

Ph.D ÉRTEKEZÉS

**A VÁROSÖKOLÓGIAI KUTATÁSOK NÉHÁNY  
IDŐSZERŰ KÉRDÉSE KOLOZSVÁRON**

*Géczi Róbert*

**Témavezetők:**

**Dr. Kevei Ferencné Dr. Bárány Ilona  
Dr. Mezősi Gábor**

**József Attila Tudományegyetem, Természeti Földrajzi Tanszék**

**Szeged, 1999**

"Ami pedig azt a hasznót illeti, amelyet mások merítenének gondolataim közléséből, az nem lehet igen nagy, mert még nem vittem őket annyira, hogy ne kellene még sokat hozzájuk fűzni, mielőtt a gyakorlatban alkalmazhatnók őket."

**Descartes**

## Tartalom

1. Bevezetés	4
1.1. A városökológiai kutatások rövid történeti áttekintése. A városökológia kutatási tárgya	4
2. Módszerek	10
3. Kolozsvár geomorfológiai szintjei	15
4. Kolozsvár talajai	23
4.1. Kolozsvár és a városkörüli talajok általános tulajdonságai	23
4.2. A városi talajok ismérvei	24
4.3. A városi talajok osztályozása	28
4.4. A városi talajokat szennyező anyagok	32
4.5. A talajban előforduló nehézfémek és azok hatása	32
4.6. A nehézfém-terhelési eredmények kiértékelése	35
5. Kolozsvár városklímája	39
5.1. Kolozsvár éghajlati paramétere	40
5.2. Emberi komfort és bioklimatikus indexek	42
5.3. A városi hősziget	53
6. Kolozsvár növényzete	63
6.1. Kolozsvár és környékének természetes növényzete	63
6.2. A városi növényzet jellemzői	65
6.3. A városban lezajló változások ökológiai hatása	68
6.4. A városi élőhelyek	71
6.5. A zuzmók előfordulása, mint a környezetszennyezés indikátorai	84
7. A kolozsvári zöldterületek	88
7.1. Kolozsvár zöldterületi rendszerének kialakulása	88
8. Az antropogén hatás felmérése és a terhelés kiváltotta konfliktusok	98
8.1. A beépítettség felmérése	98
8.2. A hemerobiaszint értékelése	100
8.3. Az út menti fák kataszterezése	106
8.4. Stabilitás vagy diverzitás	109
8.5. A telekárak változásai és a beépítettség által veszélyeztetett területek	111
Összefoglalás	117
Summary	120
Bibliográfia	123

## 1. Bevezetés

Századunk folyamán az emberiséget érintő globális folyamatok közül kiemelkedő helyet foglal el az urbanizáció. A XIX. század elején a Föld lakóinak mindössze 2,4%-a élt városokban, míg napjainkban ez az arány már 51 %. 1999. október 12-dikét a „6 milliárd” napjává nyilvánították. Ekkor az ENSZ adatai szerint már 200 fölé emelkedett a milliós nagyvárosok száma, és 26 város lakossága külön-külön meghaladta a 10 milliót. Az előrejelzések szerint 2025-re több mint egy tucat város népessége túlszárnyalja a 20 milliót, és 2035-ben a városlakók száma 6 milliárd lesz (Géczi, 1997). Folyamatosan nőnek a beépített területek, arányuk a sűrűn lakott országok területén a 17,0%-ot is meghaladja (Sukopp, 1998)

Az emberiségnek tehát több mint felét érintik a mesterségesen létrehozott városi környezet káros hatásai: a környezetszennyezés, a városi légtér megváltozott bioklimatikus paraméterei, a zaj, a felfokozott élettempó és ezzel együtt a stressz. Az ember kimondottan városlakó lesz, és arctalan épületek, minden egyes négyzetméterért harcot folytató járművek ezrei jellemzik településeit.

Dolgozatom témája a viszonylag fiatal tudományágnak tekinthető városökológiai kutatásokhoz kapcsolódik, ugyanis a városban lejátszódó ökológiai módosulásokkal és azok jellemzőivel, valamint e változásoknak a környezettel való kölcsönhatásaival foglalkozik.

### *1.1. A városökológiai kutatások rövid történeti áttekintése. A városökológia kutatási tárgya*

A dolgozat elején rövid áttekintést adok a városökológiai kutatások kialakulásáról, illetve megpróbálom definiálni a városökológiát, mint tudományt. Annál is inkább, mert ez a diszciplína jelenlegi elterjedési formájában szűkebb értelemben véve német, tágabb értelemben pedig közép-európai invenció. Egy-két kivételt leszámítva sem Magyarországon, sem Kelet-Európában nem ismerik a városökológiát, úgy mint geográfiai jellegű tudományt. A városökológia terminus normatív használatban a politikai és szakmai értelemben vett városrendezési programot, kerettervet jelenti. Ezzel szemben a természettudományokban a biológiának a városkutatással és a városi térségekkel foglalkozó ágát jelöli (Sukopp, 1998). Másrészt maga a fogalom két irányból közelíthető meg. Létezik az ún. humán(város)ökológiai kutatási terület, ami a Robert E. Park nevével fémjelzett chicagói iskola tevékenységéhez fűződik. Park és követői – Burgess, Gans, Mackenzie, Wirth – az ökológia szót a biológiából kölcsönözték, ahol az új szemléletet E. Haeckel dolgozta ki, és akitől az ökológia klasszikus meghatározása származik, mely szerint az ökológia az élőlények és környezetük élő és élettelen tényezőinek kapcsolatával foglalkozó tudomány (Csorba, 1997). Haeckel véleménye szerint nem lehet az élő organizmusokat magukba zárva, életfeltételeiket biztosító környezetükből kiszakítva vizsgálni. Ez a felismerés felkeltette Park érdeklődését, és felfigyelt arra, hogy különböző természeti és művi feltételek között különbözőképpen alakulnak az emberi kapcsolatok. A chicagói iskola képviselői az ún. "ökológiai folyamatok" leírásában felhasználták a biológiai analógiákat és a biológiából kölcsönözött terminológiát. A kezdetben alkalmazott biológiai fogalomrendszerből több jelenleg is megmaradt. Ilyenek az ökológiai folyamatok közül használt kategóriák: a konfruntáció, a

szegregáció, a konkurencia, a szukcesszió stb. Tehát a klasszikus város(humán)ökológusok a bioökológiától kölcsönzött fogalomrendszerrel a városok szociológiai tanulmányozására vállalkoztak. Vitathatatlan érdemük, felismerték hogy az urbanizáció hatására a lakosságnövekedés és a társadalmi kapcsolatok megváltozása mellett létrejön a sajátos városi szerkezet, kialakulnak a "városi formák" (Burgess, 1925). Utólag Park kijelentette, hogy amikor ő és társai a városökológiáról beszéltek, gyakorlatilag a városszociológiára gondoltak (Park, 1950).

A humánökológus Lichtenberger engedményt tesz a természettudományok irányába, ugyanis véleménye szerint a városökológia a szociológiai városkutatás és az ökológiai város-tervezés szintézisét képezi (Wittig, 1991).

A második irány a klasszikus biológiai szemléletű ökológiai megközelítés, mely szerint a városökológiát úgy lehet értelmezni mint a szupraindividuális biológiai szerveződéssel foglalkozó tudományt, és ily módon a városökológia a szünbiológia része, és alapvetően egy biológiai jellegű tudomány. Hasonló véleményen van Odum is, aki szerint a városökológia a biológiának az ága, mely az élőlények városi környezetbe végbemenő integrációját vizsgálja (Odum, 1971). E biológiai szemléletű vélemények szerint a városökológia feladata a természet ökonómiáját, vagyis az egy biotópon – ebben az esetben a városban – együtt élő organizmusok között, az együttélés tényéből fakadó kölcsönkapcsolatokat tanulmányozni. Ebből a szempontból természetesen az következik, hogy mivel az ember is élőlény, tehát szintén vizsgálati tárgyként kezelhető. Ugyanakkor nem tekinthetők városökológiának a biológiai referencia nélküli, csak a városok fizikai jellemzőivel foglalkozó diszciplínák. Épp ezért 1939-ben Clements és Shelford a szociológiai városökológiától való elhatárolódás érdekében a bioökológiai elnevezés bevezetését ajánlották (Erdem, 1991). E szemlélet képviselői szerint még tágabb értelemben sem minősül városökológiai kutatásnak a városklíma, a várostervezés, a környezeti földrajz, a környezetvédelem (Gallé, 1997). E vonal kiemelkedő képviselői az említett ún. "segédtudományok" által nyújtott információkat a spontán városi vegetáció tanulmányozása érdekében kamatoztatják. Az urbanizált területek flóra- és vegetáció- felmérésének tudománya viszonylag fiatal diszciplína, amint az alábbi táblázat adataiból is kiténik, ugyanis átfogó városi, illetve nagyvárosi biocönózis-felméréseket csak a hetvenes évek elejétől végeznek (1.1. táblázat.).

Az első e témával foglalkozó publikációk a XIX. század közepén láttak napvilágot. A római Colosseum flórájáról (Deakin, 1855) és a párizsi Luxembourg-kert zuzmóiról (Nylander, 1866) készült felmérések voltak az első, úttörőnek számító munkák. A második világháború idején a városok pusztulása lehetővé tette az ún. romterületek flórájának az elemzését, amellyel többek közt Scholz, Peters, Rudder és Linke, Gilbert, Wittig, Klausnitzer foglalkozott az Egyesült Királyságban, Németországban és Belgiumban (Sukopp, 1998). Jelenleg ennek a vonalnak kiemelkedő képviselői Kunick, Wittig, Sukopp, Gutte, Goode stb., akik feltérképezték több európai nagyváros teljes flóráját és vegetációját.

1.1. Táblázat. Eddigi városi biocönózis-kutatások (Wittig, 1991 alapján aktualizálva).

Szerző	Év	Város
Zukowski	1970	Poznan
Gilbert	1970	Newcastle
Wittig	1973	Münster
Kunick	1974	Berlin
Pysek	1977	Pilsen
Elias	1978	Nagyszombat
Olsson	1978	Malmö
Kopecky	1980	Prága
Brandes	1982	Wolfenbüttel
Hard	1983	Osnabrück
Klotz	1984	Halle
Frost	1985	Regensburg
Schulte	1985	Bochum
Springer	1985	München
Dettmar	1986	Lübeck
Gödde	1986	Essen, Düsseldorf
Kohl	1986	Freiburg
Goode	1989	London
Sukopp	1990	Berlin
Wittig	1991	Frankfurt
Gutte	1992	Lipcse
Meurer és Müller	1992	Luzern
Kistowski	1994	Gdansk
Wenzel és Gerhardt	1995	Bielefeld

Egyértelmű, hogy a város – mint a környezet egészével szembenálló, részleges és antropogén táj – szükségszerűen problematikussá válik, tanulmányozása pedig sokoldalúságot feltételez. Ezért az említett két specializációs vélemény mellett a városökológia kutatási területének lehatárolásánál szerintem létezik egy másik megközelítés is.

Meglátásom szerint a város dinamikai egységes rendszert képez. Három kategóriába – természeti, társadalmi és mesterséges – sorolható részei szoros kölcsönhatásban vannak egymással. Az alapot a természeti környezet képezi, amire a másik két kategória épül. A város új, megváltozott ökológiai feltételeket hoz létre; feltételek, melyek jelentősen eltérnek a város körüli természetes táj ökológiai jellegétől. E megváltozott, urbanizált környezet kutatására jött létre az interdiszciplinális jellegű városökológia, mely a környezeti földrajznak és a tájökológiának a településekre vonatkozó és egész a biotópok szintjéig kiterjedő intenzív kutatásainak következménye, és

ily módon a városökológia a humánökológia, a tájökológia és az elméleti-modellező ökológiai fogalmakra épülve új kutatási módszereket dolgozott ki.

Ebből a premisszából kiindulva, szerintem a városökológia feladata az emberi tevékenység által megváltoztatott abiotikus tényezőket és az új városi feltételekhez alkalmazkodott organizmusok kölcsönhatását, valamint mindezeknek a faktoroknak az emberre kiterjedő hatását tanulmányozni. Tehát a városökológia kutatásának szférájába az ökológiai paramétereket meghatározó tényezők (klíma, vegetáció, vizek, talajok), a környezeti terhelést figyelembe vevő várostervezés, valamint a városi emberi populációk biológiai és társadalmi sajátosságainak demográfiai, orvosi, szociális, szociológiai jellegű kérdései tartoznak. Ezt a meglátásomat támasztja alá Hough (1995) véleménye is, mely szerint a természettudományok segítségével belülről, a városból újra fel kell fedezni az általunk lakott és ismert helyek természetét, és ezeknek az ismereteknek a birtokában lehet majd feltárni a környezetnek az emberre és a társadalomra gyakorolt hatását. Magyarországon a városökológiának egy geográfus szemléletű, és egyben pontos meghatározását Mucsi dolgozta ki (1996). Véleményem szerint, azonban a városökológia valamivel szélesebb kutatási területet ölel át, mint a Mucsi által nyújtott definíció, ugyanis szerinte e tudománynak "kiemelt feladata a város környezeti konfliktusainak feltárása", mely az Adam által meghirdetett városi ökörendszer vizsgálatának hármasszágú - városökológiai paraméterek, környezeti kataszter felállítás és ökológiai alapú városfejlesztés - meghatározását teszi magáévá (Mucsi, 1996). Nem hagyhatók figyelmen kívül azonban például a telekáraktól, a háztartások struktúráján át egész a belvárosi-kertvárosi életmód ellentéteinek kérdéséig terjedő szociológiai jellegű következmények kutatása sem. A fentiek alapján joggal állítható, hogy a városökológia interdiszciplináris kutatási terület, ahol az összes aspektusok feltárása a különböző tudományok - klimatológia, biocönológia, urbanisztika, szociológia, meteorológia, talajtan, architektúra stb. - művelőinek együttműködését igényli. Részben ezt támasztja alá a Luzernben létrejött városökológiai kutatócsoport, melynek kutatási területe felöleli a talaj, a klíma, a levegő minőségének, a vegetációnak és a városi vízhálózatnak monitorizálását azzal a céllal, hogy a várostervezés a környezeti elemek helyzetének alapos ismeretében történjen, oly módon, hogy egy, az ökológiai paraméterek minőségi javítására irányuló megfelelő stratégiát is kidolgozhatnak (Meurer, Müller, 1992). Ugyanakkor a városökológiai kutatásokkal foglalkozók feladata oly formula keresése, mely a városi lakosság és a környezet új szimbiózis-kapcsolatát fejezze ki, és az iparosításra jellemző dichotómia – a fejlődés vagy ökológia – megszüntetésének lehetőségeit kutatja (Skibniewska, 1994).

Nem téveszthetnek meg azonban az építészek és a "városrendezők" kijelentései, mely szerint az urbanizációval foglalkozó szakemberek egyetlen feladata, hogy minél lakhatóbbá tegyék a városokat. Meglátásuk szerint a város a megtervezendő beavatkozások összefoglaló keretét képezi, amely időben nem változik, és amelyet a terület és az éghajlat állandó tényezői határoznak meg (Benevolo, 1997). Szintén építésztől származik az a vélemény is, mely szerint a várostervezés egyrészt művészet, másrészt tudomány, mert térinformatikusok, építészek, városökológusok együttműködését feltételezi a városi területek minél ésszerűbb felhasználásának, a gazdaság maximális

eredményességének, az esztétikai igény optimális kielégítésének és a szép megvalósításának céljából (Greed, 1982).

A városökológiai kutatásokban a fenti rövid áttekintés alapján jól kirajzolódni látszik a geográfus feladata. Hatáskörébe tartozik a városnak, mint egységes entitásnak tájökológiai szemléletű kutatása, hiszen maga a város nem csak egy út és épülethalmaz, hanem egy zöldövezetekből, energiahálózatból álló teljes adminisztrációval rendelkező egységes rendszer, melyet, mint minden rendszert, egy aktív anyag- és energiaforgalom jellemez. Ennek a rendszernek a legfontosabb jellemzője, hogy a bemenetel értéke mind az anyagmennyiség, mind pedig az energiamennyiség szempontjából sokkal nagyobb az output értékénél (Zimny, 1994).

Ha igaz, hogy a rendszereket úgy definiálhatjuk, mint a részeknek és az elemeknek egy olyan halmazát, amelynek a részeihez és elemeihez képest önálló minősége van, akkor ez teljes mértékben jellemző a városi rendszerre is. A rész más részekkel együtt a rendszert alkotja, s maga is totalitás, melynek elemei vannak. A városi rendszerben a részeket a környezetet alkotó elemek jelentik: a domborzat, a talaj, a klíma, a növényzet, melyek kutatására tudományok szakosodtak (geomorfológia, talajtan, városklimatológia, ökológia stb.). A minőségileg a részeknél sokkal komplexebb városi rendszert és tehát új egységet alkotó részek szintén részekből épülnek fel. Például a városklimatológia által tanulmányozott települések feletti légköri réteget a városi határréteg és a városi tetőszintréteg alkotja. Mindkettő külön entitás, mindkettőt külön folyamatok kormányozzák. De hasonló a helyzet a vegetáció, a vízrajz és a többi környezeti elem esetében is. Ezért a városökológiai kutatások nagyon szerteágazó területet ölelnek fel, sok és eltérő képzettségű kutató együttműködését igénylik. Így tehát a geográfus egyedül – hacsak nem polihisztor – nem képes megoldani az összes várossal kapcsolatos kérdést. Mindezt azért tartom fontosnak megemlíteni, mert joggal állítható, hogy minden városökológiai felmérés alapját csak egy szoros inter-diszciplinalitás jelentheti (Meurer und Müller, 1992).

Hogy a városökológia mennyire új tudomány, azt az a tény is tükrözi, hogy az első nemzetközi munkacsoport csak 1974-ben, a hágai nemzetközi ökológiai kongresszuson alakult meg. 1991-ben pedig Berlinben létrejött a Nemzetközi Városökológiai Hálózat, melynek célja az információ-áramlás felgyorsítása, az e területen dolgozók közötti kapcsolatteremtés megkönnyítése, a helyi városökológiai programok támogatása, és egy adatbázis létrehozása (Barker, 1994). Hosszú ideig úgy tekintettek a városi térségekre, mint ökológiailag alkalmatlan és érdektelen területekre. Még századunk derekán is a városokat "élettelennek" minősítették, s úgy gondolták, hogy a városban élő növények elterjedése kizárólag a véletlen műve lenne. Abból kiindulva, hogy mint minden ökoszisztéma és így a városi ökoszisztéma is élőlényekből, technikai rendszerekből és élettelen alkotórészekből felépülő rendszer, amelynek részeit egymással, illetve környezetükkel anyag- és energiacsere köti össze (Csorba, 1997), továbbá, hogy a várost felépítő komplex rendszer csak a részrendszerek tanulmányozása révén ismerhető meg, dolgozatomban az ökológiai feltételek változását egyrészt időben, másrészt pedig térben, a geomorfológiai szintek függvényében szándékozom elemezni. Ez a megközelítés teljesen eltér a megszokott tanulmányoktól, ugyanakkor nem az urbanizációs folyamat dinamizmusát, az életminőség javítását célzó adminisztratív és egészségügyi feladatok



kérdését helyezi előtérbe, hanem a várost felépítő részrendszerek antropogén hatás alatt végbemennő változásait kívánja nyomon követni. Ezt azért emelném ki, mert az első, az 1980-as években lezajlott városökológiai kutatások célja elsősorban a további víz- és energia-utánpótlás forrásainak biztosítása, illetve a szennyeződés következményeinek a feltárása volt.

Dolgozatomat nem a véglegesség igényével vetettem papírra, ezért nem tudja átfogni a fentebb említett összes szempontot és minden társtudomány kutatási területét. *Célja a kolozsvári geomorfológiai szintek változó ökológiai feltételeinek feltárása, a belváros és külváros közötti eltérések vázolóása, az antropogén tevékenység hatásainak elemzése, és az ezek miatt kialakuló ökológiai konfliktusok bemutatása.*

Szerkezetét illetően, dolgozatomat a használt módszerek rövid leírásával kezdem, majd Kolozsvár vázlatos geográfiai ábrázolásával és geomorfológiai szintjeinek bemutatásával folytatom, majd a városi agglomeráció időbeni ökológiai szemléletű fejlődését és ennek keretén belül a zöldterületek helyzetének, kiterjedésének és a városi térségekhez viszonyított arányának időbeli változásait próbálom megragadni. Ezt követően bemutatom az antropogén-technogén hatást tükröző környezeti alkotóelemeket, vagy városi alrendszereket: a város talajait, növényzetét, klímáját érintő alapvető változásokat, illetve azt, hogy ezek a változások mennyire függenek össze a geomorfológiai szintekkel. Mindegyik részrendszer felvázolásával párhuzamosan rövid irodalmi összefoglalót is szándékozom nyújtani az illető elemmel kapcsolatos eddigi kutatási eredményekről. Végül az utolsó fejezetben megpróbálom feltérképezni néhány, a városban kialakuló környezeti konfliktust, és néhány megoldási lehetőséget is ajánlok.

## 2. Módszerek

Dolgozatomban a komplex táj kutatásnak és társtudományainak – a rendszergondolkodásnak, a városklimatológiának, a talajtannak, a cönológiának, a geoökológiának – néhány módszerét használtam. A következőkben ezeket mutatom be fejezetekre lebontva.

1. A domborzat minősítésénél és a geomorfológiai szintek megállapításánál egyrészt a létező adatokat és térképeket (a lejtőkíttettség, az izovonalas reliefenergia és 1:20.000-es domborzati térképet) és a Mac (1980) által leírt módszereket, másrészt a csuszamlások értékelésénél a Szabó (1995) és Mac (1982) által használt kategorizálást használtam fel. A relatív magasság értékeit altiméterrel állapítottam meg.

