$Q = \frac{E_{NaF}}{E_{NaOH}}$$

$$K = \frac{Q}{H}$$

E_{NaF} , E_{NaOH} : humuszextraktumok extinkciói

Q: humuszstabilitási szám

H: talaj összes humusztartalma

K: humuszstabilitási koefficiens

V.3.6. Humuszkoncentráció

A talajmintákból 0,1-1 g közötti mennyiséget mértem ki a szervesanyag tartalom előzetes becslése alapján. A 100 cm³-es Erlenmeyer lombikban bemért talajhoz először 10 cm³ kálium-dikromát (K₂Cr₂O₇), majd 20 cm³ (96 %-os) kénsav (H₂SO₄) hozzáadására került sor. 30 perces hűtést követően 100 cm³ desztillált vizet adtam hozzá, majd a teljes leülepedésig (kb. 24 óra) állni hagytam, majd dekantálást követően fotometráltam. A minták előtt a vakoldat mérésével állítottam be a műszert nullára. Így kiküszöbölődött az oldószer, valamint a küvetta abszorbananciája.

Mivel a WRB(2006)-ben szereplő „Humic” jelleg megállapításához szerves széntartalom megadása szükséges, így a mért humuszkoncentráció értékeimet leosztottam 1,724-gyel (MSZ 21470/52:1983 szabvány). A szelvények WRB(2006)-be való besorolásakor ezeket a szerves széntartalmakat értékeltem.

V.3.7. Összso

Légszáraz talajmintából ultradesztillált víz adagolásával képlékeny pép keletkezett. A minták vízzel való telítését a képlékenységi felső határáig végeztem. Az ismert kapacitású merülőelektrodát a talajpépbe helyeztem, majd leolvastam a talajpép vezetőképességet

millisiemensben (mS) vagy mikrosiemensben. Az MSZ-08-0206-2:1978-as szabványban megadott táblázatba behelyesítve a vezetőképességet megkaptam az összósótartalmat.

V.3.8. Összes nitrogéntartalom

A talaj nitrogéntartalom meghatározásának első fázisa a mineralizálás (roncsolás) folyamata. A 250 cm³ Kjeldahl lombikba 1-10 g talajt mértem be annak humusztartalmától függően (2 %: 10 g, 1-4 %: 5 g, 4 % felett: 1 g). A bemért mintához 10 cm³ tömény (96 %-os) H₂SO₄, illetve a reakció gyorsabb lefolyása érdekében 0,3 g katalizátor keverék (10 g K₂SO₄, 1 g Fe SO₄ * 7H₂O, 0,5 g CuSO₄ * 5 H₂O) hozzáadása történt. A világosszürke fehér szín eléréséig 10 percig 100°C -on melegítés, majd 2 órás 280°C-on történő forralás következett a Gerhardt Kjeldatherm 8 férőhelyes refluxos Turbosog elszívó egységgel ellátott roncsoló (feltáró) segítségével.

A nitrogénmeghatározás következő fázisa a Gerhardt Vapodest 20 típusú nitrogéndesztilláló készülékkel történő desztilláció. Tömény 8 mol/dm³ NaOH hatására az ammónium-szulfát ((NH₄)₂SO₄) ammónium-hidroxiddá (NH₄OH) alakult át. Ez az oldott állapotú, illékony ammónia könnyen eltávozott a mintából gáz formájában, a hidegvizes hűtőrendszeren végighaladva kondenzálódott, majd 25 ml-nyi 4 m/m%-os borsavba desztillálódott. A borsavhoz előzőleg keverékindikátort (metilvörös : metilénkék= 1:1) adtam a lilából zöldbe átsapó színváltozás nyomon követése érdekében. A 210 másodperc alatt lejátszódó reakciót követően a nitrogén meghatározása faktorozott 0,0927 mol/dm³ sósavas titrálással történt, mely során a pH fokozatos csökkenésének hatására a zöld szín lilába ment vissza. Végül a következő képlet segítségével megadtam az összes nitrogéntartalmat (MSZ-080458-80 szabvány):

N: összes nitrogéntartalom %-ban

V_{fogyás}: sósav fogyása

V_{vak}: vak oldat esetében a sósav fogyása

0,09: sósav koncentrációja

14: N moláris tömege

g: bemért talaj tömege

$$N(\%) = \frac{V_{fogyás} - V_{vak} * (0,09 * 14)}{g}$$

V.4. Nehézfém-koncentráció meghatározása

A nyolc helyes zárt rendszerű Kjeldaterm feltárókészülék lombikjába bemért 1 g légszáraz, homogenizált talajhoz 10 cm³ királyvizet (cc.HCl : cc.HNO₃=3:1) adtam, mely a feltárás előtt frissen készült. A feltárókészüléket először 2 órát 120°C-ra, majd 2 órát 180°C-ra állítva a

mintákat zárt rendszerben visszafolyó hűtés mellett forraltam. A hűtést követően a mintákat tölcséren és szűrőpapíron keresztül lombikba szűrtem, ügyelve a feltáró lombik alapos többszöri átöblögetésére. Ezt követően az 50 cm³-es lombikot jelig töltöttem. A nehézfém tartalom mérése Perkin Elmer 3110 atomabszorpciós spektrofotométerrel (AAS technika) történt (21470/50:1998 szabvány). A fémek antropogén és geogén eredetének elkülönítésére használt Rosenkranz-féle feldúsulási faktor megadásához a talajfrakció mellett a durva vázrészben is meghatároztam a fémtartalmat.

V.5. Talajfauna vizsgálata

Az apró mikroízeltlábúak talajból való kinyerése módosított Balogh-féle futtatóval zajlott a gyűjtést követően 5-6 órán belül (3. ábra) (Hoblyák, 1978). Egy-egy kvadrát tartalma külön-külön futtatóba került, így minden minta „állatanyagát” külön-külön kaptuk meg. A



3. ábra: Módosított Balogh-féle futtató

szobahőmérsékleten, szellős helységben felülről kiszáradó talaj az állatokat a szita aljára kényszerítette, ahonnan a tölcséren keresztül izopropanolba futottak ki. A talaj teljes kiszáradásáig tartottuk a futtatóban. A kiszáradást villanyégővel gyorsítottuk meg. Ezt követően a mintákat telített NaCl-oldattal kisóztuk (Móczár, 1962), majd vákuumszűrővel leszűrtük. Az állatok szétválogatását binokuláris sztereomikroszkóp alatt egyenként végeztük ecset segítségével, az adatokat pedig területegységenként jegyzőkönyveztük.

A kiválogatott minták tárolása izopropanolban, 4°C-on hűtőben történt a taxonómiai besorolásig. A kifejlett páncélosatkákat tejsavban (Móczár, 1962) határoztuk génuszig, és ahol lehetett, ott a fajt is meghatároztuk optikai mikroszkóppal 100x illetve 200x nagyításnál. A páncélosatkák taxonómája nagyon jól ismert, így a génusz meghatározását megbízhatóan elvégezhetjük a rendelkezésre álló határozókkal (Balogh, 1972; Balogh, Balogh, 1992; Weigmann, 2006). Az ugróvillásokat családig határoztuk meg - binokuláris sztereomikroszkóp alatt - követve Bellinger és munkatársai (1996-2007) online határozó adatbázisát (<http://www.collembola.org>) és Bährmann (2000) könyvét. Megszámoltuk a mintavételi egységekben az egyes taxonokba tartozó adult állatok számát, így megkaptuk a területegységre eső egyedszámokat, azaz a páncélosatka közösségek *abundanciáját*. Nymphákat nem használtunk, mert nincs kidolgozva határozásuk. A *diverzitás* kifejezéséhez

megszámoltuk az egy mintavételi egységben előforduló különböző taxonok (génuszok) számát, ez adta a „taxondiverzitást”.

Az Oribatida közösségek szerkezetének jellemzéséhez a *génuszok dominanciáját* számoltuk ki az alábbi képlet segítségével (Hoblyák, 1978):

$$D = \frac{s}{S} * 100$$

s: adott génusz egyedszáma az adott mintában

S: összes génusz egyedszám a mintában

A városi, a szuburbán és a külterületi zónák faunájának összehasonlítása a *Sørensen hasonlósági index*-szel történt (Mátyás, 1996). Ennek értéke 0 és 1 között van a közös taxonok (itt a génuszok) jelenlététől függően.

$$C_s = \frac{2 * c}{A + B}$$

c: közös génuszok száma

A, B: adott minta összes génusza

Továbbá ún. *MGP-analízist* használtunk arra, hogy megbecsüljük a páncélosatka közösségek stabilitását a három városi zóna között. Ez a módszer a páncélosatka rend három fő csoportjának előfordulási arányán alapszik (ezek jelölései: M: Macropylina, G: Gymnonota, P: Poronota (Balogh, 1972). Mindhárom fő típus más-más ökomorfológiai tulajdonsággal rendelkezik, és arányuk különböző fejlettségű társulásokban különböző (Aoki, 1983). Az arányok megállapításának kritériumai a következők:

- > 50 % Macropylina egyedszám az összegyedszámhoz (vagy a teljes fajszámhoz) viszonyítva → M típus
- > 50 % Gymnonota egyedszám az összegyedszámhoz (vagy a teljes fajszámhoz) viszonyítva → G típus
- > 50 % Poronota egyedszám az összegyedszámhoz (vagy a teljes fajszámhoz) viszonyítva → P típus
- > 20 % és < 50 % mindhárom csoport egyedszáma az összegyedszámhoz (vagy a teljes fajszámhoz) viszonyítva → O típus
- > 20 % és < 50 % az M és a G csoport, < 20 % a P csoport egyedszáma az összegyedszámhoz (vagy a teljes fajszámhoz) viszonyítva → MG típus
- > 20 % és < 50 % az M és a P csoport, < 20 % a G csoport egyedszáma az összegyedszámhoz (vagy a teljes fajszámhoz) viszonyítva → MP típus
- > 20 % és < 50 % a G és a P csoport, < 20 % az M csoport egyedszáma az összegyedszámhoz (vagy a teljes fajszámhoz) viszonyítva → GP típus

Az MGP-I analízis a fajok illetve a génuszok száma, az MPG-II analízis az egyedszámok szerinti besorolást jelenti a fentebb megadott kritériumok felhasználásával.

Az ugróvillásokat 4 szupercsaládba soroltuk be, ezek mindegyike a fő ökomorfológiai csoportokat fedi le (Parisi et al., 2003). Ezen csoportok abundanciáját számoltuk ki a három városi zónában.

V.6. A mérési eredmények feldolgozása

A mérési eredmények feldolgozása, értékelése az EXCEL 2003, illetve SPSS 11 for Windows segítségével történt. A talajszintek antropogén és természetes eredetének elkülönítésére az alakfelismerő módszerek csoportjába sorolható diszkriminancia analízist alkalmaztam. A Fisher és Mahalanobis által bevezetett módszer célja az objektumokat jellemző változók alkalmas lineáris kombinációi (az ún. diszkriminancia függvények) segítségével az adott csoportok lehető legjobb elkülönítése, majd ennek alapján a később megjelenő újabb objektumok csoportokhoz tartozásának lehető legjobb előrejelzése. A kiindulási esetek csoportokhoz tartozása az eljárás kezdetén ismert, a később megjelenő újabb eseteké viszont ismeretlen: a módszer éppen ez utóbbira tesz előrejelzést (Ketskeméty, Izsó, 2005; Barczy et al., 2006; Geiger, 2007).

VI. EREDMÉNYEK BEMUTATÁSA ÉS MEGVITATÁSA

VI.1. Talajtani alaptulajdonságok értékelése

Első lépésben a talajok fizikai és kémiai talajtulajdonságainak antropogén hatást indikáló képességét mértem fel. Ezen képesség megbecsléséhez használandó talajparamétereket a Hollis (1991) által megadott, városi talajokra vonatkozó diagnosztikai tulajdonságokból választottam ki (4. táblázat). Fő kérdésként egyrészt az merült fel, hogy ezek a fizikai, kémiai talajparaméterek a szegedi talajokon is képesek-e az urbanizáció talajokra gyakorolt hatását érzékeltetni. Másrészt arra kerestem a választ, hogy ha egy talajtulajdonság jó indikátornak bizonyult, akkor milyen mértékben és milyen módon tükrözi a város talajait ért antropogén hatást.

VI.1.1. Műterméktartalom

E talajtani paraméter kiértékelését a 13. táblázatban levő kategóriák szerint végeztem el (FAO, 2006). A szegedi talajok műterméktartalmának átlaga 0,0-23,7 %, a szórása 0,0-21,3 között váltakozik, minimuma 0,0 %, maximuma 63,0 % (14. táblázat).

13. táblázat:
A műtermék
menyisége (%)

	%
Műtermékmentes	0
Nagyon kevés	0-2
Kevés	2-5
Átlagos	5-15
Sok	15-40
Bőséges	40-80
Domináns	> 80

A vizsgált huszonöt szelvény közül tizenegy szelvény *egyáltalán nem tartalmazott* műterméket: Ezek egy része (16., 17., 18., 19., 24., 25. szelvény) a külterületekről, az eredeti genetikai talajtípusnak teljes mértékben megfeleltethető talajokról származik, ahol az igen csekély antropogén behatásnak köszönhetően nem volt jelen műtermék. További három városszéli kiskertből származó szelvényben (20., 21., 23.) sem volt kimutatható műtermék a következőknek köszönhetően: Egyrészt e szelvények már a város azon periférikus részén helyezkedtek el, amely mentes az egykori feltöltés hatásától, így az eredeti talajban nagyfokú bolygatás nem történt. Másrészt kerti talaj révén e szelvények felső talajsíntjei ugyan jelenleg is ki vannak téve olyan jellegű antropogén módosító hatásnak (intenzív öntözés, tápanyag-utánpótlás), melyek kihatással vannak más talajparaméterek megváltozására (pl.: humuszkoncentráció, talajnedvesség stb.), azonban a műtermékek felhalmozódásához nem járulnak hozzá. Szintén nem tartalmazott műterméket a külső városi lakóöbven elhelyezkedő, már felszíni lefedettséggel rendelkező 2. és 7. szelvény: A 2. szelvény esetében a felszíni útburkolat és némi feltöltés alatt, míg a csak felszíni útburkolattal rendelkező 7. szelvény esetében közvetlenül a borítás alatt felismerhető a műterméktől mentes eredeti genetikai talajtípus.

Nagyon kevés (0-2 %), illetve kevés műterméket (2-5 %) azok a szelvények tartalmaztak, amelyek vagy azon a periférikus városrészen (10., 14., 15.) helyezkednek el, ahol a feltöltés csekély mértékű; vagy ha a belvárosi részen (1., 5., 13.) található, akkor a feltöltés ugyan számottevő, de annak minősége olyan, hogy jelentősebb műterméktartalom nem mutatható ki.

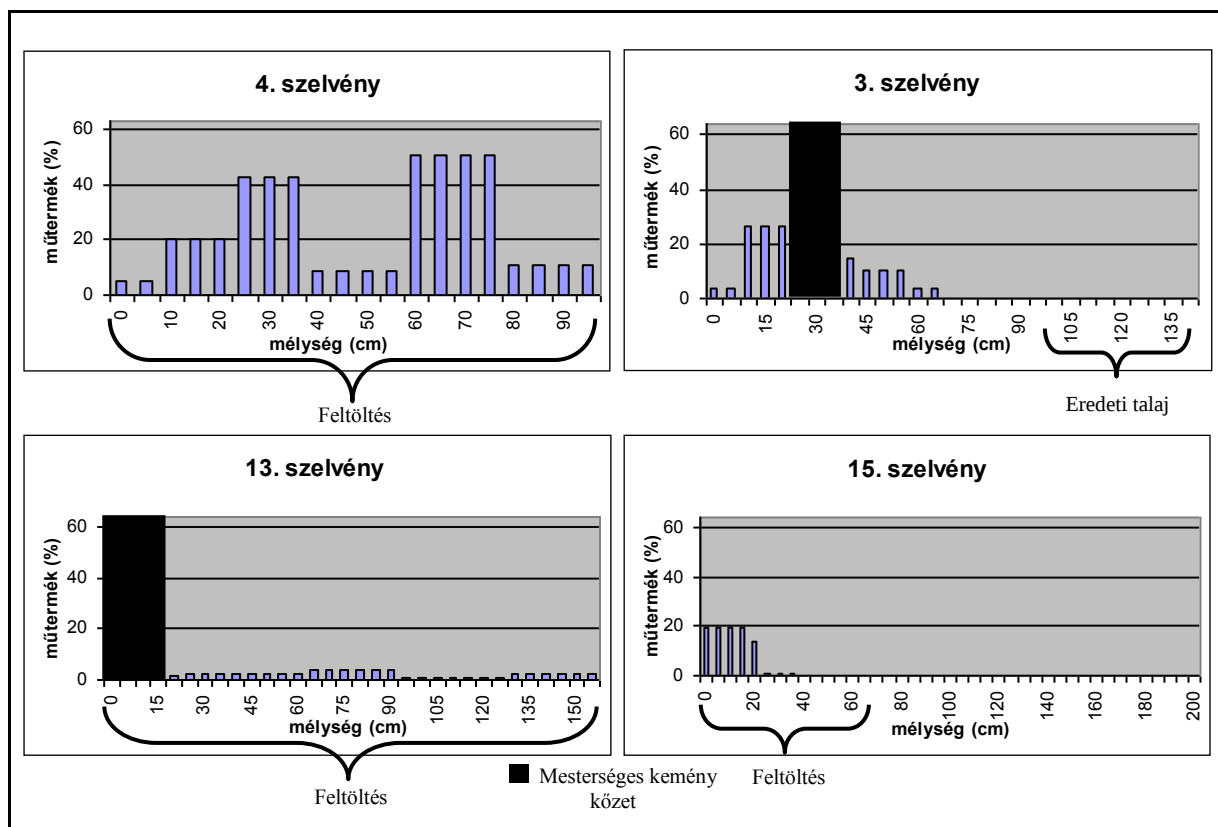
14. táblázat: A szelvények műterméktartalma (%)

Szelvények	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás
1.	4,3	0,0	14,7	5,5
2.	0,0	0,0	0,0	0,0
3.	6,5	0,0	26,6	6,0
4.	23,1	5,3	50,7	19,2
5.	3,9	0,0	19,4	8,7
6.	23,7	7,7	63,0	21,3
7.	0,0	0,0	0,0	0,0
8.	10,8	0,0	21,6	8,0
9.	15	5,1	30,9	11,1
10.	4,3	0,0	21,4	9,6
11.	5,4	0,0	18,0	6,6
12.	17,5	0,0	40,3	17,8
13.	2,1	0,8	3,8	1,1
14.	1,4	0,0	4,9	2,0
15.	4,3	0,0	19,6	7,8
16.	0,0	0,0	0,0	0,0
17.	0,0	0,0	0,0	0,0
18.	0,0	0,0	0,0	0,0
19.	0,0	0,0	0,0	0,0
20.	0,0	0,0	0,0	0,0
21.	0,0	0,0	0,0	0,0
22.	23,5	3,3	58,7	19,5
23.	0,0	0,0	0,0	0,0
24.	0,0	0,0	0,0	0,0
25.	0,0	0,0	0,0	0,0

amelyek maximum, minimum értékei, illetve szórásuk is a legkiugróbbak. Ezen szelvények rétegeinek zöme tartalmaz hol igen jelentős, hol kevésbé számottevő mennyiségű műterméket (4. ábra, 4. szelvény). E szelvények közül csak a 22. szelvény található a belvárosban, míg a 4., 6. és a 12. szelvény a külső városrészeiről származik. Tehát nem minden esetben mondható el, hogy a városközpontból a külterületek felé haladva csökken a műterméktartalom, hiszen a műtermék mennyiségét az egykori feltöltésen túl inkább a lokális események (pl.: külterületi mélyedések törmeléklerakóként való használata stb.) határozzák meg.

A műtermékek szelvény menti eloszlását tekintve megállapítható, hogy a feltöltött, bolygatott szelvények rétegeiben jelenlevő műtermékek rendszerint szabálytalan lefutású tendenciát mutatnak (4. ábra, 4. szelvény), míg a csak természetes szintekből álló szelvények egyáltalán nem rendelkeznek műtermékekkel. Számos, feltöltésből és eredeti talajból álló „vegyes” szelvény esetében a feltöltött rétegek ingadozó tendenciáját a természetes szintek „műtermékmentessége” követi (Puskás, Farsang, 2007a).

Ezen szelvényeknek vagy csak néhány szintje rendelkezik (4. ábra, 15. szelvény) jelentékeny műtermékmennyiséggel, vagy valamennyi szintje tartalmaz, de csak minimális mennyiséget (4. ábra, 13. szelvény). A *gyakori* kategóriába (5-15 %) a részben vagy egészben feltöltésből álló szelvények (3., 8., 9., 11.) sorolhatók (4. ábra, 3. szelvény). Ellenben a *nagy mennyiségű* (15-40 %) műterméket tartalmazó szelvényekhez a feltöltött (főként törmelékkel, építkezési anyagokkal, salakkal, drót-, cserép-, csempe-, műanyagdarabokkal stb.), igen heterogén rétegekből álló, a legmagasabb átlagértékkel rendelkező olyan szelvények (4., 6., 12., 22.) tartoznak,



4. ábra: A szelvények műterméktartalma

VI.1.2. Fizikai talajféleség

A fizikai talajféleségre vonatkozó adatok a mellékletben találhatók (3. sz. melléklet). Az eredeti genetikai talajtípusról származó szelvények fizikai félesége az adott típusnak megfeleltethető: a réti, az öntés, illetve a szikes talajszelvények (18., 19., 23., 24., 25.) nehézagyag, agyag, a homoktalaj (16.) homok, míg a csernozjom szelvények (17., 20., 21.) agyagos vályog, vályog fizikai féleséggel bírtak. A szinte teljesen ép, viszont felszíni lefedettséggel rendelkező városszéli talajszelvények (7., 10., 14.) esetében a borítás alatt szintén az eredeti talajtípusoknak megfelelő fizikai féleség adódott. Azonban ott, ahol az eredeti talajtípus mellett feltöltés is része a szelvénynek (2., 3., 12., 15.), a fentiekől eltérő kép tárul elénk: a feltöltött rétegekre uralkodóan homok, homokos vályog, vályog fizikai talajféleség a jellemző, míg a természetes szintek megjelenésével a legtöbb esetben agyagos vályog válik dominánssá. A teljes mértékben feltöltésből álló szelvényekben (1., 4., 5., 6., 8., 9., 11., 13., 22.) pedig szintén a homok, a homokos vályog, illetve a vályog fizikai féleség a meghatározó. Természetesen a feltöltés heterogenitását mutatja, hogy az alapvetően homokos, homokos vályogos, vályogos szintek monotonitását néhol egy-egy agyagos vályogos, agyagos szint töri meg. Továbbá az is megállapítást nyert, hogy a mesterséges rétegekre éles textúraváltások a jellemzőek, szemben a természetes szintek fokozatos átmenetével.

VI.1.3. Humuszanyag mennyiségi jellemzése

A szervesanyag mennyiségi értékelését a 15. táblázat határértékei alapján végeztem el (Sponagel et al., 2005). Az átlag humusztartalom 0,6 és 2,3 %, a szórás pedig 0,0 és 1,6 között

15. táblázat: A humuszkoncentráció értékelése

Humusztartalom	%
Humusztartalom	0
Nagyon gyenge	< 1
Gyenge	1-2
Közepes	2-4
Magas	4-8
Nagyon magas	8-15
Extrém magas	15-30
Tőzeg	> 30

mozog. A minimum 0,0 %, a maximum érték 3,7 % (16. táblázat). Az átlagértékek alapján egy réti szelvény (18.) rendelkezett *közepes* humusztartalommal, a többi szelvény egy része a nagyon gyenge (< 1 %), míg a többség a gyenge (1-2 %) humusztartalmú kategóriába esett. A *nagyon gyenge* kategóriába egyrészt a külterületi homoktalaj (16. szelvény), másrészt a belvárosi, teljes egészében feltöltött szelvények közül az 1. és az 5. szelvény, harmadrészt a város peremterületein levő csekély feltöltéssel jellemezhető szelvények (2., 7., 12., 14.) tartoztak. Az utóbbi esetben a természetes talajösszetétel csökkenő tendenciája eredményezett alacsony humuszátlagot. Elmondható tehát, hogy a nagyon gyenge kategóriába tartozó két feltöltött szelvény mellett az

16. táblázat: A szelvények humuszkoncentrációja (%)

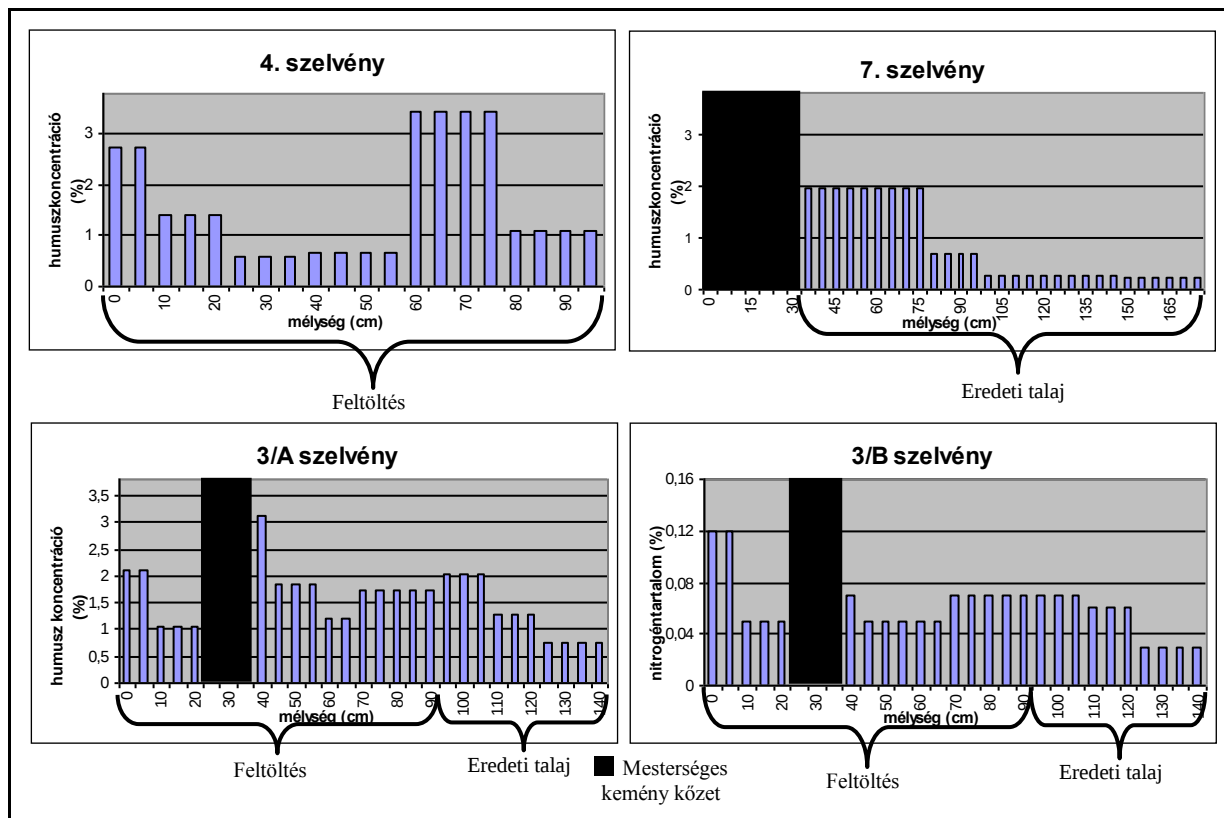
Szelvények	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás
1.	0,6	0,2	1,6	0,5
2.	0,6	0,1	1,2	0,5
3.	1,7	0,7	3,1	0,8
4.	1,7	0,6	3,4	1,2
5.	0,7	0,5	1,0	0,2
6.	1,5	0,0	3,7	1,6
7.	0,8	0,2	2,0	0,8
8.	1,9	1,1	3,3	0,7
9.	1,4	1,3	1,4	0,0
10.	1,6	1,0	2,2	0,5
11.	1,4	0,0	2,9	1,1
12.	0,9	0,3	1,6	0,4
13.	1,4	1,0	2,0	0,4
14.	0,7	0,3	2,1	0,8
15.	1,3	0,4	2,7	0,8
16.	0,8	0,1	1,9	0,9
17.	1,2	0,3	2,1	0,9
18.	2,3	2,0	2,6	0,5
19.	1,7	1,2	2,1	0,7
20.	1,4	0,3	3,7	1,4
21.	1,6	0,8	2,7	1,0
22.	1,2	0,4	2,1	0,7
23.	1,7	1,0	2,4	0,6
24.	1,1	0,5	1,6	0,6
25.	1,9	1,2	2,7	0,8

eredeti talajszintekből álló szelvények sem rendelkeztek kiemelkedő humuszmennyiséggel. A *gyenge* kategóriába tartozik a maradék tizenhét természetes, illetve antropogén szelvény vegyesen. E gyenge tartományon belül azonban kiemelkednek az öntéstalajok magasabb humuszátlagokkal. Ennek oka, hogy e szelvények valamennyi rétege rendelkezik humusztartalommal, hiszen e talajokban a humuszosodás nyomai nemcsak a felszíni szintekben, hanem a mélyebb, eltemetett rétegekben is fellelhető az egyes vízborítások között eltelt idő függvényében (Stefanovits, 1992).

Megállapítható továbbá, hogy azok a szelvények, amelyek felszíni lefedettséggel nem rendelkeztek (ez főként a külső városrészben és a kiskerti talajokon volt jellemző), valamivel magasabb humuszátlagokat mutatnak az intenzívebb felszíni humuszosodás miatt.

A mennyiségi értékelésnél sokkal kifejezettebb különbség figyelhető meg a természetes szintek és az antropogén rétegek között e paraméter szelvény menti eloszlásában, amely az

antropogén beavatkozást kiválóan jelzi: A természetes talajokban a humusztartalom a mélységgel az eredeti genetikai típusnak megfelelően alakul, általában csökkenő tendenciát mutat (Lorenz, Kandeler, 2005).



5. ábra: A szelvények humuszmennyisége és nitrogéntartalma

Ezt alátámasztják a szegedi külterületen feltárt természetes szelvények, melyeknél az adott genetikai típusra jellemző tendencia a meghatározó. A felszíni lefedettséggel rendelkező mintaszelvények esetében a lefedés alatt megjelenő eltemetett talajszenetek humuszmennyiségére is az eredeti genetikai talajtípusra jellemző szabályos tendencia figyelhető meg (5. ábra, 7. szelvény). Ellenben azok a szelvények, amelyek teljes egészében feltöltésből állnak, rapszodikus ingadozást mutatnak attól függően, hogy a feltöltés milyen humusztartalmú rétegekkel történt (5. ábra, 4. szelvény). Ezt támasztja alá az ilyen szelvények (pl.: 4., 6., 11.) humusztartalmának igen nagy szórása is.

Akadnak azonban olyan szelvények is, amelyek jelentős vastagságú feltöltés mellett eredeti eltemetett talajjal is rendelkeznek. Ezeknél megfigyelhető, hogy amint véget ér a feltöltés, és megjelenik az eredeti talaj „A” szintje, a humusztartalom a természetes talajszelvényeknek megfelelő tendenciát mutat (5. ábra, 3/A szelvény).

VI.1.4. Összes nitrogéntartalom

Mivel a városi talajok módosult fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságai jelentősen átalakítják ezen talajok nitrogénciklusát (Beyer et al., 1995; Craul, 1999), ezért a humuszkoncentráció meghatározása mellett kiegészítő vizsgálatként elvégeztem a talajok összes nitrogéntartalmának meghatározását. Az átlag 0,02 és 0,11 %, a szórás pedig 0,01 és 0,07 % között mozog. A minimum 0,0 %, a maximum érték 0,19 % (17. táblázat). A nitrogén

17. táblázat: A szelvények összes nitrogéntartalma (%)

Szelvények	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás
1.	0,02	0,01	0,06	0,02
2.	0,03	0,00	0,05	0,02
3.	0,06	0,03	0,12	0,03
4.	0,05	0,01	0,11	0,04
5.	0,03	0,02	0,06	0,02
6.	0,07	0,02	0,16	0,06
7.	0,03	0,01	0,07	0,03
8.	0,07	0,05	0,14	0,03
9.	0,05	0,04	0,05	0,01
10.	0,08	0,06	0,10	0,01
11.	0,06	0,01	0,09	0,03
12.	0,03	0,01	0,05	0,02
13.	0,05	0,03	0,07	0,02
14.	0,03	0,01	0,07	0,03
15.	0,05	0,01	0,11	0,03
16.	0,04	0,02	0,07	0,03
17.	0,04	0,01	0,08	0,04
18.	0,11	0,09	0,13	0,03
19.	0,10	0,08	0,12	0,03
20.	0,07	0,01	0,19	0,07
21.	0,08	0,02	0,14	0,06
22.	0,05	0,01	0,12	0,04
23.	0,09	0,05	0,14	0,04
24.	0,04	0,02	0,06	0,02
25.	0,08	0,04	0,12	0,04

mennyiségét elsősorban a mikrobiológiai folyamatok jellege és erőssége szabja meg. Ebből következik, hogy a talajok azon szintjeiben találjuk a legtöbb nitrogént, amelyekben a biológiai tevékenység a legintenzívebb, és a legtöbb humusz halmozódik fel. Mindezeknek megfelelően az összes vizsgált szelvény nitrogéntartalmának tendenciája a humusz mennyiségnél leírtakkal azonos, vagyis a feltöltött rétegekre ingadozó, a természetes szintekre pedig az adott genetikai típusnak megfelelő szabályos tendencia a jellemző (5. ábra, 3/B szelvény).

A nitrogén szelvény menti eloszlása mellett lényeges lehet megvizsgálni a

mennyiségi különbségeket is: a szelvények zöme nitrogénben *igen szegény* (< 0,05 %) kategóriába esik, a kicsit magasabb humusz koncentrációval rendelkező szelvények pedig nitrogénnel *gyengén ellátottak* (0,05-0,1 %) közé tartoznak (Stefanovits, 1992). A magasabb átlagértékkel az öntéstalajon levő magasabb humusztartalmú szelvények rendelkeznek. Ezen talajok után a természetes (kerti), illetve főként a felszíni borítással nem rendelkező antropogén szelvények következnek, amelyeknél lehetőség van a felszíni humuszosodásra.

VI.1.5. Humuszanyag minőségi jellemzői

A szervesanyag mennyiségi vizsgálata mellett a minőségi értékelését is elvégeztem, hiszen gyakorlati szempontból fontos, hogy ismerjük a nagy molekulájú, jól humifikált, magas kondenzációs fokú, ennél fogva a talajok tápanyag-szolgáltatásában és a talajszerkezet

18. táblázat: A szelvények humuszstabilitási koefficiense (K érték)

Szelvények	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás
1.	8,0	2,3	20,4	6,9
2.	14,4	0,2	29,2	14,9
3.	2,6	0,3	7,2	2,2
4.	1,9	0,3	6,6	2,4
5.	0,6	0,1	1,3	0,5
6.	0,6	0,2	1,7	0,6
7.	7,0	2,3	9,6	3,3
8.	0,8	0,1	1,4	0,5
9.	0,6	0,4	1,1	0,3
10.	3,9	0,2	9,3	4,1
11.	0,6	0,2	1,4	0,5
12.	3,8	0,2	10,4	4,4
13.	0,8	0,3	1,9	0,7
14.	6,0	0,4	19,1	7,6
15.	4,5	0,3	17,9	6,1
16.	14,0	7,0	20,9	7,0
17.	6,2	2,7	12,3	5,3
18.	0,3	0,2	0,4	0,1
19.	0,9	0,9	0,9	0,0
20.	3,7	0,2	11,9	4,7
21.	4,6	0,3	12,2	5,2
22.	2,8	0,5	13,6	3,9
23.	10,6	4,1	14,3	4,6
24.	0,4	0,0	0,9	0,4
25.	4,7	0,6	7,5	3,7

kialakításában lényeges szerepet játszó humuszanyagok arányát az olyan szervesanyagokéhoz képest, amelyek még nem humifikáltak, nyerssek, kalciumhoz nem kötöttek. Különösen fontos e paraméter vizsgálata a városi talajok esetében, melyek szervesanyag állapotára általában az alacsony kondenzáltsági fokú, bomlékony humuszanyagok jelenléte a jellemző (Forró et al., 2004).

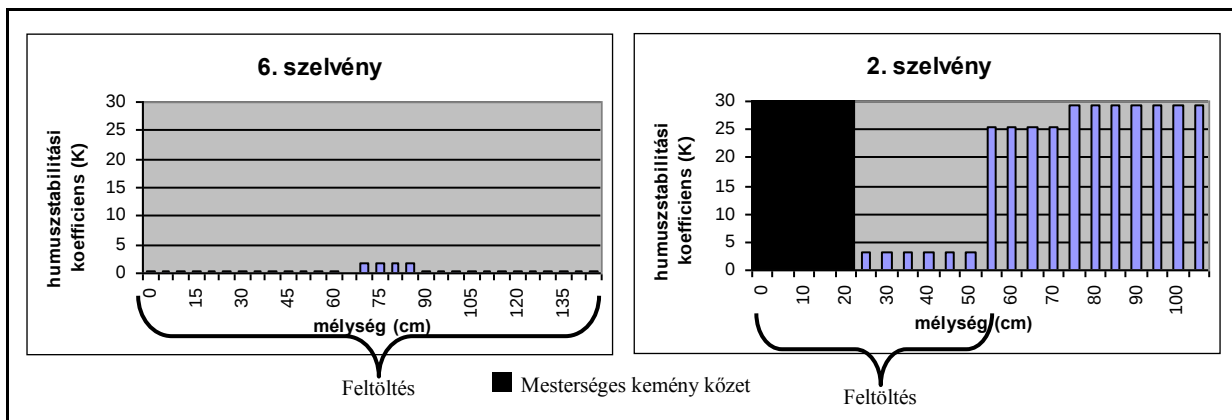
A humuszstabilitási koefficiens (K érték) átlaga 0,3-14,4 között váltakozik, minimuma 0,0, maximum értéke 29,2. A szórás 0,0-14,9 között ingadozik, mely jelentős különbségekre utal (18. táblázat). Mivel Szeged városi talajai - ellentétben a külterületi természetes

talajokkal - a folyamatos emberi átalakító tevékenységek (feltöltés, folyamatos bolygatás, felszíni lefedés stb.) következtében „fiatal” talajok, így nem volt elegendő idejük a megfelelő minőségű humuszképződéshez. Következésképpen a feltöltött rétegekre általában igen alacsony K érték jellemző. Azonban a feltöltött szelvények sokszínűségét igazolja az alacsony K értékű rétegek közé beékelődött, magas K értékkel rendelkező rétegek jelenléte. Így nyilvánvalóan ezen szelvények átlagértékét és szórását is ezek a kiemelkedő K értékű rétegek határozzák meg. Az összes feltöltött szelvényt egybevetve azonban megállapítható, hogy nagy részük igen alacsony K értékkel jellemezhető, amely a nem humifikált, nyers humuszanyagok, a fulvósavak túlsúlyára utal (6. ábra, 6. szelvény).

A zavart rétegek mellett természetes talajszintekkel is rendelkező „vegyes” szelvények esetében a természetes szintek magasabb K értékkel rendelkeznek, azaz e szintekben a jobb minőségű huminok és huminsavak dominálnak (6. ábra, 2. szelvény). A külterületi szelvények K értéke vegyes képet tár elénk: a gyenge minőségű réti, öntés, szikes talajok (18., 19., 24.) K

értékei a városi feltöltött rétegekhez hasonlóan igen alacsony értéket (min=0,0; max=0,9) mutatnak, szemben a jobb minőségű csernozjom szelvények (17., 20., 21.) jelentősen magasabb (min=0,2; max=12,3) K értékével.

Az átlagértékeket áttekintve összességében elmondható, hogy a legmagasabb átlagértékekkel a külterületi természetes (kivéve az öntés, réti, és réti szolonyec talajokat) vagy a város területén fekvő, de nagyrészt természetes szinteket tartalmazó szelvények rendelkeztek.



6. ábra: A szelvények humuszstabilitási koefficiense (K érték)

VI.1.6. Összsótartalom

A városi talaj minőségét szintén indikálhatja az össz sótartalom, melynek mennyiségi meghatározása indokolt a városi talajokban, hiszen az utak téli sózásának hatására növekedhet az útmenti talajok sótartalma, módosulhat sóprofilja, megváltozhat a talaj kémhatása, ami az

19. táblázat: Kategóriák az
összsó alapján (%)

	Összsó (%)
Nincs só	0-0,05
Gyengén sós	0,05-0,15
Közepesen sós	0,15-0,4
Erősen sós	0,4 <

út menti növényzet károsodását vonhatja maga után. Minél magasabb a talajban levő só mennyisége, annál nagyobb nehézségbe ütközik a növények tápanyag- és vízfelvétele. Mivel a só befolyásolja a talajoldat ozmotikus potenciálját, így 2,9 mS/cm felett a növények léte veszélybe kerül.

Az össz sótartalomra vonatkozó eredmények a 3. sz. mellékletben találhatók. Közepes össz sótartalommal a 24. réti szolonyec szelvény rendelkezett. A többi szelvény szintjei vagy nem tartalmaztak sót (< 0,05 %), vagy a gyengén sós (0,05-0,15 %) kategóriába (Stefanovits et al., 1999) estek (19. táblázat). Nem tárható fel különbség a természetes és a feltöltött szelvények között, hiszen mindkét típus szintjei között vannak gyengén sósak és sómentesek. Tehát a szegedi városi talajokra (még az úttesthez közeleső szelvények esetében sem) nem

mondható el, hogy antropogén hatásra megnövekedett volna a talajban az összsótartalom. Következésképpen a dolgozat további fejezeteiben e paraméterről nem esik több szó.

VI.1.7. Karbonáttartalom

A karbonát eredmények kiértékelése a 20. táblázat alapján történt (FAO, 2006). A karbonáttartalom szelvényenkénti átlaga 0,9 és 25,6 %, a szórás pedig 0,5 és 17,4 között

20. táblázat:
Kategóriák a
karbonáttartalom
alapján

	%
Mészmentes	0
Enyhén meszes	0-2
Mérsékelt meszes	2-10
Erősen meszes	10-25
Extrém meszes	> 25

változik. E paraméter minimuma 0,1 %, míg maximuma 40,2 % (21. táblázat).

A szelvényátlagokat tekintve egy szelvényt soroltam az *extrém meszes* kategóriába: E szelvény kiemelkedően magas karbonáttartalmát döntően a természetes szintek (különösen a löszös alapkőzet) igen magas karbonáttartalmának köszönheti amellet, hogy a feltöltött rétegei is jelentős mésztartalommal bírnak (7. ábra, 12. szelvény). Tizenhárom igen heterogén szelvény alkotja az *erősen meszes* kategóriát: Közülük a külterületen levő 17. bolygatatlan

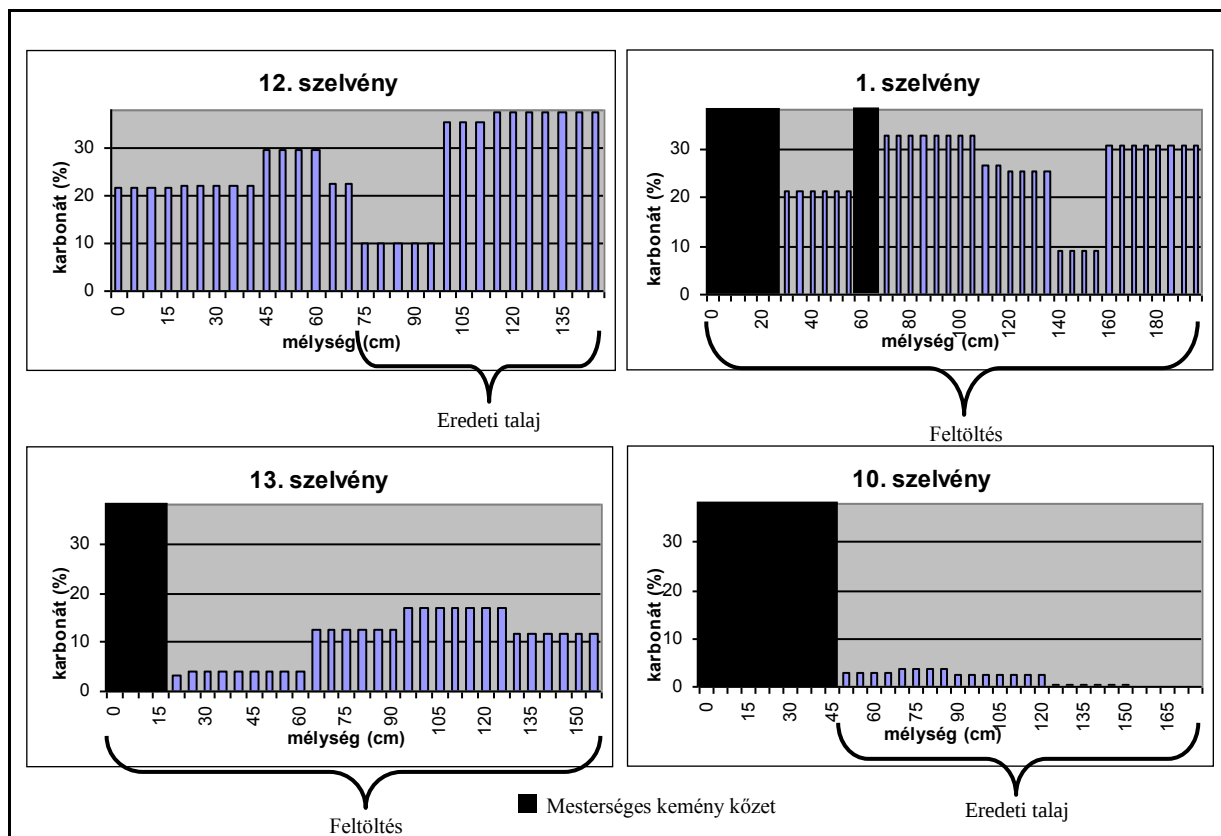
21. táblázat: A szelvények karbonáttartalma (%)

Szelvények	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás
1.	24,3	9,0	32,8	8,5
2.	16,5	2,0	34,0	16,8
3.	14,2	2,5	29,1	7,5
4.	11,7	8,2	16,0	2,9
5.	17,0	1,6	32,0	10,9
6.	15,4	11,1	21,7	4,0
7.	24,5	10,7	30,0	9,3
8.	4,5	1,6	8,2	2,4
9.	7,4	6,6	7,8	0,6
10.	1,9	0,1	3,6	1,6
11.	7,2	2,2	12,7	3,9
12.	25,6	10,2	37,7	9,5
13.	9,7	3,3	16,9	5,9
14.	23,4	20,1	29,5	3,7
15.	14,2	2,0	28,3	9,4
16.	6,3	0,5	14,8	7,5
17.	17,2	4,1	32,4	14,3
18.	4,0	2,9	5,1	1,6
19.	3,2	2,8	3,5	0,5
20.	18,4	8,1	33,1	11,0
21.	19,6	2,9	40,2	17,4
22.	10,1	3,0	21,7	6,7
23.	1,2	0,3	2,3	1,0
24.	9,0	1,6	23,6	12,7
25.	0,9	0,2	1,9	0,9

szelvény genetikai talajtípusa mészlepedékes csernozjom, a 20. és a 21. szelvény pedig a városszéli feltöltésmentes kiskertek területéről származó réti csernozjom talaj. A többi, szintén erősen meszes szelvény közül a még mindig városszéli területeken fekvő, azonban részben feltöltésből, részben eredeti talajszintekből álló szelvények (2., 3., 7., 14., 15.) esetében is a természetes szintek jelentősen hozzájárulnak az igen magas karbonáttartalomhoz, az antropogén rétegek kimagasló értékei mellett. Az ilyen „vegyes” szelvényeknél az eredeti természetes talajszintek megjelenésével megfigyelhető a karbonáttartalom fokozatos emelkedése a talajképző kőzet felé (7. ábra, 12. szelvény).

Ennek oka a kilúgozódás folyamatában keresendő, mely során a karbonátok a felső talajszintekből a mélyebb szintekben vagy a talajképző kőzetben halmozódnak fel. Az erősen meszes kategóriába tartozó utolsó csoport a teljes egészében feltöltött szelvények, melyeknél vagy a nagy mennyiségű, magas karbonáttartalmú műtermék jelenléte (4., 6., 22.), vagy a

műtermékszegény, de szintén magas mésztartalmú feltöltött rétegek (1., 5. szelvény) okolhatók az erősen meszes jellegért (7. ábra, 1. szelvény). A *mérsékelten meszes* kategóriába egyrészt a már szerényebb karbonáttartalommal rendelkező, feltöltött rétegekből álló szelvények (8., 9., 11., 13.) (7. ábra, 13. szelvény), másrészt az alapvetően alacsonyabb mésztartalmú, természetes genetikájú talajok (humuszos homok: 16. szelvény, réti: 18. szelvény, öntés: 19. szelvény, réti szolonyec: 24. szelvény) sorolhatóak.



7. ábra: A szelvények karbonáttartalma

Kettő öntés (Fluvisol) talajszelvényénél adódott *enyhén meszes* tartomány: a kiskertből származó 23., valamint a felszíni lefedettséggel rendelkező 10. szelvény esetében (7. ábra, 10. szelvény). A folyó hordalékborításának következtében ez utóbbi szelvényeknek csak a felső szintjei tartalmaznak szénsavas meszet, míg az alattuk lévők alig.

Továbbá az enyhén meszes csoporthoz sorolható egy réti szelvény (25.) is (Puskás, Farsang, 2006).

VI.1.8. pH(H₂O, KCl)

A vizes pH átlaga 7,7 és 9,7 között váltakozik, a minimuma 7,3, a maximuma pedig 10,0. Szórásuk igen homogén (0,1-0,5). A KCl-os pH átlaga 6,9 és 8,7 között ingadozik, minimuma

22. táblázat: Kategóriák a pH(H₂O) alapján

	pH(H ₂ O)
Erősen savanyú	< 4,5
Savanyú	4,5-5,5
Gyengén savanyú	5,5-6,8
Semleges	6,8-7,2
Gyengén lúgos	7,2-8,5
Lúgos	8,5-9,0
Erősen lúgos	> 9,0

6,7, maximuma 9,0, szórása pedig 0,0 és 0,4 között mozog (23. táblázat).

A vizes pH átlagértékek alapján az *erősen lúgos* tartományba (22. táblázat) csak a 24. szelvény került, mely igen magas pH-ját az eredeti genetikai típusnak (réti szolonyec) köszönheti.

Az összes többi szelvény a *gyengén lúgos*, illetve a *lúgos* tartományban (Stefanovits et al., 1999) fekszik. Egyértelmű a kapcsolat a talaj mésztartalma és a pH között: a nagy mésztartalom bázikus kémhatást idéz elő. Így a pH főként a karbonát-tartalomnak megfelelően alakult a szelvényekben (7. ábra 12. szelvény; 8. ábra 12. szelvény): a legalacsonyabb pH átlagértéke az igen csekély karbonáttartalommal rendelkező öntés-

23. táblázat: A szelvények vizes és KCl-os pH-ja

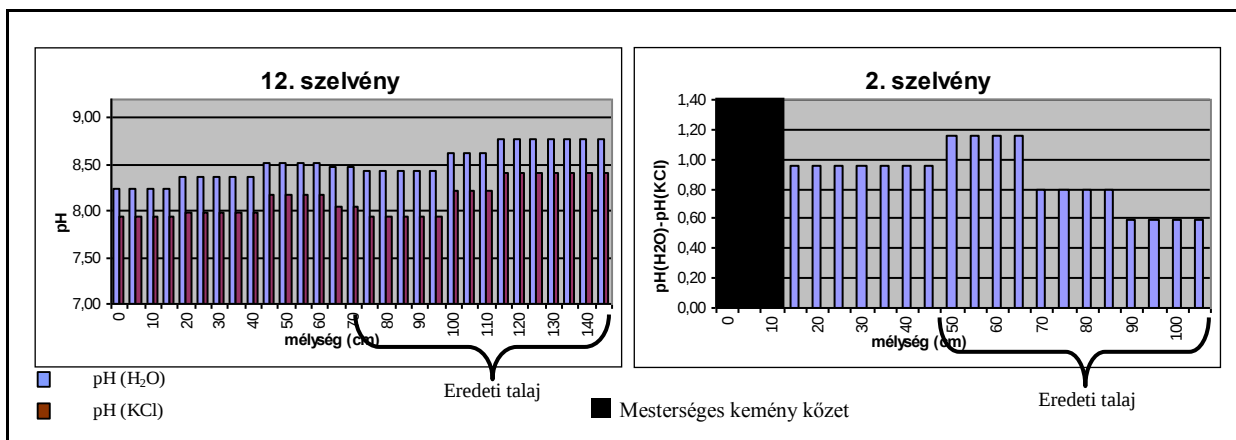
Szelvények	Átlag	Minimum	Maximum	Szórás
1.	8,5 / 8,1	8,2 / 8,0	8,8 / 8,3	0,2 / 0,1
2.	8,8 / 7,9	8,7 / 7,4	9,1 / 8,1	0,2 / 0,3
3.	8,3 / 7,8	7,9 / 7,3	8,5 / 8,0	0,1 / 0,1
4.	8,3 / 7,9	8,0 / 7,6	8,4 / 8,2	0,2 / 0,2
5.	8,3 / 7,8	8,0 / 7,3	8,5 / 8,0	0,2 / 0,3
6.	8,4 / 7,9	8,0 / 7,5	9,0 / 8,1	0,4 / 0,2
7.	8,5 / 8,0	8,3 / 7,7	8,7 / 8,2	0,2 / 0,2
8.	8,3 / 7,6	7,7 / 7,3	8,6 / 7,8	0,3 / 0,2
9.	8,1 / 7,8	8,0 / 7,7	8,2 / 7,8	0,1 / 0,0
10.	7,9 / 7,3	7,8 / 7,1	8,1 / 7,5	0,1 / 0,2
11.	8,0 / 7,7	7,6 / 7,7	8,2 / 7,9	0,2 / 0,1
12.	8,5 / 8,1	8,2 / 7,9	8,8 / 8,4	0,2 / 0,2
13.	8,5 / 8,1	8,0 / 7,7	8,8 / 8,3	0,4 / 0,3
14.	8,3 / 7,8	8,1 / 7,7	8,5 / 8,0	0,1 / 0,1
15.	8,3 / 7,8	8,0 / 7,5	9,1 / 8,2	0,3 / 0,3
16.	8,2 / 8,0	8,0 / 7,8	8,5 / 8,4	0,3 / 0,3
17.	8,3 / 7,9	8,1 / 7,6	8,2 / 8,2	0,3 / 0,3
18.	8,3 / 7,5	8,1 / 7,4	8,5 / 7,5	0,2 / 0,0
19.	8,0 / 7,3	7,8 / 7,2	8,1 / 7,3	0,2 / 0,0
20.	8,1 / 7,6	7,7 / 7,3	8,7 / 7,9	0,5 / 0,2
21.	8,4 / 7,6	7,9 / 7,3	8,9 / 7,9	0,4 / 0,3
22.	8,1 / 7,8	7,9 / 7,4	8,4 / 8,2	0,2 / 0,3
23.	7,7 / 6,9	7,6 / 6,7	7,8 / 7,1	0,1 / 0,2
24.	9,7 / 8,7	9,3 / 8,2	10,0 / 9,0	0,4 / 0,4
25.	7,7 / 6,9	7,3 / 6,8	8,0 / 7,1	0,3 / 0,2

talajoknak (10., 23.), illetve a 25. réti talajnak volt. A kicsit magasabb pH-val rendelkező *lúgos* tartományhoz főként olyan csernozjom szelvények tartoztak, amelyek a jelentős karbonáttartalmú feltöltés mellett igen magas karbonáttartalmú, löszös alapkőzettel rendelkező, természetes szinteket is tartalmaztak. Emellett e csoportba sorolhatók azon szelvények is, amelyek ugyan csak feltöltött rétegekből állnak, azonban az egykori feltöltés anyagául szintén igen jelentős karbonáttartalmú anyag szolgáltat.

A KCl-os pH mindenhol alacsonyabb a vizes pH-nál, azonban tendenciálisan megegyezik azzal (8. ábra, 12. szelvény). A savanyodásra való hajlamot jól lehet vizsgálni a vizes és

KCl-os pH különbségéből, mely 1 feletti értéke az adott talaj sérülékenységről, nagyfokú savanyodási hajlamáról tanúskodik. Mintáim közül a 2., 18. 20., 21., 23., 24. szelvény meghaladta, míg néhány szelvény (6., 8., 15.) megközelítette az 1-et. Különösen azokban a

talajszintekben van jele a savanyodási hajlamnak, ahol a karbonáttartalom a kilúgozódás következtében jelentősen lecsökkent (8. ábra, 2. szelvény).



8. ábra: A szelvények pH(H₂O, KCl) tartalma, illetve a vizes és KCl-os pH különbsége

VI.1.9. Az antropogenitást jelző paraméterek

A jelentős átalakító folyamatok következtében Szeged városi talajaiban az eredeti természetes talajokra nem jellemző tulajdonságok, sajátságok jelentek meg. A fentebb tárgyalt diagnosztikai talajparaméterek jelentős része jól indikálja a városi talajok antropogenitását: egyrészt koncentrációjuk megváltozásával, másrészt szelvénybeli eloszlásuk módosulásával (24. táblázat). A magas műterméktartalom, az ingadozó humuszkoncentráció, illetve nitrogéntartalom, a gyenge humuszminőség, a váltakozó karbonáttartalom és ahhoz kapcsolódó pH változás, a módosult fizikai talajféleség mind az emberi befolyás következtében átalakult talajokról árulkodik.

24. táblázat: Az antropogén hatás indikátorai

Fizikai, kémiai alaptulajdonságok	Indikátor: a koncentráció megváltozásával	Indikátor: a szelvény menti eloszlás módosulásával
Műtermék (%)	X	
Fizikai féleség	X	
Humuszkoncentráció (%)		X
Össznitrogéntartalom (%)		X
Humuszminőség	X	
Karbonát (%)		X
pH(H ₂ O), (KCl)		X

A magas műtermékmennyiség a feltöltött szelvényekben figyelhető meg, míg a természetes szelvények egyáltalán nem tartalmaznak műterméket. Azonban a feltöltött rétegek műtermékmennyiségét is alapvetően a feltöltés mennyisége és minősége határozta meg: A minimális mértékű feltöltéssel rendelkező területeken a műtermék mennyisége

rendszerint igen csekély. Ellenben a város azon részein, ahol intenzívebb és főként törmelékből álló feltöltések történtek, jelentős mennyiségű műtermék adódott. Azonban a bolygatott rétegek sem rendelkeznek feltétlenül megemelkedett műtermékmennyiséggel. A műtermékek mennyisége tehát nincs összefüggésben a mintavételi helyszín városon belüli elhelyezkedésével.

A szegedi városi talajok fizikai talajfélesége is jelentős módosulást szenvedett a külterületi, természetes talajokhoz képest: A városi, feltöltött talajok fizikai talajféleségére uralkodóan a homok, a homokos vályog, illetve a vályog jellemző, szemben a természetes talajok agyagos vályog, agyag textúrájával.

A nagyfokú lefedettségből, a magas műterméktartalomból, a fizikai, kémiai degradációból, illetve a szegényes mikrobiális tevékenységből adódó gyenge humusz-képződés alacsony humuszkoncentráció értékeket eredményez e város talajaiban. Alacsony humuszkoncentrációval különösen a belső városrészben levő, lefedett területek bolygatott rétegei rendelkeznek, mivel itt a felső humuszos szintek lenyesődnek a lefedést megelőzően, valamint mert a felszíni lefedettség révén nincs lehetőség a felszíni humuszképződésre. A legtöbb, bolygatott városi szelvény heterogenitását bizonyítja, hogy az alacsony humusztartalmú rétegek közé egy-egy magasabb értékkel rendelkező réteg ékelődik be, mely rapszodikusan ingadozó tendenciát eredményez, szemben a természetes talajszintek adott genetikai típusra jellemző, rendszerint szabályos, felszíntől lefelé csökkenő lefutásával. Továbbá az is megállapítható, hogy a városi talajok alacsony humuszkoncentrációja mellett a természetes talajszintek sem rendelkeznek jelentékeny humusztartalommal.

Az alacsony humuszmennyiség mellett a gyenge humuszminőségből (alacsony K érték) adódó fulvósav dominancia szintén jól indikálja a bolygatott rétegek jelenlétét, szemben az inkább magasabb K értékkel rendelkező, ennek következtében főként jó minőségű huminokat, huminsavakat tartalmazó természetes talajszintekkel.

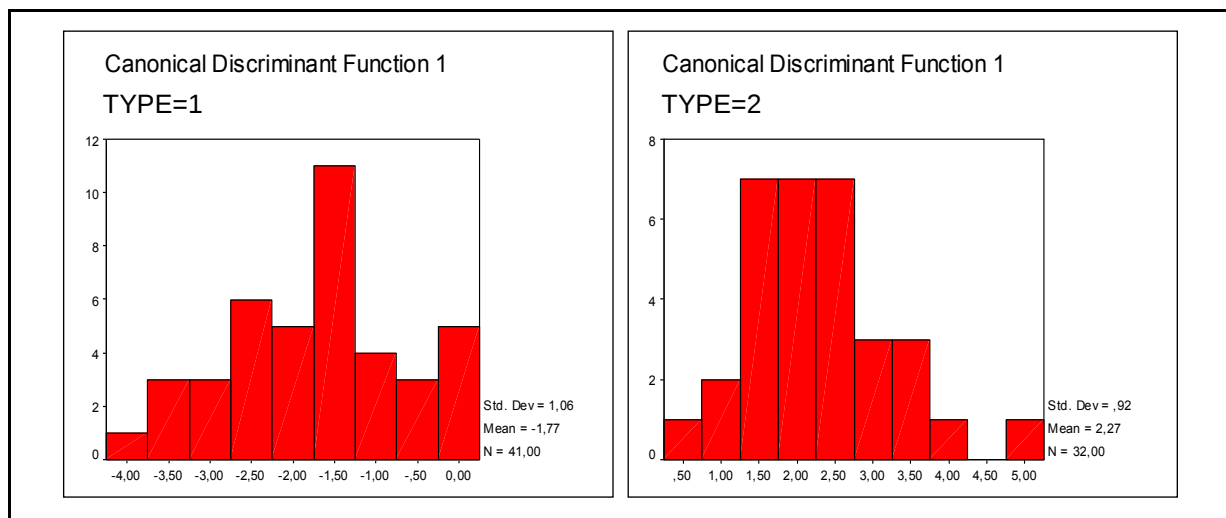
Az összes nitrogéntartalom a humuszkoncentráció értékeknek megfeleltethető: A humuszkoncentrációval megegyező tendenciát mutat, mivel a nitrogén nagy része a humuszhoz kötődik.

A szelvények közepesen meszes, illetve erősen meszes karbonáttartalma nem származtatható kizárólag antropogén forrásból, hiszen a csernozjom talajszinteket is tartalmazó vegyes szelvények esetében az antropogén talajrétegek alapvetően jelentős mésztartalmát a természetes szintek (főként a talajképző kőzet) igen magas karbonáttartalma számottevően megnöveli. A karbonáttal megegyező tendenciát mutat a pH, amely gyengén lúgos, illetve lúgos tartományba sorolható (Puskás, Farsang, 2007b)

VI.2. A természetes és antropogén rétegek elkülönítése geostatistikai módszerekkel

A diagnosztikai tulajdonságok áttekintése után kíváncsúnak tűnt az egyes szelvények szintjeinek antropogén, illetve természetes eredetének elkülönítése a célból, hogy a „vegyes” szelvényekben meghúzhassak egy viszonylag pontos határt a természetes és a mesterséges talajösszlet között, valamint, hogy a kétes genetikájú szelvények esetében eldönthető legyen természetes vagy antropogén eredetük. E cél érdekében a statisztikai módszereket, azon belül is a *diszkriminancia analízist* alkalmaztam.

Adott a kiindulási objektumok két ismert csoportja, amelyeket meghatározott változók jellemeznek. Jelen esetben ezen objektumok a szelvények egyes szintjei (124), melyeket elkülöníthetjük a feltöltött rétegek vagy az eredeti talajszintek csoportjára. Az egykori feltöltés térképek, a helyszíni terepi megfigyelések, illetve az előző fejezetben tárgyalt diagnosztikai tulajdonságok eredményei alapján elkülönítettem a biztosan feltöltésből (41 db), valamint a biztosan természetes talajszintekből (32 db) álló csoportokat. A feltöltött rétegeket 1-es csoportképző változóval, míg az eredeti talajszinteket 2-es csoportképző változóval jelöltem, a bizonytalan eredetű szintek az „ungrouped” jelzõt kapták.



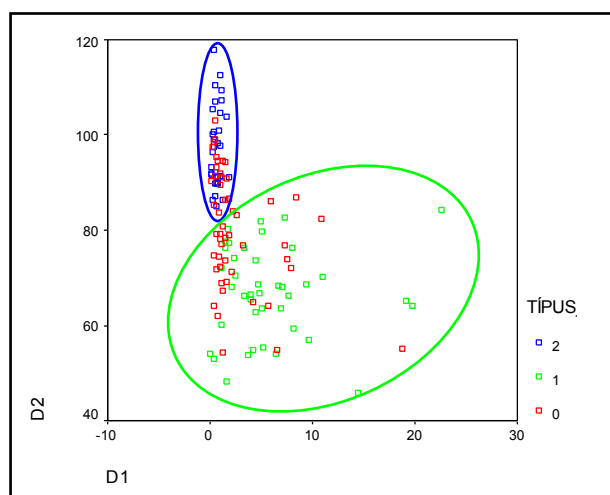
9. ábra: Az 1-es (feltöltött talaj) és a 2-es (eredeti talaj) típusú szintek jellemző diszkriminancia függvényértékei

Példaként három szelvény szintjeinek besorolását láthatjuk a 26. táblázatban, a további szelvények szintjeinek besorolása a 3. sz. mellékletben található. A feldolgozott huszonöt szelvény közül a biztosan természetes eredetű 16. homok szelvény szintjeit kizártam a statisztikai elemzésből, mivel zavart keltettek a besoroláskor azáltal, hogy az antropogén

talajok közé sorolódtak az alacsonyabb karbonáttartalmuknak és durva fizikai féleségüknek köszönhetően.

A többdimenziós normális eloszlású, kvantitatív adatokat tartalmazó prediktor (előrejelző, független) változók esetünkben az egyes szintekhez tartozó diagnosztikai tulajdonságok (műtermék-, karbonáttartalom, pH, humuszkoncentráció, humuszminőség, összesótartalom, nitrogénkoncentráció, fizikai féleség) értékei. A prediktor változók lineáris kombinációja, az ún. diszkriminancia függvény ($-0,33 \times \text{műtermék} - 0,59 \times \text{humusz} + 1,08 \times \text{CaCO}_3 + 1,49 \times \text{kötöttség}$) alapján a bizonytalan eredetű talajszintek a megfelelő csoportba kerültek besorolásra. Az egyes szintekre jellemző műtermék, karbonát, kötöttség, illetve humuszkoncentráció mutatja a két csoport közötti legnagyobb különbséget. Az 1-es csoport függvényértékei 0-nál kisebbek, míg a 2-es csoport függvényértékei 0,5-nél nagyobbak (9. ábra).

A diszkriminancia függvény azonos előjelű együtthatói alapján megszerkeszthető a diszkriminancia diagram (x tengelye = $+ 0,33 \times \text{műtermék} + 0,59 \times \text{humuszkoncentráció}$ illetve y tengelye = $+ 1,08 \times \text{CaCO}_3 + 1,19 \times \text{kötöttség}$), melyen két különálló pontfelhőt különíthetünk el: az egyikben a feltöltésekből álló rétegeket tartalmazó 1-es csoport, a másikban a természetes talajszinteket tömörítő 2-es csoport foglal helyet. A két csoport körül pedig a besorolt szintek tömörülnek. A természetes talajszintek egy zártabb csoportot alkotnak szemben a feltöltött rétegek erősen szóródó csoportjával (10. ábra).



10. ábra: Diszkriminancia diagram

A 25. táblázat alátámasztja a két elkülönült csoport diagnosztikai tulajdonságai között fennálló, már az előző alfejezetben is tárgyalt különbségeket. A műtermék átlagértéke

egyértelműen az 1-es típusú, feltöltött talajrétegekben volt számottevő (15,2 %), míg a 2-es típusú, természetes szintek igen csekély mennyiségben tartalmaztak ilyen paramétert (0,2 %). Az 1-es típusú talajrétegek fizikai féleségére a homok, homokos vályog, vályog a leginkább jellemző, addig a 2-es típusú talajszintekben az agyagos vályog, agyag az uralkodó. A humusz átlagértéke alapvetően mindkét csoportnál alacsony, azonban az 1-es típusnál valamivel magasabb (1,5 %) átlagérték született, mint a 2-es típusban (1,0 %). Ez a feltöltés heterogenitásával magyarázható, hiszen az alapvetően alacsony humuszkoncentrációval rendelkező feltöltött rétegek között előfordulnak kiemelkedő humuszmennyiséggel bíró feltöltött rétegek is, melyek nyilvánvalóan megemelik az átlagértéket. A humuszminőséget jelző humuszstabilitási koefficiens átlagértékek alapján egyértelmű, hogy a feltöltött rétegek csoportjára az igen gyenge minőségű (átlag=1,9) fulvósavak dominanciája a jellemző, szemben a természetes talajrétegek humin, huminsav túlsúlyából adódó jobb humuszminőségével (átlag=5,9). Az antropogén talajokban valamivel magasabb nitrogénátlagérték korrelál a humuszkoncentráció átlagértékkel, amely a nitrogén szervesanyaghoz való erős kötődésével indokolható.

25. táblázat: Az egyes diagnosztikai tulajdonságok statisztikai értékelése

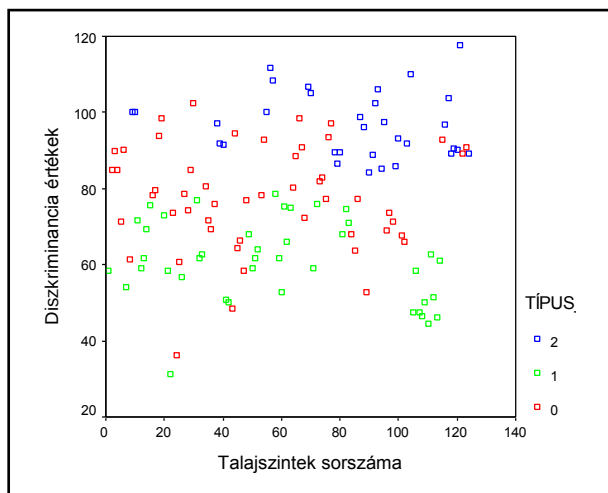
Típus	Diagnosztikai tulajdonságok	Átlag	Szórás
1,00	MÜTERMÉK	15,2	15,7
	HUMUSZ	1,5	0,9
	CACO ₃	9,4	5,4
	PH(H ₂ O)	8,2	0,2
	PH(KCl)	7,8	0,2
	NITROGÉN	0,05	0
	K ÉRTÉK	1,9	2,8
	KÖTÖTTSÉG	38	6,3
	ÖSSZSÓ	0,04	0
2,00	MÜTERMÉK	0,2	0,9
	HUMUSZ	1,0	0,6
	CACO ₃	17,8	14,2
	PH(H ₂ O)	8,5	0,6
	PH(KCl)	7,8	0,5
	NITROGÉN	0,04	0
	K ÉRTÉK	5,9	7
	KÖTÖTTSÉG	52,5	11,8
	ÖSSZSÓ	0,07	0,1

26. táblázat: Néhány szelvény színjeinek/rétegeinek csoportosítása

Szint	Mélység (cm)	Előrejelzett csoportok	Besorolt csoportok	Diszkriminancia értékek
15/1	0-20	1	1	-1,785
15/2	20-25	1	1	-,033
15/3	25-40	1	1	-,747
15/4	40-60	ungrouped	1	-1,152
15/5	60-70	ungrouped	1	-,972
15/6	70-90	ungrouped	1	-,147
15/7	90-120	2	2	2,574
15/8	120-200	2	2	2,476
20/1	0-15	ungrouped	1	-2,421
20/2	15-45	ungrouped	1	-,435
20/3	45-70	ungrouped	1	-,485
20/4	70-100	2	2	1,310
20/5	100-135	2	2	2,175
23/1	0-20	ungrouped	2	1,080
23/2	20-55	2	2	2,024
23/3	55-95	2	2	2,747
23/4	95-120	2	2	1,706

A karbonáttartalom átlagértékei alapvetően a természetes talajszintek csoportjában magasabbak (17,8 %), mely a természetes szintek igen magas karbonáttartalmával magyarázható. Emellett elmondható, hogy az antropogén rétegek is számottevő karbonát-mennyiséggel (9,4 %) rendelkeztek, különösen a nagy mennyiségű, magas karbonáttartalmú műtermékekkel rendelkező rétegek esetében. A vizes illetve KCl-os pH, valamint az összsó átlaga közel azonos mindkét csoportban.

A 11. ábrán nyomon követhetjük az egyes szintek függvényértékeinek alakulását. Az x tengelyen a talajszintek sorszáma, míg az y tengelyen az egyes szintekhez tartozó diszkriminancia értékek láthatók.



11. ábra: Az egyes talajszintek diszkriminancia értékük függvényében

Az 1-es és a 2-es csoport elemei élesen elkülönülnek egymástól: A 2-es csoport elemei szűkebb sávban (85 és 120 között) tömörödő diszkriminancia értékekkel rendelkeznek, mely az egyes talajszintek tulajdonságainak nagyfokú hasonlóságára, homogénebb voltára enged következtetni. Ellenben az 1-es csoport elemeinek diszkriminancia értékei szélesebb sávban (30 és 80 között) húzódnak. Következésképpen e rétegek tulajdonságaiban a nagyobb mértékű különbség, heterogénebb jelleg az uralkodó. A két csoport határán húzható egy „képzeletbeli” egyenes, amely mentén az „ungrouped” jelzővel ellátott szintek besorolódtak a fentebb tárgyalt két csoportba.

27. táblázat: A klasszifikáció tanításának sikeressége

	Előrejelzett csoport tagság		Összesen
TÍPUS	1	2	
1,00	41	0	41
2,00	0	32	32
Bizonytalan esetek	28	23	51
1,00	100,0 %	0,0 %	100,0 %
2,00	0,0 %	100,0 %	100,0 %
Bizonytalan esetek	54,9 %	45,1 %	100,0 %

A besorolás eredményessége 100 %-os, az 51 bizonytalan eredetű talajmintából 28 az 1-es, 23 a 2-es kategóriába esett (27. táblázat). A besorolás talajtani jelentősége abban áll, hogy a „vegyes” szelvényeknél meghúzható egy határ az antropogén és a természetes talajösszlet

között, valamint az ismeretlen genetikájú szelvények/szintek besorolhatók az antropogén vagy a természetes képződmények csoportjába. Természetesen előfordultak olyan rétegek is, amelyekről a feltöltéstérképek, illetve a diagnosztikai tulajdonságok alapján előzőleg megállapítottam, hogy az adott réteg biztosan feltöltésből származik, annak ellenére, hogy a statisztikai elemzés a természetes szintek csoportjába sorolta. Ez azzal magyarázható, hogy az egykori feltöltött rétegnek elegendő ideje és megfelelő talajtani feltételei voltak egy olyan talajosodási folyamat beindulásához, mely eredményeképpen talajparaméterei a természetes talajszintek tulajdonságai felé tolódtak el, és mára e rétegek természetesebb „külsőt” öltöttek.

Összességében elmondható, hogy a geostatistikai vizsgálatok is alátámasztják az V.1. fejezetben tárgyalt diagnosztikai talajtulajdonságok jelentőségét a városi talajok vizsgálatában. Diszkriminancia analízis során megtörtént a biztosan természetes és biztosan antropogén szintek csoportjának elkülönítése, valamint az ismeretlen szintek besorolása e két csoportba. Megbizonyosodhattam afelől, hogy az egyes szelvények szintjei természetesek-e, avagy feltöltésből származtathatóak, illetve ezt követően a „vegyes” szelvényekben elhatárolhattam a természetes és antropogén talajösszleteket. A diagnosztikai tulajdonságok értékelésére, statisztikai elemzésére alapozva az emberi befolyásoltság alapján jól elkülöníthető Szeged és környékének három fő talajtípusa:

- Az ember által *kevésbé*, illetve *mérsékelt* *befolyásolt* szelvények csoportjába az alábbi szelvényeket sorolhattam:
 - a külterületi, eredeti genetikai típussal rendelkező természetes szelvények (16., 17., 18., 19., 24., 25.) diagnosztikai tulajdonságai alig változtak, ezáltal az eredeti genetikai talajtípust hűen tükrözik. A statisztikai elemzés során talajszintjeik kivétel nélkül a 2-es csoportba sorolódtak.
 - bizonyos talajszelvények (20., 21., 23.) diagnosztikai tulajdonságaiban már néminemű módosulást fedeztem fel: Ezen szelvények a város azon részéről származnak, amelyeket a feltöltés már nem érintett. Következésképpen szinte teljes egészében megőrizték eredeti jellegüket, de kiskertek révén aktív mezőgazdasági tevékenységgel bírnak. Mindezek hatást gyakorolnak bizonyos talajtani paraméterekre (pl.: humuszkoncentráció, talajszerkezet stb.), mely következtében felső egy-két rétegük általában az 1-es, míg a szintjeik többsége a természetes eredetű 2-es csoportba kerültek.
- Az *erősebben módosított* városi talajok közé tartoznak a „vegyes” szelvények, melyek az emberi befolyásoltság szempontjából két csoportra oszthatók: E szelvények között egyrészt vannak olyanok (7., 10., 14.), amelyek esetében a természetes talajszintek felett

elhelyezkedő felszíni lefedettség jelenti az antropogén beavatkozást. Ezeknél a borítás alatti talajszintek (kivétel a közvetlenül a felszíni lefedettség alatti szint, mely gyakran már antropogén tulajdonságokkal van felruházva) a 2-es csoportba sorolódtak be. Másrészt a „vegyes” szelvények másik felénél (2., 3., 12., 15.) az eredeti szintek felett elhelyezkedő oly gyakran jelentős műterméktartalommal rendelkező feltöltött rétegek utalnak a bolygatásra. Az előbbi esetben az eredeti szelvény tulajdonképpen teljesen ép, míg az utóbbi szelvények esetében néhány eltemetett eredeti szint és jelentős mennyiségű új anyag együttes jelenléte a jellemző. A feltöltött rétegek diagnosztikai paraméterei már nagyfokú módosulást szenvedtek. A szelvények felső rétegei a statisztikai elemzés során antropogén eredetűnek minősültek, azonban mindegyik szelvény rendelkezik természetes eredetű szinttel is. A talajosodás előrehaladtával a szelvényeknél egyre elmosódottabban jelölhető ki a különböző eredetű összlet határa, ezért itt igen fontos volt egy viszonylag pontos határvonal megadása.

- A fennmaradó talajszelvények (1., 4., 5., 6., 8., 9., 11., 13., 22.) pedig az igen intenzív antropogén beavatkozás következtében az *átalakított* talajok közé tartoznak: teljes egészében feltöltött, sajátos karakterisztikával rendelkező rétegekből álló, rendszerint felszíni lefedettséggel rendelkező talajok ezek, melyek eredeti, természetes talajtípusa egyáltalán nem ismerhető fel. Következésképpen rétegeik az 1-es típusú, antropogén eredetű csoportba sorolódtak (Puskás, Farsang, 2008b).

VI.3. A szegedi talajok nehézfém tartalmának vizsgálata

Az alap tulajdonságok értékelését, statisztikai elemzését követően elengedhetetlen az emberi hatást kiválóan jelző, tipikus városi szennyezőanyagok, a nehézfémek vizsgálata. A fémek meghatározása a szelvények melletti feltalajokból, illetve néhány kiválasztott antropogén szelvény rétegeiből történt. E vizsgálattal kapcsolatos célkitűzéseim a következők:

- elkülöníteni a kiválasztott fémek litogén, illetve antropogén eredetét;
- feltárni a fémek térbeli eloszlását;
- vizsgálni a fémek szelvény menti eloszlását;
- a feltalajokban mért, a B szennyezettségi határértéket meghaladó fémtartalom alapján a „Toxic” (FAO et al., 2006) jellegű szelvényeket elkülöníteni.

VI.3.1. A vizsgált nehézfémek a feltalajokban

A városi talajokat vizsgálva kulcskérdésként fogalmazódik meg e talajokban levő fémek eredete, amely elkülönítésére a Rosenkranz-féle (1991) feldúsulási faktort (FF) alkalmaztam. E szerint a talajok finom (2 mm alatt), illetve a durva vázrész (2 mm felett) tartalmának nehézfém-koncentrációjából következtetni lehet a fémek antropogén, illetve litogén eredetére.

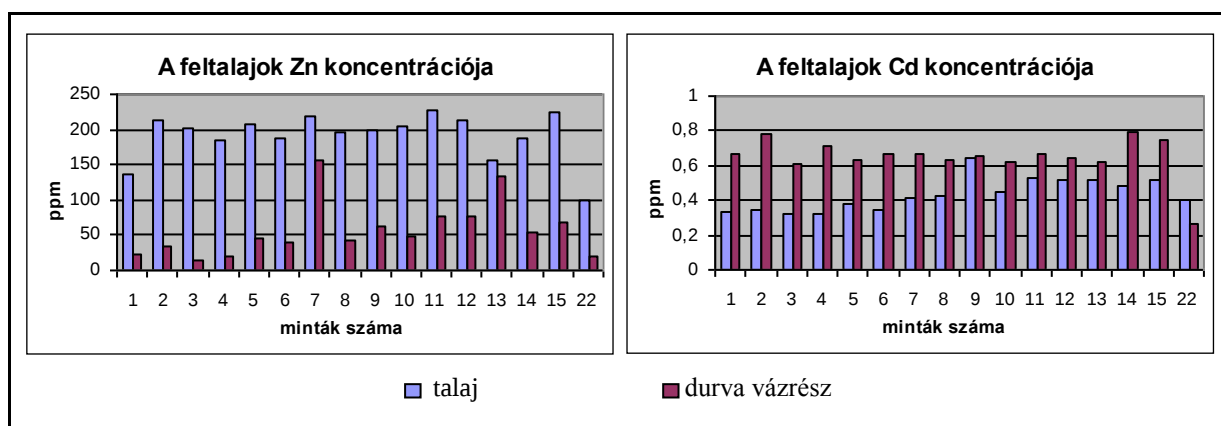
28. táblázat: A feltalajokban mért fémek FF értékei

Szelvény-szám	FF(Co)	FF(Cd)	FF(Cr)	FF(Ni)	FF(Pb)	FF(Zn)	FF(Cu)
1.	0,3	0,5	1,1	1,4	7,8	6,0	4,9
2.	0,2	0,4	1,4	2,8	2,2	6,3	7,3
3.	0,8	0,5	1,8	3,0	68,4	15,4	14,9
4.	0,0	0,5	0,8	5,8	3,1	9,4	3,5
5.	1,2	0,6	0,6	0,9	3,6	4,7	4,2
6.	0,8	0,5	1,0	1,1	0,7	4,6	2,7
7.	0,3	0,6	0,8	1,4	1,2	1,4	1,6
8.	0,7	0,7	0,8	0,9	2,8	4,6	1,7
9.	3,2	0,9	0,8	0,6	1,6	3,2	0,8
10.	0,5	0,7	1,3	1,3	2,3	4,3	0,4
11.	0,5	0,8	0,2	1,3	2,6	3,0	0,1
12.	0,6	0,8	1,0	1,6	3,9	2,8	1,9
13.	0,7	0,8	1,3	1,6	1,7	1,2	1,6
14.	0,3	0,6	1,3	2,3	1,3	3,4	1,4
15.	1,1	0,7	1,0	1,6	1,2	3,3	0,9
22.	2,1	1,5	4,4	3,1	11,6	4,9	3,8
Átlag	0,8	0,7	1,2	1,9	7,2	4,9	3,2
Maximum	3,2	1,5	4,4	5,8	68,4	15,4	14,9
Minimum	0,0	0,4	0,2	0,6	0,7	1,2	0,1

Ha a talaj és a durva vázrész elem tartalmának hányadosa, a feldúsulási faktor 1 körüli vagy az alatti, akkor az elem tartalom a kiindulási alapkőzet elem tartalmára vezethető vissza. Ez esetben az antropogén eredetet ki lehet zárni. Ellenben az 1 feletti FF értékek főként a külső, antropogén forrásból történő elem dúsulásra engednek következtetni (Hindel, Fleige, 1989). A fémeredet elkülönítésére azon feltalajoknál

volt lehetőség, amelyek rendelkeztek elegendő mennyiségű durva vázrésszel. Következésképpen, durva vázrész hiányában kilenc szelvény - különösen a kevésbé antropogén szelvények (pl.: 16., 17., 18., 19. stb.) - feltalajának nem történhetett meg az FF meghatározása. Azonban a maradék 16 feltalaj FF értékei alapján is jól megfigyelhető, hogy

az FF(Zn) az összes mintánál, az FF(Pb) pedig egy minta kivételével minden mintánál meghaladta az 1-et. Továbbá az FF(Cu) és az FF(Ni) a minták nagyrésznél szintén 1-et meghaladó értéket mutattak. Mindezek alapján megállapítható, hogy a Cu, Ni, Pb, Zn esetében az FF értékek zöme túllépte az 1-et, ami ezen fémek antropogén eredetére vall. Ezzel szemben a Cr, Co, Cd-ra vonatkozó 1 alatti vagy a körüli FF értékek a litogén eredetre engednek következtetni (28. táblázat). A két eredet elkülönülését jól bemutatja a 12. ábra, melyen a litogén és az antropogén fémek egy-egy tipikus képviselőjét látjuk: a Cd előnyben részesíti a durva vázrészben való felhalmozódást, szemben a Zn-kel, amely legnagyobb mennyiségben a földes részben dúsul fel.



12. ábra: A feltalajok talajfrakciójának és durva vázrészének fémkoncentrációja

Kiemelendő az igen nagy forgalmat lebonyolító Rókusi körút közvetlen közeléből származó 3. szelvény melletti feltalaj, hiszen az antropogén fémeknek FF értékei sokszorta meghaladták az 1-et, amely e fémek igen erős antropogén eredetére utal. E mintának köszönhetően jelentősen megemelkednek az antropogén fémek 1-et amúgy is meghaladó FF átlagértékei (1,9-7,2), míg a litogén eredetű fémek átlagértékei 0,7-1,2 között váltakoznak. A minimum, maximum értéket áttekintve megfigyelhető, hogy az antropogén fémeknél is előfordul egy-egy alacsonyabb érték, de a geogén eredetű fémek esetében is észlelhető néhány 1-et meghaladó FF érték. Összességében azonban elmondható, hogy azokban a feltalajokban adódott 1-et többszörösen meghaladó FF érték, amelyek igen forgalmas csomópontok, sugárutak, körutak közvetlen közeléből származnak. Ellenben a kevésbé intenzív közlekedésű (pl.: 12., 13., 14.), vagy a forgalmas, de a közlekedés terhelő hatását felfogó, kellően növényesített mintavételi helyszíneken (pl.: 6.) alacsonyabb FF értékek adódtak, melyek a fémek gyengébb antropogén eredetére engednek következtetni.

A fémek eredetének elkülönítése mellett fontos a vizsgált fémek mennyiségi értékelése is.

A megkapott fémértékeimet elsősorban a hatályos rendeletben¹ megfogalmazott B szennyezettségi határértékkel (az a szennyezőanyag koncentrációt, melyet meghaladó érték esetén a talaj szennyezettnek tekinthető) vettem össze, és ennek megfelelően értékeltem (29. táblázat). A szegedi talajok szennyezettsége a vizsgált hét fém alapján változatos képet mutat:

A **kobalt** volt az egyetlen olyan elem, amely Szeged egész területén nem haladta meg a megengedett határértéket, sőt meg sem közelítette azt.

Ezt követően az ólom és a kadmium emelhető ki, melyek csak egy-egy ízben lépték túl a küszöbértéket: A városi szelvények esetében az alacsony **kadmium**koncentráció a csekély számú ipari kibocsátásnak köszönhetően, főként a gépkocsik gumibroncsának kopásából, illetve a kipufogógázból kerülhetett a talajba, de csak kis mennyiségben. Ellenben, a foszfátműtrágyák, szerves trágyák fokozott alkalmazásával magyarázható a 23. minta határértéket meghaladó, valamint a 20., 21. minták határértéket megközelítő kadmiumkoncentrációja, hiszen a foszfát műtrágyák átlagosan 0,1-170 mg/kg, a szerves trágyák 0,3-1,8 mg/kg kadmiumot tartalmaznak (Csathó, 1994; Kádár, 1995). Mindhárom mintavételi helyszín a város periférikus részén elhelyezkedő aktívan művelt, intenzíven műtrágyázott kiskert.

A városi szelvények határérték alatti **ólomszintje** az ólommentes benzin használatával indokolható, hiszen a belváros területén számos feltalaj közvetlenül a forgalmasabb utak mellől származik, de a határértéket meg sem közelítik. Kivételt képez a 11. minta, mely a régóta igen nagy forgalmat lebonyolító Mars téri pályaudvar mellől származik, ahol e fém 35,9 %-kal túllépte a mindekori határértéket. Természetesen a legalacsonyabb ólomértékeket a városi szennyeződésektől mentesebb, természetes genetikai talajtípusokkal rendelkező háttérterületeken (pl.: 16., 17., 20., 21.) kaptam.

A **réz**ről megállapítható, hogy a város területén, különösen a forgalmas utak mentén halmozódott fel jelentősebben, bár a szennyezettségi küszöbértéket itt csak egy esetben (7.) haladta meg, mely toxikus koncentráció a gépjárműfékek és az elektromos rendszerek kopására vezethető vissza. Másrészt a mezőgazdasági területeken (pl.: 19., 20.) (kiskertek, szántók illetve a körülöttük levő mélyedések) is magasabb, de - egy kivétellel (23. minta) - határértéket nem meghaladó koncentrációk adódtak. A 23. minta (kiskert) toxikus rézmennyisége feltehetően a kiskertekben alkalmazott réztartalmú növényvédő és termésfokozó szerekből származhat.

¹ 10/2000. (VI. 2) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelet (A felszín alatti víz és a földtani közeg védelméhez szükséges határértékről)

A **nikkel** nagyrészt, a **króm** kizárólag a város peremterületein levő mezőgazdasági területek feltalajaiban (pl.: 18., 19., 23. stb.) haladta meg a B küszöbértéket. A közlekedés eredetű - főként a járművek fékbetéteinek és a súrlódó felületek kopásából származó - **cink** pedig nyolc, nagy forgalmat lebonyolító mintavételi helyszínen (pl.: 2., 3., 5. stb.) rendelkezett toxikus értékekkel.

Az összes feltalaj közül kiemelendő a kiskertes művelés alatt álló **23. minta**, mely négy fém esetében is határértéket meghaladó koncentrációval rendelkezett. A forgalmasabb utak nagyobb távolsága miatt a közlekedési eredetű e mintavételi helyszínen nem valószínű. Azonban a magas fémkoncentrációkért sokkal inkább okolható a területen zajló aktív

29. táblázat: A feltalajok nehézfém koncentrációjának összevetése a B szennyezettségi határértékkel illetve a „Toxic” jelleg megállapítása

	Co	Cr	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Utótag minősítő
B érték	30	75	1	100	200	75	40	
1.	2,2	43,9	0,3	52,1	136,8	35,8	29,4	
2.	2,2	69,2	0,3	39,5	211,9	57,4	43,7	Toxic
3.	3	57,7	0,3	44,8	202,5	47,4	38	Toxic
4.	0,2	47,9	0,3	22,7	185,1	35,9	30,4	
5.	3,5	40,8	0,4	43,4	207,6	53,3	24	Toxic
6.	3,6	44	0,3	36	187,8	40,1	33,5	
7.	3,5	48,4	0,4	36,6	219	88,2	35	Toxic
8.	5	54	0,4	32,3	195,9	68,6	28,3	
9.	8,5	53,3	0,6	32,2	199,7	27,9	16,6	
10.	1,5	56,2	0,4	34,9	205,1	35,2	33,9	Toxic
11.	2,5	67,1	0,5	135,9	227,8	51,7	29,3	Toxic
12.	5,7	52,9	0,5	54,1	212,7	36,1	35,9	Toxic
13.	4,6	62,2	0,5	53,8	155,5	33,7	40	
14.	3	54,5	0,5	23,3	187,4	25,7	33,9	
15.	5	51,9	0,5	44,6	225,2	27,2	31,1	Toxic
16.	2,3	17,0	0,3	1,1	27,2	18,0	6,8	
17.	5,7	26,7	0,6	7,22	38,6	14,5	14,8	
18.	12,9	79,7	0,6	25,1	102,0	41,9	46,3	Toxic
19.	19,1	90,0	0,8	35,6	125,4	61,6	58,4	Toxic
20.	6,7	41,2	0,9	16,0	122,5	58,0	23,0	
21.	9,2	51,6	0,9	15,0	87,3	45,1	29,6	
22.	9,2	50,6	0,4	61,8	100,3	29,8	28,0	
23.	16,2	84,7	1,1	57,4	184,9	86,1	52,3	Toxic
24.	8,0	46,5	0,4	15,5	60,0	31,9	25,2	
25.	17,2	84,2	0,7	24,0	110,9	51,9	53,8	Toxic

mezőgazdaság, mely során a kadmium, a nikkel, a réz és a króm nagyobbik hányada a trágyázásra használt szennyvíziszap, a komposzt, a szerves trágya, valamint a foszforműtrágyák révén kerülhetett e talajba (Alloway, 1990).

A feltalaj megemelkedett fémkoncentrációját a fémek talajbeli mobilitását befolyásoló tényezők (fizikai féleség, humuszkoncentráció, pH) is módosíthatják (Szabó, 1996). Mivel e mintavételi helyszín talaja agyag, nehézaggyag fizikai féleséggel rendelkező humuszos öntéstalaj, így a nagy fajlagos felülettel bíró agyag-ásványok felületén igen nagyszámú nehézfém képes megkötődni. Emellett e feltalaj közepes (2,4 %) humusz-

tartalmának köszönhetően a nagy, reverzibilis adszorpciós kapacitású humuszmolekulák negatív töltésű helyein szintén jelentős mennyiségű fémkation tud megkötődni. Végül a feltalaj gyengén lúgos kémhatása (pH=7,5-7,8) is mérsékeli, és gátolja a fémek mobilitását, mivel a kadmium és a cink mérsékelten mobilis, míg a réz, az ólom és a nikkel pedig gyengén mobilis az ilyen kémhatású közegben. Ugyanezek érvényesek a többi agyagos, nehézaggyagos fizikai féleséggel rendelkező feltalajokra (18., 19., 25.), melyek két fém esetében haladták

meg a határértéket. Ellenpéldaként felhozható a szintén mezőgazdasági művelés alatt álló, külterületi 16. feltalaj, amely az összes feltalaj közül a legalacsonyabb fémkoncentrációval rendelkező mindegyik fém esetében. Mindez - a gyenge antropogén terhelésen túl - e feltalaj igen alacsony szervesanyag tartalmával (0,45 %), valamint homokos fizikai féleségével magyarázható, mely paraméterek gyengítik e feltalaj toxikus elemmegkötő képességét.

A belvárosi talajminták nagy része legalább egy fém (főként a cink) esetében túllépte a határértéket. Ezen minták közül a 2., 7., 11. mintákat lehet kiemelni, melyek két antropogén fémnél is toxikus koncentrációt értek el. Ezek a mintavételi pontok régóta nagy forgalmat lebonyolító közlekedési csomópontok közvetlen közeléből származnak, ahol nincs olyan természetes vagy mesterséges létesítmény (pl.: fasor, épületek), mely leárnyékolná ezen fémek hatását.

A szegedi talajokban mért elemtartalmakat összehasonlítottam számos egyéb referencia-értékkel is (30. táblázat).

30. táblázat: Szeged város talajának nehézfém szennyezettsége (ppm)

	Co	Cr	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni
Városi talajok átlagos nehézfém tartalma (0-10 cm) ¹	-	20	0,48	37,3	66	16,6	-
Antropogén terheléstől mentes talajok átlagos nehézfém tartalma ²	-	5 -100	0,1-0,5	2 - 60	10 - 80	2 - 40	5 -50
Szennyezettségi határérték (B)	30	75	1	100	200	75	40
Szegedi városi talajok átlagos nehézfém tartalma	6,4	55,1	0,5	37,8	156,8	44,1	32,8
Szegedi városi talajok maximális nehézfém tartalma	19,1	90	1,1	135,9	227,8	88,2	58,4
Szegedi városi talajok minimális nehézfém tartalma	0,2	17	0,3	1,1	27,2	14,5	6,8

¹ Fiedler, Rösler 1993, Farsang 2001.

² Brümmer et al. 1991, Farsang 2001.

A szegedi talajok átlagos fémtartalmait a - már előzőekben említett - B szennyezettségi értékhez viszonyítva megállapítható, hogy egyetlen fém átlagértéke sem haladta meg e határértéket.

Ha a városi talajok átlagos nehézfém tartalmához (Fiedler, Rösler, 1993; Farsang, 2001) hasonlítjuk a szegedi feltalajok átlagos fémkoncentrációit, akkor azonban azt látjuk, hogy az ólom, a kadmium ugyan megfelel ezen értékeknek, ellenben a króm, a réz és különösen a cink jóval meghaladja azokat.

Az antropogén terheléstől mentes talajokra vonatkozó értékeket (Brümmer et al., 1991; Farsang, 2001) a mért koncentrációimmal összevetve az állapítható meg, hogy Szeged talajainak réz- és cinkterheltsége jelentős, míg a króm-, a kadmium-, a nikkel- és az ólomkoncentráció értékei e határértéken belül maradnak.

Összességében elmondható, hogy a vizsgált fémek közül a főbb közlekedési vonalakon fekvő, jelentős forgalommal rendelkező városi talajok esetében a cink, a réz terheltsége, míg a városszéli kiskertek és a városkörnyéki mezőgazdasági területek talajaiban a nikkel, a króm szennyezettsége tűnik a legjelentősebbnek.

Mindezek mellett e fejezet végső célkitűzése az volt, hogy a szelvények WRB(2006) rendszerébe történő besoroláshoz megadjam, hogy mely szelvények jogosultak a „Toxic” utótag viselésére. A WRB(2006) szerint akkor beszélhetünk „Toxic” szelvényről, ha a talajszelvény felső 50 centiméterén belül találunk egy olyan réteget, amely szerves vagy szervetlen anyagok toxikus koncentrációjával rendelkezik. A mennyiségi értékelést követően azok a szelvények kapták meg a WRB(2006)-ben szereplő „Toxic” utótag minősítőt, amelyek feltalaja legalább egy fém esetében határértéket túllépő koncentrációval rendelkezett (29. táblázat).

VI.3.2. A vizsgált nehézfémek szelvény menti eloszlása

A nehézfém-koncentráció, illetve FF faktorának meghatározása - a feltalajok vizsgálata mellett - három olyan teljes egészében antropogén szelvényben (4., 6., 9.) is megtörtént, melyek minden egyes rétege rendelkezett a vizsgálathoz szükséges mennyiségű durva vázrésszel. A szelvények egyes rétegeinek FF értékét a 31. táblázat mutatja be.