2. A talajok nehézfém tartalmát egy Perkin-Elmer 3110 típusú atomabszorpciós-spektrofotométeren láng gerjesztéses módszerrel határoztam meg. A királyvizet feltárásnak alávetett minták oldatot Gerhard-Kjeldaltherm típusú 8 helyes zárt rendszerű feltáró-blokkban másfél óráig  $110^{\circ}\text{C}$ -on kezeltem. A talajminták kémhatását elektrometriás eljárással állapítottam meg. Minden mintát háromszoros ismétlésben készítettem elő. A talajok szemcseösszetételét leiszapolással határoztam meg. A mintavételi pontok meghatározása egyrészt az ún. catena-elv, másrészt az egyenletes mintázás (raszter-elv) alapján történt. Az előbbi a szembeötlő geomorfológiai, beépítettségi, növényzeti, területhasznosítási és városfejlesztési különbségek figyelembevételét, utóbbi a területileg egyenletes megoszlású mintavételezettséget jelenti. A nehézfémek megengedett felső értékeinek megállapításánál az Európában legelterjedtebb holland szabványt használtam (BIM, 1997).

3. A hőszigeteket kimutató modell első lépéseként rasteres adatformába alakítottam Kolozsvár térképét. Nem állt rendelkezésemre speciális térképrészlet, amelyen csak a számomra lényeges dolgok voltak feltüntetve, ezért meg kellett szabadulni a lényegtelen részletektől. Mivel ezek általában jól elkülönülő színekkel szerepelnek, ezért némileg automatizálható volt az eljárás és egyszerűen kivágható, elmosható, azaz a környezetbe beleolvasható minden nem kívánt részlet. A választásánál szerepet játszott a rendelkezésre álló korlátozott lehetőség, és az a törekvés, hogy a célul kitűzött területek --zöldövezet, vízfelület, beépített területek - jól elkülöníthetők legyenek. Azokban a negyedekben, ahol a könnyen kivehető jól ismert tulajdonságokkal rendelkező területet tovább lehetett részletezni, utólagosan átszíneztem a kérdéses részeket, így pontosabban figyelembe lehetett venni a befolyásoló tényezőket. Pl. ha egy városrész zömmel magas panelekből áll, ezt érdemes megkülönböztetni a belvárosi klasszikus, alacsonyabb épületektől. Hasonlóan érdemes elkülöníteni a tisztán zöldövezeteket a kertvárosi részekről. Ilyen módon csoportosítva a jellegzetes beépítettségű térségeket, hozzájuk illeszthetők a fizikai paraméterek: a fajhő és a hővezetési képesség, melyek mint állandó paraméterek vehetők figyelembe. A forráserősség is definiálható, amely első megközelítésben a napszaktól függően a fény beesési szöge és egy anyagállandóval jellemezhető. Ez utóbbi az ab-

szorpciós tényező. Ezen állandó paraméterek értékeit táblázatokból olvastam ki. A vegyes területekhez is rendeltem fizikai állandókat, melyek ezáltal jobban leírják az adott környezetet és pontosabb modell felállítását teszik lehetővé. Ez utóbbi pedig egyenesen meghatározza a számítási eredményeket. A számítást a hővezetés egyenletének numerikus megoldásával végeztem. Az alábbiakban feltüntetett diffúziós egyenlet a hőmérséklet hely és idő szerinti eloszlását ábrázolja, melyben helyet kapnak a fajhő ( $c$ ), a hővezetési állandó ( $\lambda$ ), az anyagsűrűség ( $\rho$ ), valamint a jobb oldalon szereplő forrástagok. Ezen paraméterek ( $c$ ,  $\lambda$ , abszorpció) az idő tényezőtől függhetnek, de ebben az esetben valóban állandóak, hiszen az adott időintervallumban nem történik lényeges változás a kiszemelt területen, illetve maguk a hőmérsékletváltozások csekély mértékűek. Ezzel rendelkezésre áll a modell és a megoldásul szolgáló differenciálegyenlet. Ezen parciális differenciálegyenletnek számos megoldása, illetve megoldási módszere létezik, de ebben az esetben a szinte helyről-helyre változó anyagállandók lehetetlenné teszik egy analitikus megoldás fellelését. Ugyanakkor numerikus úton történő megoldása semmi elvi akadályba nem ütközik. A képletben  $t$  az időt,  $T$  a hőmérsékletet,  $r$  a helykoordinátákat,  $f$  pedig a forrást jelöli.

$$c(\bar{r})\rho(\bar{r})\frac{\partial}{\partial t}T(\bar{r},t) + \frac{\partial}{\partial r}(\lambda(\bar{r})\frac{\partial}{\partial r}T(\bar{r},t)) = f(\bar{r},t) \quad ; \quad \bar{r} = (x, y)$$

A felállított egyenlet megoldására a véges differencia módszerét választottam, standard megoldási eljárások alkalmazását szem előtt tartva. Ezen módszerrel a parciális differenciálegyenlet megfelelő közelítő differencia sémákat használva lineáris egyenletrendszerre redukálható. A rendszer saját hősugárzási hatását nem veszem figyelembe, mert az nagymértékben bonyolítaná a módszert, illetve rendkívüli mértékben növelné a számolásigényt, amit csak nagyon szerencsés esetekben lehetne elfogadható mértékűre szorítani. Az így keletkezett egyenletrendszert mátrix alakban elképzelve egy úgynevezett sávmátrixot kaptam, mely megoldásának számításigénye lényegesen kedvezőbb egy általános esetnél, és egy speciális előre haladó idődifferencia séma alkalmazásával garantálható a megoldás stabilitása. Ezek után definiálni kellett a kezdeti, és a peremfeltételeket, ugyanis ezek határozzák meg, hogy a vizsgált tartomány peremein milyen hőmérsékleti vagy hőáramlási feltételek vannak. Ezzel párhuzamosan a számolás elején a kezdő időpontban meglévő hőmérsékleteket is be kellett állítani. A peremen egy semleges zónát állapítottam meg. Az időlépték nagyságára a térbeli feloldás szab határt, így ennek ismeretében el lehetett kezdeni a hőmérsékleti profil számítását időpontról időpontra az egész tartományra kiterjedően.

4. A fajok meghatározásának módszertana viszonylag egyszerű volt. A város területét egy szisztematikusan kijelölt raszteres háló alapegységeinek megfelelően az ún. bolyongásos mintavétellel végeztem el (Kovácsné és Török, 1997). A háló mérete a beépítettségi fok felmérésénél használt nagyságú, vagyis 200 x 200 m volt, ugyanis ez a nagyság felelt meg legjobban mind a beépítettség feltérképezéséhez, mind pedig a városi élőhelyek lehatárolásához, illetve mert ezt a területnagyságot használtam a többi paraméter értékelé-

sénél is (zuzmóterképezés, hemerobiaszint stb.). Ugyanakkor ez a hálóméret adekvátnak tűnt az erdei társulások és a városkörüli természetközeli területek állományának feltérképezése számára is, annak érdekében, hogy összehasonlítsam az urbanofiton és az urbanofob fajok elterjedését. Másrészt a városi beépített térségek és a kisebb területet elfoglaló élőhelyek esetében növeltem a háló sűrűségét, vagyis csökkentettem a rácsok éleinek hosszát. Annak érdekében, hogy a felvételezés minél pontosabb legyen, ezt a műveletet a vegetációs periódus időszakában több alkalommal is elvégeztem. Az 1998-as tavaszi, nyári és őszi felmérést egy 1999-es augusztusi-szeptemberi meghatározással egészítettem ki. Ez azonban nem zárja ki az alaplista hiányos voltát, ugyanis a flóralista tökéletes elkészítéséhez, ahhoz hogy minden faj felvételezést nyerjen, még változatlan összetételű állományok esetében is legalább három év szükséges (Bartaletti, 1996).

A cönológiai meghatározások jelentős nehézségbe ütköztek, amit a megmintázás helyének kiválasztása és a nagyfokú fajszerzés még jobban hangsúlyozott. A városi és városkörüli vegetáció nagyfokú mozaikosságot mutat, ezért a növényzeti felvételek az asszociációk állományának középső, a kevert növényzetű széltől minél nagyobb távolságra történtek, annak érdekében, hogy monitorozás pontossága minél kevésbé kifogásolható legyen. A nagyon kis területű élőhelyeken (várfal, aszfaltrepedések) esetében gyakorlatilag lehetetlen volt az asszociációkat meghatározni.

A tanulmányozott társulások lágyszárú növényeinek meghatározásánál, a cönológiai felvételek készítésénél és az állományfoltok feltérképezésénél Soó (1927, 1947), Kovács (1968, 1969), Kovács és munkatársai (1970) és Ghisa (1976) által végzett növényzeti felméréseket, valamint Jávorka (1925), Podhajská (1991) és Simon (1992) növényhatározói egységeit és nevezékτανát használtam. A különböző növényzeti struktúrákat a Bornkamm (1980) kategorizálásából vettem át.

A terepen végzett felvétel magában foglalja az asszociációt alkotó fajok névsorát, eloszlásukat szintek és aspektusuk szerint, illetve a tömegviszonyukat tükröző értékszámot. Dolgozatomban, mivel nem cönológiai jellegű munka, nincs szükség a társulás-monitorozás adatlapjainak összes információjára, sem a társulásokban lezajló degradációs jelenségek fokára és irányára vonatkozó adatokra. Csak az azokból származó következtetéseket vontam le.

Szintén 1998 során elvégeztem a fás növények mintavételezését is, ami a fajkészlet meghatározását és az út menti fakataszterezés esetében a példányok számának és állapotának monitorizálását jelenti. 1999 tavaszán néhány harmadéves földrajzos diák kíséretében, az általam vezetett környezeti földrajzi gyakorlatok során újrajártuk az utcákat és leellenőriztük az adatok helyességét, illetve aktualizáltuk az egy évvel korábban egyedül begyűjtött eredményeket.

5. A kolozsvári beépítettségi fokot a Sandford (1975) által kidolgozott városi beépítettségi környezeti index felhasználása alapján mértem fel. Sandford a 2 km<sup>2</sup>-es négyzetekre felosztott városi területeket a következő módon értékelte: 1,5 pontot kaptak a sűrűn beépített "kertek nélküli" területek, 1,0 pontot a kertvárosok, illetve 0 ponttal minősítette a zömmel mezőgazdasági használatban levő területeket. Az így kapott értékeket minden 10km<sup>2</sup>-es területre összeadta, és ennek alapján kategorizálta a városokat (Sandford, 1975).

Kolozsvár területét egyenként 200-szor 200 m oldalú, tehát 40.000 m<sup>2</sup>-es négyzetekre osztottam, és ezeknek a négyzet alakú területeknek becsültem fel a beépítettség arányát (Géczi, Loerincz, 1998). A következő öt beépítettség kategóriát kaptam: az első (1) osztályba kerültek a 0-10% közötti értékben beépített területek, az utolsó osztályba (5) a legsűrűbben, vagyis a 75-100%-ban beépített térségek tartoznak. A két szélső érték között még a következő kategóriákat állapítottam meg: 10-25%-os (2), 25-50%-os (3) és 50-75%-os (4) beépítettség osztályokat.

A terepi bejárás eredményeinek egy részét sikerült az 1980-as évek elejéről származó légifelvétel elemzése segítségével ellenőrizni. Az 1979-1982 között készített légifelvételket sem másolni, sem sokszorosítani nem volt lehetőségem, ugyanis ezek, a térképekkel együtt Romániában államtitoknak minősülnek. A felvételek készítésének ideje óta megépültek a panelház-negyedek, tehát a légifelvétel adatai elsősorban a belvárosi és kertvárosi negyedekre vonatkozóan vehetők figyelembe ott, ahol nem voltak lényeges változások. A típusok osztályozásánál nagy szerepet játszottak ezek a légifelvétel, ugyanis jelentősen megkönnyítették a munkámat. A beépítettség értékét úgy ellenőriztem, hogy planiméterrel megmértem a homogénnek, azonos beépítettségűnek tűnő felszínnek területét, és ebből levontam a beépítetlen térségek vagy a vizsgált beépítettség típustól eltérő területek értékét. A kategorizálást a már használt 1-től 5-ig terjedő skálán végeztem el. Az 1982 után felépített panelház-negyedek esetében kizárólag a terepi bejárás módszerét alkalmaztam.

6. A zuzmótérkép elkészítéséhez a város területét a beépítettségénél használt, egyenként 200 m-es oldalú négyzetekre, az ún. mintavételi egységekre osztottam fel. A mintavételezést a bolyongásos eljárással végeztem el (Szabados, 1997). Mivel munkám eredményét csak mint valószínűséget értékelhetjük, szükséges volt a magas mintaszám, amely részben ellensúlyozza a minták elkerülhetetlen változatosságából eredő szórás. Általában egységenként 5-6, különböző fáról vettem mintát, melyeket együttesen, egy pontként értékeltem ki. A megfelelő fák kiválasztásánál - összesen 19 fafajról vettem mintát - figyelembe vettem a fényviszonyokat (heliofiton fajokról gyűjtöttem mintát), a fa korát (15-25 évre becsülök a mintavételre alkalmas fák alsó korhatárát, ami kb. 20 cm törzsátmérőt jelent), a fatörzs helyzetét (a törzs alja más típusú élőhely, ezért a mintavételt 1-2 m magasságban végeztem), a kéregtípust (mivel a repedezett fakéreg zuzmófajai eltérnek a sima kérgű fától, általában nagyszámú azonos fajú vagy nemzetségű fáról vettem mintát, oly módon, hogy minél egyenletesebb legyen azok térbeli eloszlása). A zuzmótérkép elkészítésénél a Haluwin és Lerond által ajánlott módszert alkalmaztam (Pop, 1996). A zuzmók meghatározásánál és elnevezésüknél Moberg és Holmasen (1992), valamint Purvis (1992) nevezékatanát használtam.

7. A hemerobiaszint kiszámítását az alábbi képlet segítségével végeztem el, ahol a talajok tömörségét (Tt), a beépítettség adatait (B) és a ruderalis növények százalékos megoszlásának arányát (R) vettem figyelembe:

$$HSz = Tt + B + R$$

A talajok tömörségét csak szubjektív módon, szemrevételezéssel mértem fel: a természetes, nem tömött talajokat nem pontoztam, a tömötteket pedig 0,2-vel minősítettem. Ehhez a 0,0 vagy 0,2 ponthoz hozzáadtam a terület beépítettségének százalékos arányának század részét. Például egy 75%-os beépítettségű terület esetében a hozzáadott érték 0,75. A mutató következő alkotóelemét a gyomnövényzet mennyisége jelenti. Ebben az esetben a beépítettséghez hasonlóan a százalékos megoszlást vettem figyelembe. Például a természetes hemerobiaszintű kategóriába tartozó területeken a ruderalis növényfajok borítása kicsi, esetleg szálsként jelenik meg, aminek a jelölése a Braun-Blanquet értékskálán +. Ez azt jelenti, hogy mennyiségük nem haladja meg az 5%-ot. Ezzel szemben az elhanyagolt és parlagon hagyott területeken nagyon gyorsan elszaporodó gyomnövények arányának növekedésével emelkedik az antropogén terhelés értéke is. Így például az A-D skálán használt 3-as értéket jelölő tömeges borítás esetében a ruderaliák a növényfajok 25-50%-át teszik ki. Mindezek alapján a hemerobiaszint öt kategóriát a következő értékek jellemzik: a természetest 0-0,05 pont, a természetközeli 0,06—0,4, a félig természetest 0,41-1,0, az antropogén biológiai 1,01-1,7 és az antropogén technikai 1,71-2,2 pont.

8 A térképek elkészítése a következő módon történt: a terepbejárás során felvett adatok alapján készült munkatérképeket (1:65000) Arc/Info szoftverrel digitalizáltam majd egységes, metrikus koordinátarendszerbe transzformáltam. A szerkesztések és a területekre jellemző értékadási műveletek után a kapott rendszer alkalmas az egyes városrészek különböző ismérveinek összehasonlító elemzésére. A térképek végleges formába alakításához az Adobe Illustrator programot használtam.

### 3. Kolozsvár geomorfológiai szintjei

Kolozsvár a Kis-Szamos középszakasza jellegű, teraszokkal kísért völgyében, három közép-táj – az Erdélyi-szigethegység, az Erdélyi-mezőség és a Szamos-hátság – találkozásánál fekszik. A város és környékének területén a paleogén és neogén gyüretlen rétegek kelet felé, a miocén diapír erdélyi-medencei szerkezet irányába  $1-3^{\circ}$ -al lejtnek. A szarmata időszak végén és a pliocénben a Szigethegység kiemelkedett, amit a medence exondálása követett. A szubtrópusi klíma hatására egy piemontfelszín alakult ki. A jelenlegi felszín e piemontok negyedidőszaki folyóvizek általi felszabdálása útján jött létre. A Szamos a felsőpliocéntól kezdve észak felé tolódott el. Ezzel magyarázható, hogy a folyó déli részén több terasz vagy teraszmaradvány is leírható, míg az északi felén csak a 60-75 m-es völgyközi hát jellegű Fellegvár-terasz húzódik. A Nádas medencéjében a folyó szimmetrikus eróziója következtében kétoldali teraszok alakultak ki, melyek nagyjából megegyeznek a Szamos-teraszok magasságával. A vízhálózat nem mindenhol követte a monoklinális felszín irányait, így szubszekvens és obszekvens völgyek jöttek létre, amelyek kueszták, tanúhegyek és hordalékkúpok kialakulását eredményezték.

A pliocén és a negyedidőszak folyamán lezajlott felszíni eróziós folyamatok, illetve a terület geológiája alapján két geomorfológiai körzetet – a várost északról és délről övező dombokat (1) és a Szászfenes-Apahida között kiszélesedő völgyi medencét (2) – lehet megkülönböztetni.

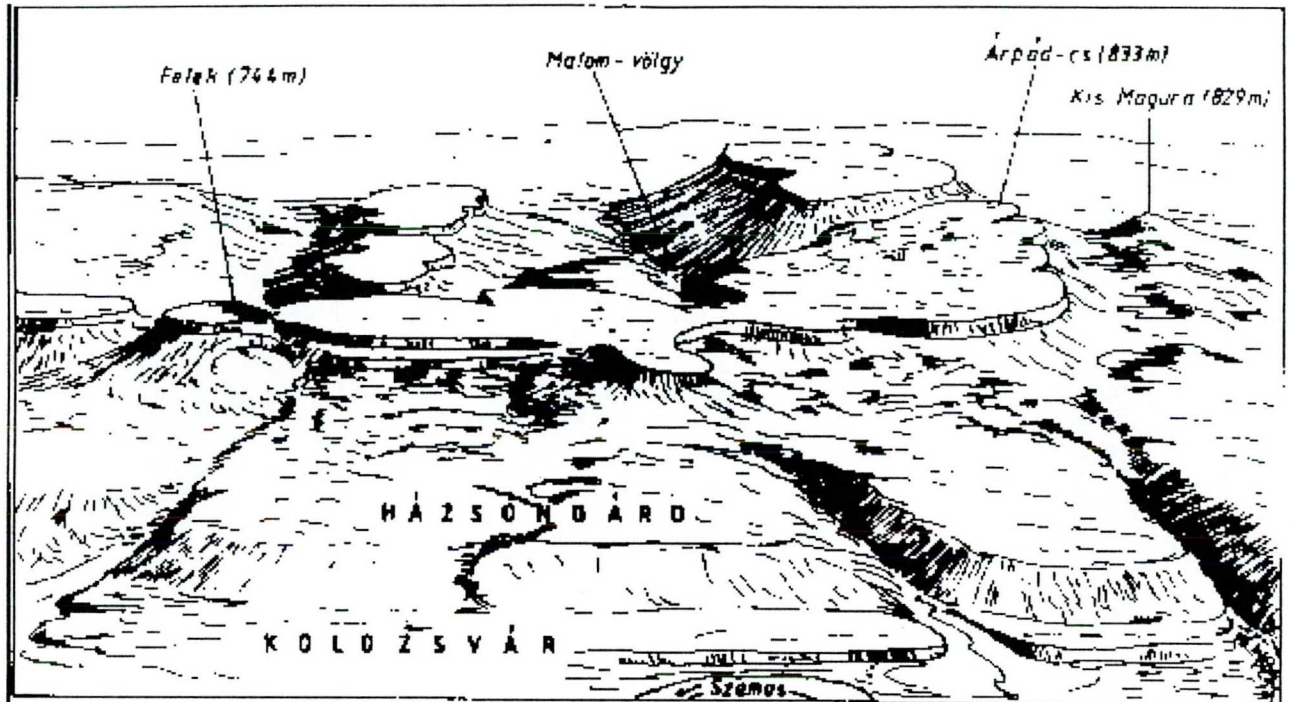
1. A dombok gyüretlen aljzatra lerakott és a Mezőség irányába lejtő eocén, oligocén és szarmata rétegeken alakultak ki. Ez a felszín lényegében az areális erózió, valamint a deráziós folyamatok következtében felszabdalt „eróziós-piemont” szintet képez, mely nyugat felé, az Erdélyi-szigethegység irányába rétegbordákban végződik (Morariu, Mac, 1967). A délen található Feleki-dombvonulatot a legmagasabb csúcsok alkotják: az Árpád-csúcs (833m), a Kis-Magura (831 m) és a Feleki-tető (744 m). Ezzel szemben a várost északról határoló erősen fragmentált dombokat több elszigetelt magaslat képviseli: a Lomb (684 m), a Morgó (653 m), a Tekintő (633 m) és a Diószeg-tető (688 m).

1.1. A Feleki-hegy a Szelicsei Magura kúp alakú csúcsától az Ajtón határában emelkedő Nagy-Csoltig húzódik, és délről határolja a Szamos-völgyet. Cholnoky (1919) a Feleki-hegyet egy enyhén lejtő mezónak tekintette (3.1.ábra). Zömmel bádeni és szarmata homok, homokkő, konglomerátum és vulkáni tufarétegeket tartalmazó eocén agyagos márga, valamint erre települt szarmata homok és homokkő építi fel. A paleocénben tönkösödést szenvedett, majd elfedett, utólag pedig exhumált geomorfológiai szint. A tönkösödés egyértelműen prepontuszi, és e szint az Erdélyi-szigethegységbeli Marisel csonkolt felszín terciárban eltemetődött, majd kiemelkedett legkeletibb része (Pop, 1959).

Mac (1984) szerint a szarmata erózió hatására az Erdélyi-szigethegység körül egy "peritranszilván" eróziós felszín jött létre, mely körülöleli az egész hegységet. Feltételezhetően a feleki szint is genetikailag hasonló eredetű, amit a folyókavics jelenléte is bizonyít. E kiterjedt parapediment egy periferikus, szubszekvens vízhálózat kialakulása miatt lassan felszabdálódott.