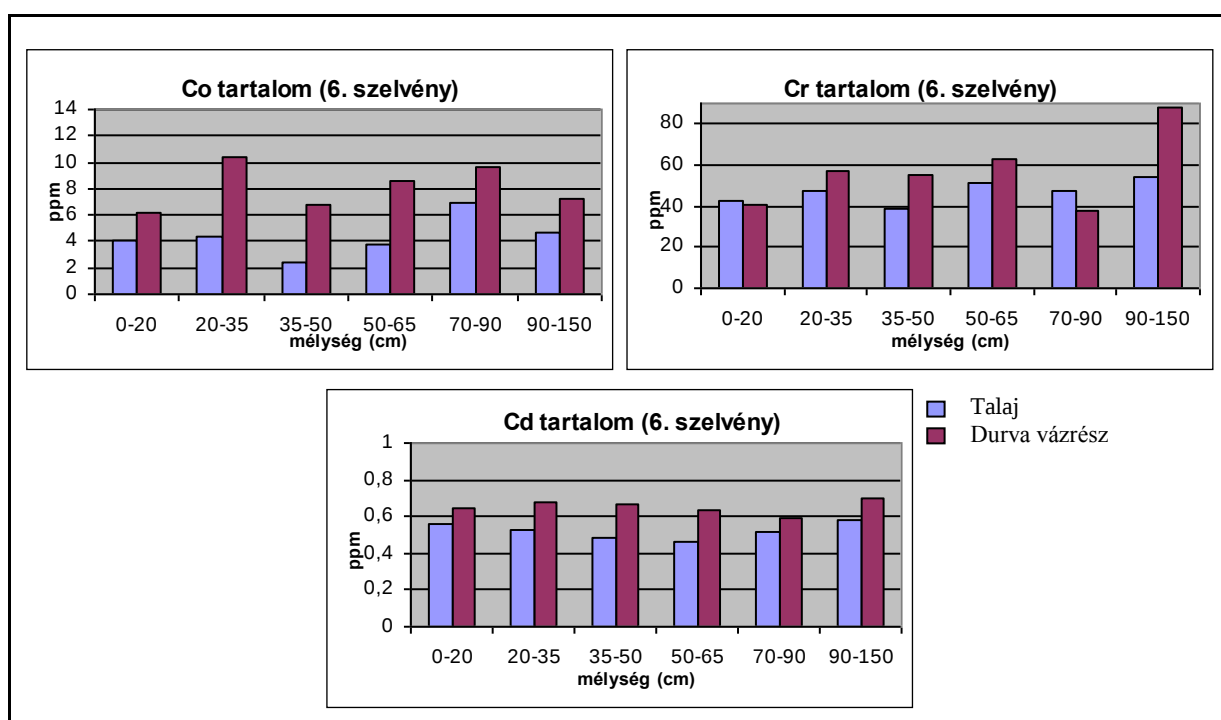
31. táblázat: A kiválasztott szelvények rétegenkénti FF értéke

Szelvényszám	Mélység (cm)	FF(Co)	FF(Cd)	FF(Cr)	FF(Ni)	FF(Pb)	FF(Zn)	FF(Cu)
6. szelvény	0-20	0,7	0,9	1,0	1,2	0,9	2,3	1,5
	20-35	0,4	0,8	0,8	1,2	2,8	2	1,4
	35-50	0,4	0,7	0,7	1,0	2,1	1,9	0,6
	50-65	0,4	0,7	0,8	1,2	7,8	1,5	2,4
	70-90	0,7	0,9	1,3	2,8	2,3	1,9	0,8
	90-150	0,6	0,8	0,6	1,5	2,6	2,1	1,9
4. szelvény	0-10	1,1	1,1	1,1	1,0	0,3	1,8	1,5
	10-25	0,2	1,0	0,5	0,5	1,6	1,2	0,9
	25-40	0,1	1,0	0,8	0,9	1,3	1,4	1,5
	40-60	1,1	0,8	2,1	3,5	2,4	1,6	1,2
	60-80	0,5	0,8	1,2	1,3	5,2	3,7	1,5
	80-100	2,2	0,9	2,6	15,4	6,6	6,3	4,3
9. szelvény	35-65	1,9	1,1	2,2	1,9	2,1	2,3	3,8
	65-95	1,0	1,0	1,1	1,7	1,8	2,1	1,9
	95-125	1,6	1,1	1,1	1,0	1,7	2,1	1,3
	125-155	1,7	1,0	1,2	1,1	2,0	2,3	1,8

A vizsgált szelvényekről - a feltalajokhoz hasonlóan - elmondható, hogy az egyes rétegeik FF(Co), FF(Cd) és FF(Cr) értékei 1 alattiak vagy a körüliek voltak, vagyis litogén eredetűek. Ellenben az egyes rétegek FF(Zn), FF(Cu) és FF(Pb) értékei jóval meghaladták az 1-et. Külön kiemelendő az FF(Zn), mely mindhárom szelvény összes rétegében messze túllépte az 1-et, vagyis e fém antropogén eredete a legerősebb. A rétegek többségének 1 feletti FF(Ni) értékei a nikkelt szintén az antropogén eredethez sorolják.

A három szelvény közül példaként a 6. szelvény került bemutatásra, melynél szintén jól érzékelhető a két csoport elkülönülése: a litogén eredetű fémek (Co, Cr, Cd) a durva frakcióban (> 2 mm) dominálnak (13. ábra), szemben az antropogén eredetű fémekkel (Cu, Ni, Pb, Zn), amelyek a finom frakcióban (< 2 mm) vannak túlsúlyban (14. ábra).

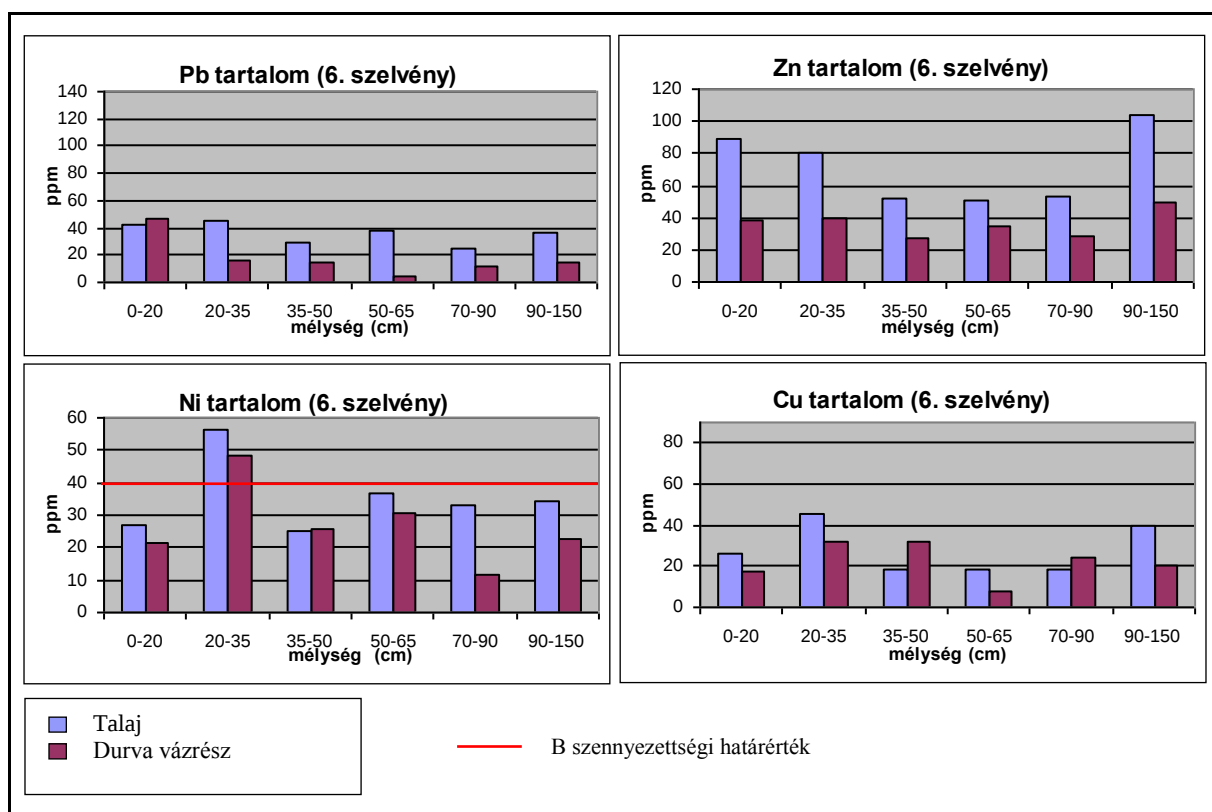
Érdekes nyomon követni a fémértékek szelvény menti tendenciáját is. A bolygatásmentes területeken az antropogén forrásból származó fémek a felszíni talajrétegekben halmozódnak fel, és a mélységgel folyamatosan csökken a koncentrációjuk. A litogén eredetű fémek koncentrációja pedig a felszíni minimumtól a talajképző kőzet felé fokozatosan emelkedik (Thornton, 1991).



13. ábra: A litogén eredetű nehézfémek szelvény menti koncentrációja

Ezzel szemben az általam vizsgált szelvények antropogén eredetű fémeit áttekintve jól látszik, hogy a természetes talajszelvényeknél jellemző felszíni maximumot követő fokozatos csökkenésnek nyoma sincs, hiszen a felszíni réteg sokszor alacsonyabb fémkoncentrációval rendelkezik a mélyebb rétegek sokkal magasabb fém tartalmához viszonyítva. Például a 6. szelvény esetében a felső 20 cm ólom tartalma alig különbözik az 50-65, illetve a 90-150 cm közötti rétegek az ólom tartalmától. Ha megnézzük a másik tipikus antropogén fém, a cinket, akkor szintén azt látjuk, hogy a felszíni (0-20 cm) fémkoncentrációt jóval meghaladó elem tartalommal rendelkezik a 90-150 cm közötti réteg (14. ábra). Ezen antropogén fémek mellett a litogén eredetű elemek sem a természetes szelvényekre jellemző tendenciát mutatják. A 6. szelvény mellett az általam vizsgált teljes egészében bolygatott, ember által

jelentősen átalakított rétegekkel rendelkező másik két szelvényben ugyanezek, a bolygatásra (nagyfokú feltöltés, gyakori keverés, elhordás például utak, épületek építése során stb.) utaló jelek figyelhetők meg, mely során az egyes rétegekbe idegen anyagok (pl. téglák, építkezési törmelék, szemét stb.) épülhettek és épülnek be. Ennek megfelelően a felszín alatti rétegek sok esetben magasabb fémtartalommal rendelkeznek, mivel ezek nem helyben keletkezett, feltehetőleg már a feltöltés előtt máshol szennyeződött rétegek.



14. ábra: Az antropogén eredetű nehézfémek szelvény menti koncentrációja

Összességében elmondható, hogy az emberi beavatkozás eredményezte szelvények fémkoncentrációjára tehát rapszodikus ingadozás jellemző, vagyis az egyes feltöltött rétegek a származási helyükön ért szennyeződés mértékétől függően különböző fémmennyiséget tartalmaznak.

A vizsgált szelvények rétegeinek elemtartalmát a B szennyezettségi értékkel összevetve megállapítható, hogy a három szelvény rétegeinek fémkoncentrációja - a 6. szelvény 20-35 cm közötti rétegeinek nikkellkoncentrációjának kivételével - nem haladta meg a megengedett határértéket (32. táblázat). A szervesanyag tartalmuk néhány réteg kivételével alacsonynak mondható, fizikai féleségükre pedig főként homok, homokos vályog, vályog a jellemző. Az utóbbi két paraméter nem kedvez a nehézfémek megkötődésének, elősegíti a fémek kimosódását az adott szelvényből.

32. táblázat: A kiválasztott szelvények szintjeinek fémkoncentrációja (földes részben)

Szelvényszám	Mélység (cm)	Co	Cd	Cr	Ni	Pb	Zn	Cu
6. szelvény	0-20	4,1	0,6	42,6	27,1	41,7	88,6	26,2
	20-35	4,4	0,5	47,6	56,1	45,7	80,5	45,1
	35-50	2,4	0,5	39,0	25,4	29,8	51,9	18,8
	50-65	3,8	0,5	51,0	36,8	38,1	51,0	18,4
	70-90	6,9	0,5	47,0	33,0	25,5	53,4	18,0
	90-150	4,6	0,6	53,8	34,4	36,3	103,7	40,0
4. szelvény	0-10	6,9	0,6	45,1	27,1	24,7	76,1	19,0
	10-25	2,8	0,6	37,7	21,6	23,2	55,9	16,4
	25-40	0,5	0,6	25,3	16,7	32,5	63,8	17,9
	40-60	8,5	0,5	52,7	37,3	25,5	64,8	22,6
	60-80	3,1	0,6	44,9	27,5	34,8	67,4	25,4
	80-100	7,1	0,5	49,5	34,0	21,1	53,0	21,0
9. szelvény	35-65	9,3	0,6	54,6	31,9	34,7	82,2	27,7
	65-95	8,7	0,7	55,8	30,7	40,8	80,1	27,6
	95-125	10,1	0,7	56,8	30,6	40,8	85,4	29,9
	125-155	11,3	0,7	58,0	32,6	40,9	92,0	32,5
B érték	-	30	1	75	40	100	200	75

VI.3.3. Nehézfémek, mint kiváló diagnosztikai tulajdonságok

Az alapparaméterek vizsgálatán túl fontosnak tartottam a jelentősen átalakított szegedi és a természetes genetikai típusú Szeged környéki talajok minőségét nagyban befolyásoló nehézfémek vizsgálatát.

Először mind a feltalajokban, mind a néhány kiválasztott szelvény rétegeiben levő fémek antropogén és litogén eredetét különítettem el: a Cu, Zn, Pb, Ni antropogén, míg a Co, Cd, Cr litogén eredetűnek bizonyult mindkét esetben.

A fémek eredetének elkülönítésén túl áttekintettem a feltalajokban levő egyes fémek mennyiségi változásait, térbeli különbségeit, illetve igyekeztem megadni a toxikus mintavételi helyszínek lehetséges szennyező forrásait. A fém tartalmakat elsősorban a hatályos rendeletben levő B szennyezettségi határértékkel vettem össze, azonban az átlagértékeket más referenciákkal is összehasonlítottam. Végeredményben megállapítható, hogy mivel Szeged iparára jellemző könnyű- és élelmiszeripari tevékenység a vizsgált fémek forrásaként kevésbé okolható, ezért a fémeket főként a közlekedésből származónak kell tekintenünk a város területén. Ezen közlekedési eredetű fémek koncentrációi (Zn, Cu, Pb) különösen a nagy forgalmat lebonyolító mintavételi helyszíneken haladták meg a B küszöbértéket.

A város peremterületein levő kiskertek, és a város környéki talajok fizikai, kémiai paramétereiben ugyan nem találtam jelentős módosulást, de ezen talajok sem mentesek az emberi hatástól, hiszen rajtuk, valamint közvetlen környezetükben mezőgazdasági művelés folyik. E tény magyarázatul szolgál arra, hogy az egyes elemek koncentrációja (Cr, Cd, Ni) több esetben is a talaj multifunkcionális felhasználását gátló méreteket öltött.

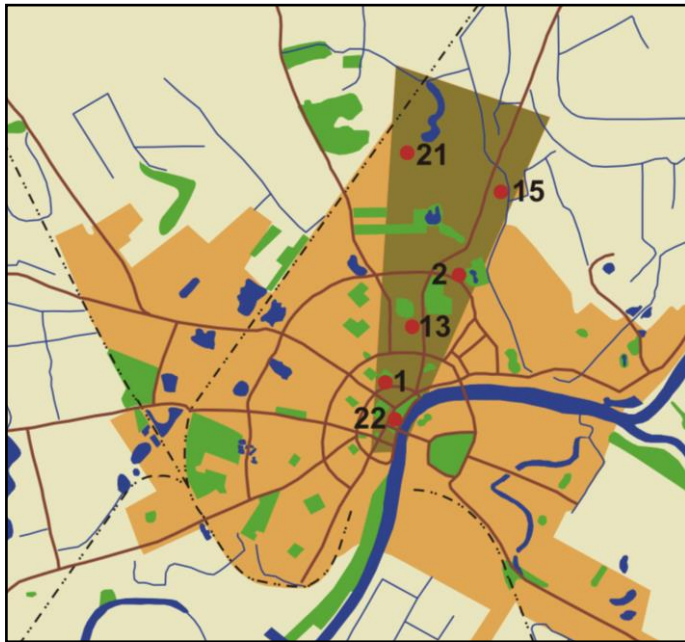
A már Hollis (1991) által is igen jelentős diagnosztikai tulajdonságként értékelt szennyezőanyagok (köztük a toxikus fémek is) a 2006-ban kiadott WRB-ben jelentek meg

először, mint a városi talajokat ért emberi beavatkozást indikáló utótag minősítő. A mennyiségi kiértékelést követően azok a szelvények kaptak Toxic utótag minősítőt, amelyek legalább egy határértéket meghaladó fémtartalommal bíró réteggel rendelkeztek (Puskás, Farsang, 2008a).

VI.4. Egy kiválasztott szegmens menti szelvények antropogenitást indikáló talajtulajdonságainak térbeli bemutatása

VI.4.1. A szegmens kijelölésének szempontjai, a szegmenst alkotó szelvények jellemzése

Az alaptulajdonságok tárgyalása során világossá vált, hogy mely paraméterek, milyen mértékben, illetve milyen módon indikálják a szegedi talajokat ért antropogén hatást. Ezt



15. ábra: A kiválasztott szegmens menti szelvények elhelyezkedése

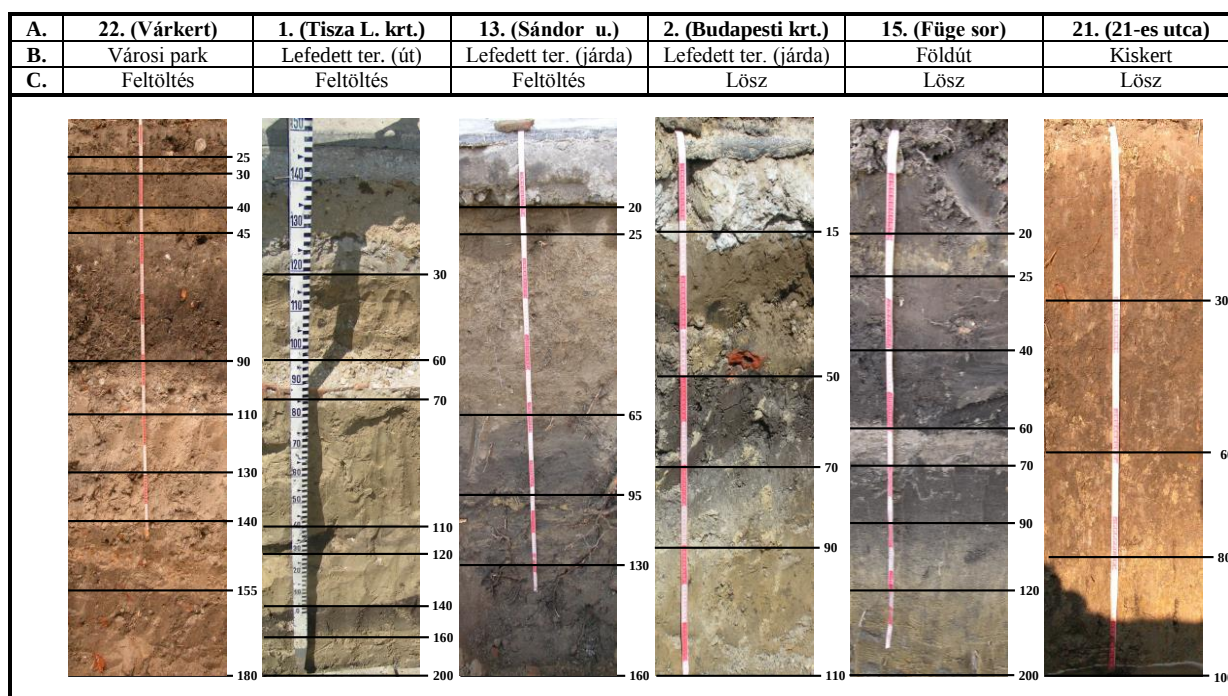
követően a geostatistikai módszerek révén megállapítást nyert, hogy az egyes szelvények szintjei természetesek-e, avagy feltöltésből származtatottak. A kiemelkedő jelentősége miatt külön fejezetben tárgyalt, a városi talajok minőségét kiválóan jelző nehézfémek koncentrációjának meghatározása révén pedig lehetőség nyílt a toxikus feltalajjal rendelkező szelvények elkülönítésére. Mindezek felhasználásával ezen alfejezet legfőbb célja egy kiválasztott szegmens mentén elhelyezkedő szelvények diag-

nosztikai talajtulajdonságainak térbeli nyomon követése a városcentrumból a természetes területek felé haladva, a főbb város szerkezeti-morfológiai típusokat érintve.

A szegmens kijelölése az alábbi szempontok figyelembevételével valósult meg: A városcentrumból kiinduló északkelet irányú szegmens mentén fekvő szelvényeknek egyazon talajtípuson kellett elhelyezkedniük, hogy a természetes szintek esetleges módosulása összevethető legyen. Mivel a város és környékének nagy része eredetileg réti csernozjom, így ez a típus reprezentálja leginkább a mintaterületet. Következésképpen e célra ezen genetikai típus vizsgálata tűnt a legideálisabbnak. Továbbá fontos szempont volt, hogy a szegmens menti szelvények különböző város szerkezeti-morfológiai típusokról [belvárosi park (22.), belvárosi munkahely öv (1.), belvárosi lakóöv (13.), külvárosi paneles zóna (2.), kertesházak övezet (15.), kiskertes-telkes övezet (21.)] származzanak, hiszen az egyes városrészek talajait ért eltérő antropogén hatások különböző talajmódosulásokat eredményeznek (15. ábra).

A vizsgálat alanyául szolgáló hat szelvény közül a teljes mélységében feltöltésből álló, belvárosi (22., 1.) és belső lakóövből (13.) származó szelvények esetében a feltöltés adja az

alapkőzetet, míg a főként természetes szintekkel rendelkező 2., 15., illetve a kizárólag természetes szintekből álló 21. szelvényeknél a réti csernozjomra jellemző lösz szolgál alapkőzetül. A hat szelvény közül három felszíni lefedettséggel (1., 2., 13.) rendelkezik, három (22., 15., 21.) pedig mentes bármilyen felszíni borítástól. Az erősen antropogén szelvények (pl.: 22., 1.) a feltöltés jellegétől függően rendszerint nagyobb számú réteggel rendelkeznek a természetesebb szelvények (pl.: 2., 21.) szintjeinek számához képest.



16. ábra: A szegmenst alkotó szelvények jellemzése
(A: szelvénytípus; B: területfelhasználás; C: alapkőzet)

A város szívéből - a Stefánia parkból, az egykori vár területén levő régészeti feltárásból - származó, igen heterogén rétegekkel rendelkező 22. szelvény teljes mélységében feltöltésből áll. E szelvényen, mint az eredeti talajon fekvő „kultúrrétegen” jól elkülöníthetők az egyes korokból származó rétegek: a legfrissebb feltöltés 2002-ben történt (0-25 cm), az ezt követő néhány vékonyabb réteg (25-45 cm) az 1980-as évekből származik, majd 45-90 cm között a kiállítóhely létrehozásakor (1960) feltöltött réteg található. A következő téglatormelékes réteg (90-110 cm) az 1890-es várbontás idejéből származik. E réteg után az 1879-es árvízi feltöltés rétegét (110-130 cm) figyelhetjük meg, melyet egy 1800-as évekre tehető rétegek (130-155 cm) követnek. Végül a legalsó réteg (155-180 cm) az 1730-as évekre datálható (Horváth, 2000). A szegmens mentén levő következő, szintén csak feltöltött rétegekből álló szelvény (1.) is a belvárosból (Tisza Lajos krt. 31.) ered, azonban műút révén már jelentős (30 cm) lefedettséggel (aszfalt, beton, sóder, homok) rendelkezik. A városból kifelé haladva a belső lakóövezben feltárt 13. szelvény (Sándor utca 9.) még mindig teljes mélységében feltöltésből

tevődik össze, viszont az előző szelvényhez képest csekélyebb vastagságú felszíni borítással rendelkezik. Elérve a külső lakóövet, a feltöltés mértéke jelentősen lecsökken, így a 2. szelvényben (Budapesti körút 25.) a feltöltés (0-50 cm) alatt megjelennek az eredeti talaj szintjei. Következésképpen e szelvényben alapvetően már a természetes talajokra jellemző paraméterek a meghatározóak, habár egyes talajtulajdonságok (pl.: humuszkoncentráció) a lefedettség révén módosító hatásnak vannak kitéve. A város szélén kertesházás zónából, egy földút alól származó 15. szelvény (Füge fasor és a Fenyveslejtő út kereszteződése) az előző szelvényhez képest tekintélyesebb feltöltéssel (70 cm) rendelkezik, mely alatt az eredeti talaj valamennyi szintje (A, B, BC, C) megtalálható. Végül a szegmens legutolsó szelvénye (21.) egy külvárosi kerti talaj (21-es utca 12.), mely ugyan kizárólag az eredeti genetikai talajtípusnak megfelelő szintekből tevődik össze, de az intenzív mezőgazdasági tevékenységnek köszönhetően számos módosulás figyelhető meg benne (16. ábra).

Az eddig tárgyalt talajtulajdonságok közül az alábbiakban azok kerülnek bemutatásra, amelyekről „A talajtani alaptulajdonságok értékelése” című fejezetben, valamint a statisztikai elemzések során bebizonyosodott, hogy mennyiségük vagy szelvény menti tendenciájuk megváltozásával jól jelzik az antropogén hatást. E paraméterek közül az összesítő volt az a tulajdonság, amely az antropogén talajokban sem mennyiségi, sem tendenciális különbségeket nem mutatott a természetes talajokhoz képest. Emellett a karbonáttól erősen függő pH nem tekinthető önálló indikátornak. Így e paraméterek jelen fejezetben nem kerülnek tárgyalásra.

VI.4.2. Műtermék

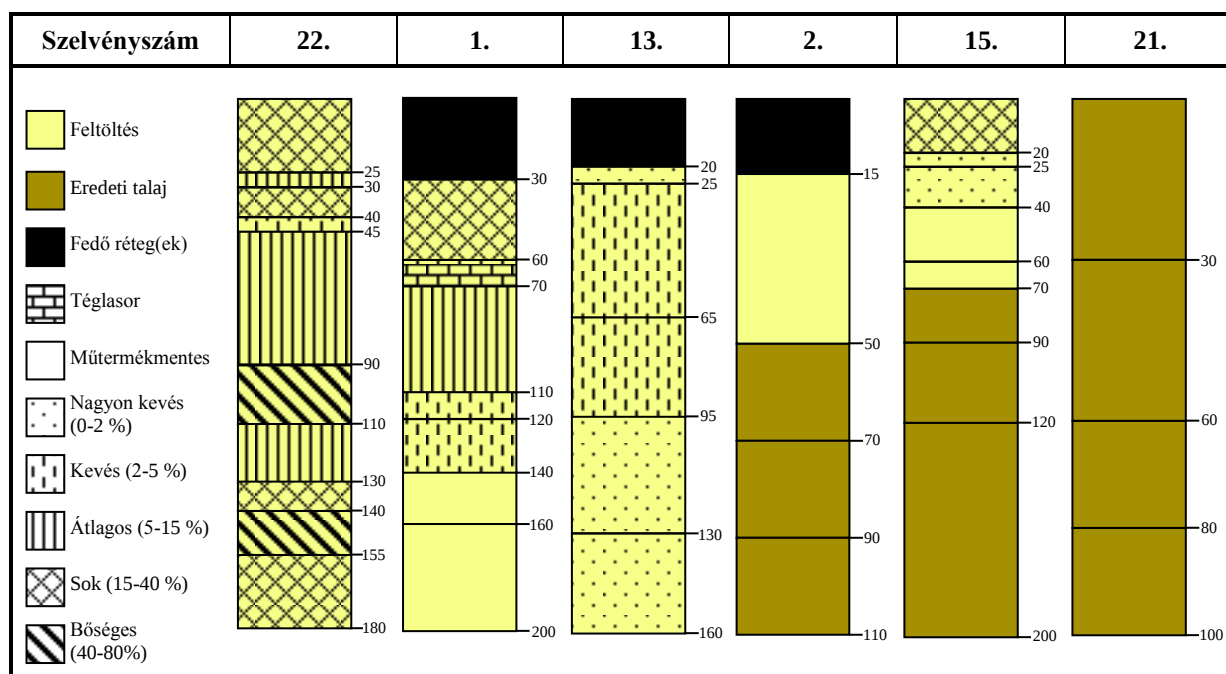
A műtermék mennyisége alapján e szegmens szelvényei is jól alátámasztják a VI.1.1. alfejezetben leírtakat, illetve a statisztikai eredményeket: a feltöltött rétegek jelentős műtermékmennyiségével szemben a természetes szintek egyáltalán nem rendelkeznek műtermékkel. Az is jól látszik, hogy a feltöltött rétegek sem feltétlenül tartalmaznak ilyen anyagot, hiszen akadnak olyan antropogén rétegek, amelyek a feltöltött anyag minőségének köszönhetően egyáltalán nem rendelkeznek műtermékkel.

Érdekes közelebbről megnézni az egyes szelvényeket a belvárosból kiindulva, a külterületek felé haladva (17. ábra). Az egykori vár területéről származó 22. szelvény messze a legmagasabb műtermékmennyiséggel rendelkezik a mintaterület összes szelvénye közül: minden rétege tartalmazott műterméket, azonban ezek közül két olyan rétege (90-110 cm, 140-155 cm) is volt, amelyek a „bőséges” (40-80 %), illetve négy rétege pedig a „sok” (15-40 %) kategóriába (FAO, 2006) esett. A szelvény nagyfokú heterogenitását bizonyítja az eltérő

menyiségű műtermékkel bíró rétegek váltakozása. Mindez azzal magyarázható, hogy a szelvény egyes rétegeit más-más korszakokban töltötték fel.

A szintén belvárosi Tisza Lajos körúton feltárt 1. szelvény kevesebb műtermékkel rendelkezett a 22. szelvényhez képest: a műtermék mennyisége a 30 cm-es felszíni borítás alatt folyamatosan csökken és 140 cm alatti rétegek egyáltalán nem tartalmaznak ilyen anyagot. Szintén az erős emberi hatást jelzi a 60 és 70 cm közötti összefüggő téglaszint, melyben egy kábel fut.

A belső lakóövből levő 13. szelvény már lényegesen kevesebb műterméktartalommal rendelkezett: rétegeinek műterméktartalma a „nagyon kevés” vagy a „kevés” kategóriába esett.



17. ábra: A műtermék mennyiségének változása a szegmens menti szelvényekben

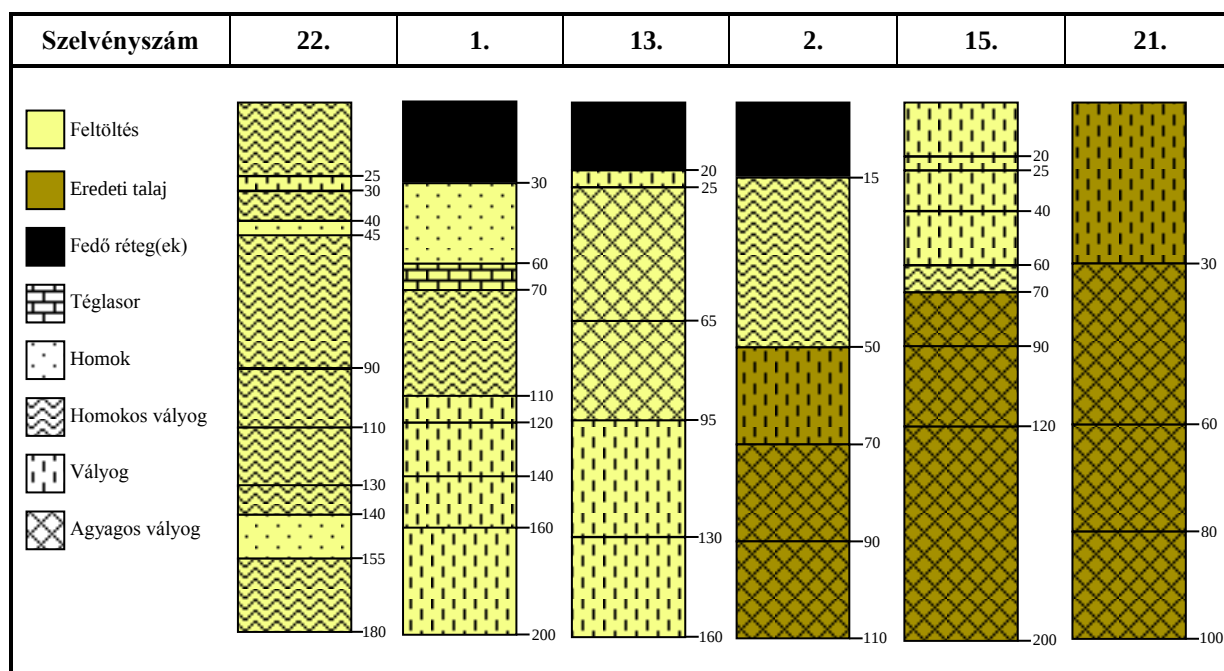
A feltöltött és eredeti talajt is tartalmazó ún. vegyes szelvények közül a 2. szelvényben kevesebb, míg a 15. szelvényben földút révén jelentékenyebb (70 cm) mennyiségű feltöltés a jellemző. A 2. szelvényben a felszíni borítás alatti feltöltés egy műtermékmentes homokrétegből áll, melyet a szintén műtermékmentes eredeti genetikai talajtípus szintjei követnek. A 15. szelvény három - lefelé fokozatosan csökkenő műterméktartalmú - feltöltött réteggel kezdődik. E rétegeket a műtermékmentes antropogén és természetes talajszintek követik.

Végül a külvárosi, csak eredeti szintekből álló 21-es kerti szelvény egyáltalán nem tartalmazott műterméket, egyrészt mivel a város ezen periférikus részét nem érintette a feltöltés, másrészt azóta jelentősebb bolygatás nem történt a területen.

VI.4.3. Fizikai talajféleség

A belvárostól a külterületek felé haladva fokozatosan módosuló fizikai talajféleséget igen jól reprezentálják a szegmens menti szelvények (18. ábra).

A 22. szelvény szinte teljes egészében homokos vályog fizikai féleséggel rendelkező rétegekkel bír, amelyek monotonitását néhol homokos (40-45 cm; 140-155 cm), vályogos rétegek (25-30 cm) szakítják meg. Ezzel szemben az 1. szelvény uralkodóan vályog fizikai félesége mellett egy-egy homok (30-60 cm), illetve homokos vályog (70-110 cm) réteget is tartalmaz. Az ugyancsak feltöltésből álló 13. szelvényben a vályog mellett már az agyagos vályog fizikai féleség (25-95 cm) is megjelenik, míg az előző két szelvény egyáltalán nem tartalmazott ilyen textúrát.



18. ábra: A fizikai talajféleség módosulása a szegmens menti szelvényekben

Érdekesebb kép tárul elénk a külső városrészen található „vegyes” szelvények esetében: A 2. szelvény homokos vályogos feltöltését (15-50 cm) vályogos, illetve főként agyagos vályogos természetes szintek követik. A 15. szelvény esetében pedig, vályogos (0-60 cm), homokos vályogos (60-70 cm) feltöltött rétegek után szintén a természetes agyagos vályog szintek következnek. A 21. szelvényben ismét megfigyelhető az előző szelvények természetes szintjeiben (réti csernozjom) is meglévő szabályos tendencia: a felső vályogos szintet agyagos vályog szintek váltják fel.

Tehát a szegmens menti szelvények térben is alátámasztják azt az előző fejezetekben ismertetett megállapítást, hogy a szegedi antropogén rétegekre döntően a homok, a homokos

vályog, a vályog fizikai féleség a jellemző, míg a csernozjom szelvények természetes szintjeiben a vályog, az agyagos vályog fizikai féleség válik dominánssá.

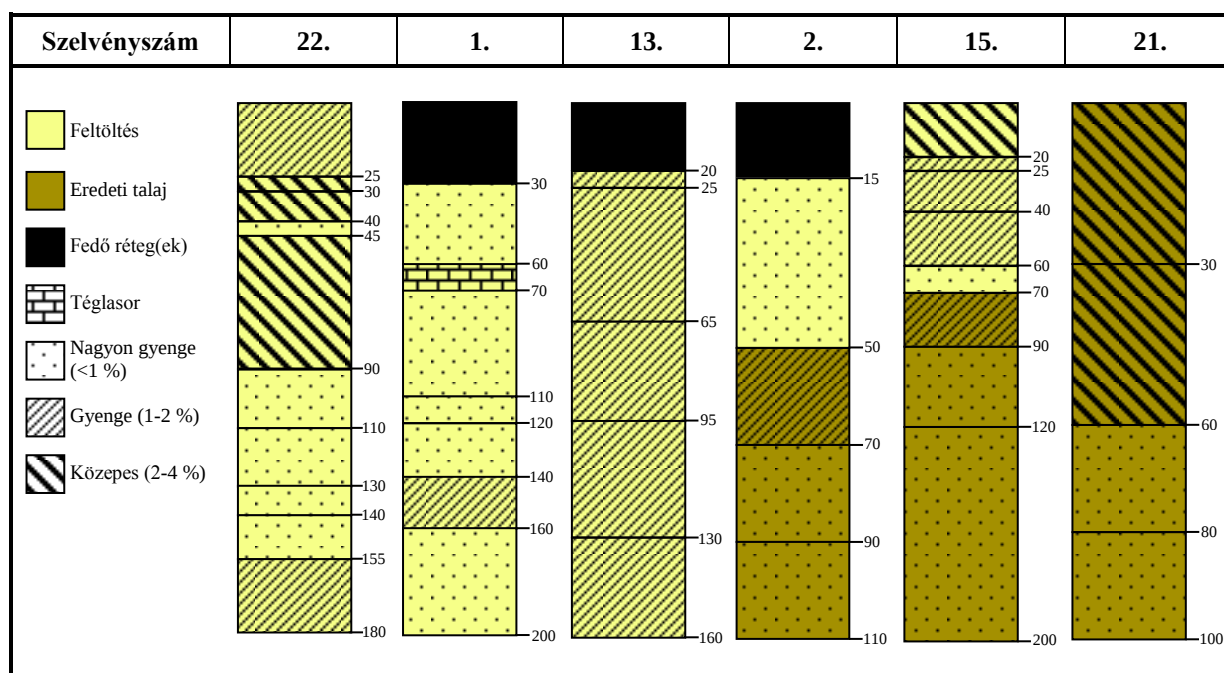
VI.4.4. Humuszkoncentráció

A szegmens szelvényeinek minden tagját érintette (és jelenleg is érinti) valamiféle emberi hatás, amely a humuszkoncentrációt jelentősen módosítja: a belvárosi szelvényeknél például az intenzív feltöltések által eredményezett magas műterméktartalom, módosult fizikai féleség, jelentős felszíni lefedettség (pl.: 1., 13.), s a mindezeknek köszönhető csökkent biológiai aktivitás; a periférikus városrészen levő 21. szelvény esetében pedig az aktív agrártevékenység emelhető ki fő átalakító tényezőként.

A városközpontból származó 22. szelvény egyes rétegeinek humuszkoncentrációja igen változatosnak mondható, hiszen a „nagyon gyenge”, a „gyenge”, valamint a „közepes” humusztartalmú kategóriák (Sponagel et al., 2005) váltogatják egymást: a felszíni borítottság híján lehetőség lenne a felszíni humuszképződésre, azonban ezt a réteg (0-25 cm) jelentős műterméktartalma (26,8 %) megghiúsítja. A következő néhány réteg „közepes” humusztartalommal rendelkezik, melyet az alacsonyabb műterméktartalmú, magasabb humuszkoncentrációval rendelkező feltöltés eredményezett. A 90 cm-től 155 cm-ig terjedő rétegre a „nagyon gyenge” kategória a jellemző, mivel e rétegek a legmagasabb műterméktartalommal (pl.: 90-110 cm-ig 58,7 %; 140-155 cm-ig 57,3 %) és módosult fizikai féleséggel rendelkeznek. A 155 cm-től 180 cm-ig terjedő réteg szintén alacsony humuszkoncentrációjú „gyenge” tartománynak felel meg. Egyhangúbb a helyzet az 1. szelvény humuszmennyisége esetében, ahol a 140-től 160 cm-ig terjedő „gyenge” humusztartalmú réteg kivételével az összes réteg „igen gyenge” tartományba sorolható. A 13. szelvélynél beszélhetünk a legmonotonabb képről, hiszen a szelvény teljes mélységében „gyenge” humusztartalommal rendelkezik. Tehát az eddigi, csak feltöltésből álló szelvények rétegei főként az „igen gyenge”, illetőleg a „gyenge” humuszkoncentrációjú kategóriába sorolhatók, de elmondható, hogy a 22. szelvény két ízben is rendelkezett „közepes” humusztartalommal.

Más a helyzet a „vegyes” szelvényeknél: a 2. szelvény esetében a lefedés alatt egy 35 cm-es „nagyon gyenge” humusztartalmú feltöltött réteget találunk, amelyet a természetes talajszintek (réti csernozjom) szabályos csökkenő tendenciájú humuszkoncentrációja követ. A 15. szelvény e paraméterre vonatkozó tendenciája hasonló a 2. szelvényéhez, bár némi különbség fellelhető: Egyrészt a 15. szelvény a felszíni borítás hiánya révén jelentős felszíni humuszmennyiségre tett szert, így a 0-25 cm közötti réteg a „közepes” humuszmennyiségű

kategóriába esett. Másrészt megállapítható, hogy a felső feltöltött talajösszlet rétegei (0-70 cm) folyamatosan csökkenő humuszkoncentrációt mutatnak egészen a természetes „A” szint megjelenéséig. Ez azzal magyarázható, hogy az egykori feltöltés(ek) óta eltelt idő alatt az antropogén rétegekben néminemű humuszosodási folyamat indult meg, mely a természetes talajtípus szabályosan csökkenő dinamikájára törekszik. E rétegek után megjelenő egykori feltalajt magába foglaló, természetes szintet (70-90 cm) valamivel magasabb humuszkoncentrációjú „gyenge” tartomány illeti meg, amelyet a réti csernozjomra jellemző szabályos csökkenő humuszkoncentrációjú szintek követnek.



19. ábra: A humuszkoncentráció alakulása a szegmens menti szelvényekben

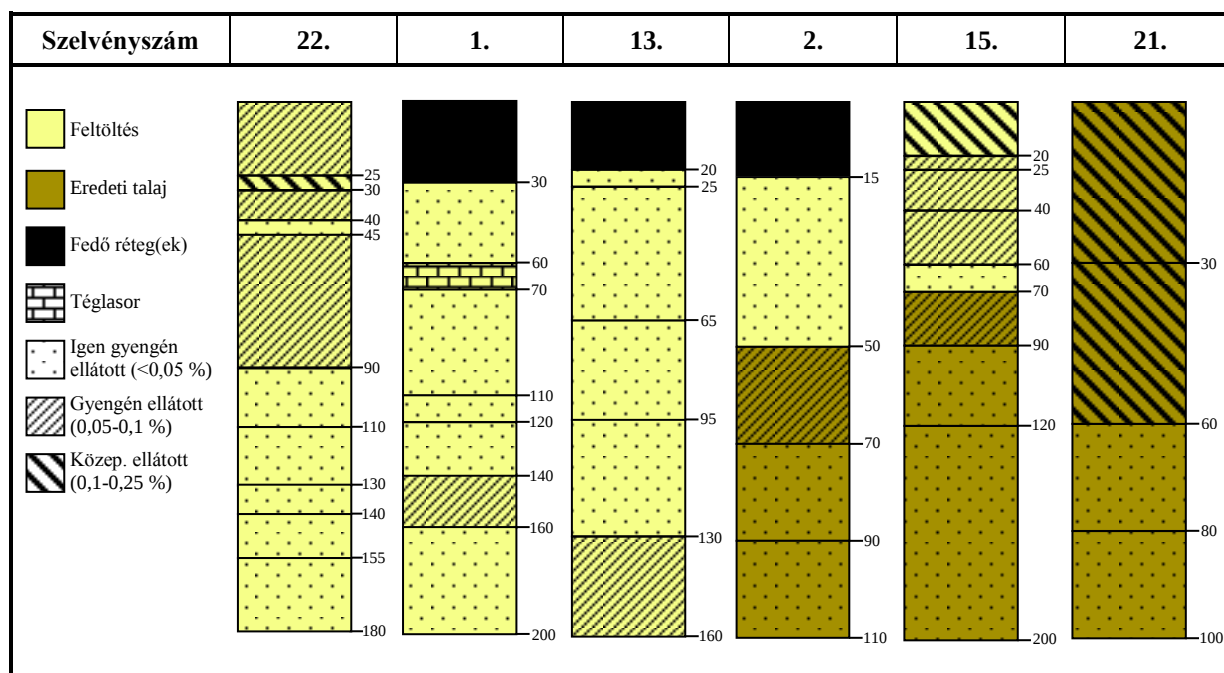
A feltöltésmentes 21. kerti szelvény eddigi paraméterei (műtermékmennyiség, fizikai talajféleség) alapján az eredeti genetikai típusnak teljesen megfeleltethető szelvénynek mondható. Azonban, ha a humuszkoncentráció mennyiségi és szelvény menti eloszlását megvizsgáljuk, akkor a kerti talajokra jellemző módosulást vehetjük észre, mégpedig a nagyobb mennyiségű és mélységű felszíni humuszkoncentráció jelenlétét. Mindezt számos tényező elősegíti: kerti talaj révén e talajban egy átlagos réti csernozjom szelvényhez képest sokkal nagyobb mennyiségű szervesanyag-utánpótlás jut. Továbbá a felső 60 centiméterben megfigyelhető sok gyökérmaradvány és számos állatjárat az igen intenzív biológiai aktivitásra enged következtetni. Kiemelendő a talajlakó állatok túró, keverő tevékenysége: a földigiliszta nagyszámú jelenléte, aktivitása különösen jellemző erre a szelvényre 60 cm tájáráig. Emellett a kedvező gyengén lúgos kémhatás szintén elősegíti az intenzív humuszképződést. Mindezek eredményeképpen a 0-60 cm-ig terjedő két szint „közepes” humusztartalommal rendelkezett.

A 60 cm alatti szintekben (60-80 cm, 80-100 cm) azonban „nagyon gyenge” kategóriák adódtak (19. ábra).

A szelvények humusztartalmának áttekintése után megállapítható, hogy e paraméter szelvény menti rapszodikus lefutása indikálja leginkább az antropogén hatást. A mennyiségi különbségek nem igazán kifejezőek, hiszen nincs jelentős mennyiségi eltérés a szegmens szelvényeinek természetes szintjei, és antropogén rétegei között.

VI.4.5. Összes nitrogéntartalom

A nitrogénkoncentráció térbeli áttekintése igen lényeges a heterogén hasznosítású szelvények nitrogénkészletének feltárása érdekében. Különösképpen fontos e paraméter ismerete a növényzettel fedett városi részeken (mint pl.: a 22. városi park), hiszen csak az itteni talajok (főként a feltalajok) nitrogénkészletének felmérését követően lehet bármilyen talajjavító folyamatot (pl.: parkok trágyázása stb.) elkezdni.



20. ábra: Az összes nitrogéntartalom a szegmens menti szelvényekben

A 19. és a 20. ábrát összevetve jól látszik, hogy a szegmens szelvényeinek nitrogénellátottsága igen erősen korrelál a humuszkoncentráció értékekkel VI.1.4. fejezetben ismertetett okok miatt. A hat szelvény szintjeinek zöme az össznitrogéntartalmuk alapján - a humuszkoncentrációhoz hasonlóan - „igen gyengén” vagy „gyengén ellátottnak” (Stefanovits, 1992) minősült. Ezt az egyhangú képet néhány szelvény esetében (15., 21., 22.) a „nitrogénnel közepesen ellátott” kategóriába tartozó rétegek törik meg.

Az erősen antropogén szelvények (22., 1., 13.) rétegeinek nagy része a „nitrogénnel igen gyengén” ellátott kategóriába került. Városi park révén a 22. szelvénynél azonban a felső néhány réteg nitrogénellátottsága valamivel jobbnak mondható, de így is csak a „gyenge” minősítést kapta meg. A szegmens következő két lefedett szelvénye (1., 13.) esetében egy-egy réteg kivételével az összes réteg „igen gyenge” nitrogénellátottsággal rendelkezett, hiszen a jelentős vastagságú felszíni borítottság megakadályozza a jelentősebb nitrogénmennyiség felhalmozódását.

A „vegyes” szelvények (2., 15.) esetében a természetes szintek megjelenésével a humuszkoncentrációhoz hasonló, szabályosan csökkenő tendenciát tapasztaltam. A borítástól mentes 15. és 21. szelvénynél a felszíni rétegek „közepes” nitrogénellátottsága szintén a jelentősebb humuszosodási folyamatoknak tudható be (20. ábra).

Összességében tehát elmondható, hogy a belvárosi szelvényekhez képest a periférikus városrészekben elhelyezkedő szelvényekben javul a felső talajszintek nitrogénellátottsága, hiszen a felszíni lefedettség megszűnése, a fizikai, kémiai paraméterek optimalizálódása lehetőséget ad aktívabb biológiai tevékenység révén a jelentősebb humuszosodásra.

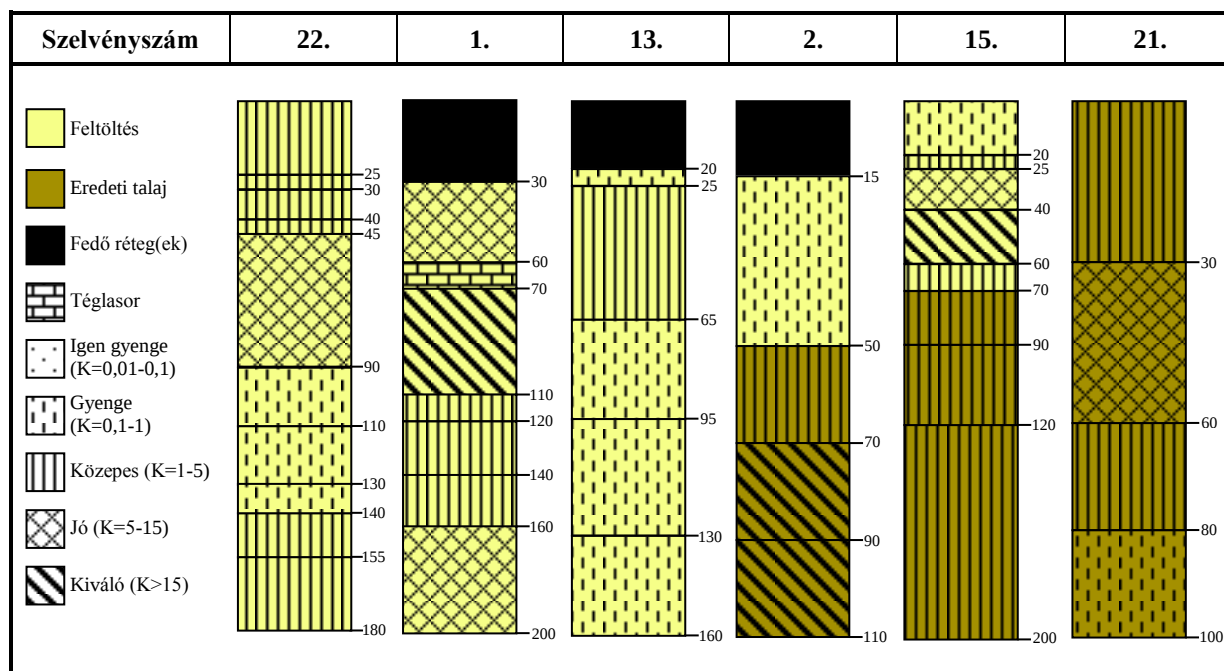
VI.4.6. Humuszminőség (K érték)

Az alaptulajdonságok tárgyalásánál, illetve a statisztikai elemzésüknel egyértelműen megállapítást nyert, hogy az antropogén talajrétegek humuszminősége sokkal gyengébb a természetes talajszintekéhez képest.

A szegmens menti szelvények e paraméterét áttekintve azonban nem annyira érezhető ez a különbség, hiszen éppen olyan antropogén szelvények szerepelnek a szegmensben, amelyek a többi bolygatott szelvényekhez képest sokkal jobb humuszminőségű talajrétegekkel is rendelkeznek.

Az erősen antropogén szelvények közül a 22. és az 1. igen heterogén, „gyenge”, „közepes”, „jó” minőségű rétegekkel egyaránt rendelkeznek. A 13. szelvény - a szegmensen kívüli többi antropogén szelvényhez hasonlóan - főként „gyenge” humuszminőséggel bír. A városból kifelé haladva a természetes szintek megjelenésével a humuszminőség egyöntetűbbé válik: a 2. szelvény esetében a „gyenge” minőségű feltöltött réteget (15-50 cm) a természetes szintek „jó” illetve „kiváló” humuszminőségű kategóriái váltják fel. A 15. szelvény felső öt, igen változatos humuszminőségű bolygatott rétegeit pedig a természetes szintek „közepes” humuszminőségű kategóriái követik. Végül a szegmens utolsó, bolygatásmentes szelvényében (21.) a „jó” és a „közepes” humuszminőségű kategóriák dominálnak (21. ábra).

A szegmens szelvényeinek humuszminősége alapján összességében elmondható, hogy körvonalazódik némi különbség a két típus között: a bolygatott rétegek esetében főként a „gyenge” és „közepes” humuszminőség az uralkodó, szemben a természetes szintek „közepes”, „jó”, „kiváló” humuszminőségével.



21. ábra: A humuszminőség módosulása a szegmens menti szelvényekben

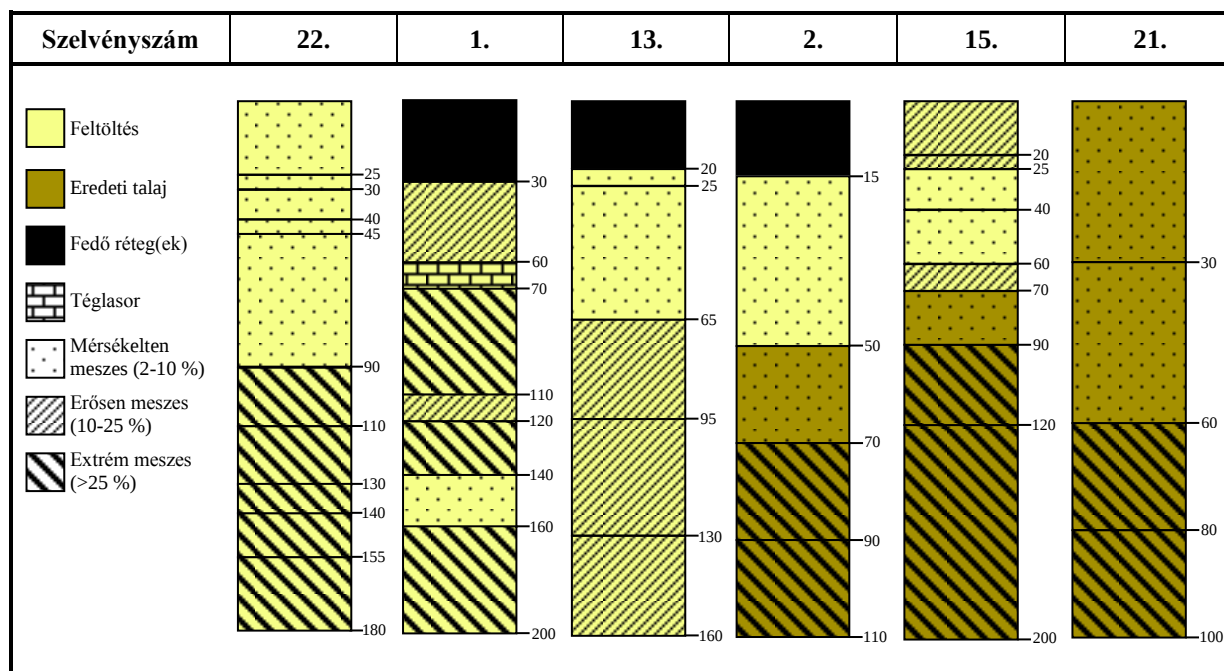
VI.4.7. Karbonáttartalom

A bolygatott szelvények közül a 22. szelvény esetében a két szélső kategória („mérésékeltlen meszes” és „extrémén meszes”) a jellemző, míg az 1. szelvényenél a két kategórián kívül az „erősen meszes” rétegek is megjelennek, a 13. szelvényben pedig, az „erősen meszes” tartomány (FAO, 2006) a domináns. Ezen magas értékekért egyrészt a magas mésztartalmú műtermékek (pl.: építkezési törmelék stb.) jelenléte, másrészt a kevés műterméktartalmú vagy műtermékmentes rétegek esetében a feltöltés anyaga okolható.

A „vegyes” szelvények közül a 2. szelvényben a 15-50 cm közötti homokos feltöltött réteg a „mérésékeltlen meszes”, a 15. szelvény felső feltöltött rétegei szintén a „mérésékeltlen meszes” illetve az „erősen meszes” kategóriákba kerültek. Az utóbbi két szelvényben, valamint a 21. kerti talajban a természetes talajszintek megjelenésével fokozatosan növekvő karbonáttartalmat figyelhetünk meg, mely a löszös alapkőzetnek köszönhetően a szelvények alján extrém magas értékeket ér el (22. ábra).

A karbonát esetében sem a mennyiségi különbség a legkifejezőbb a bolygatott rétegek és eredeti talajtípussal rendelkező szintek között, hiszen az eredeti szintek igen magas

karbonáttartalma mellett az antropogén rétegek is tekintélyes karbonátmennyiséggel rendelkeznek. Sokkal inkább kifejező e paraméter szelvény menti tendenciája, mely rapszodikus a szegmens bolygatott szelvényeiben, ellenben szabályos növekvő a szegmens periférikusabb részén elhelyezkedő „vegyes” szelvények természetes szintjeiben.



22. ábra: A karbonáttartalom változása a szegmens menti szelvényekben

VI.4.8. A szegmens menti szelvények feltalajainak nehézfém-koncentrációja

A szegmens szelvényei mellől származó feltalajok nehézfém-koncentrációjának áttekintése konkrét példaként szolgál a fémek térbeli változására, mely révén nyomon követhetjük, hogy melyek az egyes helyszínek fémkoncentrációiért felelős források, illetve módosító tényezők.

A vizsgált fémeket a B szennyezettségi határértékkel összevetve megállapítható, hogy a kobalt messze alulmaradt a határértéktől mind a hat mintavételi helyszínen. A réz, a króm sem haladta meg a megengedett B küszöbértéket. Mindezenáltal e fémekről a továbbiakban nem esik szó. Szintén nem kerül jelentősebb tárgyalásra a kadmium, amely a 21. feltalaj kivételével igen alacsony értékekkel rendelkezett (33. táblázat). Ellenben szembeötlőbb változások figyelhetők meg az erősen közlekedési eredetű fémek esetében (23. ábra).

A belvárosi parkból származó 22. mintavételi helyszín melletti út igen régóta nagy mértékű közlekedést bonyolít le. Így e helyszín rendelkezett a szegmens legmagasabb ólomkoncentrációjával, mely valószínűleg még az ólommentes benzin bevezetése előtti ólommentesség akkumulációjából származik. Azonban sem az ólom, sem a többi fém nem

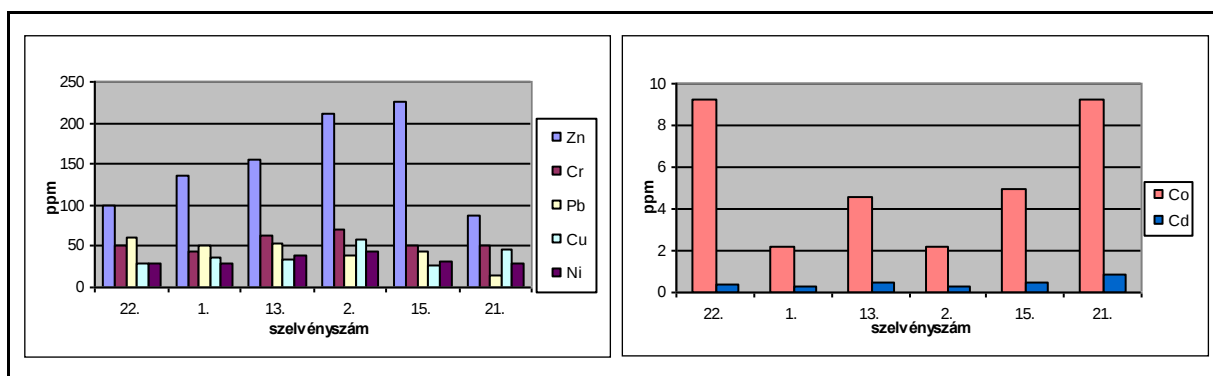
haladta meg a megengedett B határértéket. Mindez azzal is indokolható, hogy a mintavétel nem az út közvetlen közelében, hanem attól kb. 25 méterre történt. Továbbá a park dús növényzete (tölgyfák, hársfák) jelentősen felfogta az esetlegesen talajra hulló szennyeződések.

33. táblázat: A szegmensben szereplő feltalajok fémkoncentrációjának a B értékkel való összehasonlítása

	B érték	22.	1.	13.	2.	15.	21.
Co	30	9,2	2,2	4,6	2,2	5	9,2
Cr	75	50,6	43,9	62,2	69,2	51,9	51,6
Cd	1	0,4	0,3	0,5	0,3	0,5	0,9
Pb	100	61,8	52,1	53,8	39,5	44,6	15
Zn	200	100,3	136,8	155,5	211,9	225,2	87,3
Cu	75	29,8	35,8	33,7	57,4	27,2	45,1
Ni	40	28	29,4	40	43,7	31,1	29,6

Az 1. feltalaj is jelentős belvárosi forgalmat lebonyolító helyszínről származik, de ennek ellenére minden fém a határértéken belül maradt. Ezek az alacsonyabb értékek - az előző 22. feltalajhoz hasonlóan - szintén azzal magyarázhatók, hogy a mintavétel az úttól kb. 20 méterre ismét fásított (tisza) területen zajlott.

A belső lakóöv egy mellékutcájából származó 13. feltalaj ugyan már gyengébb forgalommal rendelkezik, azonban itt a mintavétel közvetlenül az út mellett (2,5 méterre) történt. Ezzel indokolható, hogy az előző, sokkal intenzívebb közlekedéssel terhelt mintavételi helyszínekhez képest magasabb cink, illetve az előzőkhöz hasonló ólom mennyiség adódott.



23. ábra: Az egyes fémkoncentrációk alakulása a szegmens menti feltalajokban

A külső paneles zónából gyűjtött 2. feltalaj cink- és nikkellkoncentrációja meghaladta a B küszöbértéket, hiszen e mintavételi helyszín egyrészt igen nagy forgalmat lebonyolító út közelében (6 m) helyezkedik el, másrészt a gyér növényzet (fű és néhol fák) képtelen „leárnyékolni” a területet.

A kertesházás övezetben feltárt 15. szelvény egy gyenge forgalommal rendelkező földútról származik. Így a feltalaj gyakorlatilag ezen út felső 10 centiméteréből ered, amelyre a rajta áthaladó forgalom révén számos szennyeződés közvetlenül lerakódhatott. Mindezek következtében a szegmens legmagasabb, határértéket meghaladó cinktartalma itt adódott, azonban a többi fém az előző feltalajokhoz hasonló értékeket produkált.

Az eddigi feltalajokhoz képest drasztikus fémkoncentráció-csökkenést figyelhetünk meg a közlekedési eredetű Zn és Pb esetében a forgalommal alig terhelt, kiskertes zónában levő 21. szelvény feltalajában. Ellenben a többi fém nem mutat jelentős különbséget az eddigi szelvényekhez képest, sőt például a kadmium itt éri el a legmagasabb, határértéket megközelítő (0,9 ppm) koncentrációját. Mindez a mezőgazdasági termelés során alkalmazott műtrágya, növényvédőszer, nem megfelelő minőségű öntözővíz fokozott alkalmazásával magyarázható (23. ábra).

A szegmens menti szelvények - a 21. szelvény kivételével - eltérő közlekedést bonyolító utak mellől származtak. A fémkoncentrációk nagyságát - a közlekedés eredetű Zn és Pb esetében - egyrészt befolyásolta az egyes mintavételi helyszínek melletti utak forgalomsűrűsége, másrészt a mintavétel forgalmas úttól való távolsága, harmadrészt pedig az adott mintavételi helyszín növényborítottságának sűrűsége. Így adódhatott az, hogy a zöldövezetből (2. panelházas övezet, 15. kertesházás övezet) származnak a legmagasabb, határértéket meghaladó cinkértékek. Ezzel szemben nem fedezhető fel a fentiekhez hasonló kapcsolat a nem közlekedés eredetű fémek és az előzőekben felsorolt befolyásoló tényezők között, hiszen az ólomtól és a cinktől eltekintve egyik fém sem mutatott jelentős változást az egyes feltalajokban.

VI.4.9. Az antropogenitás nagysága az egyes szegmens menti szelvényekben

A szegmens menti szelvények talajparamétereinek térbeli áttekintése során térben is világossá vált, hogy milyen nagymérvű módosulások mentek végbe a bolygatott talajokban a természetesebb talajokhoz képest. Az aktív emberi tevékenységek - a talajtulajdonságok eltérő mértékű módosításán keresztül - olyan komplex átalakulást szenvedett szelvények kialakulásához vezettek, amelyek egyáltalán nem vagy csak részben viselik magukon az egykori, eredeti genetikai talajtípus jegyeit. Természetesen az emberi hatás típusa, illetve mértéke térben igen különböző a város területén: a legerősebben átalakult, belvárosi szelvények közül kiemelendő az egykori vár területén feltárt 22. szelvény, mely eltérő időszakokban történt feltöltéseknek köszönhetően legheterogénebb tulajdonságú rétegekkel rendelkezik valamennyi talajparaméter esetében. Így e szelvényt tekinthetjük a szegmens,

vagy akár az egész mintaterület „leginkább antropogén” szelvényének. Szintén jelentős módosulások figyelhetők meg a felszíni lefedettséggel bíró, a teljes egészében feltöltésből álló 1. és 13. szelvényben, melyekben az eredeti talajtípus jegyei szintén nem ismerhetők fel.

Némileg enyhül az antropogenitás mértéke az antropogén és a természetes szelvények között átmenetet képező „vegyes” szelvényeknél (2., 15.), melyek magukon hordozzák mind az antropogén, mind a természetes bélyegeket.

Végül a szegmens utolsó szelvényéről (21.) elmondható, hogy az eddigiektől eltérően nem a feltöltés jelenti a fő módosító tényezőt, hanem a hosszú ideje zajló intenzív agrártevékenység. Ennélfogva csak bizonyos paraméterei mutatnak antropogén jelleget, míg mások az eredeti genetikai típusnak megfelelő formát öltenek.

VI.5. A mezofauna közösségek (páncélosatkák, ugróvillások) vizsgálata

A talajtani kutatások között mára egyre inkább szerephez jut az emberi tevékenység talajokra gyakorolt hatásának becslése a fizikai, kémiai paraméterek mellett biológiai indikátorokkal is, mivel az antropogén talajok fizikai és kémiai tulajdonságainak vizsgálata nem nyújt elegendő információt a talaj, mint élő rendszer változásairól. Ily módon a szegedi talajok biológiai paramétereinek felmérésére is sor került.

Kiindulási alapként egy olasz kutatócsoport által kidolgozott talajminősítési index (QBS index- azaz “Qualità Biologica del Suolo”, magyarul Talajok Biológiai Minősége) szolgált, melynek lényege, hogy a talaj minősége annál jobb, minél több a benne lévő talajlakó életmódhoz adaptálódott mikroarthropodák száma (Parisi et al., 2003). Jelen vizsgálatban hasonló módszer alkalmazására került sor, azzal a módosítással, hogy csak a leggyakoribb mezofauna elemek, a páncélosatkák (Oribatida) és az ugróvillások (Collembola) vizsgálata történt meg. Az eredmények egy viszonylag gyors, átfogó megközelítést adnak ahhoz, hogy megbecsüljük a feltalajok biológiai aktivitását a városi környezetben.

A magas szintig történő határozás hatékony módja annak, hogy gyorsan felbecsüljük a biodiverzitást, mely felmérés eredményeit jól használhatják a tájtervezők és a városi környezettel foglalkozó tanácsadók (McIntyre et al., 2001; Parisi et al., 2003). Ennélfogva a kiválasztott csoportokat is csak génusz, illetve család szintig határoztuk meg.

Megállapítható, hogy a páncélosatkák és az ugróvillások minden egyes mintavételi helyen felbukkantak, bár az egyes taxonok egyedszáma igen különböző volt. A talált 2744 kifejlett páncélosatka 54 különböző taxonhoz tartozott. A gyűjtött 54 taxonból 40-et fajra, 14-et pedig génuszra határoztuk meg. Az egyes Oribatida fajok nevei, besorolásuk, leírójuk neve a 34. táblázatban látható. Továbbá e táblázat informál bennünket afelől is, hogy az egyes mintavételi helyszíneken mely fajok voltak jelen, s melyek nem. E vizsgálat keretében a hazai páncélosatka faunának körülbelül a 10 %-át sikerült megtalálni Szegeden és annak külterületén. Ez a szám - összehasonlítva egy páncélosatkákban gazdag természetes lombhullató erdőjével - nem mondható túl alacsonynak. Például a Szarvasi Arborétumból 75 (Mahunka, Mahunka-Papp, 1999), a Kékes erdőrezervátumból 85 fajt (Kreszivnik, Mahunka, 2000) gyűjtöttek eddig.

A **belvárosi övezet**ben csak nyolc Oribatida génusz fordult elő, amelyeknek igen alacsony volt az abundanciája (52 egyed/m²). Ezek a génuszok csak 15 %-át tették ki az összes génusz számának.

34. táblázat: A meghatározott Oribatida fajok besorolása illetve jelenléte az egyes mintavételi helyszíneken

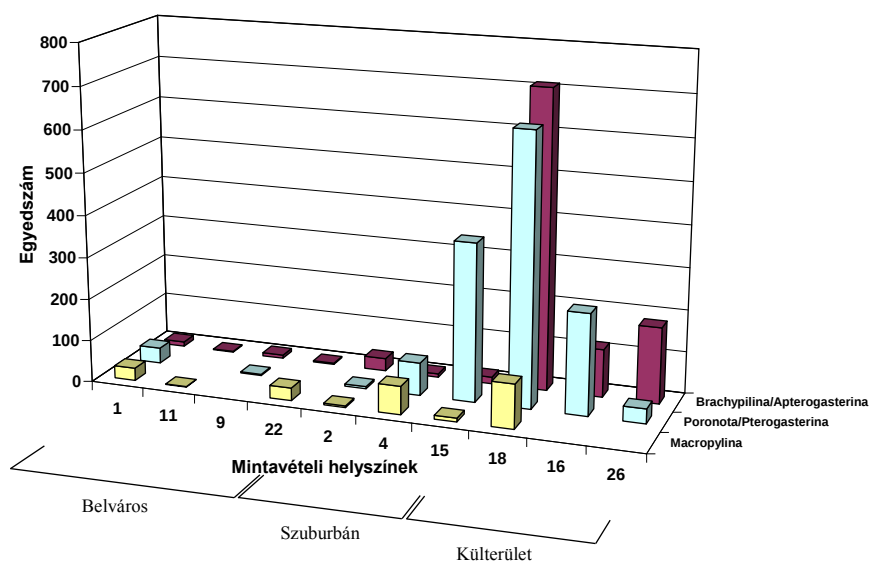
		Faj neve	Felfedezője	1	11	9	22	2	4	15	18	16	26
Enarthronota	Eniochthoniidae	<i>Eniochthonius minutissimus</i>	Berlese, 1903						+				
	Brachychthoniidae	<i>Poecilochthonius spiciger</i>	Berlese, 1910								+		
Mixonomata	Phthiracaridae	<i>Phthiracarus sp.</i>	Perty, 1841								+		
	Euphthiracaridae	<i>Rhysotritia ardua</i>	C.L.Koch, 1841	+			+	+	+	+	+		
	Lohmanniidae	<i>Lohmannia turcmenica</i>	Bulanova-Zachvatkina, 1960		+								
	Epilohmanniidae	<i>Epilohmannia cylindrica</i>	Berlese, 1904								+		
Desmonomata	Nothridae	<i>Nothrus anauniensis</i>	Canestrini & Fanzago, 1876							+	+		
Brachypilina	Damaeidae	<i>Damaeus sp.</i>	C. L. Koch, 1835								+		
		<i>Belba sp.</i>	von Heyden, 1826					+					
	Amerobelbidae	<i>Amerobelba decedens</i>	Berlese, 1908						+				
		<i>Amerobelba sp.</i>	Berlese, 1908				+						
	Ctenobelbidae	<i>Ctenobelba pectinigera</i>	Berlese, 1908								+		
	Liacaridae	<i>Dorycranosus acutus</i>	Pschorn-Walcher, 1951							+			
	Xenillidae	<i>Xenillus tegeocranus</i>	Hermann, 1804								+		
	Tectocephidae	<i>Tectocephus v. sarakensis</i>	Trägårdh, 1910	+				+		+	+	+	+
		<i>Tectocephus v. velatus</i>	Michael, 1880			+				+			
	Oppiidae	<i>Dissorhina ornata</i>	Oudemans, 1900						+				
		<i>Neotrichoppia sp.</i>	Subías et Rodriguez, 1986						+				
		<i>Oppia denticulata</i>	R. & G. Canestrini, 1882			+							
		<i>Oppia sp.</i>	C. L. Koch, 1836					+			+		
		<i>Oppiella (Rhinoppia) fallax</i>	Paoli, 1908										+
		<i>Oppiella sp.</i>	Jacot, 1937					+			+		
		<i>Oppiella uliginosa</i>	Willmann, 1919						+				
		<i>Oppiinae sp.</i>			+								
		<i>Ramusella insculpta</i>	Paoli, 1908							+			
		<i>Ramusella sp.</i>	Hammer, 1962								+		
	Suctobelbidae	<i>Suctobelba aliena</i>	Moritz, 1970						+				
		<i>Suctobelba sp.</i>	Paoli, 1908						+				
	Cymbaeremaeidae	<i>Scapheremaeus palustris</i>	Sellnick, 1924		+								
Poronota	Scutoverticidae	<i>Scutovertex sculptus</i>	Michael, 1879								+	+	
		<i>Scutovertex sp.</i>	Michael, 1879							+			
	Oribatulidae	<i>Lucoppia burrowsii</i>	Michael, 1890					+			+		
		<i>Zygoribatula cognata</i>	Oudemans, 1902						+				
		<i>Zygoribatula excavata</i>	Berlese, 1916							+			
		<i>Zygoribatula exilis</i>	Nicolet, 1855					+	+		+		
		<i>Zygoribatula sp.</i>	Berlese, 1916							+			
	Haplozetidae	<i>Protoribates capucinus</i>	Berlese, 1908							+			
		<i>Protoribates dentatus</i>	Berlese, 1883							+			
		<i>Protoribates novus</i>	Willmann, 1953	+							+		+
	Scheloribatidae	<i>Scheloribates laevigatus</i>	C. L. Koch, 1836						+	+			
		<i>Scheloribates sp.</i>	Berlese, 1908	+							+		
	Ceratozetidae	<i>Ceratozetes minutissimus</i>	Willmann, 1951							+	+		
		<i>Trichoribates trimaculatus</i>	C. L. Koch, 1835	+									
		<i>Trichoribates novus</i>	Sellnick, 1928										+
	Mycobatidae	<i>Punctoribates hexagonus</i>	Berlese, 1908								+		+
		<i>Punctoribates punctum</i>	C. L. Koch, 1839								+		
	Phenopelopidae	<i>Eupelops sp.</i>	Ewing, 1917								+		
		<i>Eupelops torulosus</i>	C. L. Koch, 1840							+	+	+	
		<i>Eupelops tardus</i>	C. L. Koch, 1835					+					
	Oribatellidae	<i>Tectoribates ornatus</i>	Schuster, 1958								+		
	Achipteriidae	<i>Achipteria coleoptrata</i>	Linné, 1758								+		
	Galumnidae	<i>Galumna lanceata</i>	Oudemans, 1900			+					+		
		<i>Galumna obvia</i>	Berlese, 1915						+		+		
		<i>Galumna sp.</i>	von Heyden, 1826								+		

A sivár, zavart, szennyezett talajú övezet ellenére itt jelent meg egy ritka mediterrán faj (*Lohmannia turcmenica*, Bulanova-Zachvatkina, 1960), egy speciális nedves élőhelyen élő faj (*Scapheremaeus palustris*, Sellnick, 1924) és egy érdekes, pontosan meg nem határozott *Oppiinae* faj. Ezek a ritka fajok a teljes mintaterület más részein nem jelentek meg. Az alacsony egyedszámok miatt ezen a területen csak kettő minta (1., 22.) volt alkalmas a dominancia számolásra. E zónában a *Rhysotritia* volt az abszolút domináns (90 % és 40,7 %-os részesedéssel), a *Scheloribates* pedig a karakterisztikus génusz (35. táblázat).

35. táblázat: Domináns és karakterisztikus Oribatida génuszok a különböző zónákban (Azon génuszok vannak feltüntetve, amelyek aránya meghaladja a 10 %-ot)

Zónák	Belváros				Szuburbán			Külterület		
Mintaszám	1.	11.	9.	22.	2.	4.	15.	18.	16.	19.
Domináns génusz	Rhysotritia 40,7 %	-	-	Rhysotritia 90,0 %	Tectocephus 60,0 %	Rhysotritia 41,0 %	Zygoribatula 51,5 %	Tectocephus 17,4 %	Eupelops 67,5 %	Tectocephus 60,8 %
Karakterisztikus génusz	Scheloribates 34,6%	-	-	-	-	Scheloribates 33,0 %	Ceratozetes 28,1 %	Eupelops 12,9 %	Tectocephus 31,1 %	- -

A következő, ún. *szuburbán övezet* egyértelműen különbözött denzitásában és taxondiverzitásában az előbbtől. Ez a közbülső vagy átmeneti zóna kétszer annyi Oribatida génuszt tartalmazott (számszerint 20-at), és egy nagyságrenddel nagyobb volt a fajok abundanciája (657 egyed/m^2), mint az előző esetben (24. ábra). Ennek a zónának az Oribatida közösségi szerkezete nagy heterogenitást mutatott mintavételi helyenként, amit jól jelez az, hogy mindhárom mintavételi helyen más-más génusz volt a domináns és a karakterisztikus (35. táblázat).

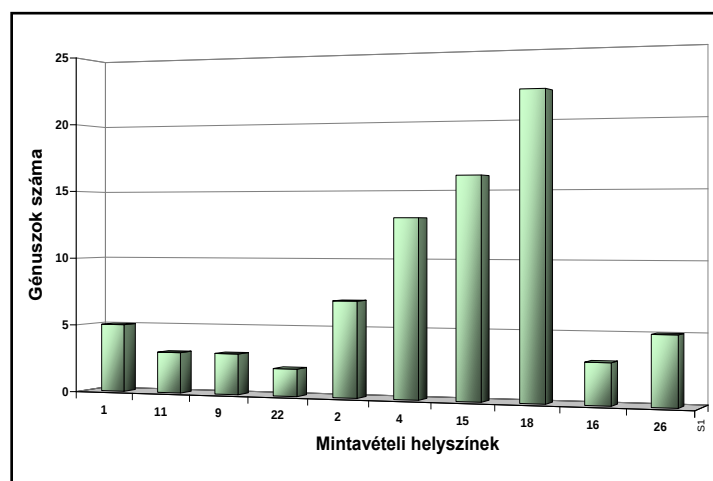


24. ábra: Az egyes mintavételi helyszínek Oribatida fajainak egyedszáma a fő taxonómiai csoportok függvényében

E területnek az Oribatida közösségi szerkezete átmenetet mutat a belváros és a külső zóna között. Erre utal az, hogy mind a belvárosra, mind a külterületekre jellemző génuszok nagy egyedszámmal képviseltetik magukat. Megfigyelhető, hogy a taxondiverzitás fokozatosan nő a városból kifelé haladva (25. ábra). Itt már megtalálhatók a Macropylina csoport tagjai viszonylag nagy egyedszámban (*Rhysotritia*, *Eniochthonius*, *Nothrus*), továbbá a Poronota *Zygoribatula* génusz és a Gymnonota Oppiidae család tagjai (*Dissorhina*, *Neotrichoppia*, *Oppiella*, *Oppia*, *Ramusella*). Az egyedi génuszok - azaz csak ebben a zónában előforduló

génuszok - száma közel annyi, mint a külső zónában (ilyenek pl. Eniochthonius, Belba, Dorycranosus, Suctobelba).

A város körüli, természeteshez közeli élőhelyeket magábafoglaló **külterület** Oribatida denzitásáról megállapítható, hogy jóval nagyobb, mint az előző két övezet, továbbá ugyancsak egy nagyságrenddel nagyobb az átmeneti zónához képest (2252 egyed/m²)(24. ábra). A legnagyobb taxonszám itt adódott (összesen 23 különböző génusz), ami az összgénuszs szám 44 %-a (25. ábra). Ez azonban nem drámaian nagy eltérés a szuburbán területhez képest. Jellemző, hogy erről a területről került elő a legtöbb példány, ez adta az összegyedszám 53 %-át. Ugyanakkor látszik a 24. ábrán, hogy a városon kívüli három élőhely igen nagyfokú heterogenitást mutat egyedszám és közösségszerkezet szempontjából, például a 16. és a 26. minta összegyed- és génuszszáma jóval elmarad a 18-as mintáétól. Feltételezhető, hogy a belvárosi területekhez nagyon hasonló közösségi szerkezet kialakítását nagyban befolyásolja a talajtípus, a növényborítottság megléte avagy hiánya és a mezőgazdasági területeken a művelés jellege (Puskás et al., 2008a).

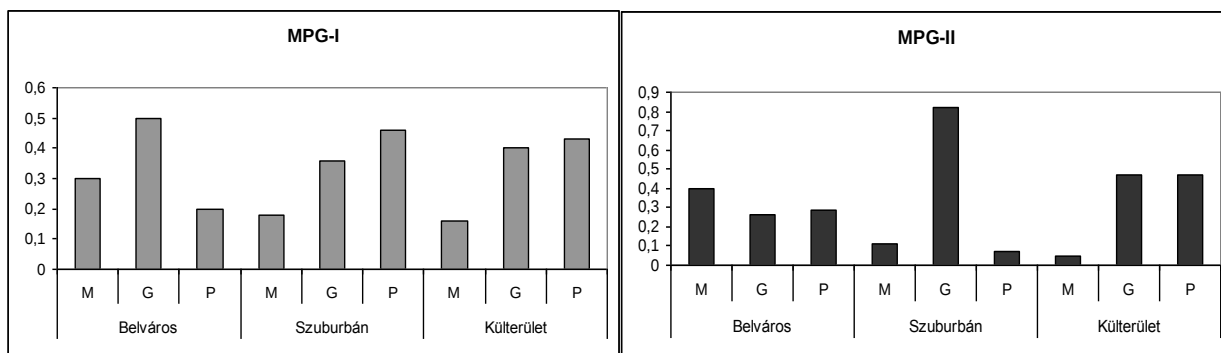


25. ábra: Az egyes mintavételi helyek Oribatida génuszainak száma

Például a 16. minta homoktalajának alacsony talajnedvessége, gyér növényborítottsága valószínűleg nem annyira kedvezett az Oribatidák nagyszámú elterjedésének. Az alacsony biológiai aktivitást alátámasztja az itt mért igen alacsony humuszkoncentráció (0,46 %) is. Ellenben a 18. mintavételi hely magasabb talajnedvessége, jelentős növényborítottsága sokkal inkább előnyös a talajlakó állatok számára. Az itt mért magasabb humusztartalom (2,62 %) is összefügghet ezzel. Az ebben a zónában levő alacsonyabb génuszs szám ellenére az itt lévő Poronota és Brachypilina (Poronota) csoportok száma meghaladja a többi belvárosi mintáét. Élőhelytől függően a külső zónában az Eupelops és a Tectocepheus a domináns génusz (35. táblázat).

A **Sørensen hasonlósági index**-szel kifejezett hasonlósági vizsgálat azt mutatja, hogy több közös génuszt találunk a szuburbán és a külső területek között, míg a belvárosi és a szuburbán, vagy belvárosi és a külső zóna között kevesebb közös génusz lelhető fel. Következésképpen a külső és a szuburbán övezet páncélosatka közösségének szerkezete közötti hasonlóság nagyobb ($C_s = 0,50$), mint a szuburbán és a belváros ($C_s = 0,34$), illetve a külterület és a belváros közötti ($C_s = 0,26$). Mindez jól tükrözi a belvárosi taxonok egyedi, a két másik zónától elkülönülő sajátos jellegét.

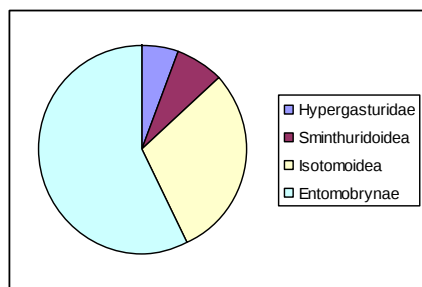
Az **MGP-analízis** alapján megállapítható, hogy a begyűjtött kifejlett pánélosatkák 12,9 %-a Macropylina (M-típusú), 40,7 %-a Gymnonota (G-típusú) és 46,4 %-a Poronota (P-típusú) volt (26. ábra).



26. ábra: Az MGP arányok három különböző zóna génusz számai (MPG-I), egyedszámai (MPG-II) alapján

Az MGP-I analízis szerint a külső és a szuburbán terület általános mintázata hasonló, de a belvárosi zónáé különböző. A génuszok szerinti M:G:P arány a belvárosban 1:2:1, az átmeneti és a külső zónában 1:2:2. Általánosságban elmondható, hogy a szuburbán és a külső terület GP-típusúnak, míg a belvárosi zóna O-típusúnak adódott. Ugyanezen arány az MGP-II analízis szerint 1:1:1 a belvárosban, a szuburbán zónában 1:8:1, a külsőben 1:4:4. Meglepő, hogy a belvárosi zónában az M és a G csoportok aránya magas. Ezen csoportoknak a magas arányát stabil, zárt erdőkben írták le (Aoki, 1983). Az alacsony denzitásértékek miatt azonban ez az arány felülbírálandó. A G csoport abundanciájának eloszlása a szuburbán zónában nagyon magasnak adódott, így ezt az öveget G-típusúnak sorolhatjuk be. A külső terület mintázata hasonlít az MGP-I analízisben kapotthoz, így ez GP-típusúnak mondható. A belvárosból kapott eredményeink látszólag ellentmondanak annak a Lee és munkatársai (1999) által leírt hipotézisnek, miszerint összehasonlítva egy városi és egy természetes erdő páncélosatka közösségét, a természetes erdőben lesz magasabb az M és a G csoportok aránya, míg a magas P csoport arány zavart városi zónára jellemző. Ennek az elméleti alapja szerintük

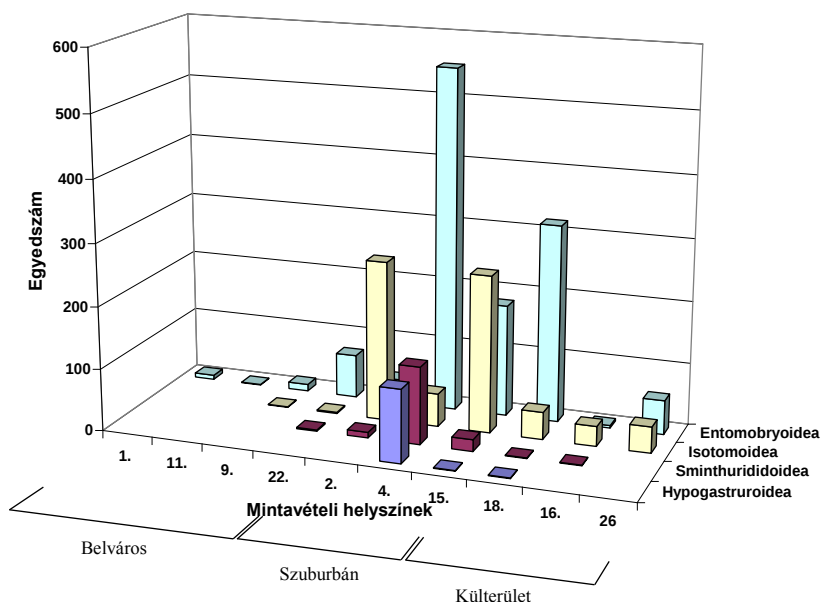
az, hogy a P csoport tagjait általánosan inkább r-stratégista pionír fajokként jellemzik, míg az M és G csoportok tagjait inkább stabil ökoszisztémában előforduló K-stratégistaként.



27. ábra: A fő Collembola csoportok arányai

Azonban úgy tűnik, hogy ezen vizsgálat eredményei mindezt nem erősítik meg. A tapasztalt eltérés egyik oka egyrészt az lehet, hogy a belvárosi zóna túl alacsony egyedszámai torzítják a csoportok arányát, másrészt pedig az, hogy a *Rhysotritia ardua* sokkal kevésbé érzékeny, mint ahogy azt az MGP analízis figyelembe veszi. Ez a módszer még további finomítást igényel - a szerzője szerint

is - ahhoz, hogy a páncélosatkák pontos ökomorfológiai besorolását el lehessen végezni.

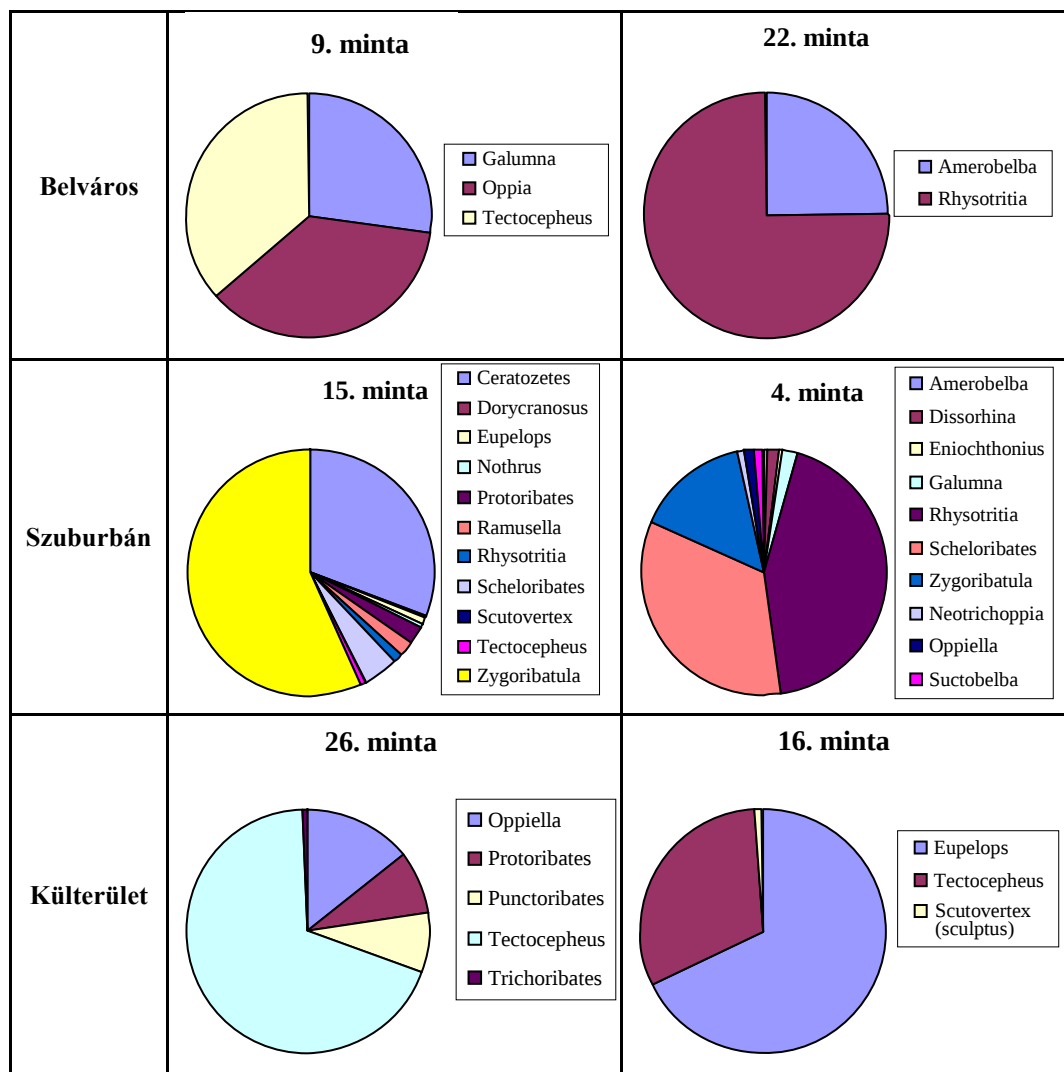


28. ábra: A Collembola taxonómiai csoportok egyedszáma az egyes mintákban

A gyűjtött mintákból összeszámolt ugróvillások száma összesen 2063, melyeket négy szupercsaládba sorolhatók be: Entomobryoidea, Isotomoidea, Sminthuridoidea, Hypogastruroidea (27. ábra). Az állatok legnagyobb része az Entomobryoidea csoporthoz tartozott, a következő abundáns csoport, az Isotomoidea szupercsalád tagjai, akik az összegyedszám harmadát adták. A maradék kettő csoport kis számban képviseltette magát, az egyedek számának mindössze 13 %-át tették ki. A gyűjtött Collemboláknak a 77 %-a a szuburbán mintavételi helyekről került elő. A külső zóna a gyűjtött állatoknak a 18 %-át, a belvárosi zóna pedig csak az 5 %-át adta. Az átmeneti zóna különösen érdekes, mert ebben a zónában mind a négyféle ökomorfológiai csoport tagjai megtalálhatók, még hozzá a legnagyobb számban (28. ábra). Megállapíthatjuk, hogy az Entomobryoidea csoport elterjedése sokkal szélesebb körű, mint a többié, képviselői szinte mindegyik talajmintában

fellelhetők. A 28. ábrán jól látható, hogy a Hypogastruroidea képviselői a szuburbán zónában (leginkább a 4. mintában) találhatók legnagyobb számban.

A mezofauna vizsgálat kezdetekor az alaphipotézis az volt, hogy a belvárosból kifele haladva a természeteshez közeli élőhelyek felé nő az előforduló taxonok száma és abundanciája.



29. ábra: Zonánkénti két-két kiválasztott minta Oribatida génuszai

Ennek megfelelően az egyes területek összegyedszáma közötti különbség nagyságrendbelinek mutatkozott úgy, hogy a legkisebb abundancia a belvárosban figyelhető meg. Éles különbség van azonban a belváros és az azt övező területek taxondiverzitásában, de a szuburbán és a természetközeli élőhelyek páncélosatka faunája közötti taxondiverzitás nem sokban tért el.

A belváros alacsony abundancia értékei összefüggésben lehetnek a magas lég- és talajszennyezettséggel, az urbanizáció okozta élőhely izolációval és az alacsony talajnedvességgel (Weigmann, Kratz, 1986). Ugyanakkor a szennyezettebb és az ember által

jobban zavart élőhelyek mezofaunája véletlenszerűbb (Erhard, Szeptycki, 2002), talán ezért található ott három különleges faj. A domináns fajok változatossága a szuburbán zónában volt a legnagyobb, ami összefüggésben az egyedszámokkal viszonylag jó élőhelyre utal. Az átmeneti zóna Oribatida közösségeinek domináns fajai alapján folyamatosnak mondhatjuk az átmenetet a sivár belvárosi és a heterogén külső terület között. A természeteshez közeli és a külvárosi élőhelyeken előforduló Gymnonota és Poronota csoportok nagy egyed- és génuszszáma stabilabb életközösséget feltételez, mint a belvárosi zónáé. Az ugróvillások abundancia értékei jól átfednek a páncélosatka adatokkal. A belvárosi zónában találhatók a legkisebb egyedszámban és a legkisebb diverzitásban ennek a csoportnak a tagjai. Úgy tűnik azonban, hogy az ugróvillások a szuburbán talajokban halmozódnak fel, ellentétben a páncélosatkákkal, amelyek a városon kívüli területeken koncentráálódtak.

A fenti eredmények alapján, hasonlóan Magura és munkatársai (2006) megállapításaihoz, elmondható, hogy a belvárosi és a várost közvetlenül övező természetközeli élőhelyek között kialakult átmeneti zónában nagyobb diverzitás mutatható ki, mint az előző kettőben (29. ábra). Úgy tűnik, hogy ez az átmeneti zóna a belváros körül egy viszonylag stabil és megfelelően heterogén élőhely ahhoz, hogy folyamatosan biztosítsa a fajkészletet a városmag és a külső területek felé. Szeged körkörös városszerkezetének köszönhetően fokozatos átmenet biztosítható a belváros és a várost övező területek között. Mivel hiányzik az egységes iparvárosi zóna, a belváros és a külterületek közötti átmeneti zóna puffer és refúgium szerepet játszhat a talajlakó ízeltlábú állatok számára (Puskás et al., 2008b).

VI.6. A szegedi talajok besorolása a WRB(2006) rendszerébe

A II.4. fejezetben kitértem a WRB(2006) szerkezetére, a talajok besorolásának menetére. A városi, ipari talajok csoportjának, a Technosoloknak a definiálása, a minősítőinek felsorolása, a tipikus diagnosztikai anyagainak (pl.: műtermék, mesterséges kemény kőzet stb.) jellemzése is itt történt meg. Jelen fejezetben az eddigiekben tárgyalt szelvényeket a vizsgált diagnosztikai tulajdonságok segítségével sorolom be a WRB(2006) rendszerébe. A fejezetben belül az első két alfejezetben röviden áttekintem a szegedi városi, valamint a külterületi talajok besorolásához használt leggyakoribb minősítőket. Ezt követően pedig külön alfejezetben kerül sor a szelvényeim besorolására, illetőleg a besorolt szelvények közül a városi típusszelvények bemutatására.

VI.6.1. A szegedi Technosol talajok leggyakoribb minősítőinek bemutatása

Mivel dolgozatomban fő célként azt tűztem ki, hogy a jelentős módosuláson átesett szegedi Technosol talajokat tanulmányozzam, ezért e talajcsoport elő- és utótagjaival ezen fejezet keretén belül külön foglalkozom. Kérdésként felmerül, hogy mely talajok tartoznak a Technosolokhoz. A WRB(2006) három kritériumot fogalmaz meg (10. táblázat), melyek legalább egyikének teljesülnie kell ahhoz, hogy Technosol talajról beszélhessünk. A vizsgált szegedi talajok esetében a belvárosban elhelyezkedő, teljes mélységében átalakított, helyenként jelentős műterméktartalommal, máshol pedig felszíni lefedettséggel rendelkező szelvények Technosol talajcsoportéhoz tartozása kétségtelen. Továbbá az átmenetet képező, mind antropogén, mind eltemetett természetes talajösszetételből álló szelvények zöme szintén a Technosolokhoz sorolódott, amennyiben azok kielégítették a talajcsoport valamelyik kritériumát (10. táblázat). Ezen „vegyes” szelvények pontos nevezéktanára a mintaszelvények tárgyalása során fogok részletesebben kitérni.

Mivel a WRB egy nemzetközi talajosztályozási rendszer, így a Technosol talajcsoportnak a Földön előforduló valamennyi városi és ipari talajt le kell fednie. Ennélfogva, sok olyan minősítőt találhatunk - különösen a jellegzetesebb tulajdonságokat felölelő előtag minősítők esetében - melyek egyáltalán szóba sem jöhetnek a szegedi talajok esetében (pl.: Cryic, mely az állandóan fagyott talajhorizontra jellemző előtag minősítő, vagy a Vitric előtag minősítő, mely vulkáni kitörésből származó vulkáni üveget tartalmazó talajokra vonatkozik). Következésképpen, e fejezetben csak a szegedi Technosol talajok besorolásához használt elő- és utótag minősítők magyarázatára térek ki.

Első ízben a szegedi városi talajokra tipikusan jellemző, illetve más talajcsoportokhoz hajló átmeneti tulajdonságokra utaló **előtag minősítők** bemutatására kerül sor (36. táblázat). A szegedi talajokra - a fő városi talajtípusokat meghatározó előtag minősítők (Ekranic, Linic, Urbic, Spolic, Garbic) közül - az Ekranic és az Urbic, valamint egyetlen szelvény esetében a Linic minősítő volt jellemző.