Ezek a vízfolyások a hegység és a harmadidőszaki medenceüledékek találkozásánál elhelyezkedő kontinentális eredetű és zömmel folyókavics által képviselt üledéket eltávolították, és ily módon Kolozsvárt nyugatról határoló medencék jöttek létre (Szentlászlói-, Lónai-medence).

Ábra 3.1. A kolozsvári Feleki-tető (Cholnoky, 1919 alapján).



A feleki szint völgyközi hátai keskenyek és elnyúltak, a növényzet nélküli meredek lejtőket torrensek, suvadások és szőnyegszerű rétegcsuszamlások szabdalják fel. Különösen szembeötlő a pannóniai üledék csuszamlásgeneráló szerepe. Mivel a tektonikus mozgások völgyi asszimetriát okoztak, a gyenge állékonyságú pannóniai rétegek általában a meredekebb oldalakon kerülnek a felszínre, ott ahol a csuszamlásos lejtőformálódás lehetőségei még hangsúlyozottabban megvannak. A csuszamlások között keletkeznek a hepék, az időnként tóval borított kis mélyedések (Cholnoky, 1919). A Feleki-vonulat város felőli lejtőjén a csuszamlások a terület 18%-át foglalják el (Mac, 1984). A csuszamlásfészkek hossza a 20 métert is meghaladja, míg a csuszamlások halmaizai a Házsongárdig is elérnek. A Feleki-hegyről eredő patakok (Békás-, Sós-, Zavaros-patak) konszekvens völgyei az ellenálló kőzetekről a márgás-agyagos alapkőzetre való átmeneténél törést szenvednek. Ezzel magyarázható, hogy a völgyek alsó része gyakran feltöltődik. Az alapkőzetig kiürült csuszamlásfészkekben a kis mélységben levő talajvíz források alakjában jut a felszínre. A suvadások agyagos, növényzettől mentes nyelvébe friss vízmosások – a Békás patak és mellékvei – vágódtak. A Pop által (1970) pedimentnek minősített szinten, az enyhén dél felé lejtő, a várossal ellentétes irányú síkokon gyakoriak a folyóvízi erózióval kialakított és deráziós folyamatokkal mélyített és szélesített völgyek. E szint alatt 100-150 m-re található a Havasbükke enyhén megbillent



eocénkorú mészkőpadja, mely dél felé a szarmata rétegek alatt folytatódik. A reliefenergia átlagos értéke 300 m, maximális értéke pedig 525 m (Morariu, Mac, 1967). A mészkőpad egy része az utolsó terasz szintjén található (Pop, 1959). Ahol a kőzet ellenállóbb (homokkő, konglomerátum) kis szuffoziós medencék alakultak ki. Helyenként a kristályos aljzat a felszínre tör, és itt maradnak meg a magasabb csúcsok.

1.2. A medencét északról a Lomb-tető határolja. Ettől nyugatra a Szamos-Nádas-Pappfalvi völgyek közötti vízválasztó, míg keletre a Lomb-Kerekdomb-Csillag-hegy-Szent György-hegy vonulata húzódik.

1.2.1. A Szamos-Nádas-Pappfalvi völgyek közötti vízválasztó felszínét a pontuszi és negyedidőszaki tektonikus mozgások, a fluviális erózió és a pliocéntól a jelenig tartó éghajlatváltozások generálta erózió alakította ki. Két része van: a Nádas-tól délre a Nádas irányába lejtő Hója vonulata, északra pedig a Kardosi dombvidék található. Az alternatív lepusztulás egy 100-150 m magas, déli irányba meredek réteglépcsőt alakított ki, ahol a suvadások és a torrenciális jellegű obszekvens völgyek több részre fragmentálták a szerkezeti platformot. A dombvonulatot főleg eocén mészkő alkotja. A Nádas völgyének keleti részén található a 10 m vastagságú ún. kolozsvári durvamészkő csoport, mely a Nádas-Szamos hegyvonulat zömét alkotja. A Hóját főleg eocén-oligocén intermédia és az ún. Hója rétegek építik fel (Savu, 1964.). Az előbbinek az alsó része meszes márga, középső része mészkő, felső része pedig agyag és márga, míg az utóbbit gyakorlatilag sárgásfehér márgás mészkő alkotja. A legmagasabb pontok a Szent Pál-tető (533 m) és a Hója (503 m).

A Kardos körüli dombság a Hosszú-, a Pappfalvi- és a Nádas-völgy között található. Felszíne a Szamos-hátságára emlékeztet: a mészköveken, vulkáni tufákon és márgán kialakult enyhén hullámos térszint több helyen aktív záporpatakok szabdalják fel. A völgyközi hátakat szerkezeti felszínre képezik, melyeket 100-200 m mély meredek választanak el egymástól. Ahol a rétegfejek felszínre jutnak, ott vannak a legmagasabb pontok: Bérci-tető (528 m), Szőlő-tető (487 m).

1.2.2. A Lomb-Kerekdomb-Csillag-hegy-Szent György-hegy vonulata a várostól északra és északkeletre, a Pappfalvi- és a Meleg-völgy között található. A dombok északkelet-délnyugat lefutásúak, és az térségre az enyhe lejtésű, 2-3 fokos monoklinális jellemző. Itt jelennek meg a dacittufa és agyagmárga tartalmú mezőségi rétegek, melyek szilárdabb változatúak révén „kiválóbb felületalakzat előidézésében lényeges szerepet játszanak a különben is igen egyhangú területen” (Koch, 1900). A Kajántó- és a Pappfalvi-patakok általában rövid folyású mellékvizei felszabdalták a völgyközi hátakat, és jellegzetes, a lakosság által ún. „kerekdombokat” alakítottak ki. A domború, helyenként 150-nél meredekebb lejtőformákon a derázió és a folyóvízi erózió intenzíven pusztítja a felszínt. A sztyeppjellegű növényzet és a miocénkori vulkáni tufára rakodott képlékeny mezőségi agyagot borító pannón homokréteg kedveztek a Cholnoky által leírt suvadások kialakulásának. Az átázott agyagon „megsuvadt” és lecsúszott anyag rendkívül egyenetlen „hepe-hupás” térszint hoztak létre (Cholnoky, 1922). A lejtőláb szakaszán az egymást követő suvadástömböket elválasztó mélyedésekben időszakos tavak képződnek. A román nyelvű szakirodalom ezeket a csuszamlásokat, ahol a csúszólapp a nyíródási felületen gyakran az agyagos kőzeten alakul ki „glimée”-nek nevezi (Mac,

1982). A Kajántói-dombok Kolozsvárhoz legközelebb levő délnyugati részén az agyagos üledékes kőzetek képlékennyé válása miatt iszap- és sárfolyás, helyenként pedig árkos erózió alakult ki. Mindez a tájnak „bad land” jelleget ad (Morariu, Mac, 1967). A Kajántó patak hordalékkúpjának maradványa 7-8 m-rel magasabb környékénél. Felszínén a pleisztocén során lejátszódó krioturbációs folyamatok kis kavicspoligonokat képeztek.

2. A Szászfenes-Apahida medence a Szamos árterületének kiszélesedése következtében alakult ki, és zömmel eróziós-akkumulatív eredetű felszíni formákból áll. Az enyhén szubszekvens jellegű asszimetrikus teraszokkal kísért medencében telepedett meg az ókori város, a mai óvár. Az árterület maximális szélessége 6 km; Monostor és Szamos-Szentmiklós közelében elkeskenyedik. Tavasszal és nyáron gyakran elönti a víz. Területén a geomorfológiai jelenségek száma és intenzitása nagyon alacsony. Kivételt csak a tavasszal és a nyári nagyobb esőzések időszaka képez.

A következőkben a Kolozsvár területén található geomorfológiai szinteket mutatom be, ugyanis ezek jelentősen determinálják a környezeti feltételek, főleg a klíma, illetve a beépítettség és a növényzet változását (3.2. ábra). Maga a geomorfológiai szint gyakorlatilag egy ismert genetikájú felszínnek felel meg. Fejlődésének és alakulásának minden ciklusa ismert, ugyanis az emelkedő felszíni formák különböző stádiumát rögzíti. Abban az esetben ha a vizsgált terület nem szenvedett utólagosan orogenezist, a legmagasabban levő geomorfológiai szint a legrégebb, míg az alatta levők fiatalabbak. A süllyedő szerkezeti formákban a geomorfológiai szintek eltemetődnek (Pécsi, 1991). A Kolozsvár területén található geomorfológiai szintek, a Feleki-tető kivételével mind folyóvízi teraszok, melyek a negyedidőszaki éghajlatváltozás, illetve a differenciált emelkedések következményeként jöttek létre.

A város legnagyobb része a teraszokra épült. Ezek korban és magasság szempontjából is korrelálhatók a magyarországi teraszokkal. Hosszabb szakaszokon követve, az egyes, általában jól kifejlődött teraszok magassága nagyjából konstans. Cholnoky (1922) volt az első, aki részletesen is foglalkozott a kolozsvári teraszokkal, és az általa elsőként leírt Fellegvári-terasz magassága referenciaszintként használatos a magyarországi szakirodalomban.

A Szamos folyása közelében levő 4-6 méteres alacsony, valamint a 6-7 méteres magas árteret csak rendkívüli áradások esetében önti el a víz. A városban a két szint közötti magassági különbség a többszöri rendezés, a csatornázás és a Malom-árok megépítése miatt nem érzékelhető. Mindkét szintet zömmel homok, kavics, valamint kolluviális anyag alkotja. Kialakulásuk az óholocénre, illetve a holocénre tehető, ezt a Kolozsvártól nyugatra, Szászfenes közelében, az árterület anyagában talált holocén fatörzs maradványa bizonyítja (Morariu és Mac, 1967). Az ártér területén, a városon kívül, néhány mikrodepresszió alakult ki (Szamosfalva-fürdő, a repülőtér melletti térség). E két szinten helyezkedik el a Sétatér, a Donát negyed, az egykori Bulgária-telep, a Malom-árkot kísérő utcák, valamint a piac és környéke. A magas ártér szintje jól követhető a Szamos mellékvizeinek – a Nádas, a Békás és a Kajántó-patak – alsó folyása mentén. Az ártérből a Kajántói-patak, a Nádas, a Cigány-patak és a Békás torkolata közelében a patakok helyenként 4-10 magas

hordalékkúpjai emelkednek ki. Az árterek alkalmatlanok az építkezésre, ugyanis a finomabb szemcsájú homok állandó süppedésnek van kitéve. A város területén jelentősen megváltozik a két árter hosszanti és keresztmetszete. Nyugaton, közvetlenül a város előtt, ahol egy egykori meander nyoma látható, az alacsony árter relatív magassága 3,5 m. E szakaszon a folyó baloldalán hiányzik a magas árter szintje. A monostori kis gáttól lennebb a két árter a folyó két oldalán szimmetrikussá válik, magasságuk a 4, illetve a 6 métert is eléri. A magasabb árter 6-7 méteres szintje végig követhető a repülőtérig, ahol eltűnik, beolvad az alacsony árterületbe. A két árterület többszöri egyesülése a Szamosfalva környéki süllyedéssel párhuzamosan a Monostor magasságában történő kiemelkedéssel magyarázható (Savu, 1964). A medence nyugati részen az árterületet borító kavicsösszlet alatt 2-3 m vastag agyagréteg található. A kettő közötti határvonalat források megjelenése demarkálja.

De Martonne (1924) véleménye szerint a 10-16 méteres, II/a teraszon található a Monostor egy része, valamint az egykori Mezőgazdasági Iskola. A neves francia geográfus az általa Kálvária-agronómia terasznak nevezett szint relatív magasságát a 6 méter magas árterhez viszonyította, így egybemosta a felsőbb, II/b terasszal. A Posea (1962) szerint egy 8-15 és egy 18-22 méteres szintre osztható terasz Kolozsvár területén csak helyenként rekonstruálható. A Cigány-, a Papp- és a Békás-patak 1-4 m vastag hordalékkúpja, valamint az alluviális anyag besüppedése még bonyolultabbá teszi e terasz elkülönítését. Egyértelmű, hogy a központ és a régi belváros és az újabban kialakult keleti panelház-negyed ezen a szinten található. A terasz frontja kivehető az enyhén lejtő belvárosi utcákban. Ott, ahol a Felekről leömlő egykori gyors patakok a teraszt több helyen erodálták, az átlagosan 7-8 m-es kavicsréteg vastagsága alig éri el az 1-2 métert. A kavicsréteg maximális vastagsága a város keleti szélén, a repülőtér közelében mérhető. A talajvíz szintje 2 és 10 m között ingadozik, de a csapadékos időszakokban eléri a 0,5 m-t, ami a keleten található szamosfalvi negyed épületeinek alapjait veszélyezteti.

A városi II/b, 22-24 m-es, morfológiailag is könnyen felismerhető terasz helyenként eléggé fragmentált. Jól követhető a Szamos jobb oldalán, a Békás-pataktól keletre, továbbá a Házsongárd alsó részén és a Kálvária körül. A Piski-hídi tér és a Monostor-negyed, valamint a Pata utca kizárólagosan ezen a teraszon található. Homloka a Honvéd-utcával párhuzamos. A 22 m-es szint a Nádas-patak jobb oldalán, a Kővári utca mentén is kirajzolódik. A 8-14 m-es teraszanyagra deluviális agyag és homok rakodott.

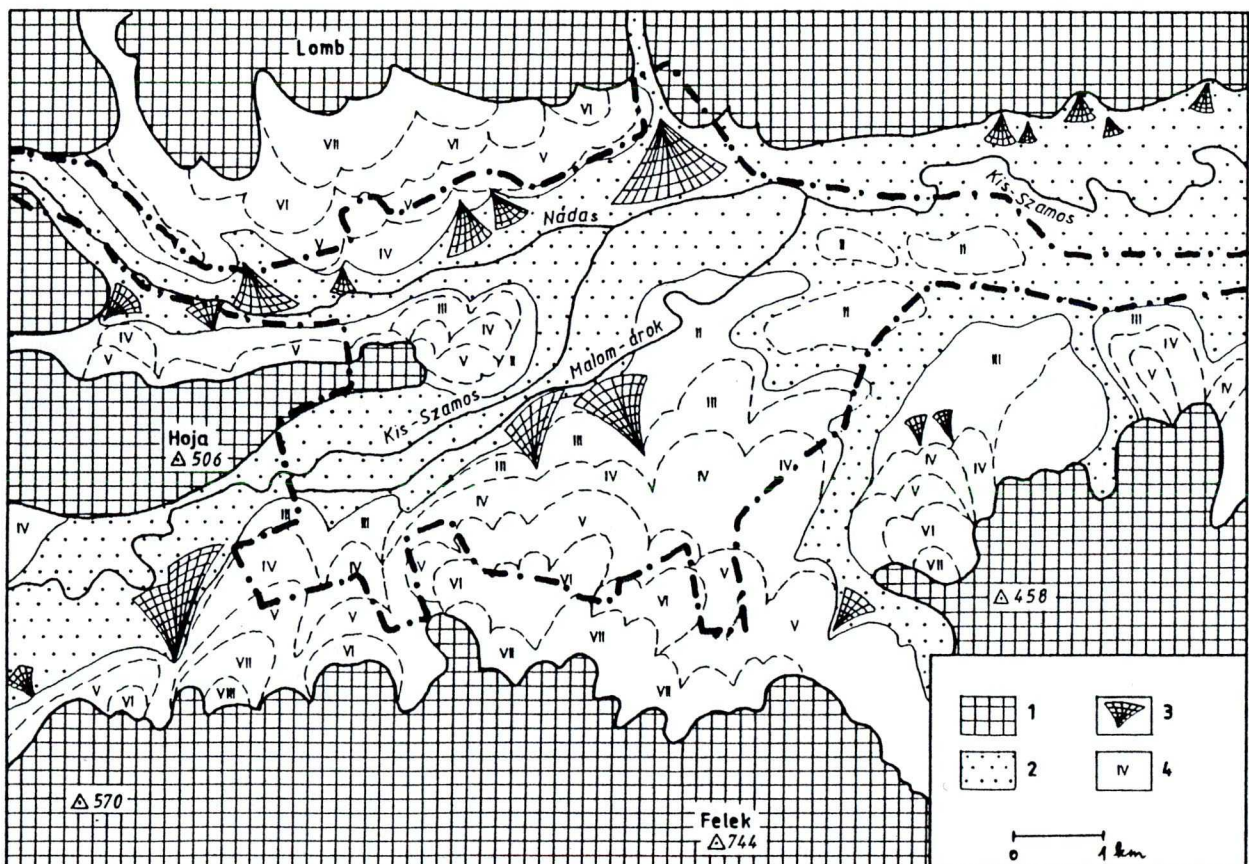
A III., a 30-40 m-es, ún. Klinikák-terasz a legjobban megőrződött szint. A város keleti részén levő Györgyfalvi-negyedben szélessége eléri a 800 m-t is. Az egész negyed erre épült, ezért Györgyfalvi-terasz néven is ismert (Morariu, Mac, 1967). Homloka a Pata-utcával párhuzamosan halad. A Békás patak alsó folyásán, ott ahol a vízfolyás lepusztította, nagyon elkeskenyedik. A Tordai-úttól nyugati irányba újra kiszélesedve, a Házsongárd, a Mikó-kert és a Monostori-negyed területén folytatódik. A Papp- és Monostori patakok 1-1,5 m vastag hordalékkúpja szakítják meg. A Szamos bal partján, e jóval keskenyebb teraszon található a Kismezei-temető. A szint a Nádas mentén újra kiszélesedik a kardosi és kerekdombi negyedekben. A Papfalvi-patak eróziója következtében a terasz egy szigetszerű része elkülönült, amin jelenleg a bácsi téglatelep található. E

legfejlettebb terasz felkavicsolódása a pleisztocén elején játszódott le (Pop, 1959). A 2-7 m vastag kavicsréteg alatt agyagos-márgás összlet található. A teraszt, a felsőbb térségek felől lehordott 5-6 m vastag agyag- és homoktartalmú deluvium borítja (3.1.táblázat).

A IV., Cholnoky által Fellegvári-terasznak nevezett, 60-75 méteres szint a Szamos jobb partján, valamint a Nádas mentén egyformán jól megmaradt. A kolozsvári teraszok közül ez a legfragmentáltabb. Maximális szélessége nem haladja meg a 200 m-t. Dél felé e teraszszint eléggé jól követhető a Borzos- és a Nagy-Szopor alacsonyabb térszínén, ahol a Palocsay kert terül el, továbbá a Tordai úti Hősök temetője, a botanikus kert magasságában. A Pap-pataktól nyugatra a terasz relatív magassága 55 m alatt marad. Ezzel szemben a Nádas mentén több helyen is a terasz meghaladja a 75 m-t. Képződése – a rétegtani adatok alapján – valószínűleg a Mindel folyamán zajlott le. Mac szerint ópleisztocén eredetű (Morariu, Mac, 1967).

Az V. terasz relatív magassága 100-110 m. A csillagvizsgálóinak nevezett terasz valószínűleg felsőlevantei korú (Morariu, Mac, 1967). Zömmel szintén a Szamos jobb partján maradt meg: a monostori erdő, a volt csillagvizsgáló, az egész Hajnal-negyed, a Házsongárd felső része és az Agronómiai Intézet kísérleti erdeje található rajta; 5-20 m vastag homokréteg borítja.

3.2.ábra. A kolozsvári geomorfológiai szintek (jelmagyarázat: 1- Feleki tető szintje, 2- árterület, 3- hordalékkúp, 4-teraszok: II- alsó, III- városi , IV- Klinikák-, V- Fellegvári, VI- Csillagvizsgálói, VII- Békási, VIII- felső terasz).



A Hajnal negyed fölötti ún. szuberózionális völgyekben a szarmata homokréteget az areális erózió lemosta, és felszínre kerültek a feleki konkrécióknak nevezett gömbkövek (Morariu, Mac, 1967). E feleki gömbkövek a lejtős tömegmozgások révén gyakran Kolozsvárig is eljutottak.

A 128-140 méteres Békási vagy VI. terasz homloka erősen lepusztult. A kavicsterasz jól ki-rajzolódik a monostori erdőben (487 m), a Tordai úton és a Borháncsi magaslaton. Területén több mikrodepresszió alakult ki. A csuszamlások miatt a szarmata összetelekből táplálkozó források több helyen is a felszínre kerültek.

Az utolsó, és legmagasabban található VII. terasz magassága 190-220 méter. A felső pleisztocénban, a piacsenzai korszakban keletkezett. 8-12 méter görgetett és deltaszerűen rétegzett kavicsösszlet borítja (Posea, 1962). Délen, a Szamos jobb oldalán ezen a szinten található a Monostori-erdő, a Tordai-út egy része és a Feleki-tetőig terjedő Palocsay-kertnek nevezett nagy kiterjedésű – jelenleg elvaduló folyamatban levő – gyümölcsös. A Havasbükke mészkőplató befedetlen területe ugyancsak ehhez a szinthez tartozik. A terasz legnagyobb részét betakarták a Feleki-tető északi oldaláról a lejtős tömegmozgások által mozgatott csúszási halmazok. Mac szerint ez a szint az előzőleg létezett völgyközi háta erodálása révén jött létre, és a várostól északra is megtalálható a Lomb, a Csillaghegy és a Tekintő magasságában (Mac, 1970). A vízhiány miatt eddig csak gyümölcsöskertként használt szintet, a városi növekedés következtében az utóbbi években kezdik beépíteni. A területén levő suvadásokat Cholnoky (1919, 1922) írta le.

A két utolsó terasz kialakulásában jelentős szerep tulajdonítható a Riss idejében beinduló kéregmozgásnak.

A város területén levő lejtőkategóriákat elemezve kitűnik, hogy Kolozsvár területének egyharmada 2%-nál enyhébb lejtésű. Ez a kategória a belvárosban, az árterületen és az alacsonyabb teraszokon van túlsúlyban. A város területének egynegyede 10-20%-os lejtésű. A további sorrend: 21,9%-nyi részarányuk van a 4-10%-os, és 5,5% jut a 3-4%-os dőlésű térségeknek. A 20%-os lejtőt meghaladó meredek oldalak a város területének mintegy 13,8%-át uralják. Főleg a Fellegvár déli és a Feleki-hegy északi részén helyezkednek el. A lejtőkategóriák típusának szerepe van a beépítettségi fok, valamint az antropogén terhelés mértékének alakulásában.