36. táblázat: A szegedi Technosol talajoknál alkalmazott előtag minősítők (FAO et al., 2006)

Előtag minősítők	Jellemzésük
Ekranic	Mesterséges kemény kőzet a felszíntől 5 cm-en belül kezdődik, és a talaj ≥ 95 %-át lefedi
Linic	A talajfelszín 100 cm-en belül kezdődő bármilyen vastagságú geomembrán, amely összefüggő, nagyon lassú áteresztőképességű vagy impermeábilis szerkezetű
Urbic	Olyan réteg, amely 100 cm-en belül kezdődik, vastagsága ≥ 20 cm és műterméktartalma ≥ 20 %, melynek ≥ 35 %-a <i>emberi települések maradványaiból</i> származik (csak a Technosoloknál)
Fluvis	A talajfelszín 40 cm-en belül 25 cm vagy vastagabb <i>fluvis anyaggal</i> rendelkező réteg
Mollic	A szelvény egy mollic szinttel rendelkezik. Mollic szint: (a latin mollis, „lágy” szóból) egy jól strukturált, sötét színű felszíni horizont, magas bázistelítettséggel és mérsékelt magas szervesanyag tartalommal Diagnosztikai kritériumai: ➤ puha jó szerkezet; ➤ nedves szín: chroma ≤ 3 value ≤ 3; ➤ száraz szín: chroma ≤ 5 value ≤ 5; ➤ szerves széntartalom $> 0,6$ % (szervesanyag > 1 %); ➤ bázistelítettség ≥ 50 %; ➤ vastagság ≥ 25 cm (20 cm, ha 75 cm-nél sekélyebb a talaj, vagy ≥ 10 cm, ha közvetlenül kemény kőzeten van).

Szeged belvárosa - más nagyvárosokhoz hasonlóan - nagyfokú beépítettséggel rendelkezik. Ennek köszönhetően a külterületekről a belváros felé haladva fokozatosan növekszik a lefedett területek aránya. Ennek tudható be, hogy a belvárosi szelvényeim zöme „mesterséges kemény kőzettel” borítottak, mely jelenlétét a szegedi Technosol talajoknál leggyakoribb *Ekranic* előtag minősítő hivatott kifejezni. A felszíni borítás leggyakrabban eltérő vastagságú aszfalt, beton, valamint az alattuk levő sóder, esetleg homok rétegekből tevődik össze. A teljes mélységükben antropogén talajösszetételből álló belvárosi szelvények egy kivételével (a belvárosi park területéről származó 22. minta) mindannyian rendelkeznek felszíni borítással, tehát mind megkapták az *Ekranic* előtag minősítőt. Továbbá számos külvárosi „vegyes” szelvény is rendelkezett felszíni lefedettséggel.

A magas műterméktartalmat kifejező *Urbic* minősítő a második leggyakrabban használt előtag minősítő a szegedi Technosol talajok körében. E minősítő esetében a 36. táblázatban megadott mennyiségű műterméktartalom az emberi települések maradványaiból eredeztethető. Szegeden az ipari tevékenység kevésbé okolható a nagyobb mennyiségű műterméktartalomért (így a *Spolic* előtag minősítő nem alkalmazható, amely esetében a

műtermék ipari eredetűnek minősül). Ellenben a városi tevékenység, a „település maradványai” igen erőteljesen hozzájárultak jelentősebb mennyiségű műterméktartalom felhalmozódásához. Így a kritériumoknak megfelelő mennyiségű és minőségű műtermékkel rendelkező szelvények Urbic előtag minősítővel lettek ellátva.

37. táblázat: A szegedi Technosol talajoknál alkalmazott utótag minősítők (FAO et al., 2006)

Utótag minősítők	Jellemzésük
Calcaric	<i>Calcaric</i> anyaggal (olyan anyag, amely 2 % vagy több kalcium-karbonátot tartalmaz) rendelkezik a felszíntől számított 20 és 50 cm között
Ruptic	Egy litológiai diszkontinuitással rendelkezik a talajfelszíntől számított 100 cm-en belül, amely diagnosztikai kritériumai (az alábbiak közül egy vagy több kritériumnak meg kell felelni): ➤ Egy hirtelen változás szemcseméret eloszlásában, amely nincs egyértelmű kapcsolatban a pedogenezis által eredményezett agyagtartalom változásával; ➤ A durva, közepes és finom homok arányában 20 % -os (vagy több) relatív változás figyelhető meg; ➤ Kőzet darabok, amelyek az alattuk fekvő folyamatos kőzettől eltérő litológiával rendelkeznek; ➤ Mállási héjtól mentes kőzetdarabokkal rendelkező réteget egy mállási héjjal rendelkező kőzeteket tartalmazó réteg fed be; ➤ Szögletes kőzetdarabokkal rendelkező rétegek, melyek befedik vagy alapját képezik a lekerekített kőzetdarabokkal rendelkező rétegeknek; ➤ Színben bekövetkező hirtelen változás, melyet nem pedogenezis eredményezett; ➤ Az egymásra rakódó rétegek közötti ellenálló ásványok alakjában és méretében észlelhető különbségek
Toxic	A talajfelszín 50 cm-en belül elhelyezkedő olyan réteg, amely szerves vagy szervetlen anyagok toxikus koncentrációjával rendelkezik (altípusok → lásd II.3 fejezet)
Humic	A finom talajfrakcióban levő szerves széntartalom súlyozott átlagban megadva: ➤ a Ferrasolokban és a Nitisolokban 1,4 % vagy több az ásványi talajfelszíntől 100 cm mélységig; ➤ a Leptosolokban 2 % vagy több az ásványi talajfelszíntől 25 cm mélységig; ➤ más talajokban 1 % vagy több az ásványi talajfelszíntől 50 cm mélységig
Densic	Egy természetes vagy mesterséges <i>tömörödöttség</i> a talajfelszíntől számított 50 cm-en belül
Arenic	30 cm vagy vastagabb vályogos finom homok vagy durvább szerkezetű réteg a talajfelszín 100 cm-en belül ➤ Epiarenic: Egy 30 cm vagy vastagabb homokos vályog vagy durvább szerkezetű réteg a talajfelszín 50 cm-en belül ➤ Endoarenic: Egy 30 cm vagy vastagabb homokos vályog vagy durvább szerkezetű réteg 50 és 100 cm között
Clayic	Egy 30 cm vagy vastagabb agyagtexturájú réteg a talajfelszín 100 cm-en belül ➤ Epiclayic: Egy 30 cm vagy vastagabb agyagtexturájú réteg a talajfelszín 50 cm-en belül ➤ Endoclayic: Egy 30 cm vagy vastagabb agyagtexturájú réteg 50 és 100 cm között

A *Linic* előtag minősítőt egy antropogén, belvárosi Technosol szelvény (1. szelvény) kapta meg, amelyben nagyon lassú áteresztőképességű geomembránként egy 10 cm vastagságú összefüggő téglasor funkcionál (36. táblázat).

Az előtag minősítők után áttérek a szegedi Technosol talajok **utótag minősítőinek** tárgyalására, amelyek minden más olyan minősítőt magukba foglalnak, amelyek vonatkozhatnak diagnosztikai szintekre, anyagokra, tulajdonságokra. Ezen minősítők az előtag minősítőkhöz képest sokkal heterogénebb képet mutatnak (37. táblázat).

A leggyakoribb a *Calcaric* utótag minősítő, mely akkor alkalmazható, ha az adott szelvény a 37. táblázatban meghatározott mélységben *calcaric* anyaggal rendelkezik. Ez a

minősítő szinte minden Technosol szelvénynél szerepel, különösen azoknál, amelyek jelentős mennyiségű műterméktartalommal rendelkeznek.

Szintén gyakorinak mondható a *Ruptic* utótag minősítő, amely az adott szelvényben levő litológiai diszkontinuitásra utal. A litológiai diszkontinuitásra vonatkozó WRB(2006) által megadott diagnosztikai kritériumokat a 37. táblázat foglalja össze. Ha a táblázatban felsorolt kritériumok valamelyike teljesül, akkor már jogosult a szelvény a *Ruptic* utótag minősítő viselésére. A szegedi talajoknál a leggyakrabban a rétegek közötti nem pedogenetikai eredetű éles szín-, illetve textúraváltások a leginkább jellemzőek.

A *Toxic* utótaggal (37. táblázat) jellemezhetők a belvárosi, de különösen a „vegyes” szelvények.

Néhány szelvény esetében használható a *Humic* utótag minősítő, mely a szelvény felső 50 cm-ének 1 %-ot meghaladó szerves szén tartalmát fejezi ki.

A *Densic* minősítővel illetem azokat a szelvényeket, amelyek az emberi tevékenységek által kiváltott nagy nyomóerők hatására jelentős tömörödöttséget szenvedtek. Számos Technosol szelvény rendelkezik ilyen utótaggal, különösen az igen erős nyomóerőknek kitett mintavételi helyszíneken levők. Továbbá a jelentős emberi taposással sújtott parkok, füves területek talajai is rendelkezhetnek ezen utótaggal.

A szegedi talajok módosult fizikai féleségét támasztja alá az *Arenic* utótag minősítő gyakoribb használata, mely minősítő esetében a homokos vályog, a homok vagy az ennél durvább fizikai féleség a domináns. Az *Arenic* minősítővel szemben sokkal kevésbé gyakori a *Clayic* utótag (37. táblázat).

VI.6.2. A szegedi „természetes” talajok leggyakoribb minősítőinek ismertetése

A heterogén képet mutató kilenc szelvényből hármat a *Phaeozem*, kettőt a *Gleyosol*, kettőt a *Fluvisol*, egyet az *Arenosol*, egyet pedig a *Solonetz* talajcsoportokhoz soroltam be. Ezen talajcsoportok mindegyike rendelkezik a WRB(2006)-ben megadott saját elő- és utótag minősítőkkal. Jelen fejezetben sem kerül sor az egyes talajcsoportok minden egyes minősítőjének áttekintésére, hanem a Technosolokhoz hasonlóan csak a Szeged környéki talajokra jellemző, tipikus elő- és utótag minősítőket mutatom be (38. táblázat) (A mellékelt WRB(2006)-ról szóló cd-n lehetőség van a talajcsoportok valamennyi minősítőjének áttekintésére).

Mindhárom **Phaeozem** talajnál a legjellemzőbb a *Calcic* előtag minősítő, mely esetében a szelvénynek *calcic* horizonttal vagy másodlagos mészkiválásokkal kell rendelkeznie a felszíntől számított 100 cm-en belül. E horizontban másodlagos kalcium-karbonát

akkumulálódik diffúz formában vagy egyéb kiválások formájában (pszeudomicellák, mészszerk, lágy és kemény konkréciók). A felhalmozódás történhet az alapkőzetben vagy felszín alatti horizontokban, de előfordulhat felszíni horizontban is. E horizont diagnosztikai kritériumai:

- a finom talajfrakcióban 15 % vagy annál több a kalcium-karbonát tartalom, és
- vastagsága ≥ 15 cm

A Phaeozem talajcsoport utótag minősítői közül az *Anthric* minősítő emelhető ki. E minősítő akkor használható, ha a szelvény egy anthric horizonttal rendelkezik. Az anthric horizont egy mérsékelt vastag, sötét színű szint, amelyet hosszabb ideig tartó mezőgazdasági művelés (szántás, trágyázás, meszezés stb.) eredményezett.

Diagnosztikai kritériumai:

- megfelel a mollic vagy az umbric horizont szín, strukturális és szervesanyag követelményeinek [lásd WRB(2006)], és
- az emberi zavarás egyértelmű nyomait mutatja azáltal, hogy rendelkezik az alábbiak közül egy vagy akár több tulajdonsággal:
 1. egy mélyebben elhelyezkedő hirtelen határvonal az eketalp réteg tájékán; vagy
 2. a felhasznált mészh felhalmozódása, összecsomósodása; vagy
 3. a talajrétegek összekeveredése a földművelésnek köszönhetően; vagy
 4. 1,5 g/kg (vagy több) oldható P_2O_5 1 % citromsavban, és
- kevesebb, mint 5 % a talajállatok aktív tevékenységére utaló jelek (állatjáratok koprolitek vagy más állati nyomok) a művelt réteg alatt, és
- vastagsága ≥ 20 cm.

A Technosoloknál is előforduló kalcium-karbonát tartalomra vonatkozó *Calcaric* utótag minősítő (37. táblázat) mindhárom Phaeozem talajnál jelen volt. Akadnak olyan utótag minősítők is, amelyek csak egy-egy szelvénynél szerepelnek. Ilyen a *Pachic* minősítő, mely egy 50 cm-es vagy vastagabb mollic vagy urbic szint jelenlétére utal. A következő az *Abruptic* minősítő, mely egy felszíntől számított 100 cm-en belül hirtelen fellépő textúraváltást jelez. Szintén a textúrára vonatkozik a Technosoloknál is szerepelt *Arenic* minősítő, mely definiálása a 37. táblázatban szerepel. Az *Oxiaquatic* minősítőt alkalmaztam annál a szelvénynél, amely oxigéndús vízzel borított 20 vagy annál több egymást követő napon át, és nem rendelkezik glej- vagy stagnic foltokkal a talajfelszín 100 cm-én belül.

Két szelvény elégti ki a **Fluvisol** talajcsoport követelményeit. Mindkét talajszelvénynél a *Gleyic* előtag minősítő szerepel, mely arra utal, hogy a redukciós viszonyok az uralkodóak néhol az ásványi talajfelszín 100 cm-én belül és a talajtérfogat 25 %-a vagy akár több is glejes foltokat tartalmaz. Továbbá a *Subaquatic* előtag minősítőt kell megemlíteni, mely a 200 cm-nél nem mélyebb állandó vízborításra enged következtetni.

38. táblázat: A vizsgált szegedi természetes talajok besorolásánál használt tipikus elő- és utótag minősítők

	Kritériumok	Előtag minősítő	Utótag minősítő
Phaeozem	1, Mollic szinttel rendelkezik; és 2, 50 %-os vagy több bázistelítettséggel bír a talajfelszíntől számított 100 cm-ig (vagy akár mélyebben is) vagy egy egybefüggő kőzetig vagy cementált megkeményedett rétegig, amelyek a felszínhez közelebb van	Calcic	Anthric, Abruptic, Calcaric, Pachic, Oxyaquic, Arenic
Fluvisol	1, Fluvisol talajanyag jelenik meg, amelynek felső határa a felszíntől számított 25 cm-en belül vagy közvetlenül a szántott réteg alatt, alsó határa pedig a felszíntől számított legalább 50 cm mélységben kell legyen; és 2, nincsenek a felszíntől számított 100 cm-en belül összesen 30 cm vagy nagyobb vastagságú andic vagy vitric tulajdonságú rétegek, amelyek 25 cm-en belül kezdődnek	Subaquatic, Gleyic	Calcaric, Humic, Eutric, Clayic, +Toxic
Solonetz	A talajfelszíntől számított 100 cm-en belül natric szinttel rendelkezik ➤ Natric szint (az arab natroon, só szóból származik): egy tömör felszín alatti horizont határozottan magas agyagtartalommal, mint a felette levő horizont vagy horizontok. Magas a kicserélhető Na-k és/vagy Mg-k aránya [diagnosztikai kritériumait lásd WRB(2006)]	Salic	Clayic
Arenosol	1, A textúra a felszíntől számított 100 cm-es mélységig vagy 50 és 100 cm között petroplinthic, pisoplinthic, plinthic vagy salic szintek mélységéig vályogos homok, vagy durvább; és 2, kevesebb, mint 40 % közettörmelék vagy durva vázrész; és 3, nincs fragic, irrigic, hortic, plaggic vagy terric horizont; és 4, az andic vagy vitric tulajdonságú rétegek összes vastagsága nem haladja meg a 15 cm-t	Haplic	Eutric
Gleyosol	1, A felszíntől számított 50 cm-en belül egyes részeik redukzív tulajdonságúak és a talajtérfogat legalább felében gleyic mintázat figyelhető meg; és 2, nincsenek andic vagy vitric tulajdonságú rétegeik, melyeknek összesített vastagsága: a, legalább 30 cm a felszíntől számított 100 cm-en belül, és felső határuk a felszíntől 25 cm-en belül van; vagy b, legalább 60 %-a a talaj teljes vastagságának, amennyiben összefüggő kőzet vagy egy cementált vagy tömör réteg kezdődik a felszíntől számított 25-50 cm-en belül	Haplic	Calcaric, Humic, Toxic, Eutric, Clayic

A két szegedi Fluvisol szelvényben az utótag minősítők közül a már definiált *Calcaric*, *Humic*, *Clayic* valamint az *Eutric* (50 % vagy több bázistelítettséggel rendelkező réteg van jelen a felszíntől számított 20 és 100 cm között vagy 20 cm és egybefüggő kőzet vagy cementált áthatolhatatlan réteg között) minősítők szerepeltek.

Az **Arenosol** talajcsoporthoz egy szelvény (16.) tartozott, mely az előtag minősítők közül csak a *Haplic* jelzőt kapta meg. Ez csak akkor használható, ha az adott talajcsoportnál felsorolt minősítők egyike se alkalmazható. Az utótag minősítők közül az *Eutric* minősítő kritériumainak tett eleget a szelvény.

A **Solonetz** talajcsoport előtag minősítői közül a *Salic* volt jellemző, mely akkor alkalmazható, ha az adott szelvény *salic* horizonttal [lásd WRB(2006)] rendelkezik. Az utótag minősítők közül a *Clayic* minősítőt használhattam.

A **Gleyosol** talajcsoporthoz tartozó talajok esetében a *Haplic* előtag minősítőt, míg az utótagok közül az előzőekben már definiált *Calcaric*, *Humic*, *Toxic*, *Eutric*, *Clayic* minősítőket alkalmaztam.

VI.6.3. Az egyes városi talajtípusok szemléltetése mintaszelvények segítségével

A vizsgált városi, illetve külterületi talajok minősítőinek áttekintése után a 39. táblázatban található a WRB(2006) talajosztályozási rendszerbe besorolt szegedi szelvények a rájuk jellemző elő- és utótag minősítőkkel. A besorolás során is jól körvonalazódtak az előző alfejezetben ismertetett fő csoportok: 1. a csak antropogén rétegekből álló talajok, 2. a „vegyes” talajok, 3. a külterületi „természetes” talajok (Puskás, Farsang, 2008c).

Az 1. csoportba tartozó talajok megfeleltek a Technosol talajok 10. táblázatban megadott kritériumainak és megkapták e talajcsoport elő- és utótag minősítői közül a nekik megfelelőt.

A 2. csoportot alkotó szelvények elnevezésénél tükröződnie kell e szelvények kettős eredetének. Ha egy új anyaggal van befedve az eredeti talaj, akkor a WRB(2006)-ben szereplő következő szabályok az érvényesek: A fedő új anyagot és az alatta levő eltemetett talajt egy talajként kell osztályozni, ha a kettő együtt megfelel az adott talajcsoport kritériumainak. Mindez az alábbiakban felsorolt talajcsoportok esetében alkalmazható: *Histosol*, *Technosol*, *Cryosol*, *Leptosol*, *Vertisol*, *Fluvisol*, *Gleyosol*, *Andosol*, *Planosol*, *Stagnosol*, *Arenosol*. Máskülönb az új anyagot osztályozzuk első szinten. Ilyen esetben az eltemetett talaj talajcsoportjának nevét ellátjuk Thapto- specifikáló előtaggal és egy -ic utótaggal, és az egészet az új talajanyag neve után zárójelbe tüntetjük fel [pl.: Ecranic Technosol (*Calcaric*, *Ruptic*, *Toxic*, *Epiarenic*)(Thapto-Phaeozemic)].

A 3. csoportba tartozó, a város periférikus részeiről, illetve a külterületekről származó természetközeli talajok nagyrészt megőrizték eredeti jellegüket, bár megjegyezendő, hogy a városszéli kiskertek szelvényeiben néminemű módosulás azért megfigyelhető. E csoport szelvényei a nekik megfelelő természetes talajcsoportba sorolódtak be, s az adott talajcsoport minősítői közül a rájuk illővel lettek ellátva.

39. táblázat: Az egyes szelvények besorolása a WRB(2006)-os talajosztályozási rendszerbe

Szelvények		WRB(2006) elnevezések
Feltöltött szelvények	1.	Ekranic, Linic Technosol (Calcaric, Ruptic, Arenic)
	4.	Urbic Technosol (Calcaric, Ruptic, Densic, Arenic)
	5.	Ekranic Technosol (Calcaric, Ruptic, Toxic)
	6.	Urbic, Technosol (Calcaric, Humic, Densic)
	8.	Ekranic Technosol (Calcaric, Ruptic, Humic, Densic, Epiarenic, Endoclayic)
	9.	Ekranic Technosol (Calcaric)
	11.	Ekranic Technosol (Ruptic, Toxic, Endoclayic)
	13.	Ekranic Technosol (Calcaric, Densic)
	22.	Urbic Technosol (Calcaric, Ruptic, Densic, Arenic)
„Vegyes” szelvények	2.	Ekranic Technosol (Calcaric, Ruptic, Toxic, Epiarenic)(Thapto-Phaeozemic)
	3.	Urbic Technosol (Calcaric, Ruptic, Toxic, Epiarenic) (Thapto-Phaeozemic)
	7.	Ekranic Technosol (Toxic)(Thapto-Phaeozemic)
	10.	Ekranic, Endofluvic Technosol (Toxic, Densic, Epiclayic) (Thapto-Fluvisolic)
	12.	Urbic, Mollic Technosol (Calcaric, Ruptic, Toxic) (Thapto-Phaeozemic)
	14.	Ekranic Technosol (Thapto-Phaeozemic)
	15.	Haplic Cambisol (Ruptic, Calcaric, Humic, Eutric, Toxic) (Thapto-Phaeozemic)
„Természetes” szelvények	16.	Haplic Arenosol (Eutric)(Thapto-Phaeozemic)
	17.	Calcic Phaeozem (Anthric, Abruptic, Calcaric, Pachic, Epiarenic)
	18.	Haplic Gleysol (Calcaric, Humic, Toxic, Eutric, Hyperclayic)
	19.	Subaquatic, Gleyic Fluvisol (Calcaric, Humic, Eutric, Hyperclayic)
	20.	Calcic Phaeozem (Anthric, Calcaric)
	21.	Calcic Phaeozem (Anthric, Calcaric, Pachic, Oxiaquic)
	23.	Gleyic Fluvisol (Calcaric, Humic, Eutric, Hyperclayic, Toxic)
	24.	Salic Solonetz (Clayic)
	25.	Haplic Gleysol (Humic, Toxic, Hyperclayic)

A feltöltött, valamint a „vegyes” szelvényekről elmondható, hogy - szemben a természetes talajok csoportjával - sokkal heterogénebb morfológiával rendelkeznek, hiszen a változatos antropogén hatások igen sokszínű tulajdonságokkal ruházták fel őket. Következésképpen a belváros területén sokszor előfordul, hogy az egymástól minimális távolságra levő szelvények merőben más jellegekkel rendelkeznek.

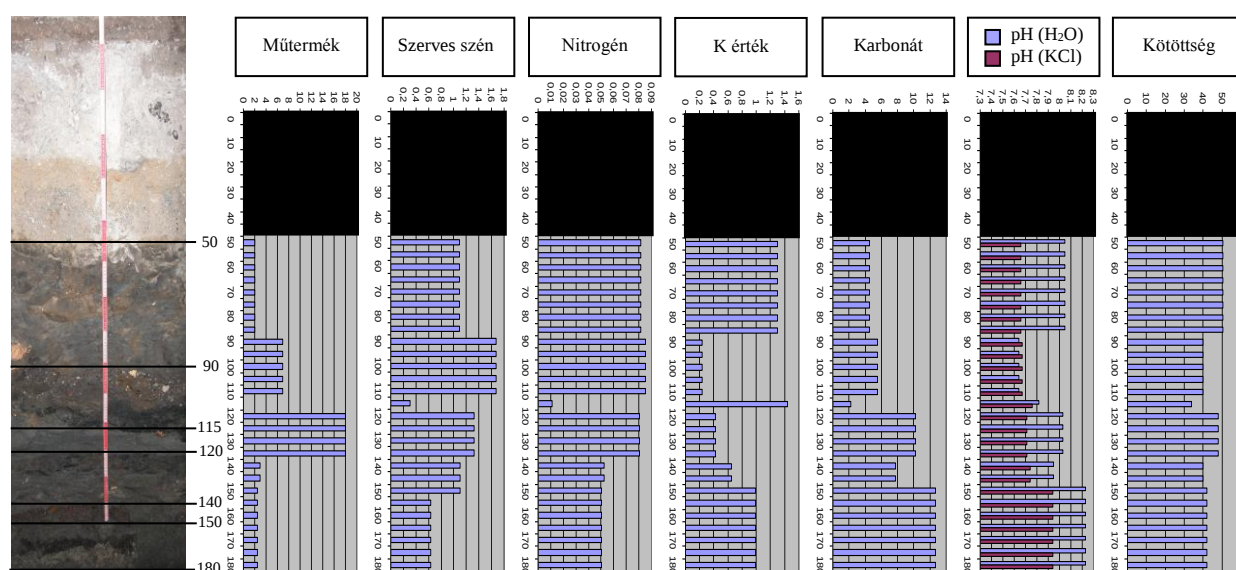
Az alábbiakban az egyes típusok képviselőit mutatom be az antropogén szelvényekre fókuszálva, mivel e szelvények viselik magukon leginkább az emberi tevékenységek módosító hatásának nyomait. A típusszelvényeket igyekeztem úgy kiválasztani, hogy a

bemutatni kívánt jellegek leginkább kiütkezzenek rajtuk. Továbbá arra is törekedtem, hogy a dolgozat folyamán már tárgyalt szelvények helyett ugyanazon típus másik példányát mutassam be. A szelvények bemutatásakor valamennyi antropogenitást jól indikáló diagnosztikai tulajdonságot igénybe vettem, különös tekintettel azokra, amelyek nélkülözhetetlenek a WRB(2006) rendszerbe való mind pontosabb besoroláshoz.

A városi, teljes mélységében antropogén eredetű Technosol talajok közül a leggyakoribb típusba a felszíni lefedettséggel rendelkező szelvények tartoznak, melyekre az egyik legkiválóbb példa az alábbiakban bemutatott **II. szelvény**. A mintavétel a buszpályaudvar (Mars tér 1-3.) mellől történt az út egyik szélén, a járdától 1,5 méterre (30. ábra). E szelvény a Technosolok kritériuma közül a harmadiknak felel meg, miszerint az ilyen szelvények „mesterséges kemény közetet” tartalmaznak a felszíntől számított 100 centiméteren belül, ami a talaj vízszintes kiterjedésének legalább 95 százalékában jelen van (10. táblázat). Ezt a felszíni borítást jelentő „mesterséges kemény közet”-et (50 cm aszfalt, beton, salak) fejezi ki az *Ekranic* minősítő. A felszíni borítás alatt az eredeti talajszelvény nem ismerhető fel, hiszen a szelvény teljes egészében egyértelműen antropogén beavatkozás eredménye. Következésképpen e szelvény a statisztikai elemzés egyik alappillére lett; ezért az összes réteget az antropogén eredetet kifejező 1-es csoportképző változóval láttam el, segítve ezzel a bizonytalan eredetű szintek hovatartozásának tisztázását.

A szelvény igen nagymérvű átalakulását nyomon követhetjük az egyes diagnosztikai tulajdonságok áttekintésével: Müterméktartalommal (0-18 %) egy réteg (110-115 cm) kivételével minden réteg rendelkezett, a maximális érték a 115-145 cm közötti rétegben jellemző. Azonban ez az arány nem volt elég az Urbic minősítő megszerzéséhez (36. táblázat). A szelvényben nagyon jól elkülöníthetők a nem pedogenezisnek köszönhető éles szín- és textúraváltások, melyeket a *Ruptic* utótag minősítő jelez. Megfigyelhető, hogy a gyorsan váltakozó rétegek nem egyenletes vastagságúak, csekély távolságon belül sokszor elvékonyodnak, majd megszűnnek, vagy éppen megvastagodnak. Következésképpen bizonyos rétegek csak az adott szelvényre jellemzőek, attól távolabb már nem észlelhetők. Továbbá az egyes rétegek között nagyon vékony sóder, kavicsrétegek is e szelvény nagyfokú heterogenitását igazolják. A szerves szénttartalom 0,3 és 1,7 % között mozog, a maximum érték 85-115 cm közötti elszenesedett rétegben lelhető fel. A szerves szénttartalmat tendenciálisan követő összes nitrogéntartalom 0,01 és 0,09 % között váltakozik, mely nitrogénnel gyengén ellátott talajról árulkodik. A K érték alacsonynak mondható, hiszen 0,2 és 1,4 között alakult, az átlaga pedig 0,6. Így e talajban a gyenge minőségű fulvósavak dominálnak. Az ingadozó lefutású karbonáttartalom 2,2 és 12,7 % között váltakozik, a 7,2 %-

os átlaggal a szelvény a mérsékelt meszes kategóriába esett. A közepes karbonáttartalomnak köszönhetően a $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ 7,6 és 8,2; míg a $\text{pH}(\text{KCl})$ 7,7 és 7,9 között váltakozik, így a szelvény a gyengén lúgos kategóriába sorolható. A rétegek többségének fizikai félesége ugyan vályog, agyagos vályog, azonban az 50-90 cm közötti talajösszlet agyagos fizikai félesége feljogosítja a szelvényt az *Endoclayic* utótag minősítő viselésére. Végül a *Toxic* utótaggal (37. táblázat) jellemezhető a szelvény, mivel az egyik legforgalmasabb mintaterület révén két közlekedés eredetű fém (Pb, Zn) esetében is a B szennyezettségi határértéket meghaladó a nehézfém-koncentráció. A fentiek értelmében a szelvény WRB-s elnevezése: Ekranic Technosol (Ruptic, Toxic, Endoclayic).

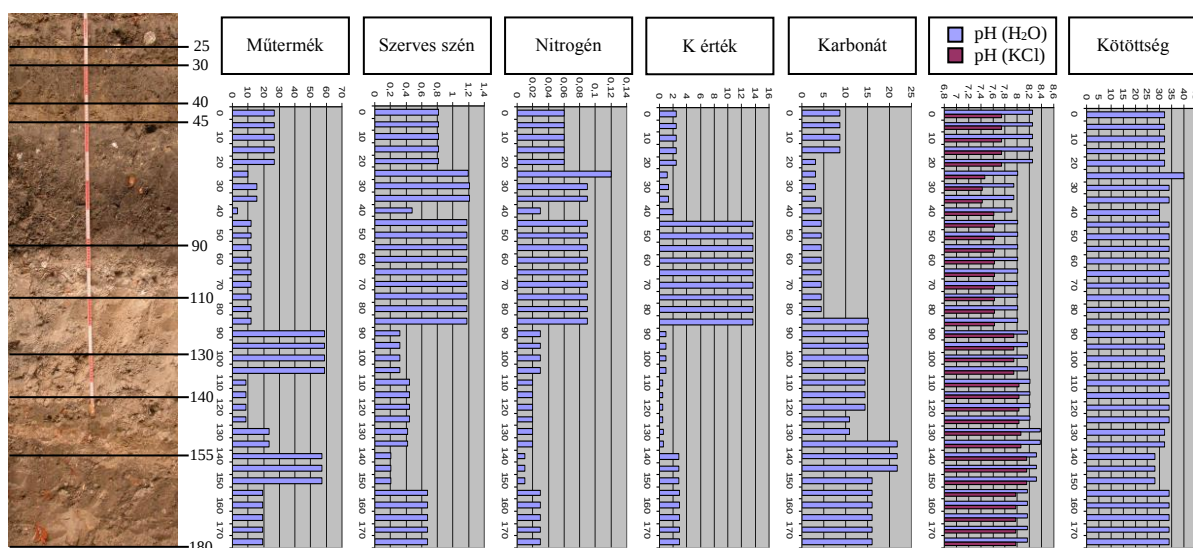


30. ábra: Ekranic Technosol (Ruptic, Toxic, Endoclayic)

A lefedett területek mellett a foltokban megmaradt városi parkok, füves területek egy másik tipikus mintavételi helyszínül szolgálhatnak a város területén. E területekre teljesen más emberi tevékenység gyakorolhat hatást, mint a vastag felszíni borítással rendelkező szelvények esetében. Következésképpen az itteni szelvények morfológiája, illetve az egyes paramétereik is eltérhetnek a lefedett szelvények tulajdonságaitól.

Az alábbiakban bemutatott **22. szelvény** egy szegedi belvárosi park (Stefánia sétány 2.) területén levő régészeti feltárásból származik (31. ábra). Mivel a szelvény egyes rétegeit más-más korszakokban töltötték fel, így az egyes „kultúrrétegek” kora viszonylag pontosan behatárolható (lásd VI.4.1. fejezet). A fentebb jellemzett 11. szelvénnel szemben e szelvény - parki terület révén - felszíni lefedettséggel nem rendelkezik, vagyis nem kapta meg az Ekranic előtag minősítőt. Jelen esetben is felmerül kérdésként, hogy akkor mitől Technosol ez a szelvény? A válasz a műterméktartalomban keresendő, hiszen a szelvény a Technosolok talajcsoportjának első kritériumát elégíti ki (10. táblázat). Továbbá e szelvény esetében is

elmondható, hogy mivel már a szelvényfeltáráskor egyértelmű volt rétegeinek igen erős antropogén eredete, így a szelvény szintén az egyik alap antropogén szelvényként szolgált a statisztikai elemzés során. Minden egyes rétege 1-es csoportképző változóval lett ellátva. A szelvény egyes diagnosztikai paramétereit alapján számos tipikus Technosol elő- és utótag minősítő alkalmazható: A szelvény műterméktartalma a legmagasabbak közé tartozik, 3,3 és 58,7 % között ingadozik, az átlaga 23,5 %. Mivel a szelvény legalább 20 cm vastag 20 %-ot meghaladó műterméktartalommal rendelkezik, illetve mivel rétegei különböző korokból származó emberi települések maradványaiból álló „kultúrrétegek”, ezért joggal használhatjuk az *Urbic* előtag minősítőt (36. táblázat). Hirtelen, éles nem pedogenetikai eredetű színváltások figyelhetők meg az egyes rétegek között, melyet a *Ruptic* utótag minősítő fejez ki.



31. ábra: Urbic Technosol (*Calcaric*, *Ruptic*, *Densic*, *Arenic*)

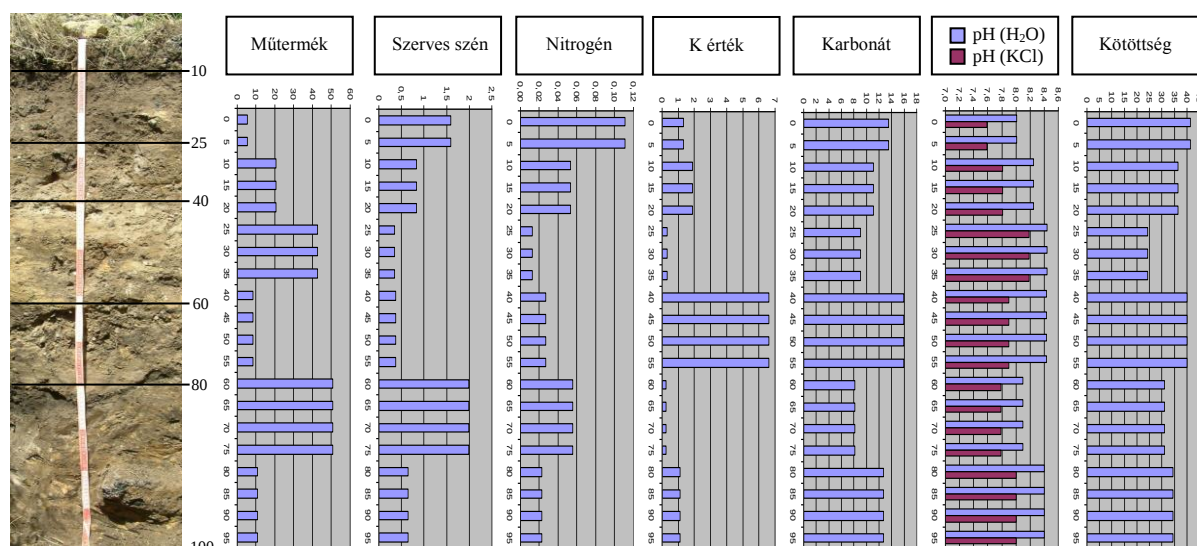
A rapszodikus lefutású szerves széntartalom 0,2 és 1,2 % között váltakozik, nem elégíti ki a Humic utótag kritériumát (37. táblázat) annak ellenére, hogy akadnak 1 %-ot meghaladó szerves széntartalommal rendelkező rétegek. A szintén váltakozó tendenciájú összes nitrogéntartalom 0,01 és 0,12 % között mozog, gyenge illetve némely réteg esetében közepes nitrogénellátottságot kaptam. A K érték 0,5 és 13,6 között ingadozik, tehát igen heterogén humuszminőségű rétegek (a gyengétől a jó kategóriáig) váltogatják egymást. Magasabb nitrogénkoncentrációval és jobb humuszminőséggel főként a felszíni rétegek rendelkeztek, ahol a felszíni borítás híján lehetőség van nagyobb mennyiségű humuszképződésre. A karbonáttartalom 3,0 és 21,7 % között mozog, megfelel a *Calcaric* utótag minősítő elvárásainak. A 10,1 %-os átlag alapján a szelvény erősen meszesnek mondható, különösen azokban a mélyebb rétegekben, amelyek a legnagyobb mennyiségű műterméktartalommal rendelkeznek. A pH(H₂O) 7,9 és 8,4; míg a pH(KCl) 7,4 és 8,2 között váltakozik, a szelvény a

gyengén lúgos kategóriába esett. A jelentős taposásnak kitett park talajában mesterséges tömörödöttség figyelhető meg a felső 50 cm-ben. E tulajdonságot fejezi ki a *Densic* utótag minősítő. A fizikai féleségre főként homok, homokos vályog a jellemző. Ennek megfelelően jogosan kapta meg a szelvény az *Arenic* utótag minősítőt. A fentiek alapján e szelvény a következő elnevezést kapta: Urbic Technosol (Calcaric, Ruptic, Densic, Arenic).

A külvárosi zónára alapvetően a „vegyes” szelvények a jellemzőek, hiszen a belvároshoz képest jelentősen lecsökken a feltöltés mértéke. Ezzel szemben a következőkben bemutatott két külvárosi Technosol szelvény teljes mélységében feltöltésből áll a „lokális sajátosságok” érvényesülésének köszönhetően. E Technosol szelvények jó példák arra, hogy a külvárosban levő szelvények a belvárosiakhoz hasonlóan jelentős bolygatással rendelkezhetnek.

A külső városrészről (Vértói út) származó **4. szelvény** a műúttól 8 méterre, egy egykori tó feltöltött szélén helyezkedett el (32. ábra). A területre jellemző eredeti profilnak nyoma sincs. Ugyan éles színváltásokat nem fedeztem fel a szelvényben, azonban a 25-40 cm és 40-60 cm határán hirtelen textúraváltást észleltem. Ennélfogva megkapta a szelvény a *Ruptic* minősítőt. A szelvényen belül igen nehéz rétegeket elkülöníteni, hiszen szinte az egész szelvény antropogén anyagokkal (tégla-, cserép- műanyag-, vasdarabok, kábelhuzalok, drótok, szögek, salak, betontömbök stb.) terhelt. Ennek megfelelően igen magas műterméktartalom adódott: a minimum érték 5,3 %; a maximális pedig 50,7 % volt. Szórása (19,2) illetve átlagos műterméktartalma (23,1) a legmagasabbak közé tartozik. Ily módon nem kétséges, hogy e szelvény is teljesíti a WRB(2006) által a Technosolokra előírt kritériumok közül a műtermékekre vonatkozó pontot (10. táblázat). A szelvény Technosol voltát statisztikai vizsgálat eredményei is alátámasztják, mely során a felső három réteget biztosan antropogén rétegnek tituláltam, míg az alsó három, bizonytalan eredetűnek minősített réteg pedig egyértelműen az 1-es csoportba sorolódott. Következésképpen a szelvény összes rétege antropogén tevékenységnek köszönheti létét. Mindezt jól tükrözi, hogy a szelvény *Urbic* előtag minősítővel jellemezhető, mivel az 36. táblázatban megadott mennyiségű műterméktartalom egyértelműen városi eredetűnek minősül. A belvárosi, 11. szelvényhez hasonlóan e szelvényre is jellemző bizonyos rétegek vastagságának és vízszintes kiterjedésének rapszodikus váltakozása. A szerves szén 0,3 és 1,9 % között váltakozik. A felszíni növényzettel borított réteg jelentős humuszosodása ellenére a maximális szerves széntartalommal a 60-80 cm közötti réteg rendelkezik; a szelvény azonban nem felel meg a Humic minősítő kritériumának. A szerves széntartalmat követő összes nitrogéntartalom 0,01 és 0,11 % között ingadozik, az átlag 0,05 %, amely alapján a szelvény gyenge nitrogénellátottságúnak minősül. Azonban az alsó rétegek igen szegényes nitrogénmennyiségével

szemben a felszíni rétegek közepes nitrogénellátottsága a jelentősebb felszíni biológiai aktivitásra enged következtetni. Ezt igazolja az a tény, hogy a szelvényfeltáráskor a felső 25 cm-en belül földigiliszták aktív tevékenységét tapasztaltam. A K érték igen változatos, 0,3 és 6,6 (gyengétől a jó kategóriáig) között mozog, az átlaga pedig 1,9. A karbonátértékek 8,2 és 16,0 % között váltakoznak, a szelvényátlag (11,7 %) alapján a szelvény az erősen meszes kategóriába sorolható. Így e szelvény is kielégíti a 37. táblázatban megadott *Calcaric* minősítő kritériumait. A természetes talajokkal szemben a karbonátértékek az előző szelvényekhez hasonlóan ingadozó lefutást mutatnak a mindenkori réteg minőségének függvényében. A pH(H₂O) 8,0 és 8,4; a pH(KCl) 7,7 és 8,2 között található, ezért a szelvény a gyengén lúgos kategóriába került.

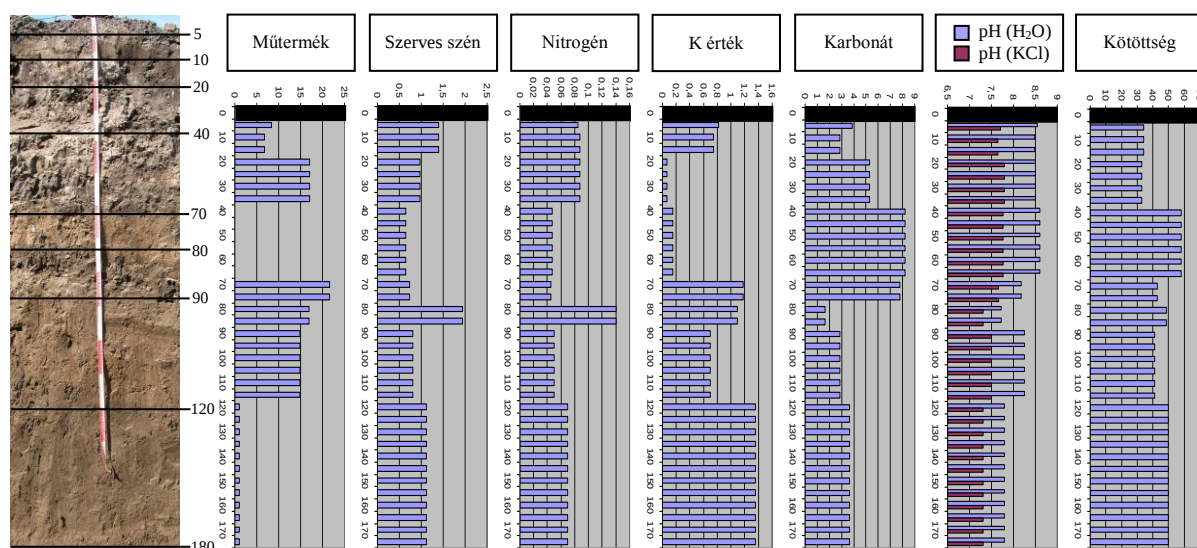


32. ábra: Urbic Technosol (*Calcaric*, *Ruptic*, *Densic*, *Arenic*)

Továbbá igen nagyfokú mesterséges tömörödöttség is megfigyelhető az egész szelvényben. E tulajdonságot fejezi ki a *Densic* utótag minősítő. A szelvény fizikai féleségére uralkodóan a homokos vályog a jellemző, így megfelel az *Arenic* minősítő kritériumának. Mindezek értelmében e szelvény elnevezése a következő: Urbic Technosol (*Calcaric*, *Ruptic*, *Densic*, *Arenic*).

A következő külvárosi **8. szelvény** egy Szegedről kivezető forgalmas út (Makai út) mentén található (33. ábra). A felszínén egy vékonyabb aszfalt réteg figyelhető meg, mely alatt az egyes rétegek viszonylag élesen elhatárolódnak. A felszíni lefedettséget minősíti az *Ekranic* előtag, míg a *Ruptic* utótag illetékes a nem pedogenetikus eredetű éles színváltások, valamint két réteg (20-40 és 40-70 cm) közötti hirtelen textúraváltás kifejezésére. E szelvény esetében sem kérdéses a szelvény hovatartozása: a felszíni vékony „mesterséges kemény közet” a szelvényt a Technosolokhoz sorolja. A statisztikai elemzés szintén megerősíti ezen szelvény

antropogén eredetét, hiszen valamennyi réteg az 1-es kategóriába esett. A két felső kétségtelenül antropogén réteget 1-es csoportképző változóval láttam el, az alattuk elhelyezkedő bizonytalan eredetűnek minősített szintek (6 darab) pedig egy kivételével az 1-es csoportba sorolódtak. A kivételes réteg 2-es csoportba sorolódása azzal magyarázható, hogy e réteg már egy olyan „talajosodási” folyamaton ment keresztül, mely eredményeképpen a természetes szinteknek megfelelő, előnyösebb talajtulajdonságokkal rendelkezik. Összességében viszont a statisztikai elemzés alapján is antropogénnek tekinthető a szelvény, amelyet az alábbiakban tárgyalt diagnosztikai tulajdonságai is alátámasztanak: A műterméktartalom lefutása meglehetősen rapszodikus, 0,0 és 21,6 % között váltakozik, a szórás 8,0, míg az átlag 10,8 %.



33. ábra: Ekranic Technosol (Calcaric, Ruptic, Humic, Densic, Epiarenic, Endoclayic)

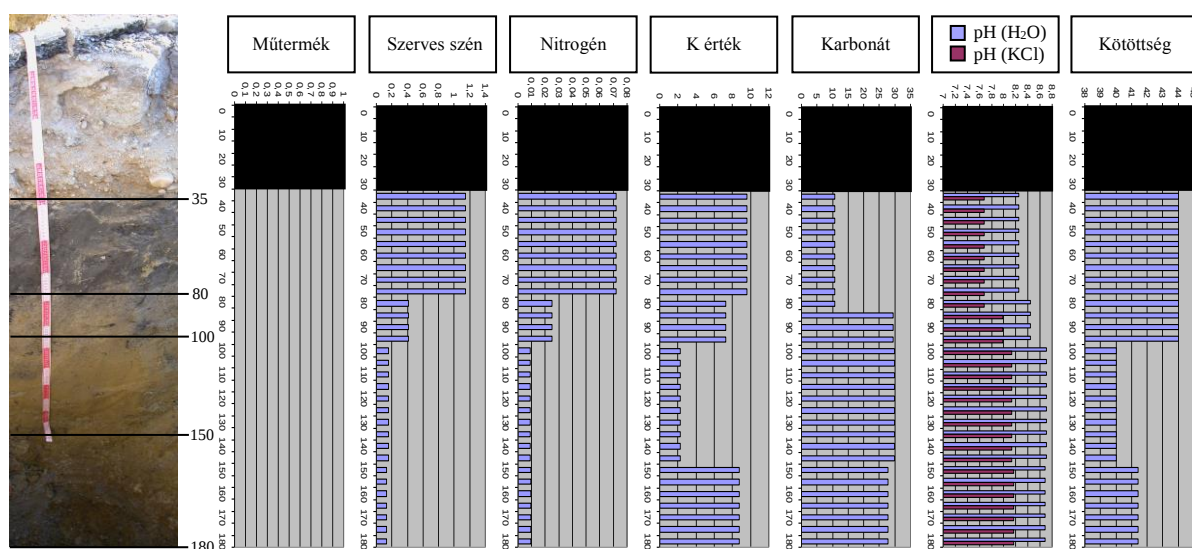
A szelvényben több helyen található kavics alkotta vékony réteg, mely az egyes rétegeket elválasztja egymástól. Bár a meglévő műterméktartalom városi eredetűnek tekinthető, azonban mivel nem éri el a WRB-ben megadott vastagságban és mennyiségben kívánt értéket, így nem használható az Urbic minősítő. A következő diagnosztikai tulajdonság a 0,6 és 1,9 % között váltakozó szerves széntartalom, amely a felső 50 cm-ben meghaladja az 1 %-ot, így a szelvény *Humic*-nak tekinthető. A maximális érték a 80-90 cm közötti rétegben tapasztalható. Megjegyzendő, hogy a szegedi Technosolokra általában alacsony szerves széntartalom a jellemző, azonban néhány heterogénebb szelvény egy-egy magasabb szerves széntartalommal rendelkező rétegének köszönhetően megkapta a *Humic* utótagot. A szerves széntartalmat tendenciálisan követő összes nitrogéntartalom 0,05 és 0,14 % között váltakozik, az átlag 0,07, mely alapján a szelvény nitrogénnel gyengén ellátottnak minősíthető. A K érték 0,1 és 1,4 között mozog, az átlaga 0,8, így a szelvényben a gyengébb minőségű fulvósavak vannak

túlnyomó többségben. A karbonáttartalom 1,6 és 8,2 % között váltakozik, a 4,5 %-os átlag alapján a szelvény mérsékeltén meszesnek minősíthető. Mivel a 20 és 50 cm közötti rétegek meghaladják a 2 %-ot, így a szelvényt megilleti a *Calcaric* minősítő. A pH(H₂O) 7,7 és 8,6; míg a pH(KCl) 7,3 és 7,8 között váltakozik, ily módon a szelvény a gyengén lúgos, lúgos tartományba sorolható. A felső 50 cm erőteljes tömörödöttsége miatt *Densic*-nek tekinthető a szelvény. A szelvény textúra szempontjából meglehetősen inhomogén, hiszen a homokos vályog, a vályog, az agyagos vályog és az agyag fizikai féleségű rétegek váltakoznak. Mivel a felső 50 cm homokos vályog fizikai féleséggel bír, ezért a szelvényt megilleti az *Epiarenic* minősítő. Továbbá a fizikai féleség sokszínűségét mutatja, hogy a szelvény rászolgál a *Endoclayic* utótag minősítő viselésére is, hiszen rendelkezik a minimális 30 cm-es agyagos textúrával 40-től 70 cm-ig terjedően. A leírtak alapján a szelvény neve: Ekranic Technosol (*Calcaric*, *Ruptic*, *Humic*, *Densic*, *Epiarenic*, *Endoclayic*).