A geomorfológiai felmérés alapján megállapítható tehát, hogy Kolozsvár tíz geomorfológiai szinten helyezkedik el. Ezek az alacsony és magas ártér, a hét terasz és a Feleki-hegy lepusztult szintje. Mindegyik szint – elhelyezkedése, magassága, kitétsége alapján – más és más ökológiai feltételeket biztosít.

3.1. Táblázat. A kolozsvári geomorfológiai szintek főbb tulajdonságai és párhuzamosításuk a Duna teraszaival.

Duna terasz	Kolozsvári szint	Feltételezhető kor (Morariu és Mac, 1967)	Relatív magasság (kisvízmederhez képest)	Jelenlegi helyzet	Régi helyzet	Üledékei	Szennyezettséggel szembeni érzékenység	Beépítettség kategóriái	Mozgásveszély
I. a	alacsony ártér	holocén	4-6 m	dombláb	-	2-3 m	felszíni szennyeződésre kevésbé érzékeny	2	stabil
I. b	magas ártér	óholocén	7-8 m	dombláb	-	3-4 m	felszíni szennyeződésre kevésbé érzékeny	2	stabil
II. a	alsó terasz	würm I.	10-16 m	dombláb	glacis	7-8 m	felszíni szennyeződésre kevésbé érzékeny	5	stabil
II. b	városi (Kálvária) terasz	würm II.	22-24 m	dombláb	glacis	8-14 m	felszíni szennyeződésre kevésbé érzékeny	4	stabil
III.	Klinikák (Házsongárdi) terasz	riss	30-40 m	dombláb	glacis	7-13 m	felszíni szennyeződésre kevésbé érzékeny	3	stabil
IV.	Fellegvári terasz	mindel	60-75 m	tető	glacis	5-20 m	felszíni szennyeződésre kevésbé érzékeny	2	mozgásveszélyes
V.	Csillagvizsgáló terasz	günz	100-110 m	dombláb	glacis	7-18 m	felszíni szennyeződésre kevésbé érzékeny	3	stabil
VI.	Békás terasz	alsópleisztocén	128-140 m	dombláb	glacis	8-12 m	felszíni szennyeződésre kevésbé érzékeny	1	labilis
VII.	Felső terasz	felsőpannón (piacsenzai)	190-220 m	glacis	marinus abrázíós színlő	9-15 m	részben erősen érzékeny a karsztos képződményeken	1	stabil
VIII.	Feleki szint	szarmata-alsópannón (pontuszi)	390-440 m	tető	tető	3-12 m	felszíni szennyeződésre nagyon érzékeny porózus képződmények (szarmata homok)	1	labilis

## 4. Kolozsvár talajai

## 4.1 Kolozsvár és a városkörüli talajok általános tulajdonságai

A várost komplex rendszere és a városi környezet antropogén terhelése csak a környezeti részrendszerek tanulmányozása révén ismerhető meg. A városökológiai rendszer egyik összetevője a talaj, mely a többi alrendszer „hordozója”, s mint ilyen alkalmas a tájban, esetünkben pedig a városban lezajló ökológiai változások kimutatására (Farsang, 1996). Kolozsvár városökológiai feltételeinek kutatása szempontjából fontosnak ítélem a talajok tulajdonságainak megismerését. A talaj tulajdonságai befolyásolják pl. a nehézfém-terhelést, amely nemcsak szennyezési mutató, hanem segítségével kiértékelhető az antropogén-technogén hatás mértéke, az ún. hemerobiaszint. Ennek ismeretében konfliktustérkép készíthető.

Kolozsvár közvetlen környékén általában csernozjom, a kambikus B szintű kilúgozott csernozjom, valamint az agyagbemosódásos barna erdőtalajok fordulnak elő. Az előbbiek északon és délkeleten terjedtek el, az utóbbiak a város központja és Felek közötti teraszokon és a várostól északnyugatra található. A Szamos és mellékfolyója, a Nádas árterületén zömmel alluviális nyers öntéstalajok dominálnak. Helyenként foltokban glejes-szintes vagy pszeudoglejes fekete réti talaj is előfordul. A város közvetlen környékének taljai inkább enyhén savanyúak, illetve lúgosak, ami pedig szövetüket illeti, zömmel az agyagos vályog van túlsúlyban (4.1. Táblázat).

4.1. Táblázat. A kolozsvári és a környék talajainak fizikai és kémiai jellemzői.

Szövet	a város körüli talajok szövege (%)	a városi talajok szövege (%)	Kémhatás	kémhatás a város körül	kémhatás városban (%)
durva homok	-	9,9			
homok	1,1	8,7	erősen savas	5,4%	
vályogos homok	4,7	2,4	savas	5,0%	10,9
homokos vályog	5,3	5,9	enyhén savas	39,3%	11,1
vályog	17,4	14,9	közömbös	19,9%	28,3
agyagos vályog	48,1	41,9	lúgos	24,6%	33
iszapos agyag	6,2	4,1	erősen lúgos	5,8%	16,7
agyag	5,3	3,4			
iszapos agyagos vályog	11	8,8			

#### 4. 2. A városi talajok ismérvei

Az emberi települések kialakulása mindig is a természetes növényzet rovására ment végbe: megritkultak az erdők, majd teljesen eltűntek a fás és a füves formációk. Kevésbé látványos a talajok alakulása, degradációja: az öntözés, a trágyázás, majd feltöltés vagy elszállítás következtében a városi talajokra a természetestől gyökeresen eltérő fejlődés, és az erős ún. technogén-antropogén hatás jellemző.

Általában városi talajok kategóriájába tartoznak mindazok a városi vagy külvárosi talajok, amelyeknek a felső 50 cm vastag szintje nem mezőgazdasági, de az emberi tevékenység következtében zavart, degradált vagy átkevert jelleget ölt (Held, 1998).

A német nyelvű szakirodalomban gyakran használják a városi talajok megnevezés helyett az antropogén talajok kifejezést (Billwitz und Breuste, 1980). Antropogén talajról akkor beszélhetünk, ha a pedogenetikus tényezőket befolyásoló mesterséges hatások a természetesnél jobban érvényesülnek, és következtükben a természetes körülmények között kialakult talajoktól eltérő morfológiájú talajok keletkeznek (Runge, 1975).

Pontokba foglalva a városi talajok legfontosabb jellemzői a következők:

- heterogének, mert a talajba beépülő építkezési anyagok különböző eredetűek, illetve a város genetikailag is különböző talajokra épült;
- magas a szerves- és tápanyagtartalmuk mivel előzőleg zömmel szántóterület vagy más jellegű mezőgazdasági területek (szőlős, gyümölcsös) voltak; ugyanakkor a gyorsan lebontható szerves anyagok jelenléte kedvez a mikrobák felszaporodásának, amely a gyökérszóna oxigénhiányához vezet;
- bázisokban gazdagok (a cement, a beton, az építkezési anyagmaradék, a korom és a por növeli a talaj pH értékét);
- az útszéleken magas a nitrogén- és foszfortartalmuk, télen pedig a sózás miatt a konyhasó-tartalom;
- magas a nehézfém-koncentrációjuk;
- tömörek az építkezések és a taposás miatt;
- bolygatottak, nem őrzik meg az eredeti profiljukat;
- hőmérsékletük magasabb, ami növeli az evapotranspiráció értékét, s csökkenti a talaj nedvességtartalmát.

A városi talajok főleg a fedőrétegük alapján térnek el a természetes talajoktól (Billwitz und Breuste, 1981). Az antropogén fedőréteg főbb ismertetőjelei a következők:

- gyakran nagyon magas, az 50%-ot is meghaladó a mesterséges vázanyag (murva-, kavics-, téglatormelék) részaránya;
- a belváros területén vastagsága általában 1-1,5 m;



- semlegesek vagy bázikusak (az alacsony pH érték nagyon ritka);
- humusztartalmuk 0,5 és 2% közötti;
- textúra szempontjából nagyon inhomogén;
- természetes (eredeti) szerkezete és felépítése legtöbb esetben nem állítható vissza.

Kolozsvár talajfejlődésének városi időtartama helyenként a központban meghaladja az 1500 évet. Az óvárban, amely alapja római kori, a fokozatos feltöltés hatására az eredeti talajsint már 1,5-2,2 m mélyen van (4.1.ábra). A fiatalabb városrészekben még kisebb foltokban megtalálhatók az eredeti talajtípusok.

4.1. Ábra. A belvárosi talajszelvény felső részén 1,5 m vastag technogén réteg található.



A városokban a talajok legnagyobb részét az épületek és utak alapozása miatt felássák vagy eltávolítják. Gyakran megbolygatják a talaj szerkezetét, bontások alkalmával pedig a nagy mennyiségű törmelékanyag (tégla, vakolat, salak, bitumen, üveg, cserép) a talajba kerül. A háztartások szerves hulladékai, az ipari hulladékok minden korban sokkal nagyobb mértékben keletkeznek, mint amennyit elszállítanak vagy újrahasznosítanak, ezért a város felszíne, az ún. kultúr- vagy technogén réteg, fokozatosan emelkedik.

A városi talajok szerkezete, hasonlóan a természetes körülmények között levőkhöz, rendszerint a szemcsés-morzás típusú fejlődik. A városi környezet és a városi területhasznosítás megakadályozza a kedvező talajszerkezet kialakulását, ugyanis a nagyobb terhelés miatt a talajok összetömörödnek. Különösen kedvezőtlen, ha a nedves és telített talajon közlekednek. Többek között a taposás az oka, hogy Kolozsváron egyetlen parkban sem létezik gyepek. A talaj szerkezeti érzékenységére jellemző, hogy a nagysúlyú teherautók okozta vibrációk az utak melletti talajoknak még a felszíni összetömörödési hatásvonala alatti szintjeit is összetömöríthetik.

A városi talajok textúrájára jellemző, hogy a homokfrakcióban nagy az eredeti törmelékanyag hányada, és a talaj korábbi homokfrakciója a lebomlott törmelékanyag kisebb szemcseméretű részével igen nagy keménységű aggregátumokat képez.

Ami a városi talajok kémhatását illeti, közhelynek tűnik, hogy általában a városok természetes talajokra (erdő-, réti-, láp-, és öntéstalajok stb.) telepedtek, s e talajok koruk, alapközetük, domborzati helyzetük és természetesen pH tekintetében is különböznek egymástól. Fejlődésük a városi körülmények között eltérő, de felfedezhetők közös sajátosságok is. Az intenzív urbán vagy az agrár használat (művelés, meszezés, műtrágyázás, öntözés, drénezés) megváltoztatja a talajok sajátosságait.

A városi talajok általában mély rétegűek, alacsony a víztároló képességük, és ezért szárazak. Összehasonlítva az azonos genetikájú városi és természetes talajokat, az előbbieket paraméterei jóval eltérnek: például a podzol természetes körülmények között az erdőben nagyon savanyú, ezzel szemben az utak mentén levőknek a pH értéke megnő az alkáli hulladékok, valamint a szerves anyagok hatására. Kolozsvár esetében a városi talajok kémhatása jóval eltér a városkörüli talajok pH értékétől, ugyanis magasabb a lúgos és a közömbös érték, illetve hiányoznak az erősen savanyú talajok (4.1. táblázat).

A városi talajok általában a városkörnyéki talajokhoz képest alkalikusak, mivel az építkezések hulladéka a talajba kerülve megemeli a talaj kalciumtartalmát. Ezzel magyarázható a mészkedvelő növények, mint például az erdei iszalag (*Clematis vitalba*), a kék csatavirág (*Polemonium coeruleum*), egy tárnicsfajta (*Centaurium erythraea*) vagy a sásfajta (*Carex flacca*, *C. pairae*) megjelenését és elterjedését a városi élőhelyeken (Kunick, 1979). Az utak mellett mért magas Na- és Ca- kloridtartalom, mely 8,5-9 körüli pH-t eredményez, az utak jégmentesítésére használt konyhasóból származik. Ott ahol a szokottnál magasabb a talaj sótartalma, sótoleráns növények jelennek meg: fehér tippán (*Agrostis stolonifera*), útilapúk (*Plantago maritima*, *P. Major*), libapimpó (*Potentilla anserina*), közönséges mézpázsit (*Puccinellia distans*), mezei aszat (*Cirsium arvense*), heverő zöldhúr (*Sagina procumbens*), mezei csorbóka (*Sonchus arvensis*), fehér lóhere (*Trifolium repens*) stb. Nyáron a kalciumban gazdag öntözővíz is emelheti a talaj pH-ját.

A városspecifikus területhasznosítás a talajok egyfajta eutrofizációját okozza. A szerves károsító hatású anyag tartalma is könnyen megemelkedhet ha a talajokat kőben és karbonátban

gazdag építési törmelékkel keverik össze.

A parkok, ill. kertek talajai a mély átforgatás, az intenzív szerves trágyázás, a gyakori locsolás miatt mélyen humuszosokká válnak, amelyek már a hortisol jegyeit mutatják. Olyan talajok is vannak, melyeket nagyon gyakran használnak és a vegetációt rajta rendszeresen megsemmisítik, így tetején egy a vizet visszatartó megvastagodott felső réteg alakul ki. Emiatt a talaj nem képes átlegegőzni, a gyökerek nem tudnak mélyre hatolni. A talajok természetes fejlődése a felső 30 cm-es rétegben korlátozott az intenzív hasznosítás miatt (pl. a bioturbáció hiánya tapasztalható).

A természetes üledékek, elsősorban a folyóvízi üledékek, melyekre Kolozsvár települt, természetes úton is – az alkáliák miatt – bázikus kémhatásúak, de ezt tovább erősítik a meszes építési hulladékok.

A felszín alatti vizek a talajjal együtt fokozatosan változnak. A legfontosabb, hogy az intenzív városi vízkimelés miatt jelentősen csökken a talajvíz szintje a város alatt. Különösen veszélyes lehet a nagy kapacitású vízművek üzemeltetése, melyek az élőhelyek veszélyeztetése mellett rontják az épületek statikus állapotát. Kolozsváron ez a veszély nem áll fenn, ugyanis a teraszok és a Kis-Szamoson található Gyalui-víztároló vizének felhasználása révén a város vízellátása egy ideig megoldottnak tekinthető.

A fennebb említett jellemzőkön kívül lokális sajátosságok is érvényesülnek a városi talajokban. A városi kertek vagy a zöld területek talajai a túlzott szerves anyag utánpótlás és műtrágyázás miatt szerves anyagokban feldúsulnak, valamint az intenzív öntözés következtében túlnedvesednek. A sűrűn beépített belvárosi negyedekben a talajokat házak és aszfaltutak takarják, de a fedetlen talajfelszínek is törmelékkel, hulladékkal szennyezettek.

A városban megmaradt zöld területeken a közlekedés nagyon gyakran a talajfelszín ledöngöléséhez vezet. Mindennek következményeként csökken a talaj tápanyag- és humusztartalma, kipusztul a talaj mikroflórája, a tápelemek aránya negatív irányba módosul. Az utak téli sózása következtében megnő a talajok Na, Mg, Ca, és Cl tartalma, attól függően, hogy közönséges konyhasót, magnézium-kloridokat vagy kalcium-kloridot használnak. Az érzékenyebb fajoknál levélnekrózis, korai lombhullás jelzi a Na és a Mg fokozott feldúsulását (Kovács Margit és tsai., 1981). A sók a talajok fizikai és vegyi tulajdonságait jelentősen megváltoztatják. Például kicserélődnek a Ca ionjai, és ha a kicserélhető kationok közül 5%-ot ér el a Na és 5% fölötti a Mg értéke, akkor több változás játszódik le a talajban:

- bő csapadék esetében peptizálódnak a talajkolloidok, és mivel a kolloidok nem képesek megtartani a tápanyagot, azok mélyebb szintbe mosódnak;
- csökken a kapilláris vízemelés értéke;
- a talajból a talajvízbe kerülő kloridok egy bizonyos határértéken túl ihatatlanná teszik a vizet.

### 4.3. A városi talajok osztályozása

A városi talajok legfontosabb osztályozási kritériumai közé az antropogén hatás intenzitása, a talajok felhasználásának módozata, a talaj morfológiája, a szemcsenagyság és a talajképző anyagok eredete (háztartási szemét, ipari hulladék, építkezési anyagmaradék) sorolhatók. Léteznek vélemények, amelyek szerint nem beszélhetünk városi vagy antropogén talajokról, ugyanis ilyenek de facto nem léteznek, csak antropogén talajfedőrétegek vannak, mert a talaj kialakulása hosszú időt vesz igénybe, míg az antropogén eredetű fedőréteg a területhasznosítás függvényében gyakran néhány hónap vagy év alatt elérheti a 150-260 cm vastagságot is, és ezzel párhuzamosan a mélyben levő természetes talajok foszilizálódási folyamaton esnek át (Billwitz und Breuste, 1980). Ezek alapján a városi talaj fedőrétegei nem a réteg ismérveinek változása szempontjából, hanem a "szubsztrátum", vagyis az alapkőzet és az eredeti potenciális, vagyis a természetes talajtípus jellegének kritériuma szerint osztályozhatók.

Avery szerint morfológiai és szerkezeti szempont alapján a városi talajoknak két csoportja van: az elsőbe kerülnek az ún. humuszos antropogén talajok, melyeknek rendkívül vastag sötét színű jól rétegzett A szintjük van (Mucsi, 1996). Ez a típus a régi kertekben, parkokban található, ahol a mélyszántás vagy ásás és a bőséges szerves anyag utánpótlás eredményezi e típus kialakulását. A háztartási szerves anyagok kertekben történő komposztálása a másik folyamat, mely hasonló talaj kialakulásához vezet. A következő talajszintekben megtalálhatók a nehezebben lebontható anyagok, háztartási törmelékek is (pl. cserép, porcelán, üveg). Mélyebben akár a korábbi épületek maradványait is megtalálhatjuk. A humuszos antropogén talajok 40 cm-nél vastagabb humán réteget tartalmaznak, ahol az ásványi alkotók keverednek a háztartási szeméttel.

A másik főcsoportot az ún. zavart profilú talajok képezik, melyek vastagsága meghaladja a fél métert. E típusba nagyrészt mesterséges anyagokat tartalmazó talajok tartoznak, és főleg a vékony humuszréteg vagy annak teljes hiánya indokolja az előbbi kategóriától való elhatárolódását. Többféle változatuk megjelenhet a városban attól függően, hogy milyen alapkőzeten, klímán, domborzaton alakultak ki. Legfőbb tulajdonságuk az A0, A, B vagy BC szintekkel rendelkező szelvény. Ebben az esetben a C szint képezi a zavart kőzetfelszínt.

Véleményem szerint ha a talajfedőréteg ismérveit és ugyanakkor a potenciális talajtípus attribútumait is figyelembe vesszük, három kategória határolható el:

1. a mesterséges szubsztrátumú (talajidegen, mesterséges anyagot tartalmaz);
2. a mesterséges és természetes szubsztrátumú (az eredeti talajba mesterséges anyagok keverednek);
3. a csak természetes szubsztrátumú talajkategóriák.

A fennebb bemutatott osztályozási szempontok figyelembevételével Kolozsvár esetében a következő talajtípusok különíthetők el:

1. A mesterséges szubsztrátumú talajok kategóriájába zömmel a kemény felszínek talajai tartoznak, melyek aszfalt-, beton- és murvafelületeken, kockaköves utak repedéseiben, lerombolt épületek helyén, tetőkön, a fal repedéseiben, sőt háztetők ereszeiben figyelhetők meg. A talajosodás korai fázisában vannak, elegendő táplálékot biztosítanak néhány urbanofiton növény számára (*Taraxacum officinale*, *Syntrichia ruralis*, *Bryum argenteum*, *Homalothetium sp.*). Ezek a talajtípusok gyakran olyan kis felületeket foglalnak el egymás mellett, hogy még egy közepes méretarányú talajtérképen sem ábrázolhatók. E csoportba tartoznak a vágánytalajok is, melyek általában magmás eredetű, antropogén kavicsanyagon jönnek létre. A repedésekben a megtelepedő talajanyagok alacsony ólomszennyezésű száraz élőhelyet alakítanak ki, ahol xerofil gyomnövények (*Bromus*, *Plantago*, *Artemisia*, *Convolvulus* fajok) vegetálhatnak. Ilyen jellegű, nagyon kezdetleges szerkezetű talaj alakult ki a vasúti vágányok mentén, továbbá ott, ahová kavicsanyagot, salakot vagy meddőhányók anyagát szórták le. Jó példa erre a régi gyárnegyed sportlétesítményének környéke, a keleti ipari negyed területének jelentős része és a szamosfalvi katonai kaszárnya felé vezető úti egykori szántóterületek (jelenleg katonai gyakorlótér).

2. A város területét általában a kevert jellegű, vagyis mesterséges és természetes szubsztrátumú talajok uralják. Ezek lehetnek:

2.1. Egyszintű A/C vagy A/BC szelvényű talajok (a Sétatér és a sportpark talaja). Az eredeti, természetes autochton talajsintre egy mesterséges anyagot is tartalmazó felső réteget helyeznek, mely összetömrődik a régi talajjal.

2.2. Több kultúrrétegen kialakult talajok, melyeknek a "humán" eredetű rétegei legalább 30 cm vastagok, és egyáltalán nem mutatnak horizontális talajfejlődési folyamatokat. Idővel jól elkülöníthető humuszréteg jön létre a felszínükön (4.2. ábra). Altípusai közül a következők említhetők meg:

a. Téglatörmelék talaj. Olyan antropogén eredetű talaj, mely általában ún. pararendzinává alakul át (Mucsi, 1996). A téglatörmelék rétege gyakran a régi talajjal vagy mélyebb talajrétegekkel keveredik. Vegyileg abban különbözik a rendzináktól, hogy olyan nemkarbonátos anyagokat tartalmaz, melynek karbonát tartalma nem éri el a 40%-ot. A pararendzina sekély, vízáteresztő, és hamar kiszárad. A cementtöredékek ugyanakkor megnövelik e talaj magnéziumtartalmát. Elsősorban korábban beépített területeken figyelhető meg. Kolozsváron ilyen talaj található a keleti panelháznegyed nagy részén, ahol az egykori Bulgária-telep (hóstát) családi házainak maradványait a földgyaluk egyszerűen betaposták a talajba. Másik példa a jelenleg felszámolás alatt álló belvárosi cigánytelep talaja, amit az agresszív ruderalis növényzet nagyon gyorsan belepelt.

4.2.ábra. A Főtéren látható talajszelvény. A szelvény alapját antropogén-technogén réteg képezi, amire alochton öszszletet helyeztek.



b. Vegyi hulladékokat tartalmazó talaj. Az antropogén talajok valamilyen több kultúrrétegen kialakult talajjává változhatnak, de a lerakott réteges hulladékok toxikus anyagtartalma magas lehet. Ilyenkor a talaj pH-ja extrém értékű, és a mérgező anyagok a talajba szivárognak. Kolozsváron elsősorban a gyógyszeripari létesítmények közelében és a szemétlerek mellett alakulnak ki.

c. Zavart talaj. Az antropogén talajok profilja ranker típus alluviális talajjává alakulhat, melyben a humuszos réteg átveődik a rétegzett C szintbe. Ezek a talajok a feltöltött területeken fordulnak elő, ahová 40 cm-nél vastagabb "idegen" talajt hordtak.

d. A technogén vagy átkevert talaj. Az ember városrendezési és gazdasági tevékenysége során egy új kőzetet hoz létre, az építési törmeléket, mely különleges talajtípust alakít ki, a technogén talajt (Mucsi, 1996). Ide tartoznak a beton és a hamu által beborított talajhorizontok, amit nem nevezhetünk kimondottan talajoknak, ugyanis inkább heterogén rétegekből állnak. E csoport egyik legfontosabb altípusát az ún. építkezési törmelékből kialakult talajok képezik. Idővel, hasonlóan a téglatörmelék-talajhoz, a törmeléken száraz alkáli talaj, pararendzina alakul ki. A törmelék megváltoztatja a talaj vízáteresztő- víztartó képességét, illetve levegőzöttségét. A mélyebben lévő szinten talajhorizontok alakulnak ki. Ilyen rétegek találhatók például az óvárban, az állomás környékén, ahol a háború folyamán lebombázott épületeket újjáépítették.

3. A természetes szubsztrátumú városi talajok három alosztályba sorolhatók.

a. E kategória legjelentősebb képviselője a hortisol, vagyis a természetes körülmények között lejátszódó litogenezis során létrejött kerti talaj. Ebbe a kategóriába idős, bolygatatlan, a felső 50-80 cm magasságban egyenletesen nagy humusztartalmú, természetes talajanyagban gazdag talajok tartoznak. Ilyen talajok főleg a városperem régi kertnegyedeiben, a század elején épített "tisztviselő-negyedekben", az egykori úri kertek területén és a városperemi mezőgazdaságilag hasznosíthatatlan területeken vannak (Molnar, 1969).

b. Szintén ebbe a csoportba tartozik a hulladéklerakók talaja. Ezek az egykori várostól messzi, természetes feltételek között létrehozott területeken alakultak ki. A hulladéklerakók területén a háztartási hulladékok és a szikkasztott szennyvizek felhalmozása egy új, extrém viszonyokat létrehozó talajtípus kialakulását tette lehetővé. A szerves anyagok jelenléte kedvez az azokat lebontó mikrobák elszaporodásának. A lebomló szerves anyagok révén megnövekszik a talajok nitrogén- és foszfortartalma, eutrofizáció játszódik le, amit a nitrogénkedvelő gyomnövények (*Chenopodium*, *Urtica*, *Amaranthus* fajok) jelenléte is jelez. Ugyanakkor e talajok sókban szegények, és a redoxi folyamatok következtében keletkezett szulfidok miatt fekete színűk lesz. A megtelt és talajréteggel lefedett, befásított hulladéklerakókban keletkező metán, kénhidrogén, mangán káros a növényzetre, ugyanis a gyökerek gyorsan elhalnak, és nem képesek tovább felvenni sem vizet, sem tápanyagot. Jellemző, hogy ezekben a talajokban a talajlevegő 50%-át metán, 30%-át pedig széndioxid teszi ki (Kádár, 1995).

c. E főkategória harmadik változata az in situ talaj. Ez a réteges váztalaj több kultúr-rétegen létrejött talajjal alakul át. Vékony réteges ásványi felhalmozódásokat képez, melyek a helyi, antropogén hatás alatt végbemenő mállás eredményeként jöttek létre. Elsősorban a meredek partokon, útszéleken vagy nagyobb épületek tövében keletkeznek. Elterjedtek nem városi környezetben is. Helyenként a Szamos partján és a Fellegvár nyugati és északi meredek oldalán fordulnak elő.

Véleményem szerint a kolozsvári talajok általam végzett osztályozását egy városi talajtérkép alá tudná támasztani. A térkép elkészítésének lehetősége meg is lett volna, hiszen annyi fúrás, építkezés, amennyi az utóbbi években lezajlott lehetővé tette a talajtípusok felmérését. A térkép megszerkesztésére mégsem vállalkozom, mert a város területén oly mértékben váltakoznak a talajtípusok, hogy lehetetlen minden foltot feltüntetni, és emiatt a nem biztos, hogy valóságos lenne.

#### 4.4. A városi talajokat szennyező anyagok

A természetes folyamatokhoz viszonyítva az emberi tevékenység révén nagyságrendekkel több elem szóródik szét a környezetben. A talajok szennyeződését elsősorban a légkörből származó anyagok lerakódása, vagyis a talaj felületén történő imisszió okozza. A városok és az ipari zónák talajainak potenciális toxikus anyagait (arzén, réz, ólom, bór, cink, nikkel) vizsgálva megállapítható, hogy ezen anyagok mennyisége több esetben is meghaladta a megengedettet. A szennyező források közé sorolható a hamu, a por, a szennyvíz, a kipufogó gázok, az ipari légszennyezés, a tüzelőanyagok elégetésekor keletkező füst. A falusias jellegű városrészekben és a környező településeken (Felek, Szelicse, Györgyfalva, Pappfalva stb.), ahol még nincs kiépítve a gázvezeték és a csatornázás, a talajt legjobban a trágyalé, a fa festésére és konzerválására használt festékek és a nagyon elterjedt kátránypapír szennyezi. Ugyanakkor a városon belüli nagyobb zöldfelületek is magas bór, réz, ólom, cink és nikkel tartalommal bírnak.

A homoktalajokban a szennyező anyag a jó vízvezetés és az alacsony agyagtartalom miatt kimosódik, míg a nagyobb agyagtartalmú talajokban és üledékekben felhalmozódhat az ólom, a cink, a réz. Ezek az elemek az agyagásványokhoz kapcsolódhatnak.

A városok talajaiban jóval nagyobb koncentrációban vannak jelen a különböző peszticidek (DDT, PCB, aldrin, dieldrin, eldrin, heptoklór, lindán, malation, paration stb.). Ezek részben gyártási és háztartási hulladékként, valamint mezőgazdasági területekről (kiskertek, fóliák) kerülnek be a városi talajokba (Kádár, 1995).

#### 4.5. A talajban előforduló nehézfémek és azok hatása

A nehézfémek környezetünk alkotóelemei, melyek természetes körülmények között is jelentős koncentrációban fordulnak elő. A XX. században a környezetszennyezés egyik égető kérdése lett a levegő, a vizek, a talajok és ebből következően a növények, valamint az emberi szervezet nehézfém-terhelése. Így lényegesen megnőtt a biológiailag lebonthatatlan és az élő szervezetben felhalmozódó nehézfémek stresszhatása, és ezáltal ökológiai jelentősége. Ebből a szempontból eltérések mutatkoznak a különböző tájak talajaiban. Túlterheltek a városi-ipari és a mezőgazdasági megművelés alatt levő talajok.

Az alábbiakban az általam vizsgált hat nehézfém viselkedésének rövid jellemzését vázolom.

A litoszféra átlagos kobalttartalma 18 ppm, a növényekben 1 ppm értékben fordul elő, és főleg a gyökérben akkumulálódik (Kádár, 1995). A talajban a vas- és mangán-oxidokhoz kötődik. Általában a városi talajokra jellemző kilúgozás csökkenti a kobalt felvehetőségét. A meszezés szintén negatívan befolyásolja a talaj által felvehető fém mennyiségét. Mivel a kobalt kis mennyiségben nem mérgező, sőt bizonyos mértékben szükséges az élő szervezet számára, csak nagyon terhelt



ipari körzetekben, illetve forgalmas autópályák mentén jelenthet veszélyt.

A földkéreg átlagos mangántartalma 800 ppm, míg a talajé 20-40 ppm. A mangán a talajban különböző vegyületek formájában fordul elő. Ezeknek egy része oldható (mangán-szulfát, mangán-klorid), másik része oldhatatlan (mangán-oxidok, mangán-karbonát). A mangán-oxidok befolyásolhatják a nehézfémek talajbeli felhalmozódását (Farsang, 1996). Az emberi tevékenységek közül a mezőgazdaság az, amely a legnagyobb mértékben járul hozzá a mangán talajbeli feldúsulásához. Ugyanis a mangán fontos tápelemet jelent a növények számára. Túlzott feldúsulása veszélyes lehet az emberre nézve. A mangánhiányt a szárazodás és a talaj meszezése válthatja ki, ez viszont a növényekre kedvezőtlen.

A nikkelt főleg a szerves (humusz) anyagokhoz stabilan kötődve hajlamos a talaj felső rétegében maradni. Talajban az átlagszintje 10 ppm körül van. A Ni felvehetőségét a talaj szervesanyag-tartalma szabja meg. Kivonhatóságát és felvehetőségét csökkentheti a talaj meszezése, a szervesanyag-tartalom növelése, a foszfor és a magnézium adagolása. Mennyiségét a talaj adszorpciós helyei és a komplexképző vegyületek jelenléte is befolyásolhatják. Nikkeltartalmuk alapján a talajok két csoportba oszthatók (Kádár, 1995):

- az alacsony nikkeltartalmú talajok általában 5 ppm-nél kevesebb nikkelt tartalmaznak. Ezek általában homokkövön, mészkövön és savanyú vulkáni kőzeteken képződnek.
- a magas, az 500 ppm értéket is meghaladó nikkeltartalmú talajok bázikus vulkáni kőzeteken és agyagos üledékeken keletkeznek.

A nikkeltotoxicitás a növényeknél akkor jelentkezik ha a növény belső Ni-koncentrációja meghaladja az 50 ppm értéket. A nagy nikkeltartalmú talajokon csak a toleráns fajok képesek megélni, folyamatosan alakulhat ki a nikkeltoleráns vegetáció. E növények levelében és termésében (*Alyssum bertolinii*) a Ni-koncentráció elérheti a 10 000-20 000 ppm értékét is (Farsang, 1996).

A talajban levő ólom a szerves és kolloid anyagokhoz erősen kötve fordul elő. Szinte leválaszthatatlanul kötődik a kicserélődési felületeken. Ezzel magyarázható, hogy az ólommal szennyezett talajok felső 5-15 cm-es részén koncentrálódik e nehézfém legnagyobb része, míg a talajprofilban lefelé haladva koncentrációja hirtelen csökken. A földkéregben az átlagos ólomkoncentráció 16 ppm. Az ólomkoncentráció növekedését okozhatja a közlekedési eszközök üzemanyagából származó égéstermékek lerakódása, a szennyvíziszap és a szemét elhelyezése, illetve a peszticidek (ólomarzenát) használata a kertekben és gyümölcsösökben. A talaj pH növelése csökkentheti az ólom felvételét. A növények szennyezett körülmények között is látható mérgezési tünetek nélkül jelentős mennyiségű ólmot – 300-400 ppm értéknyit – is képesek felhalmozni. A növényeknél a gyökérzet általában a hajtásnál terheltebb, míg a hajtásban fölfelé haladva csökken az ólom tartalma. Az ólomtoxicitás legfőbb következménye, hogy csökken a növények fotoszintetizáló képessége. Ez figyelhető meg a belvárosban és a keleti ipari negyedben és a belvárosban található forgalmasabb utcákat szegélyező fák esetében (8.1. ábra). Ugyanakkor az ólom a növények levelére és a talajfel-

színre lerakódva az ember számára is nagyon veszélyes lehet. A magas ólomkoncentráció a légző- és idegrendszer károsodását okozza.

A legmérgezőbb hatású nehézfém lévén, az ólom magas koncentrációja rendkívüli módon károsítja az idegéletani funkciókat, gátolja a vérképzést, továbbá idült tüdőtagulást okozhat.

A réz minden élőlény számára fontos elem, de túlzott koncentráció esetében toxikus lehet. A litoszféra átlagos réz tartalma 70 ppm (Kádár, 1995). A nem terhelt talajokban az átlagos koncentrációja 2-40 ppm. Akárcsak a nikkellel egyetlen más fémnel sem mutat hasonlóságot. A talajokban levő réz jelentős része ásványok formájában kötött, ezért csak igen lassú mállási folyamatok révén válhat szabaddá. Előfordulhat még könnyen oldható sók (réz-nitrát, réz-szulfát), valamint réz-oxidok és -hidroxidok formájában is. A szerves anyagokhoz, illetve a vas- és alumínium-oxidokhoz kötődik. A réz növények általi felvehetőségét az alacsony pH és a szervestrágyázás növelheti. Koncentrációja antropogén hatásra (színesfémkohászat, fémfeldolgozás, növényvédő szerek használata) jelentősen megnőhet. Az embernél táplálkozás útján, mérgezett növényeknek a szervezetbe jutásával még nem fordult elő rézmérgezés, de magas koncentrációja májbetegségeket válthat ki.

A vas a földkéreg negyedik leggyakoribb eleme (4,7%-ban van jelen). A talaj Fe tartalma 0,7-4,2% között változik (Kádár, 1995). A talajba természetes úton vastartalmú ásványok (magnetit, sziderit, pirit), antropogén úton pedig oxidok révén kerül be. Ez utóbbi formában főleg (rozsdafoltok, vaskonkréciók) a hidromorf talajok szelvényében halmozódik fel jelentősen. A vasoxidok a Co, Cu és Ni megkötésében játszanak szerepet. A savas közeg serkenti a vas felvételét. Oxigénátvivő lévén fontos szerepet tölt be a növények légzésében. Az ember és az állat esetében a vashiány vészegénységhez vezet.

Az emberre káros elemek, és ily módon a nehézfémek egy bizonyos küszöböt meghaladó értéke toxikusnak tekinthetők. Ugyanakkor számos, ún. biogén elem lényeges fontosságú az élő szervezet számára, nagy koncentráció vagy nagy adag esetében ezek is azonban toxikussá válhatnak. A toxicitás foka az elem egységnyi koncentrációjára eső negatív hatásával mérhető. A mérgező hatás több tényezőtől függ. Ezek közül megemlíthető az expozíciós idő, a diszperzitás foka, más elemek jelenléte vagy hiánya, a toxikus elem megjelenési formája (legmérgezőbbek a könnyen oldható és könnyen felvehető vegyületek), a meteorológiai viszonyok stb. Mivel a toxicitás problémája igen összetett, a határkoncentrációk megállapítása, főleg a létfontosságú elemek estében igen körülményes lehet. Jó példa erre a vas esete, ugyanis nagyon eltérő módon lehet megítélni, sőt a legtöbb szerző fel sem tünteti a fém toxicitási küszöbét (4.2. táblázat). Az európai országokban a holland szabványt fogadták el, ezért dolgozatomban célszerűnek látom ezt a besztást használni.

Táblázat 4.2. A nehézfémek megengedhető felső értékei a kanadai és a holland szabványok szerint ppm-ben kifejezve (BIM, 1997).

Nehézfém	Kanadai szabvány			Holland szabvány		
	szántó	lakóterület	ipari térség	szántó	lakóterület	ipari térség
Cu	150	100	500	36	100	500
Co	40	50	300	20	50	300
Mn	50	100	300	50	70	300
Ni	150	100	500	35	100	500
Pb	375	500	1000	85	150	600

#### 4. 6. A nehézfém-terhelési eredmények kiértékelése

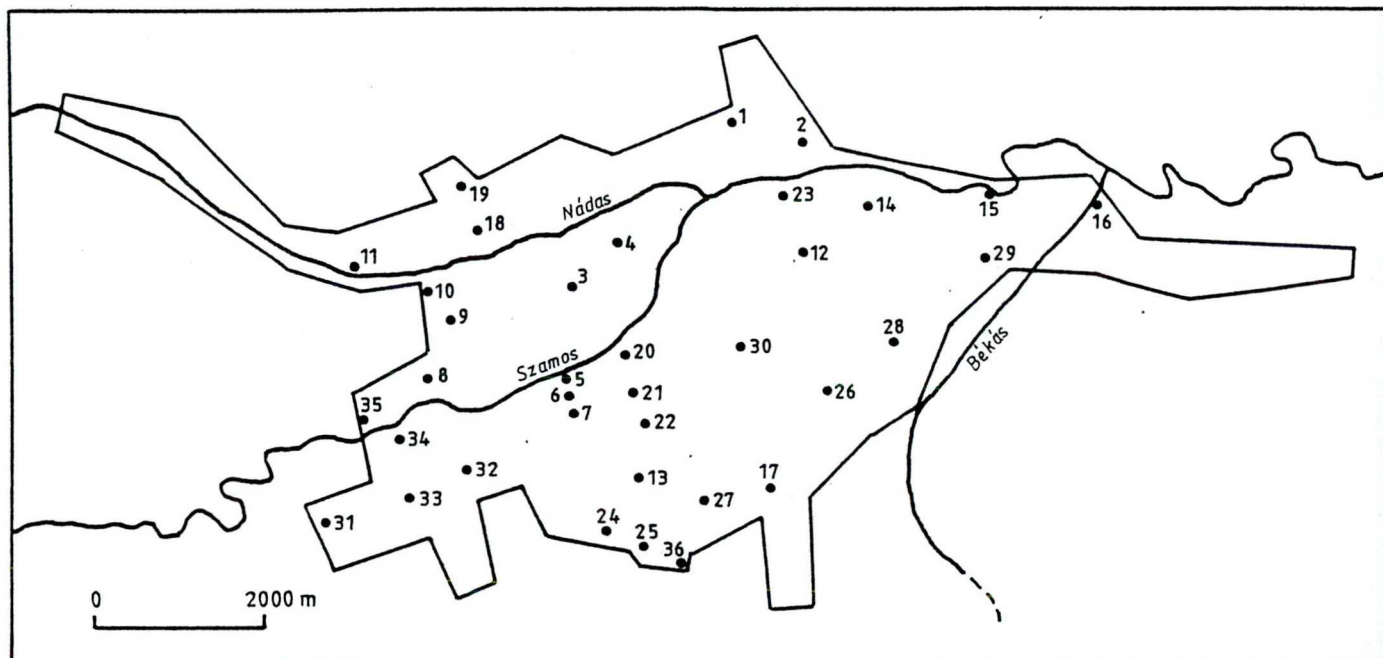
A 36 talajminta a város különböző releváns pontjairól származik (4.1.térkép). Eltekinttem a természetes talajok és az alapkőzet területi megoszlásától. A minták nagyrészt parkok, játszótérek, aszfaltrepedések, zöld területek, út menti virágágyások, kertek talajaiból származnak, de előfordulnak szeméttárolókból és vasúti töltésekről származók is. A parkokból vett minták (4, 6, 7, 8, 20, 21, 25 és 32) humuszban gazdag, de nem in situ, vagyis máshol keletkezett talajokból származnak.

Első pillantásra úgy tűnik, hogy a nyert adatokat eléggé nehéz kiértékelni, ugyanis az egyes fémek koncentrációit figyelve nagy eltérések jelentkeznek. Ha külön-külön elemezzük minden fémnél talán egy átfogóbb képet kaphatunk a kolozsvári talajok nehézfém-terheléséről (4.3. táblázat).

Ami az ólomkoncentráció adatait illeti, állítható, hogy e nehézfémmel történő terhelés többszörösen túlhaladta a megengedett maximális értéket. A talajmintáknak több mint a fele szennyezett. Legterheltebb a gyárnegyed és a főbb közlekedési utakat szegélyező övezetek talaja. A forgalmas autópályák mentén a Pb koncentráció a megengedett határérték többszörösét is meghaladja. A belvárosban a forgalmas utaktól távolodva az ólomkoncentráció egyre csökkenő tendenciát mutat, a zöldterületeken pedig jelentéktelenné csökken. A 20. számú minta esete is ezt bizonyítja: a park területéről begyűjtött talajban alig 15 ppm a koncentráció. A Sétatéren vett minták szerint a forgalmas út közelében az ólomterhelés meghaladja a 100 ppm értéket (5. és 6. minta), egyre beljebb haladva a park központja felé, egyre alacsonyabb a terhelés, a belső sétányok mellett az ólomkoncentráció alig 31,7 ppm (7. minta).

A járművek esetében az ólomvegyületek a kipufogógázból a finom mérettartományba tartozó aeroszol részecskék és szemcsék alakjában kijutnak a szabadba, majd leülepedés, kicsapódás és bemosódás révén a talajba kerülnek. A gépkocsik ólomemissziója a járművek típusától függően változik. Értéke 100 km-enként átlagosan 68 g, melynek 70-75%-a a szabadba kerül (Kádár, 1995).

4.1.Térkép. Talaj-mintavételi pontok.



A vizsgált adatok kiemelése után két sajátosság ismerhető fel. Az egyik a makro-, a másik a mikrorégióra vonatkozik. A makrorégió esetében reális tény miszerint a város keleti és alacsonyabb része jóval szennyezettebb, ezzel ellentétben a nyugati negyedek, valamint a magasabban fekvő geomorfológiai szintek talaja nagyjából szennyeződés-menteseknek nyilváníthatók. Ennek elsődleges okát az uralkodó nyugat-kelet irányú légmozgásban, valamint a szélmentes napok gyakoriságában látom. Az említett törvényszerűség alól a mikrorégiók (főbb közlekedési utak menti övezetek és sávok, parkok, zöld területek) kivételt képeznek, hiszen bárhol is található, közvetlenül az út mentén a talajok Pb koncentrációja a 600-700 ppm értéket is eléri (mint például a 3. és a 17. minta esetében). A talajok ólomkoncentrációja a közlekedési utaktól való távolságtól, az expozíció időtartamától, valamint a szél irányától és intenzitásától függ. Jelentős szennyeződés az utak két oldalán csak mintegy 20-30 m sávon fordul elő. Ez azzal magyarázható, hogy a légköri folyamatok felhígítják az útról származó szennyezőket, és így az áramlatból leülepedő anyagok mennyisége csökken. Hasonló a helyzet a kis park széléről vett minta esetében (26. minta), ahol a Pb koncentrációja az intenzív közlekedés miatt négyszerese a maximálisan megengedett értéknek. A nagy szennyezőforrásoktól távol az ólomkoncentráció túl alacsony ahhoz, hogy visszafordíthatatlan negatív, károsító hatást váltson ki. Ezekben a helyeken (temetők és parkok belsejének többsége: 7, 13, 24, 25, 34 minta) szinte nincs ólomszennyezés. A város területén a maximális és minimális értékek közötti különbség 690 ppm.