A „vegyes” szelvények esetében már némileg enyhül az emberi beavatkozás hatása. E szelvények közül egyrészt vannak olyanok, amelyek esetében a természetes talajsintek felett elhelyezkedő felszíni lefedettség jelenti az antropogén beavatkozást. Másrészt a „vegyes” szelvények másik fele ugyan „mesterséges kemény közettel” nem rendelkezik, de az eredeti szintek felett elhelyezkedő jelentős műterméktartalmú feltöltött rétegek utalnak a bolygatásra. Az alábbiakban e két típusból egy-egy szelvény kerül bemutatásra.

A **7. szelvény** egy külvárosi, lefedett út (Trencsény út) alól származik (34. ábra). A szelvény két részből áll: egy 35 cm-es mesterséges „fedő” részből és az eltemetett eredeti talajsintekből. Az aszfaltos (0-5 cm), betonblokkos (5-20 cm) és sóderes (20-35 cm) rétegek alkotta felszíni lefedettséget (erre utal az *Ekranic* minősítő) az eredeti talaj szintjei követik. A WRB(2006) értelmében az eltemetett talajokra vonatkozó pontok közül e szelvény esetében a második van érvényben, miszerint a fedő új anyagot és az alatta levő eltemetett talajt külön kell elnevezni, hiszen a két talajösszlet teljesen más habitusú, és így együttesen nem elégítik ki a Technosol talajcsoport valamelyik követelményét. Következésképpen az eltemetett összlet talajcsoportjának neve elé Tipto specifikáló előtag, a neve után pedig egy -ic toldalék járul. Mindez zárójelbe a fedő összlet neve és minősítői után helyezkedik el. Így e szelvény kettősségét elnevezése is tükrözi: Ekranic Technosol (Toxic) (Thapto-Phaeozemic). A szelvény három legmélyebb eredeti szintje kiváló alapot jelentetett a diszkriminancia analízis során a bizonytalan szintek besorolásához. A felső, egykori eredeti „A” szint bár szintén eredeti talajsintnek tűnt, azonban arra kerestem a választ, hogy a felső antropogén összlet nem gyakorolt-e rá valamiféle hatást, mely következtében az eredeti jellege módosult. Az „ungrouped” jelzővel ellátott szint az 1-es csoportba sorolódott, amiből arra következtetek,

hogy bizonyos paraméterei már az antropogén tulajdonságokhoz hasonlultak. A szelvény kettős eredetét jól jelzik az egyes diagnosztikai tulajdonságok szelvénybeli viselkedése is. A felszíni fedőrétegek alatt egyetlen réteg sem rendelkezik műterméktartalommal. A szerves szén 0,1 és 1,1 % között váltakozik, az eredeti talaj „A” szintjétől fokozatosan csökkenő tendenciával. A szerves szén tendenciálisan követő nitrogén 0,01 és 0,07 % között mozog, az átlaga 0,03 %, mely e talajszelvény igen gyenge nitrogénellátottságáról tanúskodik. A humuszstabilitási koefficiens 2,3 és 9,6 között váltakozik, az átlaga 7,0, mely a jó minőségű huminok és huminsavak túlsúlyából fakadó jó humuszminőségről árulkodik. A maximális értéket a 35-80 cm közötti egykori felszíni „A” szint tudhatja magáénak.

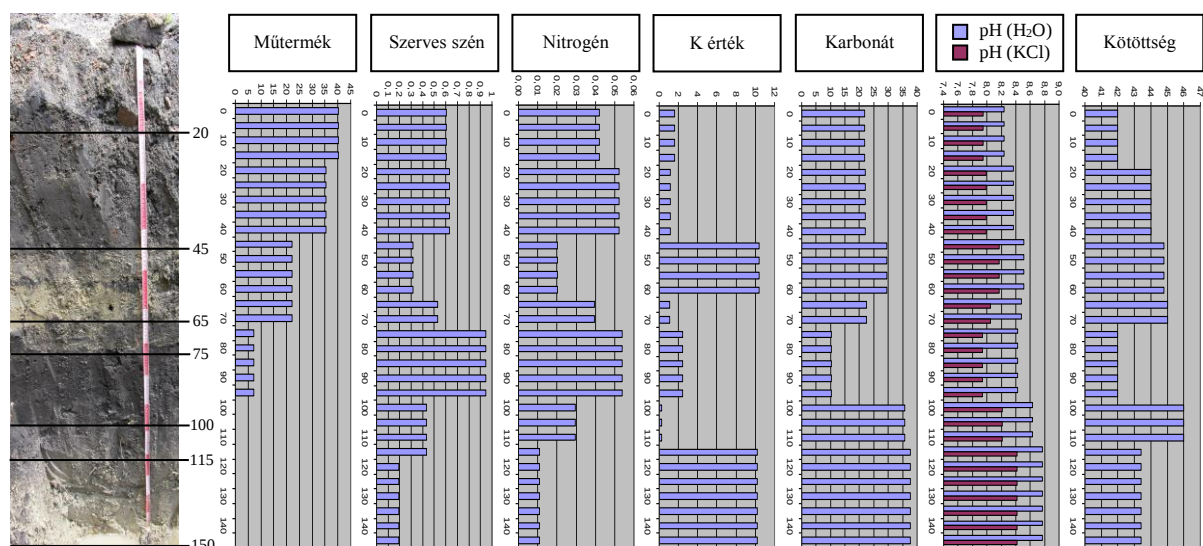


34. ábra: Ekranic Technosol (Toxic) (Tipto-Phaeozemic)

A karbonáttartalom 10,7 és 30 % között mozog az eredeti talajtípusra (réti csernozjom) jellemző tendenciának megfelelően: a kezdeti minimumot a maximális karbonáttartalom követi, mely után lecsökken a karbonát mennyisége (Stefanovits et al., 1999). E paraméter 24,5 %-os átlaga alapján a szelvény az erősen meszes tartományba sorolható, különösen a löszös alapkőzetnek köszönhetően. Az utóbbi talajtulajdonsághoz igazodó pH(H₂O) 8,3 és 8,7; a pH(KCl) 7,7 és 8,2 között ingadozik, mely alapján a szelvény a lúgos tartománynak felel meg. A szelvény feltalajában mért nehézfém-koncentrációk áttekintése után egyértelműen látszik, hogy a szelvény jogosult a Toxic utótag minősítő viselésére, hiszen két fém (Zn, Cu) esetében is meghaladta a B szennyezettségi határértéket. A szelvény fizikai félesége meglehetősen homogénnek mondható, a vályog és az agyagos vályog a jellemző.

A 12. szelvény a másik bemutatandó „vegyes” szelvény, mely egy nagy mennyiségű műtermékkel rendelkező építési telekről (Remény utca 16.) származik (35. ábra). Következésképpen e szelvényt az előző „vegyes” szelvényhez hasonlóan erős emberi befolyás

érte. A felszíni lefedettséggel nem rendelkező szelvény több mint 70 cm vastag antropogén talajösszlete alatt megjelennek a természetes talaj szintjei. A szelvény e kettős eredetét jól bizonyítja a statisztikai elemzés is, mely során a két legalsó, biztosan természetes szint 2-es csoportképző változóval lett felruházva. A felettük elhelyezkedő „ungrouped” szintek közül a felső négy az 1-es csoportba sorolódott. Továbbá az eredeti talaj egykori „A” szintje is az antropogén 1-es csoportba került, melyből arra következtethetünk, hogy e szint a felette levő feltöltés hatására már inkább antropogénebb jellegekkel rendelkezik. A szelvény besorolásánál szintén a WRB(2006)-ben szereplő, eltemetett szintekre vonatkozó második pont az érvényes, hiszen a magas műterméktartalmú fedő talajösszlet, illetve a természetes, eltemetett szintek együttesen nem felelnek meg a Technosol talajcsoport valamelyik kritériumának.



35. ábra: Urbic, Mollic Technosol (Calcaric, Ruptic, Toxic) (Taphto-Phaeozemic)

A szelvény kettős eredetére az egyes diagnosztikai tulajdonságai is rávilágítanak: A feltöltött szakasz jelentős műtermékmennyiséggel, szabálytalan ingadozású szerves szén-, nitrogén-, illetve karbonáttartalommal bír. Ellenben a természetes talajszintek egyáltalán nem rendelkeznek műtermékkal, szerves szén-, nitrogéntartalmukra a szabályosan csökkenő, míg a karbonáttartalmukra szabályosan növekvő tendencia a jellemző. A műtermék 7,1 és 40,3 % között mozog, az átlaga 21,0 %. A legmagasabb értékkel a felszíni réteg rendelkezik, míg az alatta levő rétegek fokozatosan kevesebb műtermékmennyiséggel bírnak, a természetes szintek pedig egyáltalán nem tartalmazznak műterméket. A jelentős műtermékmennyiségnek és annak városi minőségének köszönhetően megfelel a szelvény a 36. táblázatban megadott Urbic előtag minősítő kritériumainak. Továbbá a Mollic előtag minősítő is jellemző a szelvényre, mivel a felső 45 cm a WRB(2006) értelmében megfelel ezen előtag minősítő

kritériumainak: nedves szín telítettség (chroma) 3, míg a színmélység (value) 2. A lúgos pH-ból arra következtethetünk, hogy a bázistelítettség biztosan meghaladja az 50 %-ot, illetve e réteg vastagabb, mint a minimálisan megkövetelt 20 cm. A feltöltött rész rétegei közötti éles színváltások (*Ruptic* utótag) jelzik a rétegek határait, míg a természetes talajsztírekre elmosódott átmenet a jellemző. A szerves széntartalom 0,19 és 0,9 % között ingadozik, az eredeti talaj „A” szintjében (75-100 cm) éri el a maximális értéket. A szerves széntartalmat tendenciálisan követő nitrogéntartalom 0,01 és 0,05 % között váltakozik, az átlag 0,03, mely a szelvény igen gyenge nitrogénellátottságáról árulkodik. A K érték meglehetősen szélsőséges: 0,2 és 10,0 között mozog. A maximális értékkel a 45-től 60 cm-ig terjedő antropogén réteg rendelkezett. A karbonáttartalom 10,2 és 37,7 % között mozog, az átlaga 25,6 %, mely a szelvény extrém magas karbonáttartalmáról árulkodik. Az 35. ábrán is jól látszik, hogy a mélységgel fokozatosan növekvő természetes szintek extrém magas karbonátértékei mellett a rapszodikus lefutású antropogén rétegek is igen magas karbonáttartalommal rendelkeznek. Ez a jelentős mennyiségű építkezési törmelék (pl.: téglák, malter stb.) tartalmazó műtermékek jelenlétével is magyarázható. Így nem kétséges, hogy e szelvényt megilleti a *Calcaric* utótag minősítő is. A pH(H₂O) 8,2 és 8,8; a pH(KCl) 7,9 és 8,4 között ingadozik, így a szelvény a gyengén lúgos, lúgos tartományba sorolható. Mivel egy fém (Zn) esetében határértéket meghaladó érték született, így jogosult a szelvény a *Toxic* utótag minősítőre. A fentieknek megfelelően a 12. szelvény elnevezése: Urbic, Mollic Technosol (*Calcaric*, *Ruptic*, *Toxic*) (*Taphto-Phaeozemic*)

A harmadik nagy csoportba a város periférikus részén, illetve a külterületen elhelyezkedő olyan szelvények tartoznak, amelyek feltöltéssel már egyáltalán nem rendelkeznek. E talajok az antropogén befolyásoltság alapján két alcsoportra oszthatóak: az egyikbe a város periférikus területein elhelyezkedő, három városi kiskertből származó szelvény tartozik, melyek bizonyos talajparaméterei néminemű módosulást szenvedtek az itt zajló emberi tevékenységek hatására. Továbbá szintén egy jól elhatárolható alcsoportot alkotnak a különböző genetikai talajtípusokról gyűjtött külterületi kontroll szelvények. E szelvények legfőbb jellemzője, hogy gyenge emberi behatás érte őket, így az adott genetikai talajtípusnak megfelelő morfológiát mutatnak. Következésképpen e szelvények elemzése helyett inkább rátérnénk a városi kiskertekben levő talajok bemutatására, hiszen a dolgozat fő célja a városi hatásra módosult szegedi talajok jellemzése. Igaz számos városi talaj definíció (pl.: Bockheim, Held) kizárja a mezőgazdasági tevékenység hatására módosult, átalakult talajokat a városi talajok köréből, míg mások tágabb értelmezésből kiindulva e talajokat is a városi talajokhoz sorolják. A Lehmann által megadott, városi talajokra vonatkozó hasznos funkciók

(3. táblázat) között találhatjuk e talajok élelmiszerellátásban betöltött szerepét, hiszen jelentős mennyiségű zöldséggel, gyümölccsel látják el városban lakókat. Ennélfogva úgy vélem, hogy a városban levő kiskertek talajai is a városi talajokhoz sorolhatók.

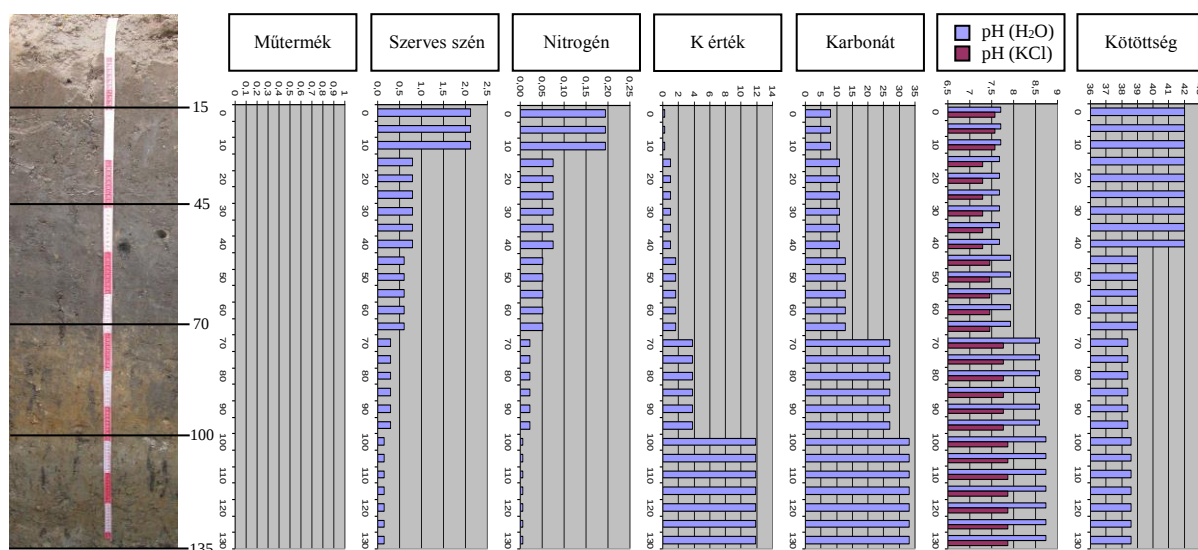
Az eddigiekben tárgyalt városi talajok kialakító körülményeihez képest számos eltérés figyelhető meg a kerti talajok létrejöttében. Először is e talajok nyilvánvalóan nem rendelkeznek „mesterséges kemény kőzettel”. Továbbá ezek a szelvények vagy műtermékmentesek vagy csak a felső szintekbe csoportosuló minimális műterméktartalommal rendelkeznek. Mindezek mellett e szelvények - a kerti területekre jellemző tevékenységek folytán - nagyobb mélységre kiterjedő, magasabb humusz- és nitrogéntartalommal bíró felszíni réteggel rendelkezhetnek. Ugyanakkor a városi talajokhoz hasonlóan a folyamatos agrártevékenység révén itt is megvan az esélye ezen területek szennyeződésének, amit jól igazolnak e szelvények VI.3. fejezetben tárgyalt toxikus (nem közlekedés eredetű) nehézfém-koncentrációi.

A besorolás során felmerült a kérdés, hogy e talajok mely talajcsoportba sorolhatók. A határozó kulcson haladva az Anthrosolok talajcsoportja tűnt első lehetséges „állomásnak” (FAO et al., 2006). Azonban egyik szelvény sem felelt meg maradéktalanul az itt megfogalmazott kritériumoknak, hiszen e szegedi kerti talajok nincsenek évszázadok óta kitéve aktív mezőgazdasági művelésnek, illetve az ezzel járó tevékenységeknek (intenzív trágyázás, öntözés stb.). Ehelyett arról van szó, hogy ezek az eredendően természetes talajok bizonyos diagnosztikai tulajdonságaiban pár évtizedes agrártevékenység módosulásokat eredményezett, melyek mértéke viszont nem érte el az Anthrosolok talajcsoportjában megkívántakat: Például szelvényeim az Anthrosoloknál előírtnál alacsonyabb szerves szénnel rendelkeznek, egyáltalán nem tartalmazznak műterméket stb.

A három kerti talajból kettő Phaeozem, egy pedig Fluvisol szelvény. Így az alábbiakban e két talajtípust reprezentáló kerti szelvények bemutatására kerül sor.

Az egyik szelvény (Phaeozem) a **20. szelvény** (Dobi I. út 19.), mely több évtizede aktívan művelt kiskertből származik (36. ábra). E szelvény esetében elmondható, hogy a Technosol szelvényektől eltérően csak bizonyos paraméterek módosulását vehetjük észre, főként a felső talajszintekben. Ezt támasztja alá a statisztikai vizsgálat is, mely során a két legalsó szintet biztosan természetes talajnak (2-es csoportképző változóval) jelöltem, a többi szint „ungrouped” jelölést kapott. Végül a bizonytalan eredetű felső három szint mindegyike az 1-es csoportba került, mely jól jelzi, hogy az aktív művelés hatására e rétegek bizonyos diagnosztikai tulajdonságai antropogénebb jelleget öltöttek (pl.: alacsony K értékük, magasabb humusz- és nitrogéntartalmuk, közepes mésztartalmuk stb.). Nem ezen

tulajdonságok közé tartozik a műtermék, mely e szelvényben teljes mélységében hiányzik. Nem úgy a szerves szén és nitrogéntartalom, melyek mind mennyiségi mind tendenciális módosulást szenvedtek: A szerves széntartalom 0,1 és 2,1 % között váltakozik. A 2,1 %-os érték jól tükrözi, hogy a szelvény felső része magasabb szerves szénmennyiséggel rendelkezik. E szintektől kezdődően a természetes talajra jellemző szabályos csökkenő tendencia a jellemző. Természetesen ugyanez mondható el a 0,01 és 0,19 % között ingadozó nitrogéntartalomra is. Így megállapítható, hogy a kertekben oly gyakori folyamatos tápanyag-utánpótlás következtében a szelvény felszíni horizontjának szerves szén- és nitrogéntartalma messze meghaladja az alatta levő horizontok értékeit. Ez a különbség sokkal nagyobb, mint egy természetes, emberi hatástól mentesebb szelvény esetében.



36. ábra: Calcic Phaeozem (Anthric, Calcaric)

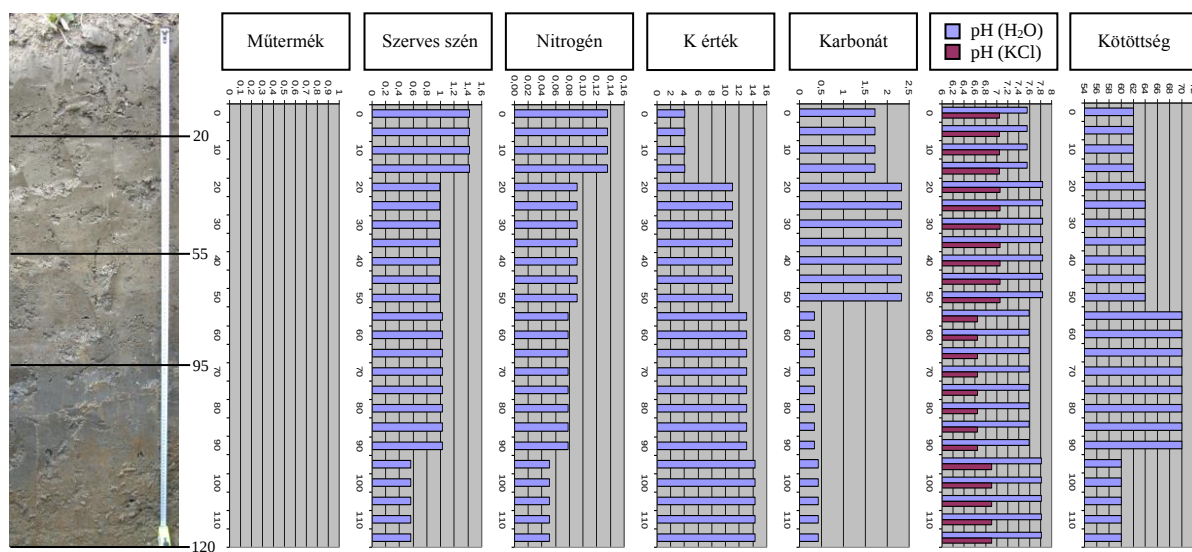
A humuszstabilitási koefficiens igen változó értékeket (0,2-11,9) mutat, a gyengétől a kiváló humuszminőségig terjedően. A legkiugróbb szénmennyiséggel rendelkező réteg bír a leggyengébb humuszminőséggel. Azonban e horizontot követően a mélységgel fokozatosan javuló tendencia figyelhető meg a humuszminőség szempontjából. A karbonáttartalom 8,1 és 33,1 % között váltakozik, az átlag 18,4 %, tehát a szelvény az erősen meszes kategóriába sorolható. A 36. ábrán jól látszik, hogy a minimummal rendelkező felső szinttől a mélységgel erősen növekvő tendencia a jellemző. Ez a felszíntől az alapkőzet felé tartó meredek karbonátnövekedés az intenzív öntözés okozta kilúgozódással magyarázható, mely során a karbonát nagy része a mélyebb szintek felé vándorolt. Mindezt jól igazolja a löszös alapkőzetben szelvényfeltáráskor talált mészgöbcecsek jelenléte is. E szelvény esetében is alkalmazható a *Calcic* előtag minősítő, mely kritériumait a VI.6.2. fejezetben foglaltam össze. Szintén a magas karbonáttartalomra utal a már a Technosoloknál ismertetett *Calcaric* utótag

minősítő. A karbonátnak megfelelő tendenciát követ a pH: A $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ 7,7 és 8,7; míg a $\text{pH}(\text{KCl})$ 7,3 és 7,9 között váltakozik, ily módon a szelvény a gyengén lúgos, illetve a lúgos tartományba sorolható. Bár a kadmium igen közel van a B szennyezettségi határértékhez, de mivel nem haladja meg azt, így a szelvény nem kaphatta meg a Toxic utótag minősítőt. A fizikai féleség meglehetősen homogénnek mondható, hisz a szelvény teljes mélységében vályog a jellemző textúra. Így a szelvény nem jogosult egyik textúrára vonatkozó utótag minősítő viselésére sem. A területen zajló agrárművelésre (szántás, trágyázás, meszezés stb.) utal az *Anthric* utótag minősítő, mely diagnosztikai kritériumait az előző alfejezetben tekintettem át. Mindezek értelmében a szelvény az alábbi WRB-s elnevezést kapta: Calcic Phaeozem (*Anthric*, *Calcaric*)

Az újszegedi **23. szelvény** (Babits utca 12.) egy pár éve művelt „fiatal” kiskertből származik (37. ábra). A szelvény kielégíti a 38. táblázatban szereplő, Fluvisol talajcsoportra vonatkozó kritériumokat. A talajcsoport legtipikusabb bélyegeit kifejező előtag minősítők közül a redukciós viszonyokra utaló *Gleyic* minősítőnek felel meg a szelvény. Megállapítható, hogy az előző kerti szelvényhez képest e szelvényt kisebb fokú antropogén hatás ért, hiszen ez a kiskert csak néhány éve áll művelés alatt. Mindezt alátámasztják a diszkriminancia analízis során kapott eredmények is: a felszíni horizont alatti szinteket már eleve 2-es csoportképző változóval láttam el, hiszen a szelvényfeltáráskor kétségtelenül természetes eredetűnek bizonyultak. Ezen szintekkel szemben nem voltam pontosan meggyőződve, hogy a felszíni horizont milyen mértékű átalakuláson ment keresztül. A statisztikai elemzés után végül ez a bizonytalan eredetű felszíni horizont is a 2-es csoportba sorolódott, mely jól jelzi, hogy e szelvény kerti talajjá alakulása még meglehetősen kezdeti stádiumban van.

Az alábbiakban áttekintem a szelvény diagnosztikai tulajdonságait, illetve lehetséges elő- és utótag minősítőit: Az előzőleg bemutatott kerti szelvényhez hasonlóan e szelvény is teljes mélységében műtermékmentes. A szerves széntartalom minimuma 0,6 %, a maximuma pedig 1,4 %. Megállapítható, hogy a felszíni szinttől kezdődően nem figyelhető meg az előző szelvényre oly jellemző szabályos csökkenő tendencia, hiszen a jelentősebb humuszosodás nyomai nemcsak a felszíni, hanem a mélyebb rétegekben is fellelhetők. Ennek oka, hogy Fluvisol talaj révén a rétegek humuszosodásának mértékét az egyes vízborítások között eltelt idő szabta meg. Azonban egyértelmű a művelés humuszmennyiségre gyakorolt hatása, hiszen a felszíni horizont széntartalma kiemelkedik valamennyi horizont széntartalma közül. Ugyanez mondható el a nitrogéntartalomra, mely szintén a felszíni horizontban éri el maximális értékét (0,14 %), mely a közepes nitrogénellátottságot biztosít e szint számára. Ezzel szemben a mélyebb szintek gyenge nitrogénellátottsággal rendelkeznek. A szelvény K

értéke 4,1 és 14,3 között váltakozik, az átlaga 10,6, mely egy jó humuszminőségű szelvényről árulkodik. Azonban, ha megnézzük e paraméter szelvénybeli lefutását, akkor az előző szelvénynél is említett jelenségre lehetünk figyelmesek: itt is a legmagasabb szerves széntartalmú felszíni horizont rendelkezik a leggyengébb humuszminőséggel, és ezt követően a mélységgel fokozatosan javuló tendenciát láthatunk. Mindez a tényrel magyarázható, hogy felső szintekben inkább a nyers humusz, míg a mélyebb szintekben az átalakultabb, kondenzálódott humusz a jellemző. A karbonáttartalom 0,3 és 2,3 % között váltakozik, az 1,2 %-os átlag a szelvényt az enyhén meszes kategóriába sorolta. Ennek ellenére a WRB(2006) értelmében a szelvény jogosult a *Calcaric* utótag minősítő viselésére.



37. ábra: Gleyic Fluvisol (*Calcaric*, *Humic*, *Eutric*, *Hyperclayic*, *Toxic*)

Ha megnézzük e paraméter szelvénybeli tendenciáját, akkor szintén a Fluvisol talajokra jellemző sajátságra lehetünk figyelmesek: a folyó hordalékborításának következtében a felső szintek rendelkeznek jelentékenyebb mésszel, míg az alattuk lévők igen minimális mészkoncentrációt tartalmaznak. Ezt a jellegzetességet megfigyelhetjük a pH diagramokon is, bár a különbségek nem annyira markánsak. A pH(H₂O) 7,6 és 7,8; a pH(KCl) 6,7 és 7,1 között váltakozik, így a szelvény a gyengén lúgos tartományba sorolható. A szelvényre gyakorolt antropogén hatás jól tükröződik feltalajának fémkoncentrációiban: A vizsgált huszonöt szelvény közül ez az egyetlen olyan szelvény, amely feltalajában a mért hét fémből négy (Cr, Cd, Cu, Ni) meghaladta a B szennyezettségi határértéket, ezzel megelőzve a belvárosi szelvényeket is. Ennek oka valószínűleg az aktív művelésnek (pl.: a növényvédőszer, a nem megfelelő minőségű öntözővíz, valamint a műtrágyák alkalmazása stb.), valamint az „öntés jellegnek” tudható be. Megjegyzendő, hogy ugyancsak toxikus fémkoncentrációt (két fém esetében) kaptam a 19., szintén Fluvisol szelvény feltalajában. Következésképpen e

szelvényeket jogosan illetné meg a Toxic utótag minősítő. Azonban a Fluvisol talajcsoport esetében a WRB(2006)-ben megadott utótag minősítők között nem szerepel ez a minősítő. Következésképpen javaslatot teszek arra, hogy a Fluvisol, illetve valamennyi talajcsoport utótag minősítői közé be kellene venni a Toxic minősítőt, hiszen az atmoszférikus leülepedés, a felszíni lefolyás valamint a mezőgazdasági tevékenységek révén nemcsak a város hanem a városkörnyéki természetes talajok is szennyeződhetnek. A fizikai féleség igen homogén, hiszen a szelvény teljes mélységében nehézaganyag textúrával rendelkezik. Tehát jogosan megilleti a *Clayic* utótag minősítő. S mivel e jelleg jóval felülmúlja a WRB által megkövetelt kritériumot, ezért a *Clayic* minősítő elé tehető a *Hyper-* specifikáló előtag, mely egy adott jelleg erős kifejeződését fejezi ki. Az egyes diagnosztikai tulajdonságok áttekintése után a szelvényt az alábbi WRB-s elnevezéssel láttam el: *Gleyic Fluvisol (Calcaric, Humic, Eutric, Hyperclayic + Toxic)*.

A szelvényeim három fő csoportja közül elsőként a legnagyobb átalakuláson átesett *Technosol* szelvények képviselőit szemléltettem négy szelvény erejéig. E szelvények teljes mélységükben feltöltésből állnak, nagy részük számottevő műterméktartalommal bír, míg mások felszíni lefedettséggel rendelkeznek. Következésképpen az eredeti talaj szintjei nincsenek jelen. Mindezeket alátámasztja a diszkriminancia analízis is, mely során a *Technosol* szelvények rétegeinek zöme az antropogén eredetű 1-es csoporthoz sorolódott. A szelvények főként a belvárosban helyezkednek el, de a külvárosban is akadnak képviselők egy-egy helyi antropogén tevékenységnek köszönhetően. E csoportnál előtag minősítők közül az *Ekranic* és az *Urbic*, az utótag minősítők közül a *Calcaric*, a *Ruptic*, a *Densic* és az *Arenic* minősítők voltak a leggyakoribbak. E szelvények közül sor került egy belvárosi, igen vastag lefedettséggel rendelkező szelvény, egy borításmentes belvárosi park szelvényének, egy külvárosi, vékony „mesterséges kemény kőzet”-tel rendelkező, illetve egy szintén külvárosi lefedettségtől mentes szelvény bemutatására.

A „vegyes” szelvények kettős eredete jól tükröződik a WRB(2006) nevezéktanában. E szelvények esetében az eltemetett talajösszlet talajcsoportjának nevét *Tapto* specifikáló taggal valamint *-ic* toldalékkal láttam el, mintegy jelezve, hogy a felső új anyag alatt eltemetett szintek találhatók. Az előtag minősítők közül e csoportnál is az *Ekranic* és az *Urbic* típus volt a legelterjedtebb, ellenben az utótag minősítőknél a *Toxic*, a *Ruptic*, a *Calcaric* minősítőt tekinthetjük a leggyakoribbnak. Két típusszelvény bemutatására került sor: egy csak felszíni borítással rendelkező és egy borításmentes, jelentős feltöltéssel bíró szelvény képviselőjében.

E külvárosi szelvényeknél már némileg tompul az antropogén hatás, amit a statisztika is alátámaszt, hiszen a feltöltött rétegek alatti természetes szintek 2-es csoportba sorolódtak.

A harmadik nagy csoport a természetközeli talajok csoportja, melyeken belül a némi módosulást szenvedett kiskertek talajai közül kettő került részletes bemutatásra: egy Phaeozem és egy Fluvisol talajcsoportba tartozó szelvény. E szelvényeknél egyértelműen csökken az emberi tevékenységek hatása. Ily módon csak bizonyos paraméterei szenvedtek csorbát.

VII. AZ ELÉRT KUTATÁSI EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A fokozott urbanizáció következtében a 21. század küszöbén elengedhetlenné vált, hogy a városi talajokról minél több aspektusból, minél több információt szerezzünk, és ezen ismeretek birtokában - a megfelelő életkörülmények kialakítása érdekében - biztosítsuk e talajok fenntartható menedzsmentjét és védelmét. Ezen intézkedésekre manapság igen nagy szükség van, hiszen a városokban uralkodó negatív környezeti hatások jelentős módosító erővel bírnak az itteni talajok talajképző tényezőire, mely következtében e talajok fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságai nagyfokú átalakulást szenvedhetnek.

A városi talajok vizsgálatára Magyarország 4. legnagyobb városa, Szeged optimális mintaterületnek bizonyult, mivel térszínét az antropogén beavatkozások nagymértékben átalakították. A dolgozat legfőbb célja e város módosult talajainak vizsgálata, leírása, értékelése és besorolása a WRB(2006) nemzetközi talajosztályozási rendszerbe.

A kutatás eredményei az alábbi pontokban foglalhatók össze:

1. Első lépésben az egyes fizikai és kémiai diagnosztikai tulajdonságok elemzését végeztem el hármas cél érdekében: Egyrészt az urbanizáció szelvényekre gyakorolt hatását minél több indikátorral kívántam jellemezni, másrészt e paraméterek értékei alapul szolgáltak a statisztikai elemzéshez, harmadrészt pedig ezen tulajdonságok többsége elengedhetetlen volt a szelvények WRB(2006)-be való besorolásához.

A vizsgálati eredmények alapján arra a következtetésre jutottam, hogy az összszó kivételével számos tulajdonság jól jelzi az antropogén hatást vagy koncentrációja megváltozásával vagy szelvénybeli eloszlásának módosulásával:

- A bolygatott, igen jelentős emberi befolyás hatására átalakult városi szelvények általában jelentős **műterméktartalommal** rendelkeztek, míg az antropogén tényezők által kevésbé befolyásolt természetes szelvények csekély műtermékmennyiséggel bírtak, vagy egyáltalán nem tartalmaztak ilyen anyagot. Azonban a feltöltött rétegek magas műterméktartalma sem szükségszerű, hiszen a műtermékmennyiséget a feltöltés mennyisége és minősége határozza meg;
- A **fizikai talajféleséget** kifejező Arany-féle kötöttségi szám (K_A) alacsonyabb értékei figyelhetők meg a szegedi városi talajokban a külterületi, természetes talajokhoz képest: A városi, feltöltött rétegek fizikai talajféleségére uralkodóan homok, homokos vályog, vályog a jellemző, míg a külterületi természetes talajszintek agyagos vályog, agyag

textúrájúak. Megfigyelhető továbbá, hogy a mesterséges rétegekre éles textúraváltások a jellemzőek, szemben a természetes szintek fokozatos átmenetével;

- A **humusz mennyiségi** értékelése során bebizonyosodott, hogy a humuszkoncentráció főként tendenciálisan érzékelteti a városi talajokra gyakorolt módosító hatást. A nagyfokú lefedettségéből, a jelentős műterméktartalomból, a fizikai, kémiai degradációból, illetve a szegényes mikrobiális tevékenységből adódó gyenge humuszképződés alacsony humuszkoncentráció értékeket eredményez e város talajaiban. A mennyiségi különbség azonban nem annyira kifejező, hiszen az antropogén szelvények - egy-egy kiemelkedő humusztartalmú rétegtől eltekintve - a természetes szelvényekhez hasonlóan alacsony humuszkoncentrációval rendelkeztek. Ellenben e tulajdonság szelvény menti eloszlásában sokkal kifejezőbb eltérés figyelhető meg: a természetes szelvények az adott genetikai típusnak megfelelő szabályos tendenciával bírnak, szemben a bolygatott szelvények rapszodikus lefutásával. A „vegyes” szelvényeknél pedig kettősségnek lehetünk tanúi: amint véget ér a feltöltés, és megjelenik az eredeti talaj „A” szintje, a humusztartalom a természetes talajszelvényeknek megfelelő tendenciát mutat;
- Az **össznitrogéntartalom** értékek alapján elmondható, hogy a nitrogénnel igen gyengén, illetve gyengén ellátott talajok nitrogéntartalom értékei a humuszkoncentrációval megegyező tendenciát mutatnak, mivel a nitrogén nagy része a humuszhhoz kötődik;
- A humuszminőséget jelző **humuszstabilitási koefficiens** (K érték) szintén jó indikátora a városi hatásra módosult talajoknak: a bolygatott rétegek alacsony K értékei a gyenge humuszminőségből fakadó fulvósav dominanciára utalnak, míg a magasabb K értékekkel rendelkező természetes szintekre inkább a jó minőségű huminok és huminsavak túlsúlya a jellemző;
- A közepesen, illetve erősen meszes kategóriába sorolható **karbonáttartalom** értékek szelvény menti eloszlásában figyelhető meg jelentősebb változás: a mesterséges rétegek szabálytalan lefutásával szemben a természetes szintek az adott genetikai típusnak megfeleltethető tendenciával bírnak. Legmagasabb mésztartalommal azok a Phaeozem talajon fekvő, „vegyes” szelvények rendelkeztek, melyek mind igen magas karbonáttartalmú természetes szinteket, mind jelentős karbonáttal bíró feltöltött rétegeket is tartalmaztak. E szelvényeknél az eredeti természetes talajszintek megjelenésével megfigyelhető a karbonáttartalom fokozatos emelkedése a talajképző közet felé, mely a kilúgozódás folyamatára vezethető vissza;
- A gyengén lúgos, illetve lúgos tartományba sorolható, karbonáttól erősen függő **pH** főként szelvénymenti lefutásában mutat különbségeket, hiszen a természetes szintek és a

mesterséges rétegek pH-ja közel azonos. A vizes és KCl-os pH különbsége megadta a savanyodásra való hajlamot, mely néhány szelvényben jelentkezett, különösen ott, ahol a karbonát kilúgozódott;

- Az **összsótartalom** alapján a szegedi városi talajokról nem mondható el, hogy antropogén hatásra (pl.: utak sózása) megnövekedett volna a talajban a sótartalom.

2. A diagnosztikai tulajdonságok vizsgálatát követően sor került geostatisztikai elemzésükre (**diszkriminancia analízis**) is, melyre főként azért volt szükség, mert az antropogén rétegekből és természetes szintekből is álló ún. „vegyes” szelvények esetében az egyes szintek (különösen a két talajösszlet határán levők) eredete, besorolása kérdésesnek tűnt. Ezen bizonytalan szintek eredetének eldöntésére a tisztán antropogén, s a tisztán természetes szinteket hívtam segítségül. Az egykori feltöltéstérképek, a helyszíni terepi jegyzőkönyvek, illetve az egyes diagnosztikai tulajdonságok eredményei alapján elkülönítettem a biztosan feltöltésből (1-es csoportképző változóval jelölt), a biztosan természetes talajszintekből (2-es csoportképző változóval jelölt) álló csoportokat, valamint a bizonytalan eredetű („ungrouped”) szintek csoportját. A prediktor változók (az egyes szintekhez tartozó diagnosztikai tulajdonságok) lineáris kombinációja, az ún. diszkriminancia függvény alapján a bizonytalan eredetű talajszintek a megfelelő csoportba kerültek besorolásra. A diszkriminancia függvény azonos előjelű együtthatói alapján megszerkesztett diszkriminancia diagramon a 2-es csoport elemei egy zártabb csoportot alkotnak, mely e csoport tulajdonságainak nagyfokú hasonlóságára, homogénebb voltára enged következtetni. Ellenben az 1-es csoport elemeinek szórtsága e rétegek tulajdonságainak a nagyobb fokú különbségére, heterogénebb jellegére utal. A két csoport határán húzható „képzeletbeli” egyenes mentén pedig a besorolt szintek helyezkednek el. A besorolás eredményessége 100 %-os, az 51 bizonytalan eredetű talajszintből 28 az 1-es, 23 a 2-es kategóriába esett. A besorolás talajtani jelentősége abban áll, hogy a „vegyes” szelvényeknél meghúzható egy viszonylag pontos határ az antropogén és a természetes talajösszlet között, valamint, hogy az ismeretlen eredetű szelvények az egyes szintjeik tulajdonságai alapján besorolhatók egyik vagy másik csoportba. E vizsgálat megerősíti a két elkülönült csoport diagnosztikai tulajdonságai között fennálló, már fentebb is tárgyalt domináns különbségeket: A műtermék-, a karbonáttartalom, a fizikai féleség, s a humuszkoncentráció mutatják a legnagyobb különbséget.
3. Szeged város talajaiban mért nehézfém-tartalom alapján a Rosenkranz-féle feldúsulási faktor segítségével különítettem el az antropogén és természetes eredetű fémeket: Antropogén eredetűnek adódott az Pb, Zn, Ni, Cu, természetes eredetűnek bizonyult a Co, Cr, Cd. Összevetve az egyes antropogén szelvényeken a nehézfém-tartalom vertikális változását,

megállapítható, hogy rapszodikus lefutás a jellemző, vagyis az egyes feltöltött rétegek az egykori származási helyükön ért szennyeződés mértékétől függően különböző fémkoncentrációt tartalmaznak.

A fémek mennyiségi vizsgálata során megállapítható, hogy a városi mintavételi helyszíneken főként a közlekedés eredetű fémek (Zn, Pb, Cu), míg a város peremterületein levő kiskertek, illetve a város környéki talajok esetében a Cr, Cd, Ni haladták meg a B szennyezettségi határértéket. A mennyiségi kiértékelést követően azok a szelvények kaptak WRB(2006)-ben szereplő „Toxic” utótag minősítőt, amelyek legalább egy fém esetében határértéket meghaladó koncentrációval bíró réteggel rendelkeztek.

4. A belvárostól a külterületek felé haladó **szegmens menti szelvények** (22., 1., 13., 2., 15., 21.) segítségével térben is világossá vált, hogy a belvárosból a külterületek felé haladva milyen módosulásokon mentek keresztül az egyes szelvények diagnosztikai tulajdonságai: A szegmens leginkább átalakult belvárosi szelvényei (22., 1., 13.) teljes egészében feltöltött, sajátos karakterisztikával (pl.: gyakori felszíni lefedettség, magas műterméktartalom, gyenge humuszminőség, főként homok, homokos vályog fizikai féleség, éles szín- és textúraváltások, nagyfokú tömörödöttség, toxikus fémkoncentráció, egyes talajtulajdonságok szelvény menti rapszodikus lefutása stb.) rendelkező talajok, melyek egyáltalán nem viselik magukon az eredeti talaj jegyeit. A városból kifelé haladva fokozatosan megjelennek a természetes talajokra jellemző sajátságok. A belvárosi és külterületei szelvények között átmenetet jelentő „vegyes” szelvények (2., 15.) esetében némileg tompul az antropogenitás mértéke: antropogén és természetes tulajdonságokkal (pl.: eredeti genetikai szintek megjelenése, felszíni lefedettség valamint a műterméktartalom csökkenése stb.) is rendelkeznek. Az eredeti talajszintekből álló kiskerti szelvény (21.) paramétereinek zöme (pl.: fizikai féleség, K érték, karbonát-, pH tartalom) ugyan természetesnek tekinthető, az itt folyó aktív mezőgazdaság hatására azonban nagyobb mennyiségű és mélységű humusz- és nitrogénkoncentráció a jellemző.
5. A **páncélosatka** közösség vizsgálata alapján megállapítást nyert, hogy a belvárosból kifelé haladva a természeteshez közeli élőhelyek felé nő az előforduló taxonok száma és abundanciája. Ennek megfelelően az egyes területek összegyedszáma közötti különbség nagyságrendbelinek mutatkozott úgy, hogy a legkisebb abundancia a belvárosban adódott. A Sørensen hasonlósági index-szel kifejezett hasonlósági vizsgálat azt mutatja, hogy több közös génusz található a szuburbán és a külső területek között, míg a belvárosi és a szuburbán, vagy a belvárosi és a külső zóna között kevesebb közös génusz lelhető fel. A páncélosatka közösségek három zóna közötti stabilitását megadó MGP-I analízis alapján megállapítható,

hogy a külső és a szuburbán terület általános mintázata hasonló, de a belvárosi zónáé különböző. Mindezek jól tükrözik a belvárosi taxonok egyedi, a két másik zónától elkülönülő sajátos jellegét.

Az *ugróvillások* abundancia értékei jól átfednek a páncélosatka adatokkal: A belvárosi zónában találhatók a legkisebb egyedszámban és a legkisebb diverzitásban ennek a csoportnak a tagjai.

Összességében elmondható, hogy a belvárosi és a várost közvetlenül övező természetközeli élőhelyek között kialakult átmeneti zónában nagyobb diverzitás jellemző, mint az előző kettőben. Következésképpen úgy tűnik, hogy ez az átmeneti zóna egy viszonylag stabil és megfelelően heterogén élőhely ahhoz, hogy folyamatosan biztosítsa a fajkészletet a városmag és a külső területek felé.

6. A vizsgált szelvényeket - valamennyi felhasználható diagnosztikai tulajdonság segítségével - a **WRB(2006)** nemzetközi talajosztályozási rendszerbe soroltam be, melyben a városi és az ipari területek talajai először jelennek meg külön talajcsoportként Technosol néven. Itt jegyezendő meg, hogy Magyarországon ez idáig még egyetlen város talajainak osztályozása, besorolása sem történt meg.

Először az egyes szelvények szintjeinek megjelenését, vastagságát és mélységét hasonlítottam össze a WRB diagnosztikai kategóriáinak követelményeivel. Ezt követően a meglévő diagnosztikai kategóriákat vettem össze a WRB kulcsot alkotó talajcsoportok (32db) kritériumaival. A kulcson sorrendben haladtam végig, mindaddig, amíg el nem jutottam ahhoz talajcsoporthoz (az osztályozás első szintje), amelyiknél az adott szelvény elsőként felelt meg valamennyi követelménynek. A WRB osztályozás második szintjén elő- és utótag minősítőket alkalmaztam. Az adott szelvényt az adott talajcsoportnál rendelkezésemre álló minősítők közül a neki megfelelővel láttam el.

A diagnosztikai tulajdonságok értékelésére, statisztikai elemzésére alapozva a WRB-be besorolt szelvények nevezéktanában is jól körvonalazódik Szeged és környékének az emberi befolyásoltság alapján elkülöníthető három fő talajtípusa:

- Az ember által *kevésbé*, illetve *mérsékelten befolyásolt* talajok csoportjába egyrészt az eredeti genetikai típusnak teljes mértékben megfeleltethető külterületi szelvények (16., 17., 18., 19., 24., 25.), másrészt a kisebb módosulást szenvedett városszéli kiskerti szelvények (20., 21., 23.) tartoztak. E szelvényeket a Phaeozem, a Fluvisol, a Gleysol, az Arenosol, a Solonetz természetes talajcsoportokba soroltam be, illetve a nekik megfelelő minősítőkkel láttam el (Elnevezések közül például: 17. szelvény → Calcic Phaeozem (Anthric, Abruptic, Calcaric, Pachic, Epiarenic); 23. szelvény → Gleyic Fluvisol (Calcaric,

Humic, Eutric, Hyperclayic, Toxic). A 23. szelvény kapcsán állapítom meg a 2006-os WRB rendszer Toxic utótag minősítőre vonatkozó „gyengeségét”: A szelvény feltalajában az összes vizsgált szelvény közül a legnagyobb számú, négy toxikus fémkoncentrációt mértem. Ugyancsak toxikus fémkoncentrációt (két fém esetben) kaptam a 19., szintén Fluvisol szelvény feltalajában. Ugyanakkor a Fluvisol talajcsoportnál a rendelkezésemre álló minősítők között nem szerepel a Toxic minősítő. Következésképpen javaslatot teszek arra, hogy a Fluvisol, illetve valamennyi talajcsoport utótag minősítői közé be kell venni a Toxic minősítőt, hiszen az atmoszférikus leülepedés, a felszíni lefolyás, valamint a mezőgazdasági tevékenységek révén nemcsak a város, hanem a városkörnyéki természetes talajok is szennyeződhetnek.

- Az **erősebben módosított** városi talajok közé tartozó - a külső városrészben elhelyezkedő - „vegyes” szelvények (2., 3., 7., 10., 12., 14., 15.) WRB-be való besorolása után kijelenthető, hogy az elnevezések jól tükrözik e szelvények kettősségét: A felső antropogén talajösszlet rendszerint Technosol talajcsoporthoz sorolódott, megkapta a megfelelő minősítőket. Az alatta elhelyezkedő eltemetett talajösszlet talajcsoportjának nevét Tapto specifikáló előtaggal valamint -ic toldalékkal láttam el, mintegy jelezve, hogy a felső antropogén anyag alatt eltemetett, természetes szintek találhatók [pl.: 10. szelvény → Ekranic, Endofluvic Technosol(Toxic, Densic, Epiclayic)(Thapto-Fluvisolic); 3. szelvény → Urbic Technosol (Calcaric, Ruptic, Toxic, Epiarenic)(Thapto-Phaeozemic)]. A Technosol talajösszletre vonatkozólag az Ekranic és az Urbic előtag minősítőt, míg az utótag minősítők köréből a Toxic, a Ruptic és a Calcaric minősítőt alkalmazhattam a leggyakrabban.
- Az antropogén beavatkozás következtében teljes mélységében **átalakított** szelvényeket (1., 4., 5., 6., 8., 9., 11., 13., 22.) kivétel nélkül a Technosol talajcsoporthoz soroltam be, hiszen a bennük levő módosulások (pl.: intenzív felszíni beépítettség, nagyfokú tömörödöttség, horizontális és vertikális változékonyság, olykor igen magas műterméktartalom, antropogén alapkőzet stb.) olyan mértékűek, hogy kétségtelenül kielégítik e talajcsoport kritériumát/kritériumait. Ezen átalakulásokat jól tükrözik az egyes minősítők: E csoport szelvényeinek besorolásánál leginkább az Ekranic, az Urbic (illetve egy esetben a Linic) előtag minősítőt vehettem igénybe. Az utótag minősítők közül a Calcaric, a Ruptic, a Densic és az Arenic minősítőket használhattam a legtöbbször. Megállapítom továbbá, hogy a vizsgált kilenc szelvényből három nem a belvárosban helyezkedett el. Ez alapján arra a következtetésre jutottam, hogy az ilyen szelvények

belvárosi elhelyezkedése nem szükségszerű, mivel az egykori feltöltésen túl a helyi események is jelentős talajmódosító erővel bírnak.