A réz esetében nagyjából ugyanazok a terhelési gócek jelennek meg mint az ólomnál. Az átlagnál magasabb a réz koncentrációja a város keleti részén, a zöld területektől mentes központ-

ban és a főbb közlekedési utak mentén (1, 2, 3, 14, 15 minta). Annak ellenére, hogy a vashoz kötődik, ennek a dúsulása nem mindig vonja maga után a rézkoncentráció növekedését. A magas rézkoncentrációt elsősorban a gyárnegyedben levő kisebb-nagyobb öntödék tevékenysége hozza létre.

Ami a vasterhelést illeti, mivel megtűrt koncentrációjának felső értéke nincs megadva, nem állíthatjuk, hogy a város "túlterhelt" lenne. A város talajainak átlagos vaskoncentrációja 35 ezer ppm körüli. Feltűnően magas a szeméttároló (36. minta) talajának vasakkumulációja. Ennek egyszerű a magyarázata, ugyanis a szemétkébe jelentős mennyiségű oxidálódó vasat helyeztek el, amit a víz bemosott a talajba. Ezzel szemben a másik "pólust" a Monostori úton mért minimum, a 9687,5 ppm érték jelenti.

A nikkel koncentrációja a 20. minta kivételével sehol sem nem haladja meg a megengedett értéket. A város keleti, ipari részében magasabbak az értékek. Szembeötlő azonban a központi fekvésű parkban (20. minta) mért 102,5 ppm-es érték melyre eléggé nehéz magyarázatot adni. Ezen a helyen nincs látható szennyezőforrás, az alapkőzet sem vulkanikus jellegű, ami indokolná e magas értéket. Feltehetően a parkba szennyezett helyről szállítottak talajt.

Kolozsvár talajainak kobaltherhelése jóval a megtűrt maximális érték alatt helyezkedik el. A kobalt az egyetlen vizsgált nehézfém, melynek koncentrációja sehol sem éri el a toxicitás mértékét.

A mangánterheltség értékei nagyon magasak. Mivel természetes körülmények között ily magas értékek nem jelenhetnek meg, a terhelés csakis antropogén hatásra vezethető vissza. A mangán koncentrációjának növekedését a szennyvíziszap kiterítése, illetve a szuperfoszfát és nitrát-műtrágyák alkalmazása válthatja ki (Rauta, Mihailescu, 1986). Az első ok kizárt, ugyanis a városban nem helyeztek el szennyvíziszapot, a Szamos vize csak Kolozsvár alatt válik szennyezetté. Tehát a műtrágyáknak a magasabb teraszokon történő felhasználása lehetne a magas mangánkoncentráció oka. Ez azonban valószínű, mert eleve a magasabb geomorfológiai szinteken szántóterületek és gyümölcsösök találhatók. A műtrágyák bemosódtak a talajba, majd a felszín alatti vizek révén eljutottak az alsóbb teraszokra is. Ehhez még hozzájárultak a régi kertnegyedek műtrágyázott talajai, melyek a hetvenes évek közepéig intenzív művelés alatt álltak.

Táblázat 4.3. A kolozsvári talajminták nehézfém-tartalma ppm-ben.

<i>Kód</i>	<i>Mn</i>	<i>Ni</i>	<i>Pb</i>	<i>Fe</i>	<i>Cu</i>	<i>Co</i>
1	338,0	62,5	323,7	38 857,5	309,7	17,5
2	752,5	53,7	323,7	38 727,5	345,7	16,2
3	780,8	64,5	612,7	42 562,5	317,2	17,7
4	620,0	30,0	195,0	33 710,0	191,7	8,7
5	520,7	17,5	227,5	38 855,0	182,7	10,0
6	491,2	30,0	108,7	24 162,5	51,2	21,1
7	641,2	28,2	31,7	30 164,0	45,0	7,0
8	576,2	31,5	81,0	28 878,1	52,5	7,5
9	570,0	28,5	45,2	27 004,6	35,0	8,5
10	461,2	26,7	103,2	28 193,7	67,5	5,5
11	648,4	33,7	59,6	30 196,2	67,5	7,5
12	348,1	14,0	158,7	22 134,3	58,7	6,2
13	680,3	25,5	19,5	26 173,4	15,0	8,7
14	877,5	39,5	324,0	37 737,5	231,2	12,5
15	655,2	46,0	307,2	41 075,0	136,2	12,5
16	913,0	57,5	519,2	45 100,5	278,7	15,0
17	410,7	28,7	710,0	29 462,5	128,7	8,2
18	727,2	62,5	458,0	36 200,0	321,0	14,0
19	904,5	56,2	614,4	35 587,5	241,7	20,0
20	661,2	102,5	15,0	28 212,5	23,2	13,5
21	642,5	26,2	56,2	30 162,5	68,0	4,2
22	971,2	33,7	245,0	30 062,5	104,0	2,5
23	706,2	56,7	433,7	37 462,5	151,2	11,0
24	460,0	23,5	14,2	19 512,5	33,2	13,2
25	652,5	31,5	21,0	27 287,5	32,7	19,2
26	699,0	33,0	473,7	38 662,5	202,5	13,2
27	516,2	61,0	389,0	44 450,0	146,7	11,7
28	956,0	43,5	30,0	34 775,0	44,7	22,7
29	981,2	18,5	33,0	44 537,5	62,7	20,0
30	439,2	15,2	23,7	21 987,5	33,2	7,2
31	701,2	22,0	311,2	35 912,5	160,5	10,5
32	780,7	40,0	30,0	20 725,0	32,7	8,7
33	156,5	4,0	67,5	9 687,5	82,5	5,7
34	462,2	33,0	13,7	26 487,5	29,7	9,0
35	209,2	20,7	163,2	36 875,0	72,0	11,7
36	158,1	34,7	258,0	143 450,0	119,4	19,0

## 5. Kolozsvár városklímája

A város területén található különböző ökológiai feltételeket és a köztük jelentkező eltéréseket nyomon lehet követni a városklíma jellegzetességeinek kialakulása révén. Kolozsvár földrajzi fekvése, kiterjedése és több szinten való elhelyezkedése következtében jelentős eltérések jelentkeznek a belváros és a külterületek, valamint az árterület és a különböző szinteken található térségek klímájában. A város klímáparamétereinek változását az 5.1. táblázat foglalja össze.

5.1. Táblázat. A városi területek klímáparamétereinek változása a környezethez képest (Horbert et al, 1982 alapján változtatva).

<b>Éghajlati elem</b>	<b>Paraméter</b>	<b>Környezethez képest</b>	<b>Okok</b>
Sugárzás	globálsugárzás	20%-al kevesebb	felhőzet, köd
	UV télen	30-45%-al kevesebb	
	UV nyáron	10-20%-al kevesebb	
	albedo	12-14%-al alacsonyabb	
	napfénytartam	5-15%-al kevesebb	
Légszennyezés	kicsapódási részecskék száma	10-szer több	emisszió, imisszió
	gázkeverékek	5-20-szor több	
Hőmérséklet	évi középhőmérséklet	1,5-2 fokkal magasabb	üvegházhatás
	téli középhőmérséklet	3 fokkal magasabb	antropogén hatás
	a téli fagy gyakorisága	25%-al kisebb	
	fűtési foksám	10-12%-al alacsonyabb	
	fűtési napok száma	10-el kisebb	
Relatív nedvesség	télen	2%-al kisebb	nedvesség
	nyáron	8%-al kisebb	
Csapadék	évi középérték	10%-al több	felhőzet,
	hó gyakorisága	5%-al kisebb	hősziget
	hóréteg megmaradásának ideje	15%-al kisebb	
	5 mm-nél kevesebb csapadékú napok száma	10%-al több	
	harmat	50%-al kevesebb	alacsonyabb nedvesség
Szél	évi középérték	25%-al alacsonyabb	épületek
	szélcsend	5-20%-al gyakoribb	
Felhők	borultság	5-10%-al magasabb	antropogén hatás
	téli köd	100%-al gyakoribb	
	nyári köd	30%-al gyakoribb	
Párolgás		50%-al alacsonyabb	

Mindezek alapján könnyen követni lehet a beépítettség hatása alatt létrejövő városi klíma jellegzetességeit, s össze lehet hasonlítani a környék "természetes" éghajlatával. Maga a városklíma tipikus mezoklimaként definiálható, melyre a beépítettség és annak hatásai, a területhasznosítás módja, valamint a levegőszennyeződés nyomja rá bélyegét (Probáld, 1974). A városi éghajlat a légkör alsó ezer méterében, az ún. városi légrétegben, történő fizikai és vegyi változásai során jön létre, ugyanis e térben a város elzárja a légmozgást, megnöveli a durva felületek nagyságát, emisszióforrást és hőszigetet képez (Oke, 1976). Hatása a magas homlokzatú épületekkel határolt utcákban, a városi zöldövezetek, az erősen beépített térségek fölött, zömmel derült, advekciónmentes napokon követhető nyomon (Unger, 1997).

### 5.1. Kolozsvár éghajlati paraméterei

A megváltozott városi levegőkörnyezetet csak az éghajlat ismeretében lehet elemezni és értékelni. A város éghajlata a Trewartha beosztása szerint hosszú nyarú mérsékelt kontinentális. A főbb meteorológiai paraméterek értékei a következők:

- az évi középhőmérséklet  $8,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- a januári középhőmérséklet  $-4,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- a júliusi középhőmérséklet  $19,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- a csapadékmennyiség évi közepes értéke  $619\text{ mm}$ ;
- az évi naps órák középértéke  $1978$ ;
- a relatív nedvességtartalom évi középértéke  $74\%$ ;
- a vízgőz nyomásának évi közepes értéke  $9,6\text{ hPa}$ ;
- a de Martonne féle aridifikációs index értéke  $33,6^1$ ;
- a közvetlen sugárzás középértéke délben  $3,6\text{ J cm}^{-2}\text{ m}^{-1}$ .

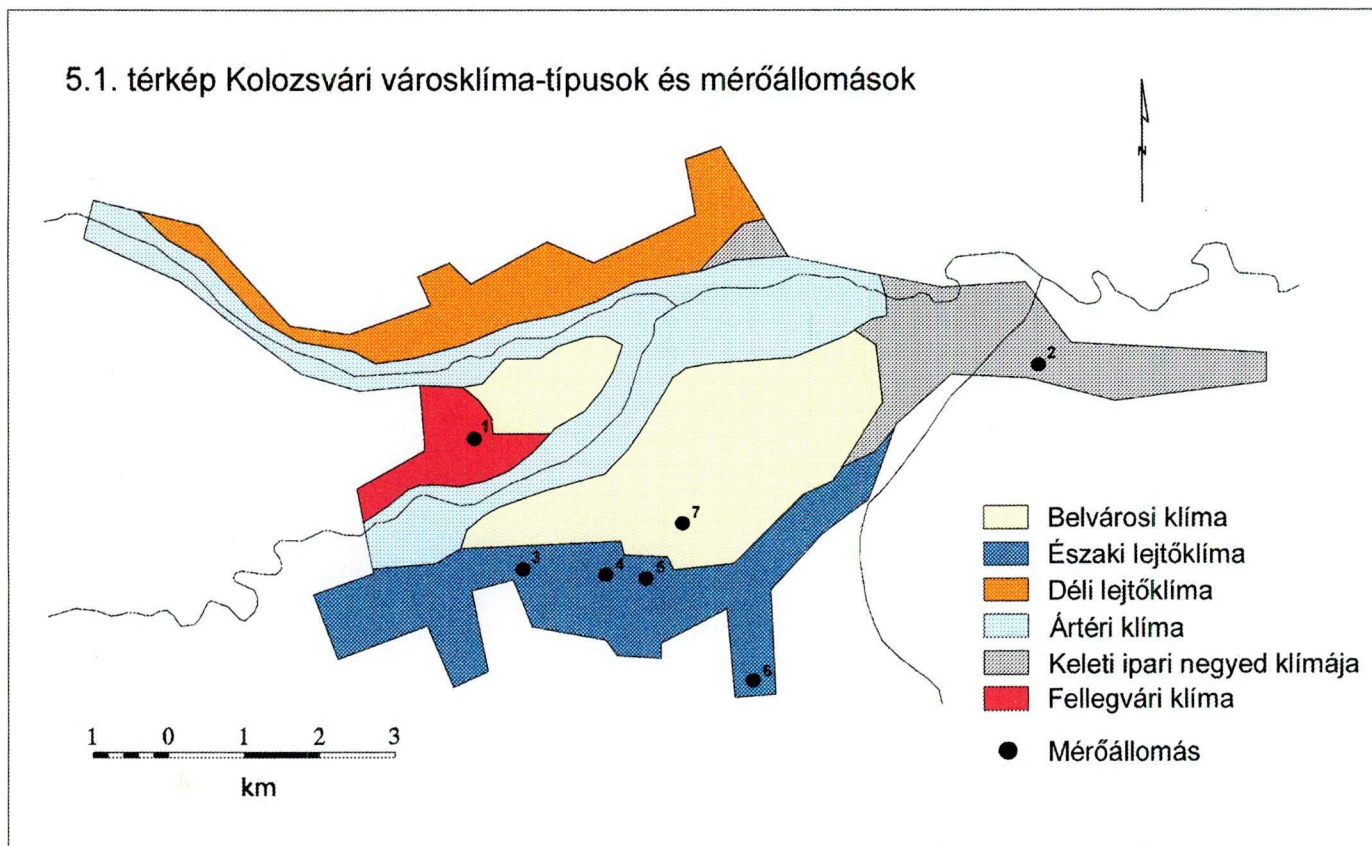
Kolozsvár völgyben helyezkedik el, ezért a városklíma kifejlődésének egy bonyolultabb típusát jelenti, mivel az antropogén hatások érvényesülését jelentősen befolyásolják és megzavarják az orográfiai viszonyok. A város területén jól kirajzolhatók a különböző mikroklimatikus övezetek. Ezeket az övezeteket egy majdnem egy évszázados homogén adatsor, továbbá az 1964 és 1971 közötti periódusban 19 helyen végzett mikroklimatológiai megfigyelésekre alapozó városklímaterképek és -adatok (Pop 1957, Belozarov 1972, Gugiuman és Cotrau 1975) feldolgozása révén, valamint a besugárzás értékeinek figyelembevételével készítettem el (5.1. térkép). A klímátípusok kialakulása néhány következtetés megfogalmazását teszi lehetővé:

- az ártéri és a belvárosi klímazónára az őszi-téli időszakban erős hőmérsékleti inverzió jellemző;

<sup>1</sup>a de Martonne féle aridifikációs index kiszámítható az  $A_i = p/T + 10$  képlet segítségével, ahol a p az évi csapadékmennyiséget jelenti, a T pedig az évi középhőmérséklet értéke.



5.1. térkép Kolozsvári városklíma-típusok és mérőállomások



- a fellegvári klímát többek közt az este megélnékülő hegy-völgyi szél jellemzi, ami főleg a nyári koraesti órákban  $f_{3-5,5}^{\circ\text{C}}$ -al is lehűti a levegőt (Pop, 1957);
- a déli mikroklímájú felszíneken 38%-al magasabb a besugárzási érték (Belozerov, 1968).

Dolgozatomban nem kívánom részletesen elemezni Kolozsvár városi klímáját, mert a városökológia túllépi a városklíma kutatási területét, másrészt mert Kolozsvár éghajlatáról már létezik egy minden szempontot kimerítő és részletes tanulmány (Belozerov, 1972). Éppen ezért ebben a fejezetben csak a város által modifikált ökológiai feltételeket érzékeltető és az ember komfortérzetét meghatározó meteorológiai paraméterek bemutatására, valamint a városi hőmérsékletnövekedés kialakulását kiváltó tényezők értékelésére vállalkozom.

## 5.2. Emberi komfort és bioklimatikus indexek

A város levegőkörnyezetének fizikai állapotát az ember komfortérzetét meghatározó meteorológiai paraméterek jellemzik. A számszerűsítés érdekében több olyan mérőszámot, indexet dolgoztak ki, amelyek értéke tükrözi ezt a komfortérzetet. Egyszerű bioklimatikus indexként a napi középhőmérséklet menete, a nyári, a kánikulai, a téli és a fagyos napok száma, a levegő nedvességének és a vízgőz feszültségének napi és havi menete, a besugárzás értéke fogadható el (Unger, 1997).

Kolozsvár esetében olyan mérőszámokat kellett kiválasztani, amelyek a rendelkezésre álló adatsorokra alkalmazhatók, és ugyanakkor megfelelően tükrözik egyrészt a belvárosnak a külterületekhez viszonyított, és az ember komfortérzetére gyakorolt bioklimatikus hatását, másrészt a beépítettség által megváltoztatott klímaparaméterek területi megoszlását (Géczi, Dormány, Unger, 1996).

A rendelkezésre álló száz évnél hosszabb adatsor a hőmérséklet és a párányomás napi és havi menetét, valamint a relatív nedvességtartalom havi középértékét tartalmazza. Mindezek az adatok az ún. mindenkori kolozsvári megfigyelőállomásról származnak, állomás, mely az elmúlt 150 év alatt több alkalommal is elköltözött. 1967 óta a fellegvári teraszon található, 410 m tsz. f. magasságban. Ez az állomás képezi a mindenkori referenciaállomást. A felhasznált adatok másik része a Belozerov által 1964 és 1971 között a 19 állomásból álló megfigyelő-hálózat segítségével végzett városklimatológiai megfigyeléseitől és méréseitől származik (5.2.táblázat).

E hálózat a hőmérséklet napi menetét, a párányomást, a relatív nedvességtartalmat, továbbá a csapadék, a napsugárzás és a szélsébség adatait mérte. Ugyanakkor érdemes azt is megjegyezni, hogy a belvárosi ideiglenes mikroklíma-állomásokat inkább az alsó geomorfológiai szinteken, vagyis az alsó és a városi teraszon létesítették, hogy ezáltal elkerüljék a tengerszint feletti magasság változása által megkívánt korrekciók elvégzését, és ezáltal az esetleges hibák megjelenését

(Belozerov, 1972). Az ideiglenesen felállított észlelőpontok közül kettő hosszabb jelleggel működött, és ugyanakkor elhelyezésük a beépítettség szempontjából különös jelentőséggel bír: az első a központban, a piac közelében, a város egyik legforgalmasabb és sűrűn beépített pontján 336 m tengerszint feletti magasságban, a magas ártéren [1], a második a városon kívül, a városközponttól 7 km-re déli irányban, a Feleki-hegy északi lejtőjén 699 m abszolút magasságban, a város és Felek falu közötti gyümölcsösben [19].

## 5.2. Táblázat. A hetvenes évek elején működött mikroklíma-állomáshálózat paraméterei.

Sorszám	Állomás	Magasság	Szint	Beépítettség
[1]	Piac	336 m	I. b	4
[2]	Horea	338 m	I. b	4
[3]	Postai park	340 m	II. a	1
[4]	Egyetem	347 m	II. b	5
[5]	Sétatér	342 m	II. a	1
[6]	Kétvízköz	344 m	II. a	3
[7]	Agr. farm	357 m	II. a	1
[8]	Fellegvár	422 m	IV.	1
[9]	Fellegvár É.	372 m	III.	2
[10]	Fellegvár D.	383 m	IV.	2
[11]	Nádas ártér	335 m	II. a	2
[12]	Kerekdomb	342 m	II. a	3
[13]	Dermata	328 m	I. b	3
[14]	Vágóhid	323 m	I. b	4
[15]	Repülőtér	325 m	I. b	5
[16]	Tekintő	522 m	VII.	1
[17]	Lomb	620 m	VII.	1
[18]	Tordai-út	439 m	VI.	3
[19]	Felek	699	VIII.	1

Egy további, az 1978-1980-as periódusra vonatkozó homogén adatsor a hőmérséklet, a párányomás, a nedvességtartalom és a napsugárzás napi menetére vonatkozó adatokat tartalmazza. E hároméves adatsorral rendelkező megfigyelőállomások, melyek közül kettő már nem működik, a város néhány jellemző helyén létesültek, zárójelbe a beépítettség fokát tüntettem fel:

1. az első a mindenkori kolozsvári állomás, mely a Fellegvári-teraszon, 410 m tengerszint feletti magasságban található (2);

2. a repülőtéri állomás 1953 óta működik; a város keleti szélén, az árterületen, 325 m tengerszint feletti és 7-8 m relatív magasságban; annak ellenére, hogy a külvárosi klímátípust hívatott képviselni, mivel betonsziget mellé helyezték, és alig néhány négyzetméter füves térség övezi, nyáron általában hőmérsékleti „anomáliák” jellemzik (5);

3.a következő a mezőgazdasági főiskola területén, a városi (Kálvária) teraszon, 357 m tengerszint feletti magasságban működik (2);

4. a Klinikák teraszán 376 m tsz. felett levő Földrajz Kar megfigyelőállomása 1968-tól kezdve homogén adatsorral rendelkezik (3);

5. szintén a Klinikák-teraszon, 386 m magasságban működött az 1984-ben megszüntetett botanikus kerti állomás (1);

6. a Békási teraszon, a város délkeleti részén, 471 m abszolút magasságban, a város délkeleti részén található a mezőgazdasági kutatóállomás, ahol zömmel agroklimatológiai méréseket végeznek (2);

7.a központban, a városi teraszon, 347 m tsz. f. magasságban, az egyetem központi épületében működött 1969 és 1983 között a Fizika Tanszék aerológiai állomása, ahonnan a hőmérséklet és a párányomás napi menetére vonatkozó adatokat tudtam felhasználni. Ez és a Belozzerov által létesített piaci állomás képezi a sűrű beépítettség, belvárosi területet (5).

A bioklimatikus indexek tárgyalását a pulmonáris stressz index (PSI) bemutatásával kezdem, mérőszám mely a tüdő nyálkahártyájával közvetlen kapcsolatba lépő nedvesség reális értékét tükrözi. A tüdő számára az ideális működési állapotot egy 7,5 és 11,6 hPa értékek közötti nyomás biztosítja (Teodoreanu, 1992). A tüdő párologtatása ekkor optimális. A légnyomás csökkenése következtében nő a párologtatás, ami dehidratációs folyamatokat indít el, míg a túlzott nyomásnövekedés a párologtatás gyors csökkenésével, a vér hidratálódásával jár együtt. Ezek a szervezet homeosztázisát kilendítő hatások egy készenléti, védekezési állapotot (stressz) generálnak a tüdőben, amelyre a szervezet bizonyos határok között tud reagálni. A PSI két szélső értéke +2 (0–4 hPa) és -4 (26,6–31,2 hPa) azt a két szélső állapotot adja meg, mely között a szervezet képes a homeosztázis fenntartására (Beçancenot, 1974).

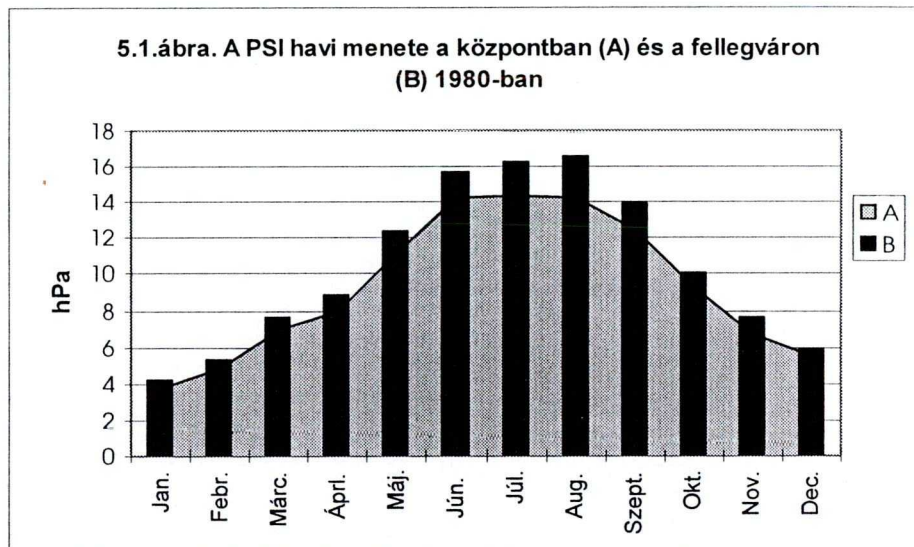
A hét kategóriába osztott skálán a 0 értékű PSI jelenti a tüdő számára a kiegyensúlyozott típust, míg a +2 és a -4 azt az értéket, amelyen túl a szervezet nem képes alkalmazkodni; előbbi esetben a vér kondenzációja, utóbbiban a plazma feloldódása következik be.

A fellegvári meteoállomás 30 éves, 1967 és 1996 közötti, a levegő nedvességére vonatkozó déli 1 és éjszaka 1 órakor mért adatsorát összehasonlítva ki lehet számítani a PSI értékek napi és havi menetét. Az eredmények szerint télen a száraz légtömegek hatása alatt alacsony a párányomás. Ezzel magyarázható, hogy november és április között a dehidratációs típus (+1) uralkodik. Az évi legalacsonyabb PSI értékű hónapja a január, ennek éjféli értéke 3,2 hPa, déli értéke pedig 3,9 hPa. Az átmeneti hónapok (április, május és október) a kiegyensúlyozott típusba, míg a nyári hónapok a hidratációs típusba tartoznak (-1). A PSI értéke júliusban tetőzik, déli értéke 15,8 hPa, míg éjféli értéke 14,9 hPa. Az évi középátlag 9,2 hPa, tehát a komfortos jellege van (Géczi, 1998).

Ha összehasonlítom a fellegvári és az egyetemi állomás 1980-ban mért havi lebontású adatait, nagyon jól követhető a városban kialakuló párányomás többlete, ami a PSI értékeit is megemeli. A nyári hónapokban a külterület és a belváros közötti különbség 1,5-2,4 hPa, míg a téli kü-

lönbség elenyésző, alig 0,4–0,5 hPa. A város többlete egész évben nő áprilistól kezdve, majd nyáron eléri a maximumot, és ezután lassan csökken. Annak ellenére, hogy jelentős az eltérés a belváros és a külterület között, a PSI kategóriák havi menete kevésbé térnek el. Különbség csak az átmeneti időszakban érzékelhető: november és március folyamán a belvárosban már a kiegyensúlyozott típus az uralkodó, míg a téli időszak hatása miatt a külvárosban a dehidratációs állapot uralkodik. Május folyamán a belvárosban már a hidratációs, a fellelgyárra pedig még a kiegyensúlyozott kategória jellemző (5.1. ábra).

A belvárost képviselő egyetemi állomás és a külvárosi fellelgyári meteorológiai állomás párányomásának napi négyszeri észlelése alapján, az 1978-1980 időszak adatsorai jól tükrözik a városi nedvességtöbblet éves menetét: a városnak pozitív a többlete egész évben és mindegyik észlelési időpontban. A párányomás-többlet januártól kezdve az év folyamán folyamatosan nő augusztusig, majd decemberig vagy januárig csökken. A maximum augusztusban van, amikor a többlet éjjel 1 órakor a legnagyobb. A nedvességtöbblet legkisebb értéke 0,4 hPa, januárban a déli órákban mérhető (5.2. ábra).

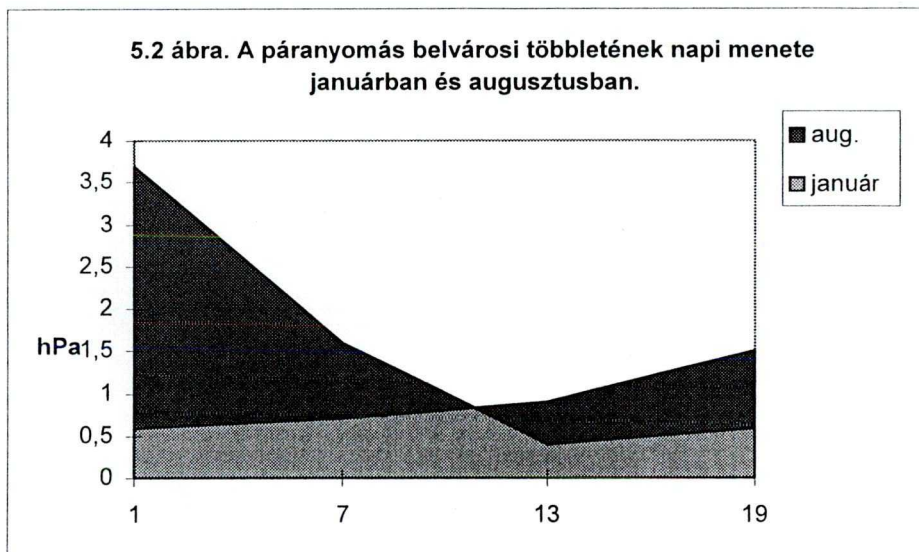


Az ember hőterhelésének fontos mutatója az effektív hőmérséklet, ami a telített és a nyugalomban levő levegőnek a hőmérséklete. Ennek a legmegfelelőbb mutatója Thom-féle termohigrometrikus index (THI), mely a relatív nedvességtartalom (R) és a Celsius fokban mért hőmérséklet (t) alapján számítható ki:

$$THI = t - (0,55 - 0,0055RH) (t - 58)$$

Thom a termohigrometrikus indexet a hőterhelés miatt fellépő díszkomfort mértékének a kifejezésére használta. A Thom-féle indexnek az alkalmazhatóságát utólag Beçancenot a meteoro-

lógiai feltételek szélesebb skálájára is kiterjesztette. Szerinte az emberi test számára az optimum 15 és 20°C értékek között helyezkedik el, ez a sáv képezi az ún. komfortos típust. Díszkomfortos típust a 15°C alatti hűvös (13–14,9°C), hideg (-1,7–12,9°C) és nagyon hideg (-9,9–1,8°C), illetve a 20°C feletti meleg (20–26,4°C), nagyon meleg (26,5–29,9°C) és forró ( $\geq 30^\circ\text{C}$ ) értékek képezik (Géczi, 1998). 15°C THI érték alatt a bőr felületéről történő párolgás bizonyos mennyiségű hőt von el a lehűlés ellen védelemre készített testtől. A komfortérték felső határát meghaladó THI érték esetében a test hűtése aktivizálódik. A THI érték növekedésével párhuzamosan a hűtési tevékenység eredményessége egyre jobban csökken.



Ha a hőmérséklet és a relatív nedvességtartalom értékeinek 1980-ban mért havi lebontású adat-sorát kiértékelem, a négy állomásnál észlelt adatok arra utalnak, hogy a város egész területén az április és az október a termohigrometrikus index komfortos típusa uralkodik (5.3. Táblázat).

5.3. Táblázat. A THI havi évi menete 1980-ban négy állomásnál.

állomás/hónap	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Fellegvár	0,6	3,7	11,6	18,5	22,7	24,6	26,7	25,4	21,2	15,3	8,8	2,2
Repülőtér	0,9	3,8	10,6	18,1	23,4	24,9	27,9	26,7	22	14,9	8	2,1
Agronómia	0,8	3,7	11	17,9	23	25,1	27	25,7	21,9	15,2	8,6	2,2
Központ (egyetem)	1,1	4,1	12,4	19,7	25,1	26	29,1	29,8	23,2	16,4	9,1	3,1

A május a magasabb szinten található fellegváron és a fák hatása alatt védett agronómia területén szintén komfortos, míg a belvárosban és a repülőtér területén már a meleg kategóriába sorolható. A városi hőtübblet főleg a nyári hónapok alatt érezhető, amikor a központ értékei a forró sávra utalnak, a külváros és az enyhe parkklíma hatás álló agronómia értékei a meleg és a nagyon

meleg csoport sávjában maradnak. A THI abszolút értékkülönbsége 4,5–5°C. A téli hónapokban csökken a különbség, általában a négy állomás értékei hasonló értéksávokat mutatnak, enyhe plusz azonban minden hónapban érezhető a központban. A minimális különbség januárban mutatható ki, ennek értéke 0,8°C (5.3. Táblázat).

A központot képviselő egyetemi, repülőtéri és a fellegvári állomásonál mért adatok 1980 áprilisi lebontását elemezve, egyértelmű, hogy a beépítettség ebben a középértékek alapján kiegyensúlyozottnak tekintett hónapban is jelentősen érezteti hatását, ugyanis a hónap 14-edik napján a THI értéke már meghaladta a komfortos periódust, és a meleg kategória értékeit mutatta, addig a külvárosban gyakran előfordult, hogy a THI értékei még a hűvös kategória sávjában maradtak. Mégis mindkét térség átlaga a komfortos sávban helyezkedik el. Április 8-adika különleges eseményt tükröz, mert az egész nap tartó hőmérsékleti inverzió miatt a magasabb geomorfológiai szinten található külvárosi állomáson magasabb volt a hőmérséklet, így a THI értéke is meghaladta a belvárosban regisztráltat.

Ha a THI értékeinek napi menetét elemzem, akkor az 1970 július 17-re vonatkozó Belozerov (1972) által mért adatok alapján a következő helyzet alakult ki a belvárosi, a repülőtéri és a feleki állomásonál (5.4. Táblázat):

5.4. Táblázat. A THI mente 1970 július 17-én Kolozsvárt három megfigyelési ponton.

időpont (óra)	Belváros (piac)	Feleki-tető	Repülőtér
2	15,6	11,9	16,1
4	15,0	32,0	15,2
6	16,0	34,7	16,9
8	20,2	24,9	21,1
10	30,0	19,1	29,0
12	34,1	16,7	35,8
14	39,0	15,3	39,1
16	34,2	15,1	31,6
18	28,8	11,9	24,1
20	22,1	11,1	21,6
22	20,4	15,0	19,0
24	16,5	16,7	17,7

- a központban a nap legkellemesebb periódusa éjfél és reggel 6 óra között van. Napközben a THI értékek elérik a meleg és nagyon meleg, sőt reggel 10 és délután 6 között a forró (max. 39°C) típust;
- a Feleki-tetőn a komfortos periódus sokkal hosszabb: délután 6-tól reggel 8-ig tart. Éjszaka 2 és 4 között a THI értéke 12,9°C alá esik, ami azt jelenti, hogy a Nap felkelte előtt a hideg típus jelenik meg. Ezután a THI értéke gyorsan nő, koradélután eléri a maximumot (34,7°C-t, ami a forró típusra jellemző);

- a repülőtéri és a központi helyzet nagyjából hasonló. Az eltérés a komfortos periódus megjelenésének időpontjában és időtartamában észlelhető, ugyanis a THI érték este 10 és reggel 6 között tartozik a komfortos típusba. A mutató maximális értéke itt is a koradélutáni órákban regisztrálható ( $39,1^{\circ}\text{C}$ ).

A THI nyári értékeinek elemzése tehát arra utalnak, hogy a magasabb szinteken található külvárosi térségek területén a belvároshoz képest kellemesebbek a késő délutánok, az esték kevésbé komfortosak. Ugyanakkor a belvárosban a déli értékek nagyon magasak, a forró kategóriába sorolhatók.

A következő összetett bioklimatikus index a termális komfort mutatója (ET). Ezt az értéket a relatív nedvesség (R) és a levegő hőmérsékletének esetében (t) Celsius fokot használva Missenard képlete alapján lehet kiszámítani:

$$ET = t - 0,4(t - 10) [(1 - f)/100]$$

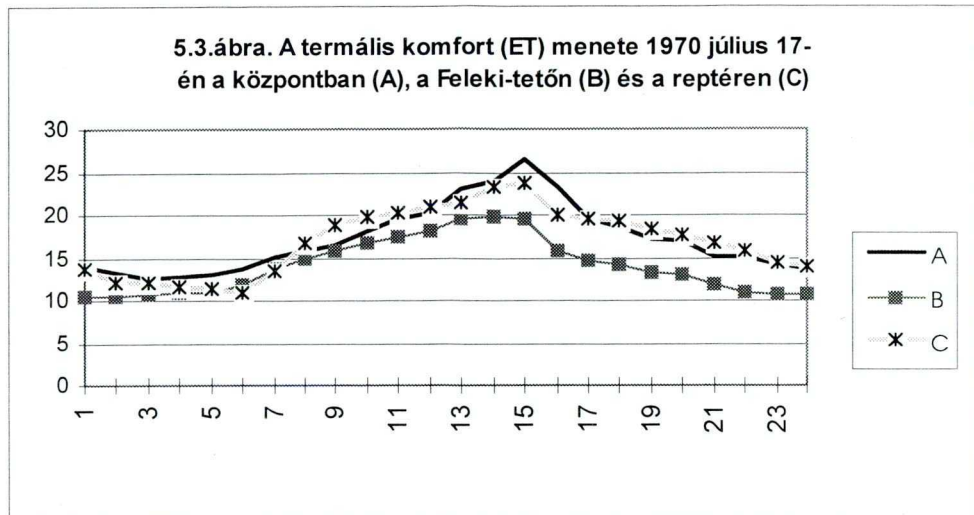
A termális komfort értéke gyakorlatilag az ember teste által érzékelt effektív hőmérsékletet jelenti. Az emberi szervezet számára a legmegfelelőbb a  $15$  és  $20^{\circ}\text{C}$  közötti ET érték, ami megfelel egy könnyen öltözött passzív szervezet szükségletének, amikor a test nem nyer és nem veszít hőt. Krawczyk (1975) a szélesség (w) adatainak bevonásával tovább fejlesztette Missenard képletét:

$$TEE = 37 - \frac{37 - t}{0,68 - 0,0014H + \frac{1}{1,76 + 1,4w^{0,75}}} - 0,29t \left( 1 - \frac{H}{100} \right)$$

Ezt a képletet azonban csak az év nagyon hideg és nagyon meleg időszakára lehet alkalmazni. Miután kiszámítottam három megfigyelési pontnak a hideg évszakokra vonatkozó a Missenard- (ET) és a Krawczyk-féle (TEE) termális komfort indexét, az összehasonlításból az következett, hogy az eredmények között alig  $0,3$ – $0,9^{\circ}\text{C}$  eltérés van. Ugyanakkor a Krawczyk által kidolgozott skálán a komfortos periódus egy kicsit eltolódik  $16,8$  és  $20,8^{\circ}\text{C}$  közé.

A város három részén mért hőmérséklet és relatív nedvesség adatok alapján kiszámított ET értékek szerint 1970 július 17-én a központban napi 12, a Feleki-tetőn 8, míg a repülőtéren 10 órát tartott a komfort periódusa. A Feleki-tetőn a komfortos időszak folyatónlagosan alakul, reggeltől délutánig tart. Ezzel szemben a beépített területet képviselő másik két megfigyelési ponton a déli és koradélutáni enyhén díszkomfortos periódus a feleki-tetőn jelentkező kellemes időszakokkal párhuzamosan jelenik meg (5.3. ábra).





A termális komfort index napi menete állomásonként a következőképpen változott: a legmagasabb geomorfológiai szintet és egyben a külvárost is képviselő feleki megfigyelési ponton a déli és délutáni órákban regisztrálták a komfortos időszakot, amikor a belvárosban a meleg és a nagyon meleg kategória értékeket lehetett mérni. Este azonban mind a belvárosi, mind a repülőtéri ET mutatók értékei a komfortos sávra utalnak. Nagyjából ezeket az értékeket kaptam a Krawczyk féle képlet alkalmazása esetén is. Egyetlen eltérés jelentkezett: a Feleki-hegyen a szélnek való kitettség miatt a komfortos periódus időtartama délután egy órával lerövidül (Géczi, 1998).

Szintén hőmérsékleti terhelést hívatott tükrözni a relatív terhelési index (RSI), mely a nedvesség és a hőmérséklet együttes terhelési értékeit mutatja (Kyle, 1992). Az RSI a száraz léghőmérséklet ( $t$ ) és a párányomás ( $e$ ) adatainak felhasználásával számítható ki az alábbi képlet alapján:

$$RSI = (t - 21) / (58 - e)$$

Az index osztályozási típusai zárt, levegőmozgástól mentes fedett helyen, öltönyös, egészséges, ülő fiatal férfire vonatkoznak. Általában a meleg és magasabb páratartalmú övezetekben szokásos használni. Kolozsvár esetében egy 1969 és 1983 közötti adatsor kiértékelése eredményeképp 0,2 RSI fölötti értékek, tehát stresszhatás csak a központban mutathatók ki. Évente alig 3–4 napot érheti az RSI mutató szerinti stresszhatás a belvárosban tartózkodó embert. Ilyen kellemetlen periódusú napok július és augusztus folyamán az egyetemi és a repülőtéri állomások adatai szerint a déli és a kora délutáni órákban regisztrálhatók. A fellegvári állomáson csak 10–15 évenként jelenhet meg egy-egy stresszhatású nap, ez is csak a párányomás növekedéséhez és nem a hőmérséklet értékeihez kötődik, vagyis kialakulásában nem a helyi tényezők játszanak szerepet. Konkrétan a megfigyelési pontokra lebontva az mért adatokat kiténik, hogy míg a fellegváron a 15 év alatt

összesen 13 stresszes napot, a mezőgazdasági főiskola területén, mely szintén a külvárost képviseli 21 napot mértek, addig a repülőtéren e napok száma 34 volt, míg a belvárost képviselő egyetem esetében a stresszes napok száma 58-ra emelkedett. Tehát a belvárosban a nyári napok kiemelten kellemetlenek ebből a szempontból. Magas a stresszes napok száma a repülőtéren is, ami talán azzal magyarázható, hogy a repülőtér alig 8 méteres relatív magasságban található, nem messze a Kis-Szamostól, ahol a párányomás és a hőmérséklet értékei a déli órákban magasabbak mint a „hagyományos” külvárosi térségekben.

A város hőszigetként való funkcionálásával kapcsolatos, és az enyhe estek kellemességére utaló bioklimatikai index a sörkertek napok száma (Géczi, 1998). Sörkertek napnak minősülnek azok a napok, amikor a hőmérséklet még 21 órákor meghaladja a  $20^{\circ}\text{C}$ -t. Ezek a napok a késő esték is kényelmes, komfortos érzést biztosítanak a szabadban lévők számára. Mivel a mikroklíma mérések kivételével a Kolozsvárra vonatkozó adatsorok hiányosak, napi négy alkalommal (1, 7, 13 és 19 órákor) végzett mérési eredmények állnak rendelkezésre, az esti 9 órai értékeket interpolációval nyertem. Természetesen ezt csak úgy lehetett kiszámítani, ha abból a premisszából indulunk ki, hogy a hőmérséklet, a két mérési időpont között, egyenletesen csökken. Az interpolációnál a következő képlet alkalmazható:

$$T_{21} = 2T_{19} + T_{01} / 3$$

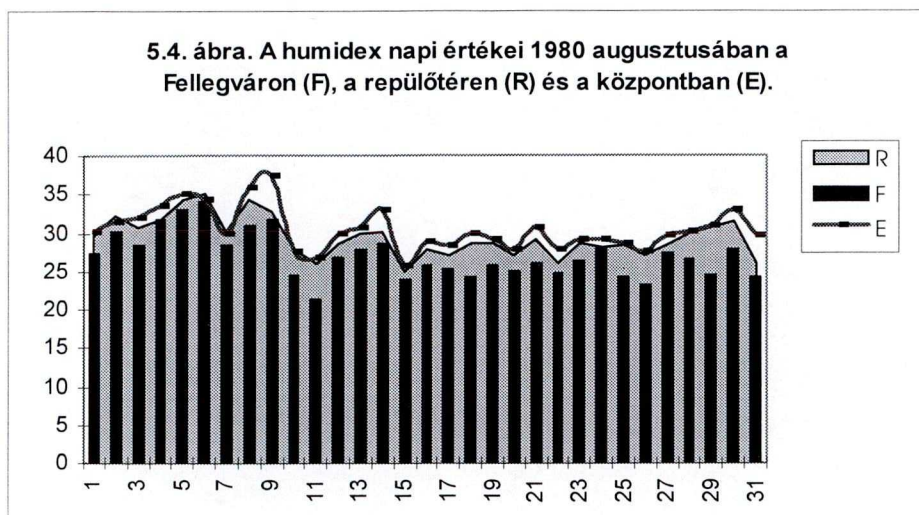
Az adatok az 1978-1980-as periódusra vonatkoznak, és négy helyről származnak: a fellegvárról, az agronómiától, a repülőtéri meteorológiai állomástól és az egyetem központi épületében található aerológiai állomástól. A központban, a városi teraszon mért adatok szerint a magas számú kánikulai nappal jellemzett nyári időszakban összesen 92 sörkertek napot regisztráltak. Rendellenesnek tűnik, hogy magas a sörkertek napok száma repülőtéri meteorológiai állomáson, annak ellenére, hogy a külvárost képviselő nyitottabb helyen található. A vizsgált három év alatt a sörkertek napok abszolút száma a Fellegváron 51, a repülőtéren 78, a mezőgazdasági főiskola esetében pedig alig 42 nap volt. Ennek az eltérésnek okát szintén a repülőtér betonjának hőkapacitása jelenti, illetve az, hogy a turbulens hőcsere révén a betonsziget fokozottan melegíti a felette található levegőréteget. A sörkertek napok számának eltérése másik okát a Szamos mentén esténként végigfújó szélben látom. A város nyugati és központi részei, így a Fellegvár is jobban ki vannak téve e hegy-völgyi szélnek, míg a magas ártéren található repülőtéren alig érződik. A város szélfelőli oldalán este 20 és 23 óra között a hőmérséklet  $3,8-5,7^{\circ}\text{C}$ -t is csökkenhet (Pop, 1957).