Az összes szelvényt egybevetve elmondható, hogy két belvárosi szelvény tekinthető a legantropogénebb szelvénynek: 11. [Ekranic Technosol (Ruptic, Toxic, Endoclayic)] és a 22. szelvény [Urbic Technosol (Calcaric, Ruptic, Densic, Arenic)]. Megállapítható, hogy a talajosodási folyamatok kialakulására a legcsekélyebb esélye a „mesterséges kemény közettel” rendelkező 11. szelvénynek van, hiszen a vastag borítás alatti rétegek el vannak zárva a külvilágtól. Ugyanakkor a borításmentes, növényzettel fedett 22. szelvény esetében viszont az igen nagy mennyiségű műterméktartalom nehezíti a természetesebb jellegek kialakítását.

A fentiek alapján összességében úgy vélem, hogy a WRB(2006) jól alkalmazható Szeged talajainak osztályozásában, hiszen az egyes minősítők (kivéve a Toxic) jól tükrözik a talajtulajdonságok helyi módosulatait.

Eredményeim és megfigyeléseim számos újabb kérdést is felvetnek, illetve újabb kutatási témák kidolgozását is kínálják. A továbbiakban érdemes és szükséges lenne a kutatást kiegészíteni egyéb diagnosztikai tulajdonságok vizsgálatával, hiszen minél több paramétert vizsgálunk meg, annál inkább rávilágítunk e talajok természetes talajoktól való különbözőségére. Újabb fizikai és kémiai tulajdonságok (szemcseméret, térfogattömeg, kationcserélő kapacitás stb.) vizsgálata mellett a talajfauna közösségek mind szélesebb körű folyamatos, ismételt vizsgálata is tanácsos lenne.

Igaz, hazánk számos városában történtek az itteni talajok szennyeződését felmérő kutatások, azonban úgy vélem, hogy a fizikai, a kémiai és a biológiai tulajdonságukra vonatkozó széleskörű felmérések hiányoznak (nem úgy más országokban, mint pl.: Németországban, USA-ban stb.). Ily módon kívánatosnak tartom további magyar nagyvárosok talajainak felmérését, értékelését azon cél érdekében, hogy egy átfogó képet kapjunk az urbanizáció magyar városok talajaira gyakorolt hatásáról, valamint e talajok ökológiai funkcióiról.

VIII. SUMMARY

At the beginning of the 21st century, due to the intensive urbanization it is necessary to gather more and more information on urban soils in order to ensure their suitable management and protection for appropriate living conditions. Nowadays, these measures are very necessary since negative environmental effects can modify the soil forming factors in cities. Consequently, the physical, chemical and biological parameters of urban soils can be significantly altered.

Szeged, the 4th largest city of Hungary, proved to be an ideal sampling area for the research of urban soils since its original surface has been altered by intensive anthropogenic activities. The main objectives of my research are the investigation, description and evaluation of the altered soils of Szeged, and their classification into the WRB(2006) system. The results of the research can be summed up as follows:

1. First of all, the physical and chemical diagnostic properties were examined in favour of three aims: Firstly, the characterization of the impact of urbanization on profiles was attempted with as many diagnostic properties as possible. Secondly, a statistical analysis was carried out on the basis of the measured values. Thirdly, by using the determined parameters the studied soils were classified according to the WRB(2006) system.

It is to be claimed that all the soil parameters except total salt content are excellent markers of human influence. This can be seen either in a change in their concentration or the alteration of their vertical distribution in the profiles:

- A high amount of **artefacts** can generally be observed in the profiles subjected to considerable disturbance, while the original natural profiles are either free of artefacts or have only negligible amount of these components. However, the disturbed horizons are not always characterized by elevated artefact concentrations as this property is highly dependant on the quality and quantity of the infill;
- The yarn test by Arany, referring to **mechanical soil types**, yields lower values in case of urban soils in contrast to the natural soils on peripherals of the city. The horizons of infill in the city are dominated by sand, sandy loam and loam, while those where the original soil conditions were preserved are dominated by clayey loam and clay. The abrupt textural changes are mostly characteristic of artificial horizons in contrast to the gradual textural change of natural horizons;

- It is to be claimed that the **humus content** proves to be good marker of human activity by the alteration of its vertical distribution in the profiles. The high degree of surface cover, the high artefact content, physical and chemical degradation result in poor microbial activities and as such lower humus concentrations in the soils of Szeged. The quantitative evaluation is not so much expressive since the humus content of anthropogenic profiles is low (excluding only some horizons) similarly to that of natural profiles. On the other hand, the distribution of this parameter along individual profiles shows a considerable difference: Along natural profiles, humus content is congruent with the regular tendency characteristic of original genetic soil types in contrast to the irregular fluctuation of humus content in profiles fully made up of artificial infill. A duality can be observed in the case of mixed profiles, where the change of humus content is congruent with that of natural soils from the appearance of the “A” horizon of the original buried soil;
- The distribution of extremely poor, poor **total nitrogen** along the studied profiles shows similar tendencies, indicating the strong relation of nitrogen and humus.
- The **humus stability coefficient** (K value) is also an excellent marker of urban soils: the horizons with considerable amount of artificial infill are characterized by very low K values, indicating the prevalence of raw humus components, i.e. fulvic acids not yet subjected to humification. However, original natural soil horizons have higher K values referring to the dominance of high-quality humic acids.
- The distribution of **carbonate content**, characterized by category of strongly and moderately calcareous, shows more significant variation. It has an irregular fluctuation considering the anthropogenic horizons of profiles, whereas in case of natural horizons it is congruent with the regular tendencies present in original genetic soil types. The highest carbonate values were experienced in case of the mixed profiles on Phaeozem, where both natural horizons of very high carbonate content and artificial horizons having considerable amount of carbonate content occurred. In such profiles, there is a gradual downward increase in the carbonate content towards the bedrock from the first natural soil horizon. This phenomenon can be explained by the leaching of carbonate.
- The **pH** values strongly depending on carbonate content were classified into slightly alkaline and alkaline categories. pH values of natural and anthropogenic horizons are very similar. However, there is significant difference in the pH change along the profiles. A tendency for acidity is clearly discernible from the differences of the pH(H₂O) and pH(KCl) values. There seems to be a greater tendency for acidity in those soil horizons, where there was a significant reduction in the carbonate as a result of leaching;

- Concerning **total salt content** it was found that its value has not increased in the soils of Szeged due to intensive human activities (e.g. road salting).
2. After surveying the diagnostic properties, their geostatistical evaluation (**discriminant function analysis**) was also carried out. This was necessary in order to classify the questionable horizons of mixed (natural and anthropogenic) profiles. For this purpose, horizons of truly anthropogenic and natural origin were used. Two groups were established with the help of field observations, the analysis of the chemical, physical properties, and maps showing the thickness of artificial infill in the city: The category of artificial infill was marked by group variable 1, while that of the original soil was marked by the group variable 2. The samples of uncertain origin were marked as ungrouped. With the help of the linear combination of predictor variables (the recorded diagnostic properties of the individual horizons), i.e. their discriminant function the horizons of uncertain origin were classified into the above-mentioned two groups. Based on the discriminant function coefficients of identical prefix a discriminant diagram was created, on which two separated clouds of data points can be identified corresponding to the samples of groups 1 and 2. The elements of group 2 are located in a narrower zone reflecting the similarity, homogeneity of properties of these horizons. However, elements of group 1 are situated in a wider zone, consequently, a significant difference, heterogeneity can be suggested in their case. An imaginary line can be drawn between group 1 and group 2 along which the horizons falling to the category “ungrouped” can be classified into the above detailed two groups. Out of the 51 samples identified as ungrouped 100 % were correctly classified. 28 were put into group 1, while 23 into group 2. The significance of the procedure from a pedological point of view is that a clear borderline can be established between the natural and anthropogenic soil layers for mixed profile. Furthermore, the classification can be extended to profiles of unknown origin by using the properties of their horizons. This analysis clearly justifies the formerly discussed differences in the observed properties of the two groups. Artefact, humus and carbonate content and values of yarn test show the highest differences.
 3. The anthropogenic and lithogenic origin of **heavy metals** in the soils of Szeged were distinguished according to the enrichment factor given by Rosenkranz: Based on this analysis, Pb, Zn, Ni and Cu are of anthropogenic origin, while Co, Cr and Cd are of lithogenic origin. The vertical variation of heavy metals in the anthropogenic profiles shows an irregular fluctuation since each infilled horizon contains a different amount of heavy metals depending on the original concentration in the applied material.

According to quantitative analyse, it was established that anthropogenic metals (Zn, Pb, Cu) mostly originating from urban traffic were found in a toxic concentration in the city, whereas the concentration of Ni, Cr and Cd exceeded the B threshold limit value in the orchards of the outskirts and on agricultural areas in peripherals. Following the quantitative evaluation of elements, congruently with the proposal of the WRB(2006) those profiles were marked by the suffix Toxic, where the concentration of any metal element exceeded the limit values in the topsoil.

4. Based on **profiles** (No. 22., 1., 13., 2., 15., 21.) **located along a section** moving from the city centre towards the peripherals, the spatial change of diagnostic properties turned to be unambiguous: The most altered profiles (No. 22., 1., 13.) of the section contain nothing but infill horizons with extraordinary features (e.g. coverage by artificial objects, high amount of artefacts, poor humus quality, mostly sand, sandy loam texture, abrupt colour and textural changes, intensive compaction, toxic metals, irregular fluctuation of diagnostic properties along the profiles etc.). In their case the original genetic soil type can not be identified at all. Moving towards the peripherals of the city features typical of natural soils appear. In the case of mixed profiles (No. 2., 15.) situated between the city centre and the peripherals, the extent of human impact decreases, both anthropogenic and natural characteristics (e.g. appearance of original genetic horizons, lower amount of artificial cover and artefacts etc.) are present. Most of the diagnostic properties (e.g. mechanical soil type, K value, carbonate and pH content etc.) of the orchard profile located in the outskirts (No. 21.) can be considered natural, but a higher amount of humus and nitrogen were found due to intensive agricultural activities.
5. Based on the **Oribatida** investigation, the number and abundance of taxa increase from the city towards the semi-natural habitats of the peripheral zone. In accordance with the above, the lowest abundance values were experienced in the city zone, being an order of magnitude lower than elsewhere. The similarity analysis based on the Sørensen index showed that there were more common genera in terms of the suburban and the peripheral zone, than in case the city and the suburban or the city and the peripheral zones. MGP-I analysis was applied in order to evaluate the stability of the Oribatid mite community in the 3 urban zones. It shows that the patterns in the peripheral and suburban zones were similar, while that of the city zone differed from both. All of these reflect well the extreme character of city zone taxa. The abundance pattern of **Collembolans** corresponded well to that of Oribatid mites. The diversity and abundance of Collembolans were the lowest in the city zone.

It can be claimed that the intermediate, transitional areas between the city and the peripheries show a greater diversity. It seems that this intermediate zone is stable and heterogeneous enough to constantly provide the species for the city and the peripheral areas.

6. With the help of the above-mentioned parameters, the studied soils of Szeged were assigned into the classification system of **WRB(2006)**, which classifies the soils of urban and industrial areas as an individual soil group (under the term Technosols) for the first time. Note that soils have not been classified according to WRB in none of the Hungarian cities up till now.

First of all, the expression, thickness and depth of horizons were checked and compared to the requirements of the WRB diagnostic categories. Subsequently, the described diagnostic categories were compared to the requirements of reference soil groups (32) in the WRB Key. I went through the Key systematically, starting at the beginning and excluding one by one all soil groups for which the requirements were not met. The given soil belongs to the first soil group for which it met all the specified requirements. On the second level of the WRB classification, qualifiers were used. Each profile was provided with the suitable qualifiers chosen from a set given for the examined soil group. Based on the evaluation and statistical analysis of diagnostic properties, in accordance with the WRB(2006) nomenclature three main soil types can be identified in Szeged with respect to the degree of human influence:

- Profiles in the peripherals (No. 16., 17., 18., 19., 24., 25.) representing the original genetic soil type and profiles in orchards (No. 20., 21., 23.) with some modifications were classified as soils **slightly** and **moderately** influenced by human activities. These profiles were classified into Phaeozem, Fluvisol, Gleysol, Arenosol, Solonetz natural soil groups and received the suitable qualifiers [e.g.: the profile No. 17 → Calcic Phaeozem (Anthric, Abruptic, Calcaric, Pachic, Epiarenic; the profile No. 23 → Gleyic Fluvisol (Calcaric, Humic, Eutric, Hyperclayic, Toxic)]. The “weakness” of WRB(2006) in terms of the suffix Toxic was proved through the example of the Fluvisol profile No. 23. This was the only profile where the topsoil concentration of four heavy metals exceeded the B threshold value. The topsoil of another Fluvisol profile (No. 19) also contained toxic metal concentration (in the case of two metals). However, there is not a Toxic suffix among the qualifiers of the Fluvisol soil group. Consequently, I suggest that the Toxic qualifier has to be involved the qualifiers of Fluvisol and all other soil groups since not only urban soils but natural soils in the peripherals can be contaminated by atmospheric deposition, surface runoff and agricultural activities.
- Mixed profiles (No. 2., 3., 7., 10., 12., 14., 15.) on outskirts fell into the category of **strongly modified** soils. After their classification into the WRB(2006) it can be established

that their names do also reflect their dual nature: The upper part of profiles was generally assigned into the Technosol soil group and was provided with the suitable qualifiers. The lower part composed of buried horizons was described with the Thapto-specifier and -ic added to the reference soil group name of the buried soil [e.g.: profile No. 10 → Ekranic, Endofluvic Technosol(Toxic, Densic, Epiclayic)(Thapto-Fluvisolic); profile No. 3 → Urbic Technosol (Calcaric, Ruptic, Toxic, Epiarenic)(Thapto-Phaeozemic)]. The upper parts (Technosol) of these profiles are mostly characterized by suffixes Ekranic and Urbic and prefixes Toxic, Ruptic and Calcaric.

- Profiles **completely altered** by a very intensive human influence (No. 1., 4., 5., 6., 8., 9., 11., 13., 22.) were placed into the group of Technosols due to the considerable transformation of their diagnostic properties (e.g. coverage by artificial objects, intensive compaction, horizontal and vertical variability, usually high amount of artefacts, anthropogenic parent material etc.). Transformations were best reflected by suffixes such as Ekranic, Urbic (Linic in case of one profile). Among the suffix qualifiers Calcaric, Ruptic, Densic and Arenic were used the most frequently. Furthermore, I found that three of the nine studied profiles were not situated in the city centre. Consequently, the location of these profiles in the city centre is not necessary since local influences can overwhelm the effect of artificial infill. Considering all the profiles, two of them in city centre can be considered to be the most anthropogenic: profile No. 11 [Ekranic Technosol (Ruptic, Toxic, Endoclayic)] and profile No. 22 [Urbic Technosol (Calcaric, Ruptic, Densic, Arenic)]. It can be claimed that profile No. 11 with “technic hard rock” has the least chance to experience pedogenetic processes since the horizons are covered by thick, surface artificial object, and isolated from the outside world. However, in case of profile No. 22 with dense vegetation and without surface artificial object, the high amount of artefact inhibits pedogenesis.

According to the above-mentioned facts, I assume that WRB(2006) can be applied well to the classification of soils in Szeged since some qualifiers (excluding Toxic) well reflect the local modification of diagnostic properties.

My results and observations raise several new questions and new directions in the research of urban soils. It would be worth to analyse other diagnostic properties since the more parameters are elevated the greater difference can be identified between natural and urban soils. Besides applying further physical, chemical properties (e.g. particle size, base

saturation, CEC etc.) the comprehensive, repeated survey of urban soil fauna communities is proposed and suggested.

Pollutants have been already measured in the soils of several Hungarian cities. However, the survey of physical, chemical and biological properties has not been carried out yet (in contrast with e.g. Germany, USA etc.). Consequently, I suggest that the urban soils of other Hungarian cities have to be also investigated in order to get more information about the impacts of urbanization on urban soils as well as functioning of these soils.

IX. FELHASZNÁLT IRODALOM

- Abo-Rady M., Baumgarten H., Burghardt W., Daeumling T., Fetzer K.D., Gruban W., Kneib W., Kuehn K., Lehmann A., Machulla G., Moebes A., Schleuss U., Schneider J., Schraps, W.G., Schwartz C., Siem H.K., Stasch D., Stoffregen H. 2002. Functions and models of urban soils. 17th World Congress of Soil Science, Bangkok. Soil and Fertilizer Society of Thailand.
- Alexandrovskaya E.I., Alexandrovskiy A.L. 2000. History of the cultural layer in Moscow and accumulation of anthropogenic substances in it. *Catena*, 41: 249-259.
- Alloway B.J. 1990. Heavy metals in soils. John Wiley, New York, pp. 1-58.
- Andersson M., Ottesen R.T., Volden T. 2004. Building materials as a source of PCB pollution in Bergen, Norway. *The Science of the Total Environment*, 325: 139-144.
- Andó M. 1979. Szeged város település-szintje és változásai az 1879. évi árvízkatasztrófát követő újjáépítés után. *Hidrológiai Közöny*, 6: 274-276.
- Antonovic G.M. 1986. Classification of damaged soils. Transactions of the 13th Congress of International Society of Soil Science, Hamburg. FGR 3, pp. 1036-1037.
- Aoki J. 1983. Analysis of oribatid communities by relative abundance in the species and individual numbers of the three major groups (MGP-analysis). *Bulletin of Institute of Environmental Science and Technology*, 10: 171-176.
- Avery B.W. 1980. Soil classification for England and Wales. Soil Survey Technical Monograph No. 14, Harpenden, Great Britain.
- Árkosi I., Buna B. 1990. A közlekedésből származó nehézfémek (ólom) talaj- és növény-szennyező hatásának vizsgálata. *Környezetgazdálkodási kutatások*, 3: 27-61.
- Bacon J.R., Berrow M.L., Shand C.A. 1992. Isotopic composition as an indicator of origin of lead accumulations in surface soils. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 46: 71-76.
- Balogh J. 1972. The oribatid genera of the world. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Balogh J., Balogh P. 1992. The oribatid mites genera of the world. Hungarian Natural History Museum, Budapest.
- Banat K.M., Howari F.M., Al-Hamad A.A. 2005. Heavy metals in urban soils of central Jordan: should we worry about their environmental risks? *Environmental Research*, 97: 258-273.
- Barczy A., M. Tóth T., Sümegi P., Czinkota I. 2006. Reconstruction of the paleo-environment and soil evolution of the Csípő-halom kurgan, Hungary. *Quaternary International*, 156-157: 49-59.
- Barltrop D. 1979. Geochemical and man-made sources of lead and human health. *Environmental Geochemistry and Health*, 288: 205-211.

- Barrett I. 1987. Research in urban ecology. Report to the Nature Conservancy Council.
- Bährmann R. 2000. Gerinctelen állatok határokozója. Mezőgazda Kiadó, Győr, pp. 76-81.
- Bellinger P.F., Christiansen K.A., Janssens F. 1996-2007. Checklist of the Collembola of the World. <http://www.collembola.org>
- Benevolo L. 1980. The history of the city. Scolar Press, London, pp. 9-86.
- Beyer L., Cordsen E., Blume H.P., Schleuss U., Vogt B., Wu Q. 1995. Soil organic matter composition in urbic anthrosols in the city of Kiel, NW-Germany, as revealed by wet chemistry and CMAS ^{13}C -NMR spectroscopy of whole soil samples. Soil Technology, 9: 121-132.
- Billwitz K., Breuste J. 1980. Anthropogene Bodenveränderungen im Stadtgebiet von Halle/Saale. Wiss. Zeitschrift Univ. Halle, 29: 25-43.
- Blume H.P. 1982. Boden des Verdichtungsraumes Berlin. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gessellschaft, 33: 269-280.
- Blume H.P., Hellriegel T. 1981. Blei- und cadmium-status Berliner böden. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 144: 181-196.
- Blume H.P., Schlichting E. 1982. Soil problems in urban areas. Mitteilungen Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, 33: 1-280.
- Blume H.P. 1996. Handbuch der Bodenkunde - Böden städtisch - industrieller Verdichtungsraume. Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg, pp. 47.
- Bockheim J.G. 1974. Nature and properties of highly disturbed urban soils, Philadelphia, Pennsylvania. Paper presented before Division S-5, Soil genesis, morphology and classification, Annual meeting of the Soil Science Society of America, Chicago.
- Boitsov I.A., Gunova V.S., Krenke N.A. 1993. Landscapes of medieval Moscow: archeological and palynological investigations. Izv. Ross. Akad. Nauk, Ser. 4 Geogr. 4, pp. 60-75.
- Brümmer G., Hornburg V., Hiller D.A. 1991. Schwermetallbelastung von Böden. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 63: 31-42.
- Bullock P., Gregory P.J. 1991. Soils in the Urban Environment. Blackwell, Oxford.
- Burghardt W. 1994. Soils in urban and industrial environment. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 157: 205-214.
- Butler B.E. 1980. Soil Classification for Soil Survey. Monographs on Soil Survey, Oxford University Press, Oxford.
- Carreiro M.M., Howe K., Parkhurst D.F., Pouyat R.V. 1999. Variation in quality and decomposibility of red oak leaf litter along an urban-rural gradient. Biology and Fertility of Soils, 30: 258-268.

- Chiesura A. 2004. The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, 68: 129-138.
- Chinnow D. 1975. Bodenveränderungen durch carbonate und Streusalze im Westberliner Stadtgebiet. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*, 22: 355-358.
- Cline M.G. 1949. Basic principles of soil classification. *Soil Science*, 67: 81-91.
- Collin M.L., Melloul A.J. 2003. Assessing groundwater vulnerability to pollution to promote sustainable urban and rural development. *Journal of Cleaner Production*, 11: 727-736.
- Cordsen E., Siem H.K., Blume H.P., Finnern H. 1988. Bodenkarte 1:20.000 Stadt Kiel und Umland. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*, 56: 333-338.
- Craul P.J. 1999. *Urban Soils: Applications and Practices*. John Wiley, New York.
- Craul P.J., Klein C.J. 1980. Characterization of streetside soils of Syracuse. *Metria*, 3: 88-101.
- Craul P.J. 1994. Soil compaction on heavily used sites. *Journal of Arboriculture*, 20: 69-74.
- Culbard E.B., Thornton I., Watt J., Wheatley M., Moorcroft S., Thompson M. 1988. Metal contamination in British urban dusts and soils. *Journal of Environmental Quality*, 17: 226-234.
- Csathó P. 1994. A környezet nehézfém szennyezettsége és az agrártermelés. Tematikus szakirodalmi szemle. MTA TAKI-Akaprint, Budapest, pp. 9-46.
- Doichinova V., Zhiyanski M., Hurthouse A. 2005. Impact of urbanization on soil characteristics. *Environmental Chemistry Letters*, 3: 160-163.
- Dudal R., Nachtergaele F.O., Purnell, M.F. 2002. The human factor of soil formation. *Transactions 17th World Congress of Soil Science, WCSS, Bangkok. Symposium 18.Vol., II., paper 93*.
- Effland W., Pouyat R.V. 1997. The genesis, classification, and mapping of soils in urban areas. *Urban Ecosystem*, 1: 217-228.
- Erhard C., Szeptycki A. 2002. Distribution of Protura along an urban gradient in Vienna. *Pedobiologia*, 48: 445-452.
- European Environment Agency. 1995. *Europe's environment: The Dobris Assessment*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.
- Facchinelli A., Sacchi E., Mallen L. 2001. Multivariate statistical and GIS based approach to identify heavy metal sources in soils. *Environmental Pollution*, 114: 313-324.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2006. *Guidelines for soil description*, Roma, ISBN:92-5-105521-1.

- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), IUSS (International Union of Soil Sciences), ISRIC (International Soil Reference and Information Centre) 2006. World reference base for soil resources. A framework for international classification, correlation and communication, Rome, Italy. ISBN: 92-5-105511-4 (<http://www.fao.org/ag/Agl/agll/wrb/doc/wrb2006final>).
- Farsang A., Jóri Z. 1999. Szeged város zöldterületi talajainak nehézfém terheltsége. The 5th symposium on analytical and environmental problems, Szeged. Proceeding Book, pp. 47-54.
- Farsang A., Rácz P. 2000. Léggöri hullópor nehézfém tartalmának vizsgálata Szeged város példáján. The 7th Symposium on Analytical and Environmental Problems, Szeged. Proceeding Book, pp. 190-194.
- Farsang A. 2001. Feltalaj makro- és mikroelem tartalmának térbeli változása a mikrodomborzattal összefüggésben. The 8th Symposium on Analytical and Environmental Problems, Proceeding Book, pp. 122-127.
- Farsang A., Puskás I. 2007. Városi és ipari területek talajai: Talajok nehézfém tartalmának vizsgálata háttérszennyezettség kimutatására Szegeden. In: Városökológia. (Ed.: Mezősi G.) JATEPress, Szeged, pp. 99-117.
- Fedorishchak M.R.P. 1978. Anthropogenic soil changes in the zone of influence of metallurgical plants. Soviet Soil Science, 11: 133-137.
- Fetzer K.D., König C., Larres K., Lobenhofer M., Portz A., Schlicker P. 1991. Der Aufbau des Bodeninformationssystems des Saarlandes (Saar-Bis). Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 66: 783-786.
- Fiedler H.J., Rösler H.J. 1993. Spurelemente in der Umwelt. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, pp. 385.
- Forró E., Molnár J., Csoma Z. 2004. A városi talajok szervesanyag tartalmának környeztvédelmi hatásai. Talajvédelem különszám, pp. 205-214.
- Geiger J. 2007. Geomatematika. Jatepress, Szeged, pp. 113.
- Gilbert O.L. 1989. The ecology of urban habitats. Chapman and Hall Ltd., New York, pp. 41-57.
- Goldman M.B., Groffman P.M., Pouyat R.V., McDonnell M.J., Pickett S.T.A. 1995. CH₄ uptake and N availability in forest soils along an urban to rural gradient. Soil Biology and Biochemistry, 27: 281-286.
- Golovacheva R.S., Rozanova E.P., Karavaiko G.I. 1986. Thermophilic bacteria of the sulfur cycle from the corrosion zones of steel constructions in the municipal heating system and soil. Mikrobiologia, 55: 105-112.
- Grenzius R., Blume H.P. 1983. Aufbau und ökologische Auswertung der Bodengesellschafts-karte Berlin. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 36: 57-62.

- Gulyás Á., Kiss T. 2007. Városi élőhelyek és élőlények. In: Városökológia. (Ed.: Mezősi G.) JATEPress, Szeged, pp. 119-130.
- Harris J.A. 1991. The biology of soils in urban areas. In: Soils in the Urban Environment. (Eds.: Bullock P., Gregory P.J.) Blackwell, Oxford, pp. 139-152.
- Hiller D.A., Meuser H. 1998. Urbane Böden. Springer, Berlin.
- Hindel R., Fleige H. 1989. Verfahren zur Unterscheidung lithogener und anthropogener Schwermetallanreicherungen in Böden. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 59/I.: 389-394.
- Holland K. 1996. Stadtböden im Keuperland am Beispiel Stuttgarts. Hohenheimer Bodenkundliche Hefte, 39: 1-166.
- Hollis J.M. 1991. The classification of soils in urban areas. In: Soils in the Urban Environment. (Eds.: Bullock P., Gregory P.J.) Blackwell, Oxford, pp. 5- 27.
- Hoblyák J. 1978. Állatökológiai gyakorlatok. Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 99-101, 109-120.
- Horváth F. 2000. Vár, Stefánia-sétány. In: Csongrád megye építészeti emlékei. (Ed.: Tóth F.) Szeged, pp. 497-512.
- Hough R.L., Breward N., Youn S.D., Crout N.M.J., Tye A.M., Moir A.M., Thornton I. 2004. Assessing potential risk of heavy metal exposure from consumption of home-produced vegetables by urban populations. Environmental Health Perspectives, 112: 215-221.
- Hunter B.A., Johnson M.S., Thomson D.J. 1989. Ecotoxicology of copper and cadmium in a contaminated grassland ecosystem. The Journal of Applied Ecology, 26: 89-99.
- Isbell R.F. 2002. The Australian Soil Classification. CHIRO Publishing, Australia, pp. 18-22.
- Jim C.Y. 1998a. Old stone walls as an ecological habitat for urban trees in Hong Kong. Landscape and Urban Planning, 42: 29-43.
- Jim C.Y. 1998b. Impacts of intensive urbanization on trees in Hong Kong. Environmental Conservation, 25: 146-159.
- Kaszab I. 1987. Építésföldtani összefüggések Szeged és környéke felszínközeli üledékeiben. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, pp. 9-16.
- Kádár I. 1995. A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. KTM-MTA TAKI, Budapest, pp. 7-116.
- Ketskemény L., Izsó L. 2005. Bevezetés az SPSS programrendszerbe ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, pp. 197-207.
- Keleberda T.N., Drugov A.N. 1983. Systematics and classification of technogenic soils. Soviet Soil Science, 15: 61-67.

- Kelly J., Thornton I., Simpson P.R. 1996. Urban geochemistry: a study of the influence of anthropogenic activity on the heavy metal content of soils in traditionally industrial and non-industrial areas of Britain. *Applied Geochemistry*, 11: 363-370.
- Keveiné Bárány I., Farsang A. 2002. Terep- és laborvizsgálati módszerek a természeti földrajzban. JATEPress, Szeged, pp. 60-63.
- Kiss T., Bódis K. 2007. Az utcai fák állapota Szeged belvárosában. In: *Városökológia*. (Ed.: Mezősi G.) JATEPress, Szeged, pp. 130-134.
- Kiss T., Szatmári M., Jóri Z. 2007. Szeged környezeti terhelésének vizsgálata fák évgyűrűinek nehézfém-tartalma alapján. In: *Városökológia*. (Ed.: Mezősi G.) JATEPress, Szeged, pp. 134-142.
- Kosse A. 2000. Pedogenesis in the urban environment. In: *First International Conference on Soils of Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas*, Essen. (Eds.: Burghardt W., Dornauf C.) *Proceedings*, Volume I., pp. 241-245.
- Kovács M., Nyári I. 1984. Budapesti közterületek talajainak nehézfém-tartalma. *Agrokémia és Talajtan*, 33: 501-510.
- Kovács M., Podani J., Tuba Z., Turcsányi G. 1986. A környezetszennyezést jelző és mérő élőlények. *Mezőgazdasági kiadó*, Budapest, pp. 7-39.
- Kreszivnik V., Mahunka S. 2000. A Kékes-Észak erdőrezervátum (Mátra hegység) páncélosatka-faunája. *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis*, 24: 283-288.
- Landsberg H.E. 1981. *The urban climate*. Academic Press, New York, pp. 84-149.
- Lehmann A. 2004. Proposal for the consideration of urban soils within the WRB. The 2nd International Conference on Soil Classification, Petrozavodsk, Russia.
- Lehmann A. 2005. Refined proposal how to respect anthropogenic soils within the WRB. Working letter.
- Lehmann A., Stahr K. 2007. Nature and significance of anthropogenic urban soils. *Journal of Soil and Sediments*, 7: 247-260.
- Lehmann A., David S., Stahr K. 2007. TUSEC - Handbuch zur Bewertung von natürlichen Böden und anthropogenen Stadtböden/ TUSEC - A manual for the evaluation of natural soils and anthropogenic urban soils. *Hohenheimer Bodenkundliche Hefte*, 80.
- Lee J.H., Park H.H., Kang B., Jung C.E., Choi S.S. 1999. Comparison of Oribatid mite (Acari: Oribatida) communities among city, suburban, and natural forest ecosystems: Namsan, Kwangreung, and Mt. Jumbong. *Korean Journal Ecology*, 23: 107-112.
- Li X., Poon C., Liu P.S. 2001. Heavy metal contamination of urban soils and street dusts in Hong Kong. *Applied Geochemistry*, 16: 1361-1368.

- Lorenz K., Kandeler E. 2005. Biochemical characterisation of urban soil profiles from Stuttgart, Germany. *Soil Biology and Biochemistry*, 37: 1373-1385.
- Magura T., Tóthmérész B., Hornung E. 2006. Az urbanizáció hatása a talajfelszíni ízeltlábúakra. *Magyar Tudomány*, 6: 705-708.
- Mahunka S., Mahunka-Papp L. 1999. Oribatids from the Szarvas Arboretum (SE Hungary) (Acari: Oribatida). *Folia Entomologica Hungarica*, 60: 83-107.
- Manta D.S., Angelone M., Bellanca A., Neri R., Sprovieri M. 2002. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy. *The Science of the Total Environment*, 300: 229-243.
- Marcazzan G.M., Ceriani G., Valli G., Vecchi R. 2003. Source apportionment of PM10 and PM2.5 in Milan (Italy) using receptor modeling. *The Science of the Total Environment*, 317: 137-147.
- Marosi S., Somogyi S. 1990. Magyarország kistájainak katasztere. MTA FKI, Budapest, pp. 213-218.
- Mátyás C. 1996. Erdészeti ökológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 69-70.
- McDonnell M.J., Pickett S.T.A. 1990. The study of ecosystem structure and function along urban-rural gradients: an unexploited opportunity for ecology. *Ecology*, 71: 1232-1237.
- McIntyre N.E., Rango J., Fagan W.F., Faeth S.H. 2001. Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. *Landscape and Urban Planning*, 52: 257-274.
- Michéli E. 2005. A talajosztályozás fejlődése és helyzete a 21. században. In: A talajok jelentősége a 21. században. (Eds: Stefanovits P., Michéli E.) MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, pp. 309-327.
- Móczár L. 1962. Állatok gyűjtése. Gondolat Kiadó, Budapest, pp. 94-102.
- Mucsi L. 1996. A városökológia elmélete és alkalmazási lehetőségei Szeged példáján. Doktori értekezés, József Attila Tudományegyetem, Szeged, pp. 29-39.
- Nadal N., Schuhmacher M., Domingo J.L. 2004. Metal pollution of soils and vegetation in an area with petrochemical industry. *The Science of the Total Environment*, 321: 59-69.
- Natuhara Y., Imai C., Takeda H. 1994. Classification and ordination of communities of soil arthropods in an urban park of Osaka City. *Ecological Research*, 9: 131-141.
- Norra S., Stüben D. 2003. Urban soils. *Journal of Soils and Sediments*, 3: 229-23.
- Parisi V., Menta C., Gardi C., Jacomini C. 2003. Evaluation of soil quality and biodiversity in Italy: the biological quality of soil index (QBS) approach. OECD Expert Meeting on Soil Erosion and Soil Biodiversity Indicators, Roma.

- Pasinszki J. 1996. Levegőhigiénés mérések Szegeden az ülepedő por elemzésével 1993 nyarán. Kiss Ferenc Csongrád megyei Természetvédelmi Egyesület évkönyve, Szeged, pp. 62-76.
- Pastor J., Stillwell M.A., Tilman D. 1987. Nitrogen mineralisation and nitrification in four Minnesota old fields. *Oecologia*, 71: 481- 485.
- Patterson J.C. 1976. Soil compaction and its effects upon urban vegetation. Better Trees for Metropolitan Landscapes Symposium Proc. USDA Forest Service General Technical Report NE-22., pp. 91-102.
- Patterson J.C., Murray J.J., Short J.R. 1980. The impact of urban soils on vegetation. *Metria*, 3: 33-56.
- Peter K.H., Jacob G.B., David J.S., Jason M.W., Julien W., Claire W., Claus S. 2005. Establishing principal soil quality parameters influencing earthworms in urban soils using bioassays. *Environmental Pollution*, 133: 199-21.
- Pouyat R.V. 1991. The urban-rural gradient: an opportunity to better understand human influences on forest soils. In: Proceedings of the society of american foresters., 1990 annual convention, Washington, pp. 212-218.
- Pouyat R.V., Groffman P.M., Yesilonis I., Hernandez L. 2002. Soil carbon pools and fluxes in urban ecosystems. *Environmental Pollution*, 116: 107-118.
- Pulford I.D. 1991. Nutrient provision and cycling in soils in urban areas. In: Soils in the Urban Environment. (Eds.: Bullock P., Gregory P.J.) Blackwell, Oxford, pp. 119-137.
- Purves D. 1966. Contamination of urban garden soils with copper and boron. *Nature*, 210: 1077-78.
- Purves D. 1972. Consequences of trace element contamination of soils. *Environmental Pollution*, 3: 17-24.
- Purves D., Mackenzie E.J. 1969. Trace element contamination of parklands in urban areas. *Journal of Soil Science*, 20: 288-90.
- Puskás I., Farsang A. 2005. Szeged város környezetállapotának értékelése bioindikátor segítségével. „A környezettudomány elmélete és gyakorlata. Környezetgazdálkodás európai keretben.” Tudományos Konferencia, Szeged, CD kiadvány.
- Puskás I., Farsang A. 2006. Az antropogenitást jelző paraméterek értékelése a városi talajtípusokon. III. Magyar Földrajzi Konferencia, Budapest, CD kiadvány, ISBN: 963-9545-12-0.
- Puskás I., Farsang A. 2007a. A városi talajok osztályozása és antropogén bélyegeinek meghatározása Szeged példáján. *Tájökológiai Lapok*, 5 (2): 371-379.
- Puskás I., Farsang A. 2007b. Az antropogén bélyegek bemutatása a szegedi városi talajtípusok példáján, Tavaszi Szél Doktorandusz Konferencia, Budapest, pp. 277-283. ISBN: 978-963-87569-1-6.

- Puskás I., Farsang A., Kitka G. 2007. Biológiai indikátorok a városi háttérszennyezettség mérésében: mohák nehézfém-tartalom vizsgálata Szegeden. In: Városökológia. (Ed.: Mezősi G.) JATEPress, Szeged, pp. 149-157.
- Puskás I., Farsang A. 2008a. A városi talajok osztályozása Szeged talajtípusainak példáján. Talajvédelem különszám, Talajvédelmi Alapítvány Kiadó, in press.
- Puskás I., Farsang A. 2008b. Indicators of human impact on urban soils of Szeged, SE Hungary, *Geoderma*, in press.
- Puskás I., Farsang A. 2008c. Városaink talajai: Szegedi talajok osztályozása a WRB(2006) rendszerébe. Földrajzi közlemények, in press.
- Puskás I., Prazsák I., Farsang A., Maróy P. 2008a. Szegedi városi talajok fizikai, kémiai és biológiai sajátosságai, mint az antropogén hatás indikátorai. *Agrokémia és Talajtan*, in press.
- Puskás I., Prazsák I., Farsang A., Maróy P. 2008b. Physical, chemical and biological aspects of human impacts on urban soils of Szeged (SE Hungary). *Journal of Environmental Geography*, Szeged, in press.
- Rosenkranz D., Einsele G., Harress H.M. 1991. Bodenschutz VI. (Empfindlichkeit der Böden gegenüber geogenen und anthropogenen Gehalten an Schwermetallen. Empfehlungen für die Praxis), Berlin, pp. 1-86.
- Rossiter D.G. 2007. Classification of Urban and Industrial Soils in the World Reference Base for Soil Resources. *Journal of Soil and Sediments*, 7: 96-100.
- Rózsa P. 2004. Város és környezet. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 40-50.
- Rushton S.P. 1986. The effects of soil compaction on *Lumbricus terrestris* and its possible implications for populations on land reclaimed from open-cast coal mining. *Pedobiologia*, 29: 85-90.
- Scharenbroch B.C., Lloyd J.E., Johnson-Maynard J.L. 2005. Distinguishing urban soils with physical, chemical, and biological properties. *Pedobiologia*, 49: 283-295.
- Scheyer J.M., Hipple W. 2005. Urban Soil Primer. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska (<http://soils.usda.gov/use>).
- Schleuss U., Wu Q., Blume H.P. 1998. Variability of soils in urban and periurban areas in Northern Germany. *Catena*, 33: 255-270.
- Shrubovych J. 2002. The fauna of springtails (Collembola) in Lviv. *Vestnik Zoologii*, 36: 63-67.
- Simpson T. 1996. Urban soils. In: Urban Geoscience. (Eds.: McCall G.J.H., De Mulder E.F.J., Marker B.R.) Balkema, Rotterdam, pp. 35-61.
- Spirn A.W. 1984. The Granite Garden: Urban Nature and Human Design. Basic Books Inc. Publishers. New York, pp. 217.

- Stanton N.L. 1979. Patterns of species diversity in temperate and tropical litter mites. *Ecology*, 60: 295-304.
- Stefanovits P. 1992. Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Stefanovits P., Filep Gy., Füleky Gy. 1999. Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Stroganova M., Prokofieva T. 2002. Urban soils classification for Russian cities of the taiga zone. In: *Soil Classification 2001*. (European Soil Bureau Research Report No. 7, EUR 2-398 EN) (Eds.: Micheli E., Nachtergaele F.O., Jones R.J.A., Montanarella L.) Office for Official Publications of the European Community, Luxembourg, pp. 153-156.
- Susanna T., Tong Y., Chen W.L. 2002. Modeling the relationship between land use and surface water quality. *Journal of Environmental Management*, 66: 377-393.
- Szabó Gy. 1996. Nehézfémek a talajban. *Földrajzi Közlemények*, 4: 253-266.
- Szabó J. 1993. A társadalom hatása a földfelszínre (antropogén geomorfológia). In: *Általános természetföldrajz*. (Ed.: Borsy Z.) Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 506-508.
- Szegedi S. 1999. Közlekedési eredetű nehézfémek Debrecen talajaiban és növényzetében, ennek talajtani összefüggései és városökológiai hatásai. Doktori értekezés. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, pp. 53-116.
- Szemerey T. 2004. Erdőtalaj meszezésének hatása egy bükkös faállomány páncélosatka faunájára (Acari: Oribatida). Doktori értekezés. Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Sopron.
- Thornton I. 1991. Metal contamination of soils in urban areas. In: *Soils in the Urban Environment*. (Eds.: Bullock P. Gregory P.J.) Blackwell, Oxford, pp. 47-75.
- Unger J., Sümeghy Z. 2002. Környezeti klimatológia. Kisléptékű éghajlatok, városklimatológia. JATEPress, Szeged, pp. 167-198.
- Unger J. 2007. A város éghajlat-módosító hatása - a szegedi hősziget. In: *Városökológia*. (Ed.: Mezösi G.) JATEPress, Szeged, pp. 43-65.
- United Nations Population Division. 2001. *World Urbanization Prospect. The 1999 Revision*. New York.
- van der Sloot H.A., Comans R.N.J., Hjelmar O. 1996. Similarities in leaching behaviours of trace contaminants from waste, stabilized waste, construction materials and soils. *The Science of the Total Environment*, 178: 111-126.
- van Straalen N.M. 1998. Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. *Applied Soil Ecology*, 9: 429-437.
- Várallyay Gy. 1997. A talaj és funkciói. *Magyar Tudomány*, XLII. (12): 1414-1430.

- Wallwork J.A. 1983. Oribatids in forest ecosystems. *Annual Review of Entomology*, 28: 109-130.
- Weigmann G. 2006. Hornmilben (Oribatida). In: *Tierwelt Deutschlands* 76. (Ed.: Dahl M.) Goecke and Evers, Keltern-Weiler.
- Weigmann G., Kratz W. 1986. Oribatid mites in urban zones of West Berlin. *Biology and Fertility of Soils*, 3: 81-84.
- White C.S., McDonnell, M.J. 1988. Nitrogen cycling processes and soil characteristics in an urban versus rural forest. *Biogeochemistry*, 5: 243-262.
- Wilcke W., Muller S., Kanchanakool N., Zech W. 1998. Urban soil contamination in Bangkok: heavy metal and aluminum partitioning in topsoils. *Geoderma*, 86: 211-228.
- Wong C.S.C., Li X., Thornton I. 2006. Urban environmental geochemistry of trace metals. *Environmental Pollution*, 142: 1-16.
- Zak D.R., Grigal D.F., Gleeson S., Tilman D. 1990. Carbon and nitrogen cycling during old-field succession: constraints on plant and microbial biomass. *Biogeochemistry*, 11: 111-129.
- Zhang G.L., Yang F.G., Zhao Y.G., Zhao W.J., Yang J.L., Gong Z.T. 2005. Historical change of heavy metals in urban soils of Nanjing, China during the past 20 centuries. *Environmental International*, 6: 913-919.
- Zhao Y.G., Zhang G.L., Zepp H., Yang J.L. 2007. Establishing a spatial grouping base for surface soil properties along urban-rural gradient - A case study in Nanjing, China. *Catena*, 69: 74-81.
- Zimny H., Zukowska-Wieszczyk D. 1984. Enzymatic activity in soils of urban lawns depend-ing on sources of degradation. *Polish Ecological Studies*, 9: 123-130.
- Zhu W.X., Dillard N., Grimm N. 2005. Urban nitrogen biogeochemistry: status and processes in green retention basins. *Biogeochemistry*, 71: 177-196.

X. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Mindenek előtt szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Farsang Andreának, aki az elmúlt években folyamatos figyelemmel kísérte előrehaladásom, emberi és szakmai segítséget nyújtott számomra. Lelkiismeretes munkájával, hasznos szakmai tanácsaival jelentősen hozzájárult e munka létrejöttéhez.

Köszönettel tartozom az Ásványtani és Geokémiai Tanszék egyetemi docensének, Dr. M. Tóth Tivadarnak, aki a statisztikai elemzés elkészítésében segítségemre volt.

Köszönet Dr. Maróy Péter Professzor Úrnak, aki tanszékén (SZTE, Genetikai Tanszék) lehetőséget biztosított a talajfauna vizsgálatok lebonyolításához. Továbbá szintén köszönet illeti Prazsák Istvánt, doktorandusz hallgatót a talajfauna elemzésben biztosított segítségéért.

Tanulmányaim és kutatásom során a már egy évtizede nyújtott folyamatos segítséget köszönöm az SZTE Természet Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék minden munkatársának. A szükséges mérések elvégzésekor kapott gyakorlati segítséget és a sok hasznos tanácsot nagyon köszönöm Tápai Ibolyának és Fekete Istvánnak.

Köszönöm szüleimnek, húgomnak és barátaimnak a sok támogatást, amit munkám során tanúsítottak.

S végül, de nem utolsó sorban szeretnék köszönetet mondani kedvesemnek, Winter Zoltánnak türelméért, odaadó támogatásáért.

MELLÉKLETEK



1. szelvény



2. szelvény



3. szelvény



4. szelvény



5. szelvény



6. szelvény



7. szelvény



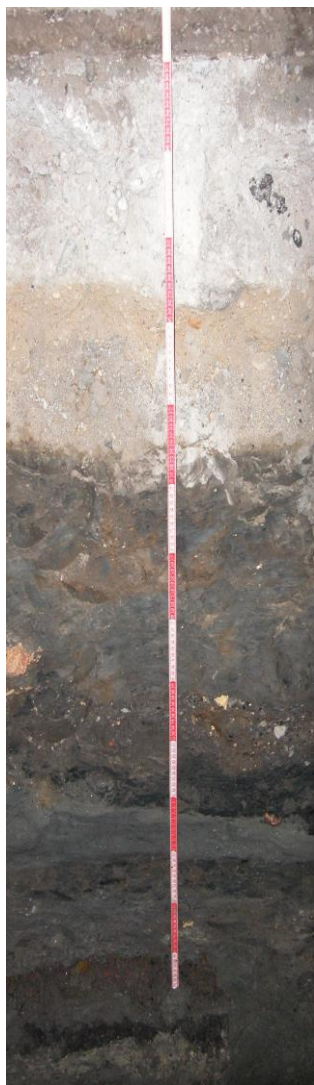
8. szelvény



9. szelvény



10. szelvény



11. szelvény



12. szelvény



13. szelvény



14. szelvény



15. szelvény



16. szelvény



17. szelvény



18. szelvény



19. szelvény



20. szelvény



21. szelvény



22. szelvény



23. szelvény



24. szelvény



25. szelvény

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása			Felvételező neve			Megjegyzések		
1.		2005. 05. 12.		Tisza Lajos krt. 31.			Farsang A., Barta K., Puskás I.			-		
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Sík		-		> 200 cm		Lefedett terület (járda)		Egy lakóépülettől 2 méterre		Beton, aszfalt, sóder, homok (0-30 cm)		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg (cm)
Az út mentén, a járda szélén		DK-i		200 cm		Feltöltött anyag		Felszíni lefedettség + feltöltés a szelvény teljes mélységében		-		-
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Beton, aszf.
2.	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sóder
3.	20-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Homok
4.	30-60	8,0	2,5Y 5/4	Hom. vály.	Morzás	Friss	IE	-	Éles	Laza	+++	-
5.	60-70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Tégla
6.	70-110	8,5	2,5Y 6/4	Homok	Morzás	Nyirkos	IE	-	-	Laza	+++	-
7.	110-120	8,5	2,5Y 4/3	Hom. vály.	Morzás	Friss	IE	-	Éles	Enyh. töm.	++	-
8.	120-140	8,5	2,5Y 6/4	Hom. vály.	Morzás	Nyirkos	IE	-	Éles	Laza	++	-
9.	140-160	8,5	2,5Y 3/1	Hom. vály.	Morzás	Nedves	E	-	Éles	Laza	-	-
10.	160-200	8,5-9,0	2,5Y 6/3	Agy. vály.	Morzás	Vizes	IE	-	Éles	Laza	-	-
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Ekranic, Linic Technosol (Calcaric, Ruptic, Arenic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása		Felvételező neve		Megjegyzések				
2.		2005. 05. 20.		Budapesti krt. 25.		Farsang A., Puskás I.		-				
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Sík		-		> 110 cm		Járda		Panelépülettől 8 méterre		Aszfalt, beton (0-15 cm)		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszcsepp (cm)
Az úttól 6 méterre, a járda alatt		ÉNY-i		110 cm		Löss		Felszíni lefedettség + 35 cm-es feltöltés		-		-
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Aszf. + Bet.
2.	15-50	9,0	2,5Y 4/4	Homok	Szer. nélküli	Nedves	GY	-	Éles	Omlós	-	Homok
3.	50-70	8,5	10YR 3/1	Hom. vály.	Oszlopos	Friss	GY	-	Határozott	Enyh. töm.	-	-
4.	70-90	8,5	2,5Y 5/3	Hom. vály.	Rögös	Friss	IE	-	Fokozatos	Laza	-	-
5.	90-110	8,5-9,0	2,5Y 5/6	Hom. vály.	Morzsás	Nedves	IE	-	Fokozatos	Laza	-	-
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Ecranic Technosol (Calcaric, Ruptic, Toxic, Epiarenic)(Thapto-Phaeozemic)												

Szelvényszám		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása		Felvételelező neve		Megjegyzések				
3.		2005. 05. 22.		Rókus krt. 33.		Puskás I., Winter Z.		-				
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Sík		Fűfélék (néhány képviselő → lásd 12. táblázat)		> 145 cm		Füves terület az út és a járda között		Panelépülettől 20 méterre			-	
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg (cm)
Az úttól 4, a járdától 2 méter távolságban		DK-i		145 cm		Lössz		95 cm-es feltöltés az eredeti talaj felett		60-70 cm között állatjáratok		25 cm
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödött -ség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-10	8,0	2,5Y 3/2	Hom. vály.	Rögös	Friss	GY	-	-	Laza	++	-
2.	10-25	8,0	2,5Y 4/3	Homok	Diós	Friss	IE	-	Éles	Laza	++++	-
3.	25-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Betontömb
4.	40-45	8,0	2,5Y 3/1	Homok	Morzás	Nyirkos	E	-	-	Laza	+++	-
5.	45-60	8,5	2,5Y 3/2	Homok	Morzás	Nyirkos	IE	-	Éles	Laza	+++	-
6.	60-70	8,5	2,5Y 4/2	Hom. vály.	Morzás	Nyirkos	IE	-	Éles	Enyh. töm.	++	-
7.	70-95	8,5	2,5Y 3/1	Hom. vály.	Morzás	Nyirkos	IE	-	Éles	Enyh. töm.	-	-
8.	95-110	8,0	2,5Y 2,5/1	Hom. vály.	Morzás	Nedves	E	-	Határozott	Tömödött	-	-
9.	110-125	8,5	2,5Y 3/2	Vályog	Morzás	Nyirkos	IE	-	Fokozatos	Enyh. töm.	-	-
10.	125-145	8,5	2,5Y 6/4	Agy. vály.	Morzás	Vizes	IE	-	Fokozatos	Enyh. töm.	-	-
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Urbic Technosol (Calcaric, Ruptic, Toxic, Epiarenic) (Thapto-Phaeozemic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása		Felvételező neve		Megjegyzések				
4.		2005. 05. 22.		Vértói út		Puskás I., Winter Z.		-				
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Mélyedés		Főként fűfélék (néhány képviselő → lásd 12. táblázat)		> 100 cm		Elhagyott füves terület		Panelépülettől 150 méterre		-		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszcsepp (cm)
Az úttól 8 méteres távolságban		DK-i		100 cm		Feltöltött anyag		A szelvény teljes mélysége igen tömörítéssel feltöltés		A felső 25 cm-ben földigiliszták, hangyák		25 cm
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajjellemző	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-10	8,0	2,5Y 3/2	Hom. vály.	Morzsás	Nyirkos	IE	+	-	Laza	+++	-
2.	10-25	8,0	2,5Y 4/2	Hom. vály.	Rögös	Nyirkos	IE	-	Fokozatos	Enyh. töm.	++++	-
3.	25-40	8,5	2,5Y 5/2	Durv. hom.	Szer. nélküli	Friss	E	-	Fokozatos	Erős. töm.	+++++	-
4.	40-60	8,5	2,5Y 5/3	Hom. vály.	Diós	Friss	IE	-	Határozott	Erős. töm.	+++	-
5.	60-80	8,0	2,5Y 3/1	Hom. vály.	Szemcsés	Friss	E	-	Fokozatos	Tömödött	+++++	-
6.	80-100	8,5	2,5Y 4/4	Hom. vály.	Rögös	Friss	IE	-	Fokozatos	Erős. töm.	+++	-
7.												
8.												
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Urbic Technosol (Calcaric, Ruptic, Densic, Arenic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása			Felvételező neve			Megjegyzések		
5.		2005. 05. 26.		Hajnóczy utca 21.			Puskás I., Winter Z.			-		
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Sík		-		> 140 cm		Bontási telek		Téglaépülettől 2 méterre		Aszfalt, beton, téglatörmelék (0-25 cm)		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg (cm)
Az úttól 2 méteres távolságban, a telek szélén		ÉK-i		140 cm		Feltöltött anyag		Felszíni lefedettség + feltöltés a szelvény teljes mélységében		25 cm vastagságban gyökérmaradványok		-
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgési erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-2	-	-	-	-	-	-	-	-		-	Aszfalt
2.	2-20	-	-	-	-	-	-	-	-		-	Beton
3.	20-25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	Téglatörm.
4.	25-30	8,5	10YR 4/6	Hom. vály.	Morzsás	Friss	IE	+	-	Laza	-	-
5.	30-50	8,0	10YR 3/6	Hom. vály.	Morzsás	Friss	GY	+	Határozott	Laza	-	-
6.	50-70	8,5	10YR 6/8	Hom. vály.	Morzsás	Friss	IE	-	Fokozatos	Enyh. töm.	-	-
7.	70-100	8,5	10YR 6/8	Hom. vály.	Morzsás	Nyirkos	IE	-	Fokozatos	Enyh. töm.	-	-
8.	100-140	8,5	2,5Y 4/3	Hom. vály.	Rögös	Nyirkos	IE	-	Fokozatos	Enyh. töm.	-	-
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Ekranic Technosol (Calcaric, Ruptic, Toxic)												

Címadatok													
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása			Felvételező neve			Megjegyzések			
6.		2005. 05. 27.		Petőfi sgt. (Cserepesi piac mögött)			Puskás I., Winter Z.			-			
A mintavételi helyszín jellemzése													
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat							
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)			
Sík		Főként fűfélék (néhány képviselő → lásd 12. táblázat)		> 150 cm		Lakópark építésére szánt telek		Téglaépülettől 50 méterre		-			
Talajszelvény jellemzése													
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humusztartalom	
A kerékpárúttól 10 méteres távolságban		DK-i		150 cm		Feltöltött anyag		Feltöltés a szelvény teljes mélységében		A felső 35 cm-ben gyökerek		35 cm	
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása													
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajfésülés	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg	
1.	0-20	8,0	10YR 3/2	Hom. vály.	Morzsás	Nyirkos	IE	+	-	Laza	+++	-	
2.	20-35	8,0	10YR 4/4	Homok	Szemcsés	Nyirkos	IE	+	Határozott	Enyh. töm.	+++++	-	
3.	35-50	8,5	2,5Y 4/2	Hom. vály.	Diós	Friss	IE	-	Határozott	Erős. töm.	+++	-	
4.	50-65	9,0	2,5Y 5/4	Hom. vály.	Diós	Friss	IE	-	Fokozatos	Tömödött	+++	-	
5.	65-70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Téglatörm.	
6.	70-90	9,0	2,5Y 5/4	Hom. vály.	Diós	Friss	IE	-	Fokozatos	Enyh. töm.	++++	-	
7.	90-150	8,5	2,5Y 4/4	Hom. vály.	Diós	Friss	IE	-	Fokozatos	Enyh. töm.	+++	-	
8.													
9.													
10.													
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Urbic Technosol (Calcaric, Humic, Densic)													

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása			Felvételező neve			Megjegyzések		
7.		2005. 05. 29.		Trencsényi út			Puskás I., Winter Z.			-		
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Sík		-		> 180 cm		Út		Lakóépülettől 5 méterre		Aszfalt, téglablokk, sóder (0-35 cm)		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapkőzet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg
Az út alatt		D-i		180 cm		Löss		Felszíni borítás (felső 35 cm-ben)		-		-
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Aszfalt
2.	5-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Téglablokk
3.	20-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sóder
4.	35-80	8,0	10YR 2/1	Vályog	Morzsás	Friss	IE	-	-	Laza	-	-
5.	80-100	8,5	2,5Y 6/6	Vályog	Morzsás	Friss	IE	-	Határozott	Laza	-	-
6.	100-150	8,5	2,5Y 6/8	Vályog	Morzsás	Nyirkos	IE	-	Fokozatos	Laza	-	-
7.	150-180	8,5	2,5Y 6/6	Agyag	Morzsás	Nedves	IE	-	Fokozatos	Eny. töm.	-	Rözs. foltok
8.												
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Ekranic Technosol (Toxic)(Thapto-Phaeozemic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása		Felvételező neve		Megjegyzések				
8.		2005. 05. 29.		Makai út		Puskás I., Winter Z.		-				
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Lejtő		-		> 180 cm		Útszéli terület		Lakóépülettől 50 méterre		Aszfalt (0-5 cm)		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg
Közvetlenül az út mellől		ÉK-i		180 cm		Feltöltött anyag		Felszíni lefedettség + feltöltés a szelvény teljes mélységében		Gyökérmaradványok		-
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Szennyvíz-szag!!
2.	5-10	8,5	2,5Y 3/2	Vályog	Rögös	Friss	GY	+	-	Laza	+++	-
3.	10-20	8,5	2,5Y 3/3	Vályog	Rögös	Friss	GY	+	Fokozatos	Enyh. töm.	+++	-
4.	20-40	8,5	10YR 3/1	Hom. vály.	Diós	Friss	E	-	Fokozatos	Erős. töm.	++++	-
5.	40-70	8,5	2,5Y 4/2	Hom. vály.	Oszlopos	Friss	E	+	Éles	Tömödött	-	-
6.	70-80	8,0	2,5Y 4/3	Homok	Szemcsés	Friss	E	+	Éles	Enyh. töm.	++++	-
7.	80-90	7,5	2,5Y 3/1	Hom. vály.	Szemcsés	Friss	GY	+	Éles	Laza	++++	-
8.	90-120	8,0	2,5Y 4/3	Hom. vály.	Szemcsés	Nyirkos	GY	+	Éles	Laza	+++	-
9.	120-180	7,5	10YR 3/2	Hom. vály.	Morzsás	Nyirkos	GY	+	Éles	Laza	+	-
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Ekranic Technosol (Calcaric, Ruptic, Humic, Densic, Epiarenic, Endoclayic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása			Felvételező neve			Megjegyzések		
9.		2005. 05. 31.		Nemes Takács utca 3.			Puskás I., Winter Z.			-		
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Sík		-		> 155 cm		Út		Lakóépülettől 3 méterre		Aszfalt, beton (0-35 cm)		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg
Az út alatt		DK-i		155 cm		Feltöltött anyag		Felszíni lefedettség + feltöltés a szelvény teljes mélységében		-		-
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Aszf. + Bet.
2.	35-65	8,0	2,5Y 4/3	Hom. vály.	Szemcsés	Friss	E	-	-	Enyh. töm.	+++	-
3.	65-95	8,5	2,5Y 4/2	Hom. vály.	Szemcsés	Friss	E	-	Fokozatos	Enyh. töm.	++++	-
4.	95-125	8,0	10YR 4/1	Hom. vály.	Rögös	Friss	K	-	Fokozatos	Erős. töm.	+++	-
5.	125-155	8,0	10YR 4/1	Hom. vály.	Rögös	Friss	E	-	Fokozatos	Enyh. töm.	+++	-
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Ekranic Technosol (Calcaric)												

Címadatok													
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása			Felvételező neve			Megjegyzések			
10.		2005. 05. 31.		Fűrj utca 44.			Puskás I., Winter Z.			-			
A mintavételi helyszín jellemzése													
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat							
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)			
Sík		-		> 180 cm		Út		Lakóépülettől 10 méterre		Aszfalt, beton, sóder (0-50 cm)			
Talajszelvény jellemzése													
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapkőzet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg	
Az út alatt		D-i		180 cm		Öntésiszap		Felszíni lefedettség + 20 cm feltöltés		-		-	
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása													
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg	
1.	0-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Aszfalt	
2.	2-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Beton	
3.	30-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sóder	
4.	50-70	8,0	10YR 3/1	Agyag	Diós	Friss	GY	-	-	Enyh. töm.	++++	-	
5.	70-90	8,0	2,5Y 3/2	Agyag	Rögös	Friss	GY	-	Éles	Enyh. töm.	-	-	
6.	90-125	8,0	10YR 4/2	Nehézagy.	Rögös	Nyirkos	GY	-	Határozott	Erős. töm.	-	Rozs. foltok	
7.	125-155	8,0	10YR 4/2	Nehézagy.	Szemcsés	Nyirkos	NY	-	Fokozatos	Tömödött	-	Rozs. foltok	
8.	155-180	8,0	2,5Y 4/1	Nehézagy.	Diós	Nedves	NY	-	Fokozatos	Erős. töm.	-	Rozs. foltok	
9.													
10.													
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Ekranic, Endofluvic Technosol (Toxic, Densic, Epiclayic) (Thapto-Fluvisolic)													

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása			Felvételező neve			Megjegyzések		
11.		2005. 06. 05.		Mars tér 1-3.			Puskás I., Winter Z.			-		
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Sík		-		> 180 cm		Buszmegálló		Lakóépülettől 3 méterre		Aszfalt, beton, sóder (0-50 cm)		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg
A buszmegálló alatt, a járdától 1,5 méterre		ÉK-i		180 cm		Feltöltött anyag		Felszíni lefedettség + feltöltés a szelvény teljes mélységében		-		-
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Aszfalt
2.	5-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Beton
3.	30-50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sóder
4.	50-90	8,0	2,5Y 3/1	Vályog	Poliéderes	Friss	K	-	-	Tömödött	+	-
5.	90-115	7,5	2,5Y 4/2	Hom. vály.	Rögös	Friss	K	-	Éles	Enyh. töm.	+++	-
6.	115-120	7,5-8,0	2,5Y 4/2	Homok	Morzsás	Nyirkos	GY	-	Éles	Laza	-	-
7.	120-140	8,0	2,5Y 3/2	Hom. vály.	Diós	Nyirkos	IE	-	Határozott	Tömödött.	++++	-
8.	140-150	8,0	2,5Y 3/2	Vályog	Rögös	Nedves	E	-	Határozott	Erős. Töm.	++	-
9.	150-180	8,0	2,5Y 4/2	Vályog	Rögös	Vizes	IE	-	Határozott	Enyh. töm.	++	-
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Ekranic Technosol (Ruptic, Toxic, Epiclayic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása		Felvételező neve		Megjegyzések				
12.		2005. 06. 11.		Remény utca 16.		Puskás I., Winter Z.		-				
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Sík		Gyomnövények (néhány képviselő → lásd 12. táblázat)		150 cm		Építési telek		Lakóépülettől 1 méterre		-		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg
A járdától fél méterre		ÉK-i		150 cm		Löss		75 cm-es feltöltés		Felső 65 cm-ben gyökerek		45 cm
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-20	8,0	2,5Y 4/2	Vályog	Morzás	Nyirkos	IE	+	-	Omlós	+++++	-
2.	20-45	8,5	2,5Y 4/2	Vályog	Morzás	Nedves	IE	+	Határozott	Laza	++++	-
3.	45-65	8,0	2,5Y 6/6	Vályog	Morzás	Nedves	IE	+	Éles	Laza	++++	-
4.	65-75	8,5	2,5Y 4/2	Hom. vály.	Rögös	Nyirkos	IE	-	Éles	Laza	+++	-
5.	75-100	8,5	10YR 2/1	Vályog	Morzás	Nedves	IE	-	Éles	Enyh. töm.	-	-
6.	100-115	8,5	2,5Y 4/2	Agy. vály.	Rögös	Nedves	IE	-	Fokozatos	Enyh. töm	-	-
7.	115-150	8,5	2,5Y 4/3	Agy. vály.	Morzás	Vizes	IE	-	Fokozatos	Enyh. töm	-	-
8.												
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Urbic, Mollic Technosol (Calcaric, Ruptic, Toxic) (Thapto-Phaeozemic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása		Felvételező neve		Megjegyzések				
13.		2005. 06. 11.		Sándor utca 9.		Puskás I., Winter Z.		-				
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Sík		-		> 160 cm		Járda		Lakóépülettől 6 méterre		Aszfalt, beton (0-20 cm)		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg
A járda alatt		K-i		160 cm		Feltöltött anyag		Felszíni borítás + a feltöltés szelvény teljes mélységében		Az egész szelvényt gyökerek szövik át		-
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Aszfalt
2.	2-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Beton
3.	20-25	8,0	2,5Y 4/3	Vályog	Szemcsés	Nedves	GY	+	-	Laza	+	-
4.	25-65	8,0	2,5Y 4/4	Hom. vály.	Szemcsés	Friss	GY	+	Éles	Erős. Töm.	++	-
5.	65-95	9,0	2,5Y 3/1	Hom. vály.	Morzás	Nyirkos	IE	+	Fokozatos	Enyh. töm.	++	-
6.	95-130	9,0	2,5Y 4/2	Hom. vály.	Morzás	Nyirkos	IE	+	Elmosód.	Tömődött	+	-
7.	130-160	9,0	2,5Y 3/1	Agy. vály.	Morzás	Nedves	IE	+	Elmosód.	Tömődött	+	-
8.												
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Ekranic Technosol (Calcaric, Densic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása		Felvételező neve			Megjegyzések			
14.		2005. 06. 13.		Rába utca		Puskás I., Winter Z.			-			
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Sík		-		> 170 cm		Út		Lakóépülettől 4 méterre			Aszfalt, beton (0-40 cm)	
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg
Közvetlenül út mellett		ÉNY-i		170 cm		Löss		Felszíni borítás (0-40 cm)		-		-
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Aszfalt
2.	5-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Beton
3.	40-60	8,0	2,5Y 4/3	Agy. vály.	Diós	Nyirkos	IE	-	-	Enyh. töm.	-	-
4.	60-80	8,5	2,5Y 5/4	Agy. vály.	Diós	Nedves	IE	-	Fokozatos	Enyh. töm.	-	-
5.	80-110	8,5	2,5Y 5/6	Agy. vály.	Diós	Nedves	IE	-	Fokozatos	Laza	-	Mészkev., rozsd. foltok
6.	110-130	8,5	2,5Y 6/4	Agy. vály.	Rögös	Nedves	IE	-	Elmosód.	Laza	-	Rozs. foltok
7.	130-170	8,5	2,5Y 5/2	Agy. vály.	Rögös	Nedves	IE	-	Elmosód.	Laza	-	Rozs. foltok
8.												
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Ekranic Technosol (Thaphto-Phaeozemic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása			Felvételező neve			Megjegyzések		
15.		2005. 06. 11.		Füge sor/ Fenyveslejtő út keresztez.			Puskás I., Winter Z.			-		
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Sík		Gyomnövények (néhány képviselő → lásd 12. táblázat)		200 cm		Földút		Lakóépülettől 6 méterre		-		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapkőzet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg
Az út alól		D-i		200 cm		Löss		70 cm-es feltöltés		A szelvény felső néhány rétegében gyökerek		60 cm
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-20	8,0	10YR 3/2	Hom. vály.	Lemezes	Friss	IE	+	-	Tömödött	++++	-
2.	20-25	8,0	2,5Y 5/4	Hom. vály.	Lemezes	Friss	IE	+	Éles	Erős. töm	+++	-
3.	25-40	8,0	2,5Y 3/2	Hom. vály.	Lemezes	Friss	E	+	Éles	Erős. töm	+	-
4.	40-60	8,0	2,5Y 2,5/1	Hom. vály.	Szemcsés	Nedves	GY	+	Határozott	Enyh. töm	+	-
5.	60-70	8,5	2,5Y 5/3	Hom. vály.	Morzsás	Nedves	IE	+	Éles	Enyh. töm	-	-
6.	70-90	8,0	2,5Y 3/1	Hom. vály.	Rögös	Nedves	E	-	Éles	Laza	-	-
7.	90-120	8,5	2,5Y 4/3	Vályog	Szemcsés	Nedves	IE	-	Elmosód.	Laza	-	-
8.	120-200	9,0	2,5Y 6/4	Vályog	Szemcsés	Nedves	IE	-	Elmosód.	Laza	-	-
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Haplic Cambisol (Ruptic, Calcaric, Humic, Eutric, Toxic) (Thapto-Phaeozemic)												

Címadatok													
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása			Felvételező neve			Megjegyzések			
16.		2005. 06. 20.		Homokhátság K- i pereme			Barta K., Puskás I.			-			
A mintavételi helyszín jellemzése													
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat							
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)			
Sík		Kultúrmezőgazdálkodás → lásd 12. táblázat)		> 140 cm		Szántó		Egy tanyától kb. 60 méterre		-			
Talajszelvény jellemzése													
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg	
A földúttól kb. 10 méterre		DK-i		140 cm		Löss		Tápanyag utánpótlás, művelés		-		55 cm	
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása													
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajfésülés	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg	
1.	0-55	8,0	10YR 4/2	Homok	Szer. nélküli	Nyirkos	NY	-	-	Omlós	-	-	
2.	55-105	8,5	2,5Y 4/4	Homok	Szer. nélküli	Nyirkos	GY	-	Éles	Laza	-	-	
3.	105-140	8,0	2,5Y 2,5/1	Agy. vály.	Morzsa	Nedves	IE	-	Határozott	Laza	-	-	
4.													
5.													
6.													
7.													
8.													
9.													
10.													
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Haplic Arenosol (Eutric)(Tapto-Phaeozemic)													

Címadatok												
Szelvénytípus	Helyszíni vizsgálat	Helyszín azonosítása						Felvételező neve		Megjegyzések		
17.	2005. 06. 20.	Matyéri evezőpályától DNY-ra, Újélet Tsz. É-i sarka						Barta K., Puskás I.		-		
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása	Növényzet	Talajvízszint mélysége	Területhasználat									
			Területhasználat típusa	A legközelebbi épülethez viszonyított távolság					Lefedettségi (fajtája és mértéke)			
Enyhe hát oldalában	Kultúrnövényzet → lásd 12. táblázat)	> 110 cm	Szántó	A termálkertet épületétől kb. 100 méterre					-			
Talajszelvény jellemzése												
Helye	Fekvése	Mélysége	Alapkőzet	Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)				Biológiai aktivitás		Humuszréteg		
A kerítés sarka, a szántó pereme	DK-, K-i	110 cm	Löss	Tápanyag-utánpótlás, művelés				A felső 80 cm-ben földigiliszták tevékenysége, + gyökerek		80 cm		
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödött -ség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-45	8,0	10YR 3/2	Hom. vály.	Morzás	Friss	GY	+	-	Laza	-	-
2.	45-80	8,0	2,5Y 4/2	Agy. vály.	Morzás	Nyirkos	IE	+	Fokozatos	Enyh. töm.	-	Mészlepedék
3.	80-110	8,5	2,5Y 6/4	Hom. vály.	Morzás	Nedves	IE	-	Fokozatos	Laza	-	-
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Calcic Phaeozem (Anthric, Abruptic, Calcaric, Pachic, Epiarenic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása			Felvételező neve			Megjegyzések		
18.		2005. 06. 20.		Matyér-Subasai-főcsatorna mellett			Barta K., Puskás I.			-		
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Vasút, töltés által határolt vízenyős mélyedés		Réti (néhány képviselő → lásd 12. táblázat)		120 cm		Kaszáló		Nincs épület a környéken		-		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapkőzet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg
A földüttől kb. 7 méterre		D-i		120 cm		Öntésiszap		Kaszálás		Gyökerek		55 cm
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-55	8,0	Gley 1 2,5/10Y	Nehézagy.	Diós	Nedves	K	+	-	Enyh. töm.	-	-
2.	55-120	8,5	Gley 1 3/10Y	Nehézagy.	Hasábos	Nedves	GY	+	Fokozatos	Enyh. töm.	-	Rozs. foltok
3.												
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Haplic Gleyosol (Calcaric, Humic, Toxic, Eutric, Hyperclayic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása			Felvételező neve			Megjegyzések		
19.		2005. 06. 20.		Gyálai Holt-Tisza			Barta K., Puskás I.			-		
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Holt-Tisza melletti mélyedés		Kultúrnövényzet → lásd 12. táblázat)		40 cm		Szántó		Nincs épület a környéken		-		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapkőzet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszcsoport
Lejtő alja		D-i		60 cm		Öntésiszap		Tápanyag-utánpótlás, művelés		-		40 cm
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajfőlelés	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödött -ség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-40	8,0	2,5Y 4/10	Agyag	Diós	Nedves	GY	-	-	Enyh. töm.	-	Rozs. foltok
2.	40-60	8,0	2,5Y 4/2	Nehézagy.	Diós	Nedves	GY	-	-	Enyh. töm.	-	Rozs. foltok
3.												
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Subaquatic, Gleyic Fluvisol (Calcaric, Humic, Eutric, Hyperclayic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása			Felvételező neve			Megjegyzések		
20.		2005. 06. 20.		Dobi István út 19.			Puskás I., Winter Z.			-		
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Sík		Zöldségek → lásd 12. táblázat)		> 135 cm		Kiskert		Melléképülettől 6 méterre		-		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapkőzet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg
Kiskert közepén		DK-i		135cm		Löss		Tápanyag-utánpótlás, művelés		70 cm-ig földigiliszták aktív tev., + állatjáratok		70 cm
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-15	7,5	10YR 3/2	Agy. vály.	Rögös	Száraz	E	+	-	Laza	-	-
2.	15-45	7,5	2,5Y 3/2	Agy. vály.	Rögös	Friss	IE	-	Határozott	Laza	-	-
3.	45-70	8,0	2,5Y 3/2	Vályog	Morzsás	Friss	IE	-	Határozott	Enyh. töm.	-	-
4.	70-100	8,5	2,5Y 4/4	Vályog	Morzsás	Nyirkos	IE	-	Fokozatos	Laza	-	-
5.	100-135	8,5	2,5Y 5/6	Vályog	Morzsás	Nyirkos	IE	-	Éles	Laza	-	Mészkev.
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Calcic Phaeozem (Anthric, Calcaric)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása			Felvételező neve			Megjegyzések		
21.		2005. 06. 20.		21-es utca 12.			Puskás I., Winter Z.			-		
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Sík		Zöldségek → lásd 12. táblázat)		100 cm		Kiskert		Lakóépülettől 25 méterre		-		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszcsoport
Kiskert egyik sarkában		DNY-i		100 cm		Löss		Tápanyagtáplálás, művelés		60 cm-ig földigiliszták aktív tev. + gyökerek		60 cm
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajjellemző	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-30	7,9	2,5Y 2,5/1	Vályog	Morzsás	Friss	E	+	-	Laza	-	-
2.	30-60	8,2	2,5Y 2,5/1	Agy. vály.	Rögös	Nyirkos	GY	+	Határozott	Enyh. töm.	-	-
3.	60-80	8,7	2,5Y 4/1	Vályog	Morzsás	Nedves	IE	-	Fokozatos	Laza	-	-
4.	80-100	8,9	2,5Y 5/3	Vályog	Rögös	Vizes	IE	-	Elmosód.	Laza	-	-
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Calcic Phaeozem (Anthric, Calcaric, Pachic, Oxiaquic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása		Felvételező neve		Megjegyzések				
22.		2006. 09. 24.		Stefánia sétány 2.		Puskás I., Winter Z.		-				
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Sík		Fűfélék + fák (néhány képviselő → lásd 12. táblázat)		> 180 cm		Park		A kiállítóhely épületétől 10 méterre		-		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg
Régészeti feltárásban		DK-i		180 cm		Feltöltött anyag		A szelvény teljes mélységében feltöltés		-		40 cm
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-25	8,0	2,5Y 2,5/1	Hom. vály.	Morzsás	Friss	E	-	-	Laza	++++	-
2.	25-30	8,0	2,5Y 3/2	Vályog	Rögös	Friss	GY	-	Éles	Enyh. töm.	+++	-
3.	30-40	8,0	2,5Y 2,5/1	Hom. vály.	Morzsás	Nyirkos	GY	-	Éles	Tömödött	++++	-
4.	40-45	8,0	2,5Y 3/2	Homok	Szer. nélküli	Friss	GY	-	Éles	Erős. töm.	++	-
5.	45-90	8,0	2,5Y 2,5/1	Hom. vály.	Morzsás	Nyirkos	K	-	Éles	Tömödött	+++	-
6.	90-110	8,0	2,5Y 4/2	Hom. vály.	Szemcsés	Nyirkos	IE	-	Éles	Enyh. töm.	+++++	-
7.	110-130	8,5	2,5Y 4/3	Hom. vály.	Morzsás	Friss	IE	-	Fokozatos	Enyh. töm.	+++	-
8.	130-140	8,5	2,5Y 4/3	Hom. vály.	Morzsás	Friss	IE	-	Fokozatos	Enyh. töm.	++++	-
9.	140-155	8,5	10YR 5/3	Homok	Szer. nélküli	Friss	IE	-	Éles	Enyh. töm.	+++++	-
10.	155-180	8,0	2,5Y 3/2	Hom. vály.	Morzsás	Friss	IE	-	Éles	Enyh. töm.	++++	-
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Urbic Technosol (Calcaric, Ruptic, Densic, Arenic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása		Felvételező neve			Megjegyzések			
23.		2005. 10. 21.		Babits utca 16.		Puskás I., Winter Z.			-			
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Sík		Zöldség, gyümölcs → lásd 12. táblázat)		> 120 cm		Kiskert		Melléképülettől 7 méterre		-		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg
A kiskert hátsó szegletében		DK-i		120 cm		Öntésiszap		Tápanyag-utánpótlás, művelés		A felső szintekben földigiliszták		95 cm
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-20	7,5	2,5Y 4/1	Nehézagy.	Szemcsés	Nyirkos	GY	+	-	Laza	-	-
2.	20-55	8,0	2,5Y 4/2	Nehézagy.	Diós	Nyirkos	GY	-	Fokozatos	Enyh. töm.	-	Rozs. foltok
3.	55-95	7,5	2,5Y 4/1	Nehézagy.	Diós	Nyirkos	NY	-	Fokozatos	Erős. töm.	-	Rozs. foltok
4.	95-120	8,0	2,5Y 4/2	Agyag	Szemcsés	Nedves	NY	-	Fokozatos	Laza	-	Rozs. foltok
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Gleyic Fluvisol (Calcaric, Humic, Eutric, Hyperclayic + Toxic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása			Felvételező neve			Megjegyzések		
24.		2005. 10. 13.		Egykori Felszabadulás Tsz. mellett			Farsang, Kítka, Oroszi, Puskás I.,			-		
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Mélyedés		Sziki növényzet (néhány képviselő → lásd. 12. táblázat)		> 85 cm		Legelő		Egy juhodálytól kb. 200 méterre		-		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapkőzet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg
Lapos közepén		DK-i		85 cm		Löss		Legeltetés		A felső szintben gyökérzet		60 cm
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-20	9,0	2,5Y 2,5/1	Agyag	Rögös	Nyirkos	GY	+		Enyh. töm.	-	-
2.	20-60	10,0	2,5Y 2,5/1	Agyag	Oszlopos	Nyirkos	GY	-	Fokozatos	Enyh. töm.	-	-
3.	60-85	10,0	2,5Y 3/2	Nehézagy.	Rögös	Nedves	IE	-	Fokozatos	Enyh. töm.	-	-
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Vertic, Salic Solonetz (Clayic)												

Címadatok												
Szelvénytípus		Helyszíni vizsgálat ideje		Helyszín azonosítása			Felvételező neve			Megjegyzések		
25.		2005. 10. 13.		Szőreg, Kavics utca vége			Farsang, Kítka, Oroszi, Puskás I.,			-		
A mintavételi helyszín jellemzése												
Domborzat leírása		Növényzet		Talajvízszint mélysége		Területhasználat						
						Területhasználat típusa		A legközelebbi épülethez viszonyított távolság		Lefedettségi (fajtája és mértéke)		
Mélyedés		Vizenyős réti (néhány képviselő → lásd. 12. táblázat)		> 90 cm		Legelő		Egy lakóépülettől kb. 400 méterre		-		
Talajszelvény jellemzése												
Helye		Fekvése		Mélysége		Alapközet		Antropogén beavatkozás jellege és mélysége (cm)		Biológiai aktivitás		Humuszréteg
Lapos nádas peremén		DK-i		90 cm		Öntésiszap		Legeltetés		A felső szintben gyökérzet		50 cm
A talajszintek / rétegek morfológiai leírása												
Sorszám	Mélység (cm)	pH	Szín	Fizikai talajféleség	Szerkezet	Nedvesség	Pezsgés erőssége	Gyökérzet	Átmenet	Tömörödöttség	Műtermék	Egyéb jelleg
1.	0-30	7,07	2,5Y 4/2	Nehézagy.	Diós	Nedves	NY	+	-	Laza	-	-
2.	30-50	8,0	2,5Y 3/2	Nehézagy.	Diós	Nyirkos	GY	-	Fokozatos	Enyh. töm.	-	Rozs. foltok
3.	50-90	8,0	2,5Y 3/1	Agyag	Szemcsés	Nedves	NY	-	Éles	Enyh. töm.	-	Rozs. foltok
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
A szelvény elnevezése a WRB(2006) alapján: Haplic Gleyosol (Humic, Toxic, Hyperclayic)												

3/1. A vizsgált szelvények szintjeinek/rétegeinek diagnosztikai tulajdonságai

Minták száma	Mélység (cm)	Műtermék (%)	Humusz konc. (%)	CaCO ₃ (%)	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Nitrogén (%)	K érték	Kötöttség (Ka)	Összó
1/1	30-60	14,7	0,31	21,31	8,24	8,09	0,02	11,43	27,2	0,08
1/2	70-110	5,3	0,20	32,79	8,66	8,08	0,01	20,38	34,4	0,02
1/3	110-120	2,1	0,65	26,64	8,44	7,97	0,03	2,48	41,8	0,02
1/4	120-140	3,7	0,41	25,41	8,60	8,08	0,01	4,90	39,6	0,02
1/5	140-160	0,0	1,58	9,01	8,49	7,97	0,06	2,27	42,0	0,04
1/6	160-200	0,0	0,26	30,75	8,80	8,31	0,01	6,45	38,4	0,03
2/1	15-25	0,0	0,10	2,04	9,05	8,10	0,00	0,16	34,8	0,02
2/2	25-55	0,0	1,23	2,25	8,59	7,43	0,05	3,13	40,0	0,05
2/3	55-75	0,0	0,73	27,87	8,73	7,94	0,03	25,24	47,4	0,06
2/4	75-110	0,0	0,35	34,02	8,73	8,14	0,02	29,19	42,6	0,09
3/1	0-10	3,4	2,12	2,45	7,91	7,32	0,12	2,69	48,0	0,02
3/2	12-25	26,6	1,05	11,88	8,28	7,76	0,05	2,82	37,4	0,02
3/3	40-45	14,5	3,13	8,19	8,15	7,68	0,07	0,32	40,0	0,01
3/4	45-60	10,3	1,86	13,11	8,37	7,89	0,05	2,35	40,0	0,01
3/5	60-70	3,5	1,21	20,08	8,47	8,00	0,05	1,55	37,4	0,01
3/6	70-90	0,0	1,73	12,70	8,44	7,96	0,07	1,81	44,0	0,02
3/7	93-110	0,0	2,04	9,42	8,35	7,91	0,07	2,18	47,4	0,07
3/8	110-125	0,0	1,27	21,31	8,30	7,98	0,06	2,57	48,0	0,07
3/9	125-145	0,0	0,74	29,10	8,32	8,04	0,03	7,21	45,4	0,06
4/1	0-10	5,3	2,75	13,52	8,01	7,59	0,11	1,32	41,4	0,02
4/2	10-25	20,5	1,43	11,06	8,25	7,81	0,05	1,87	36,4	0,01
4/3	25-40	42,8	0,60	9,01	8,44	8,19	0,01	0,32	24,2	0,01
4/4	40-60	8,5	0,65	15,96	8,43	7,90	0,03	6,63	40,0	0,01
4/5	60-80	50,7	3,43	8,19	8,10	7,79	0,06	0,26	31,0	0,03
4/6	80-100	10,6	1,11	12,70	8,40	8,00	0,02	1,13	34,4	0,05
5/1	25-30	19,4	0,80	14,75	8,39	7,92	0,02	1,32	32,0	0,07
5/2	30-50	0,0	1,04	1,63	8,01	7,28	0,06	0,61	52,0	0,13
5/3	50-70	0,0	0,53	16,80	8,33	7,97	0,02	0,48	38,0	0,11
5/4	70-100	0,0	0,55	19,67	8,46	8,03	0,02	0,13	43,0	0,10
5/5	100-140	0,0	0,79	31,97	8,26	8,01	0,04	0,22	46,0	0,15
6/1	0-20	8,4	3,73	11,06	8,01	7,50	0,16	0,45	47,0	0,02
6/2	20-35	63,0	3,09	11,88	8,09	7,65	0,13	0,19	48,0	0,03
6/3	35-50	11,8	0,00	14,75	8,45	7,98	0,02	0,52	34,0	0,02

6/4	50-65	7,7	0,00	21,72	8,73	7,94	0,03	0,30	40,0	0,02
6/5	70-90	32,0	0,49	18,44	8,95	8,08	0,02	1,75	42,0	0,09
6/6	90-150	19,0	1,73	14,75	8,39	7,98	0,05	0,34	40,8	0,16
7/1	35-80	0,0	1,97	10,65	8,25	7,68	0,07	9,59	44,0	0,02
7/2	80-100	0,0	0,71	29,51	8,44	7,98	0,02	7,26	44,0	0,02
7/3	100-150	0,0	0,27	29,95	8,70	8,13	0,01	2,26	40,0	0,02
7/4	150-180	0,0	0,23	27,87	8,68	8,17	0,01	8,73	41,4	0,05
8/1	0-10	8,4	2,41	3,89	8,55	7,70	0,08	0,82	34,0	0,04
8/2	10-20	6,8	2,40	2,86	8,48	7,65	0,09	0,75	34,0	0,03
8/3	20-40	17,0	1,68	5,32	8,50	7,80	0,05	0,07	33,0	0,03
8/4	40-70	0,0	1,11	8,19	8,61	7,76	0,05	0,16	58,0	0,05
8/5	70-80	21,6	1,28	7,78	8,17	7,66	0,05	1,17	42,8	0,03
8/6	80-88	16,9	3,34	1,63	7,72	7,31	0,14	1,09	48,4	0,04
8/7	90-120	14,8	1,40	2,86	8,25	7,50	0,05	0,69	41,0	0,04
8/8	120-180	1,0	1,94	3,63	7,80	7,31	0,07	1,35	50,0	0,07
9/1	35-65	5,1	1,36	7,37	8,09	7,73	0,04	0,48	42,0	0,04
9/2	65-95	30,9	1,38	7,78	8,21	7,78	0,04	0,42	41,4	0,04
9/3	95-125	12,0	1,43	6,55	8,02	7,77	0,05	0,60	40,0	0,05
9/4	125-155	11,9	1,34	7,78	8,05	7,83	0,05	1,06	40,4	0,05
10/1	50-70	21,4	2,19	3,07	7,80	7,48	0,10	1,14	56,0	0,07
10/2	70-90	0,0	0,96	3,62	8,13	7,53	0,06	1,70	60,0	0,03
10/3	90-125	0,0	1,39	2,45	7,95	7,36	0,08	0,21	66,0	0,05
10/4	125-155	0,0	1,57	0,32	7,84	7,18	0,08	7,33	75,4	0,06
10/5	155-180	0,0	1,87	0,08	7,80	7,13	0,09	9,31	73,4	0,06
11/1	50-90	2,0	1,87	4,50	8,05	7,66	0,08	1,30	50,6	0,05
11/2	90-115	6,9	2,88	5,51	7,64	7,67	0,09	0,23	40,0	0,06
11/3	115-120	0,0	0,53	2,21	7,82	7,76	0,01	1,43	34,0	0,04
11/4	120-140	18,0	2,28	10,24	8,03	7,71	0,08	0,43	48,0	0,07
11/5	143-150	3,0	1,89	7,78	7,95	7,74	0,05	0,65	40,0	0,06
11/6	153-180	2,5	1,09	12,70	8,23	7,94	0,05	0,99	42,0	0,04
12/1	0-20	40,3	1,04	21,72	8,24	7,95	0,04	1,57	42,0	0,05
12/2	20-45	35,4	1,08	22,13	8,37	7,99	0,05	1,15	44,0	0,07
12/3	45-65	22,2	0,54	29,52	8,51	8,17	0,02	10,40	44,8	0,09
12/4	65-75	7,1	0,91	22,54	8,48	8,05	0,04	1,08	45,0	0,09
12/5	75-100	0,0	1,63	10,23	8,43	7,94	0,05	2,43	42,0	0,10
12/6	100-114	0,0	0,75	35,66	8,63	8,21	0,03	0,25	46,0	0,07
12/7	114-150	0,0	0,33	37,71	8,77	8,42	0,01	10,02	43,4	0,05

13/1	20-25	1,4	1,06	3,25	8,21	7,82	0,03	0,58	38,0	0,08
13/2	25-65	2,3	1,14	3,89	8,04	7,71	0,05	1,89	49,2	0,14
13/3	65-95	3,8	1,59	12,70	8,75	8,30	0,05	0,28	47,2	0,08
13/4	95-130	0,8	1,01	16,85	8,82	8,34	0,03	0,39	44,0	0,06
13/5	130-160	2,0	1,99	11,88	8,70	8,20	0,07	0,67	44,4	0,04
14/1	37-60	0,0	2,07	20,08	8,11	7,70	0,07	0,39	49,0	0,06
14/2	60-80	0,0	0,41	29,51	8,37	7,95	0,02	5,46	44,0	0,04
14/3	80-110	0,9	0,34	22,54	8,36	7,80	0,02	1,61	44,0	0,03
14/4	110-130	1,2	0,26	20,90	8,38	7,83	0,01	4,78	43,4	0,03
14/5	130-170	4,9	0,33	23,77	8,50	7,82	0,01	3,60	44,0	0,02
15/1	0-20	19,6	2,74	11,27	8,00	7,56	0,11	0,84	43,0	0,01
15/2	20-25	13,5	1,04	15,96	8,20	7,71	0,05	1,79	42,0	0,02
15/3	25-40	0,6	1,50	7,75	8,15	7,64	0,07	8,28	42,8	0,02
15/4	40-60	0,3	1,69	2,04	8,10	7,45	0,07	17,45	44,8	0,03
15/5	60-70	0,0	0,55	11,88	8,50	8,08	0,02	2,80	34,4	0,02
15/6	70-90	0,0	1,60	9,01	8,12	7,70	0,07	3,62	46,0	0,08
15/7	90-120	0,0	0,66	28,28	8,41	8,00	0,03	2,36	46,0	0,08
15/8	120-200	0,0	0,39	27,80	9,08	8,23	0,01	3,40	44,5	0,06
16/1	0-55	0,0	0,46	0,45	7,96	7,79	0,04	20,92	28,0	0,00
16/2	55-105	0,0	0,13	3,70	8,49	8,35	0,02	14,25	28,0	0,00
16/3	105-140	0,0	1,91	14,70	8,24	7,77	0,07	6,95	43,0	0,01
17/1	0-45	0,0	2,11	4,09	8,08	7,57	0,08	12,34	33,4	0,01
17/2	45-80	0,0	1,14	15,20	8,17	7,87	0,04	2,67	46,0	0,01
17/3	80-110	0,0	1,28	32,00	8,64	8,20	0,01	3,68	37,0	0,01
18/1	0-55	0,0	2,62	5,12	8,12	7,44	0,13	0,36	66,0	0,08
18/2	55-120	0,0	1,97	2,80	8,45	7,50	0,09	0,21	70,0	0,09
19/1	0-40	0,0	2,14	2,70	7,80	7,22	0,12	0,92	56,0	0,03
19/2	40-60	0,0	1,20	3,50	8,11	7,29	0,08	0,87	63,4	0,04
20/1	0-15	0,0	3,66	8,05	7,71	7,58	0,19	0,21	42,0	0,03
20/2	15-45	0,0	1,37	10,89	7,67	7,30	0,08	0,97	42,0	0,02
20/3	45-70	0,0	1,04	12,78	7,93	7,46	0,05	1,65	39,0	0,02
20/4	70-100	0,0	0,50	26,98	8,59	7,77	0,02	3,78	38,4	0,02
20/5	100-135	0,0	0,25	33,14	8,74	7,87	0,01	11,99	38,6	0,02
21/1	0-30	0,0	2,75	7,57	7,91	7,40	0,14	2,69	41,0	0,03
21/2	30-60	0,0	2,08	2,94	8,25	7,34	0,12	12,16	43,0	0,04
21/3	60-80	0,0	0,91	27,46	8,67	7,63	0,04	3,26	42,0	0,04
21/4	80-100	0,0	0,76	40,24	8,89	7,94	0,02	0,33	45,0	0,03

22/1	0-25	26,8	1,41	8,70	8,25	7,74	0,06	2,42	32,0	0,02
22/2	25-30	9,9	2,06	3,04	8,01	7,47	0,12	1,11	40,0	0,02
22/3	30-40	15,8	2,08	3,04	7,94	7,43	0,09	1,28	34,0	0,02
22/4	40-45	3,3	0,83	3,13	7,91	7,61	0,03	1,97	30,0	0,02
22/5	45-90	12,1	2,02	4,35	8,01	7,63	0,09	13,64	34,0	0,03
22/6	90-110	58,8	0,56	15,22	8,17	7,94	0,03	0,94	32,0	0,06
22/7	110-130	8,7	0,76	14,35	8,21	8,03	0,02	0,45	34,0	0,11
22/8	130-140	23,3	0,72	10,87	8,38	8,06	0,02	0,53	32,0	0,09
22/9	140-155	57,3	0,35	21,74	8,31	8,15	0,01	2,84	28,0	0,08
22/10	155-180	19,3	1,16	16,08	8,17	7,98	0,03	2,91	34,0	0,11
23/1	0-20	0,0	2,45	1,72	7,55	7,05	0,14	4,09	62,0	0,04
23/2	20-55	0,0	1,70	2,32	7,83	7,06	0,09	11,05	64,0	0,03
23/3	55-95	0,0	1,77	0,34	7,59	6,65	0,08	13,07	70,0	0,04
23/4	95-120	0,0	0,97	0,42	7,81	6,91	0,05	14,29	60,0	0,02
24/1	0-20	0,0	1,64	1,89	9,31	8,16	0,06	0,90	60,0	0,28
24/2	20-60	0,0	1,28	1,55	9,91	8,87	0,04	0,04	60,0	0,48
24/3	60-85	0,0	0,53	23,64	9,97	8,95	0,02	0,28	62,0	0,28
25/1	0-30	0,0	2,72	0,21	7,27	6,72	0,12	0,55	60,8	0,03
25/2	30-50	0,0	1,73	1,89	7,95	7,10	0,09	7,51	60,4	0,04
25/3	50-90	0,0	1,19	0,51	7,74	6,94	0,04	6,17	60,0	0,15

**3/2. Az egyes bizonytalan eredetű szintek/rétegek besorolása az antropogén (1-es),
illetve a természetes (2-es) talajok csoportjában**

A szelvények szintjei/rétegei	Előrejelzett csoportok	Besorolt csoportok
1/1	1	1
1/2	ungrouped	2
1/3	ungrouped	2
1/4	ungrouped	2
1/5	ungrouped	1
1/6	ungrouped	2
2/1	1	1
2/2	ungrouped	1
2/3	2	2
2/4	2	2
3/1	1	1
3/2	1	1
3/3	1	1
3/4	1	1
3/5	1	1
3/6	ungrouped	1
3/7	ungrouped	2
3/8	ungrouped	2
3/9	ungrouped	2
4/1	1	1
4/2	1	1
4/3	1	1
4/4	ungrouped	1
4/5	ungrouped	1
4/6	ungrouped	1
5/1	1	1
5/2	ungrouped	2
5/3	ungrouped	1

5/4	ungrouped	2
5/5	ungrouped	2
6/1	1	1
6/2	1	1
6/3	1	1
6/4	ungrouped	2
6/5	ungrouped	1
6/6	ungrouped	1
7/1	ungrouped	1
7/2	2	2
7/3	2	2
7/4	2	2
8/1	1	1
8/2	1	1
8/3	ungrouped	1
8/4	ungrouped	2
8/5	ungrouped	1
8/6	ungrouped	1
8/7	ungrouped	1
8/8	ungrouped	1
9/1	1	1
9/2	1	1
9/3	1	1
9/4	1	1
10/1	ungrouped	1
10/2	ungrouped	2
10/3	2	2
10/4	2	2
10/5	2	2
11/1	1	1
11/2	1	1
11/3	1	1
11/4	1	1
11/5	1	1
11/6	1	1
12/1	ungrouped	1

12/2	ungrouped	1
12/3	ungrouped	1
12/4	ungrouped	1
12/5	ungrouped	2
12/6	2	2
12/7	2	2
13/1	1	1
13/2	1	1
13/3	ungrouped	2
13/4	ungrouped	2
13/5	ungrouped	1
14/1	ungrouped	2
14/2	ungrouped	2
14/3	2	2
14/4	2	2
14/5	2	2
15/1	1	1
15/2	1	1
15/3	1	1
15/4	ungrouped	1
15/5	ungrouped	1
15/6	ungrouped	2
15/7	2	2
15/8	2	2
16/1	-	-
16/2	-	-
16/3	-	-
17/1	ungrouped	2
17/2	2	2
17/3	2	2
18/1	2	2
18/2	2	2
19/1	2	2
19/2	2	2
20/1	ungrouped	1
20/2	ungrouped	1

20/3	ungrouped	1
20/4	2	2
20/5	2	2
21/1	ungrouped	1
21/2	ungrouped	1
21/3	2	2
21/4	2	2
22/1	1	1
22/2	1	1
22/3	1	1
22/4	1	1
22/5	1	1
22/6	1	1
22/7	1	1
22/8	1	1
22/9	1	1
22/10	1	1
23/1	ungrouped	2
23/2	2	2
23/3	2	2
23/4	2	2
24/1	2	2
24/2	2	2
24/3	2	2
25/1	ungrouped	2
25/2	ungrouped	2
25/3	2	2