20°C fölötti hőmérsékleti értékek esetében használható mutató a humidex (Höppe, 1984). Értéke a nyári hónapok emberi komfortérzetet tükrözi. A hőmérséklet (T) °C-ban és a párányomás (e) hPa-ban mért adatait felhasználva a következő képlet segítségével számítható ki:

$$H=T+5(e-10)/9$$

Négy kategóriája van: 20–29 közötti érték esetében teljes komfortérzet (1), 30–39 között enyhe díszkomfort lép fel (2), a 40–45 közötti sávban a díszkomfort hangsúlyozottá válik (3), míg a 46 feletti értékek erős stresszhatást váltanak ki. Kolozsváron a május–október közötti időszakban az első két kategóriával lehet számítani. 1980 legmelegebb hónapjának, augusztusnak délben mért adatai alapján kiszámított humidex – egyetemi, a fellegvári és a repülőtéri – értékeit elemezve, egyrészt jól követhető a belvárosi nedvességsziget hatása, másrészt a repülőtéri betonfelület hőmérsékleti kapacitásának befolyása: mind a belvárosban, mind a repülőtéren a humidex mutatói meghaladják a külvárosban (fellegvár) mérteket, mi több a repülőtéren, annak ellenére, hogy valamivel alacsonyabb a hőmérséklet mint a belvárosban, mégis a magasabb párányomás miatt néhány esetben nagyobb a humidex értéke. A külterületekhez képest a belvárosi párányomás adatai a nyári napokon általában alacsonyabbak, míg éjszaka magasabbak, télen pedig a belvárosi értékek mindig magasabbak. A repülőtéren még e területi megoszláshoz figyelembe kell venni a Kis-Szamos közelségét, hisz a folyó párolgó vízfelszínét is nedvességforrásként kell kezelni. Míg a külvárosban 1980 augusztusában déli 1-kor 25 komfortos nap mérhető, addig a humidex szempontjából komfortos napok száma a belvárosban 17 napra, a repülőtéren pedig 19 napra csökken (5.4.ábra).

A kolozsvári nedvességsziget megmaradásában kiemelkedő jelentősége van az évente 160-180 napig is eltartó hőmérsékleti inverzióknak, melynek átlagos vastagsága 350 m, de télen elérheti a 700-740 métert is (Belozerov, 1972). A legtöbb inverziós nap októberre (18–20 nap) és januárra tehető (12-15 nap). Inverziós napok alkalmával a magasabb térszínek – a legfelső terasz és a Feleki tető – mentesek ettől a jelenségtől, és gyakran előfordul, hogy a völgyben levő belváros és a magasabb szintek között az utóbbiak javára 10-12°C-os eltérések is regisztrálhatók (Belozerov, 1972). 1998 decembere és 1999 márciusa közötti periódus folyamán a Feleki-gerincen levő új csillagvizsgáló területén kitett hőmérő által regisztrált értékek és a fellegvári meteorológiai megfigyelőállomás adatainak összehasonlítása révén kiszámítható, hogy összesen 43 alkalommal volt hőmérsékleti inverzió, ami a város fölötti köd- és szmogréteget állandósította. Ezzel magyarázható, hogy télen a déli órákban a Feleken mért hőmérsékleti többlet értéke elérheti a 5–12°C-t is. A magasabb hőmérséklet erősebb párolgást okoz, és a levegő melegebb volta miatt nagyobb mennyiségű vízpárárt képes felfogni. Előfordulhat, hogy a városban nem regisztrálunk párányomás-többletet, hanem pont ellenkezőleg, ideiglenes jelleggel a Feleki-tetőn kialakul egy nedvességsziget.



A németnyelvű szakirodalomban gyakran használják az emberi szervezet tűrőképességét és a szennyeződés fokát is „tesztelő” a levegő minőségének terhelési indexét (AQSI) (Höppe 1984, Mayer 1995) Ezt a mutatót nem az éghajlati paraméterek segítségével számítják ki, de ennél a fejezetnél tárgyalom, egyrészt mert alakulását a hőmérséklet, a szél és a légköri víz jellemzői határozzák meg, másrészt mert szintén az emberi komfortérzetet tükrözi. Kiszámításánál az SO<sub>2</sub>, az ülepedő por (TDS) és NO<sub>2</sub> adatait kell felhasználni a következő képlet szerint (Mayer, 1995):

$$AQSI = 1/3 (N(SO_2))/50 + (N(NO_2))/50 + (N(TDS))/50$$

A képletben az N az illető szennyezőanyag koncentrációjának összességét jelenti µg/m<sup>3</sup>-ben megadva. Az index kiszámításához használt adatok a Megyei Környezetvédelmi Hivataltól származnak, és az 1990-1996-os időszakra vonatkoznak. A városban a hivatal állandó jelleggel 14 pontban végez méréseket. Időnként több ideiglenes mérési pontokat is felállítanak. Ez utóbbiak adatait nem vettem figyelembe, sőt az állandó mérési pontok közül csak hatnak az adatait dolgoztam fel. A mérési állomások a város jellegzetes térségeiben a következőképpen helyezkednek el: a fellegvári teraszon, a meteorológiai állomás területén (1), a város nyugati részén (2), a központtól keletre, egy sűrűn beépített lakótelepen (3), az egyik legszennyezőbb gyár udvarán (4), a gyárnegyedben (5), és a Kolozsvár keleti részén található pataréti szeméttároló közelében (6). A fellegvári mintavételi pont kivételével az összes többi adat az árterületről (2 és 6) és az alsó (4) és a városi teraszról származnak (3,5).

Az AQSI értékeit három kategóriába lehet csoportosítani: a 0,5 µg/m<sup>3</sup>-nél kisebb értékek esetében a terhelés elhanyagolható (I. kategória), a 0,5-1,0 µg/m<sup>3</sup> közötti adatok közepes terhelési szintet jelentenek (II. kategória), míg ha a képlet alapján nyert mutatók meghaladják az 1µg/m<sup>3</sup>-t, akkor nagyon magas a terhelési index (III. kategória). A lakóterületek esetében az ajánlott AQSI értékek a I. és a II. kategóriába kellene tartozzanak (Mayer, 1995). Ha bármelyik szennyezőanyag

koncentrációja meghaladja a TA Luft, vagyis a Németországi Környezeti Minisztériuma Levegőcsoportja által megállapított küszöbértékeket, akkor az aktuális AQSI értékektől függetlenül a szennyezés intenzitása nagyon magas (IV. kategória), vagyis káros az emberi szervezetre (Mayer, 1995). Ezt az európai normáknak megfelelő küszöbértéket a Kolozsváron mért adatok egyetlen esetben sem haladják meg (5.5. táblázat).

A levegő minőségi indexének hétéves menetét figyelve kitűnik, hogy a város nyugati és közép részén a domináló típus az I. kategória, tehát a levegőszennyeződés nagyon alacsony fokú. Jelentős eltérések mutatkoznak az index értékeiben ha az első három mérési pont adatait a gyárnegyed adatsoraival hasonlítom össze, ugyanis az utóbbiak a II. és a III. kategóriába tartoznak. Tehát az ipari térség levegője 4–5-ször szennyezettebb a városnak a magasabb szintjein fekvő részeinél. Ugyanakkor az árterületen és az alsó teraszon a szennyeződés mértéke nyugatról a keleti irányba növekszik. A magnéziumművek udvarán (4. állomás) az AQSI értéke nagyon magas, ami az ülepedő por kiemelkedően nagy mennyiségével magyarázható.

5.5. Táblázat. Az AQSI értékei Kolozsváron.

Év	Fellegvár	Külváros	Lakótelep	Gyárudvar	Gyárnegyed	Szeméttároló
1990	0,12	0,13	0,21	0,94	0,79	0,52
1991	0,11	0,15	0,18	0,86	0,71	0,55
1992	0,13	0,13	0,13	1,01	0,64	0,84
1993	0,19	0,16	0,22	0,76	0,77	0,61
1994	0,12	0,09	0,17	0,92	0,82	0,89
1995	0,09	0,11	0,21	1,00	0,83	0,89
1996	0,11	0,12	0,19	0,79	0,69	0,61

#### 5.4. A városi hősziget

A városban a természetes környezettől eltérő szerkezet és anyag, a szennyezett légkör, valamint a mesterséges hő- és vízkibocsátás következtében hőszigetek alakulnak ki (Unger, 1997). A termikus modell kidolgozásánál abból indultam ki, hogy egy teljesen szélcsendes, felhőtakaró závaró hatása nélküli helyzetet kell szimulálni. Ilyen szituáció általában hidegfront utáni nyári napokon fordul elő. Ennek a hidegfronti hatásnak köszönhetően, az egész vizsgált tartományra egy homogén hőmérsékletet feltételezhetünk, ami a nap felkeltével, mint a hőforrás megjelenésével elkezdi változni. A különböző beépítettségű és eltérő városi felszínek (beton, aszfalt, víz- és zöldterület) termikus tulajdonságaik alapján jól követhető, hogy a belváros sűrűn beépített térségei és a gyárváros beton-, aszfalt- és salak területei 14 órakor átlagban 4–6<sup>o</sup>C-al melegebbek a vízpartoknál, a zöldövezeteknél és a magasabb teraszok ritkábban beépített kertes területeinél. Míg az előbbiek esetében a hőmérséklet meghaladja a 24,5<sup>o</sup>C-t, addig a központi déli részen található házsongárdi temető, a Szamos vonulata, és a folyótól délre a Sétatér, illetve a folyótól északra található fellegvári zöldterület és a kisebbik temető hőmérsékleti értékei a 20,0–21,5<sup>o</sup>C-os sávban maradnak. Időben előrehaladva a hőmérsékleti különbségek koraestére érik el a maximális értéket, amikor a 7<sup>o</sup>C-t is meghaladhatják.

Éjfélkor legmelegebb a vízpart, a Sétatér, és egy-egy kisebb hősziget található még a temetőben és a kertvárosban. A térkép észak-nyugati részén található panel-negyed és az ipari övezet, vagyis a nappal legmelegebb területű városrészek hűlnek le a legjobban. A legnagyobb hőmérsékleti különbség  $5^{\circ}\text{C}$ . Másik észrevétel, hogy a napközben meleg belváros éjszaka általában  $3^{\circ}\text{C}$ -al melegebb a külvárosi ipari térségeknél (5.2. és 5.3. térkép).

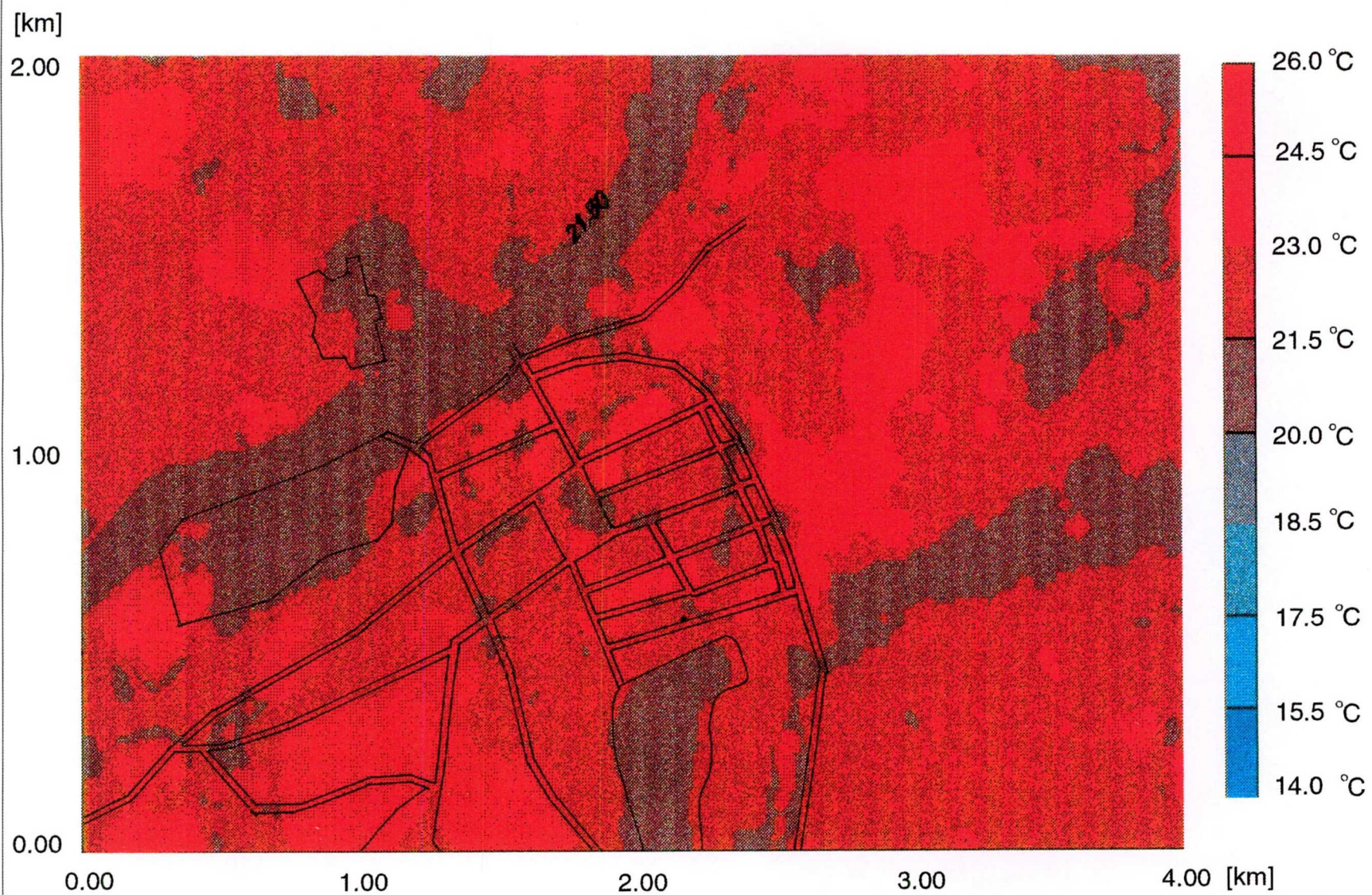
Tehát a modell szerint napközben a város lehidegebb felszíneit a Szamos és a zöldterületek képezik. Ezzel szemben a legmelegebb területeket az ipari térség és a sűrűn beépített belváros aszfalt- és betonterületei jelenti (Géczi, Loerincz, 1998). A városmag és a keleti terület valódi hőszigetet képez, hiszen az aszfalt- bitumen és betonfelszínek termikus jellegeinél fogva jobban és a mélyebb rétegekben is felmelegednek, és este kisugározzák a nap folyamán kapott energiát.

A füves és a talajjal borított aktív felszínek hamar felmelegednek, de gyorsan le is hűlnek, míg a fás növényzettel borítottak esetében a besugárzott felületet a lombkorona jelenti, mely elsőnek melegszik fel, s a felmelegedés erről a szintről folytatódik a talaj felé. A modell alapján nyert hőmérsékleti különbségek alig térnek el a mért adatoktól (Belozarov, 1972). Szélsőségesen kifejlődött hőszigetéről beszélhetünk, hiszen általánosan elfogadott tény, hogy a  $4^{\circ}\text{C}$ -nak lehet megadni azt a küszöbértéket amelynél magasabb értékű hősziget esetében ez a jelenség megjelenhet (Oke, 1982). Az erősen kifejlődött hősziget általában tiszta időben, vagy nagyon alacsony felhőborítás feltételei (maximum 3 okta) között jelenik meg (Unger, 1997). A hősziget-jelenség a növényzet területi megoszlását jelentősen befolyásolhatja: ebben az értelemben megemlíthető a termofiton és urbanofiton fajoknak (például *Hordeum murinum*) a központban és a keleti városrészben való gyakori előfordulása, ahogy azt az asszociációjának elterjedési térképe is mutatja (6.1.térkép).

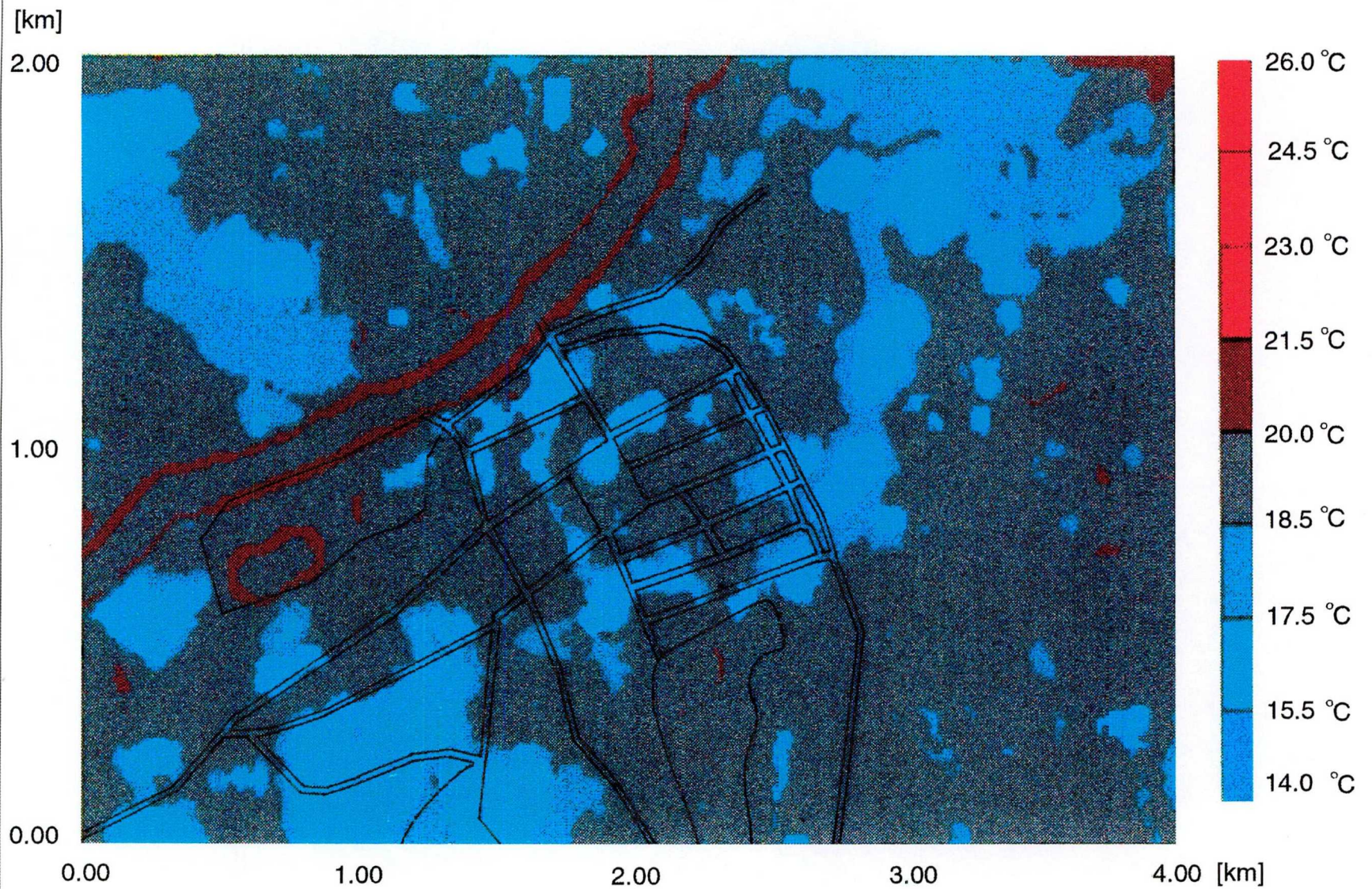
Az 1971-ben 19 helyen mért adatok alapján készített izotermatérképről leolvasható, hogy a déli órákban a belvárosban télen is 2-3 fokkal melegebb van (5.4.térkép). Kiemelkedik a belváros, amit a  $2^{\circ}\text{C}$ -os izoterma vonal választ el a környező térségektől. Ugyanakkor egy hidegsziget jön létre a Sétatéren, míg város területét a  $-1,5^{\circ}\text{C}$ -os izoterma határolja.

A belvárost reprezentáló egyetemi állomásnak a fellegvárhoz viszonyított havi és észlelési terminusonk szerinti átlagos hőmérsékletkülönbségeit elemezve, látható, hogy egész évben – télen alacsonyabb, nyáron magasabb – hőmérsékleti többlet mutatkozik (5.6.táblázat). Éjszakai 1 óras adatok szerint a nyári hónapokban a hőtöbblet általában  $2^{\circ}\text{C}$  körül van, vagy meghaladja ezt az értéket; a maximális különbség augusztusban észlelhető. Az év folyamán az eltérés a decemberi minimumtól folyamatosan emelkedik az augusztusi maximumig, mely az erős nyári besugárzás eredményeképpen a mesterséges felszín anyagaiban felhalmozódott, majd a felszabaduló hőmennyiség miatt jön létre.

## 5.2. Térkép A hősziget alakulása a déli órákban a modell alapján

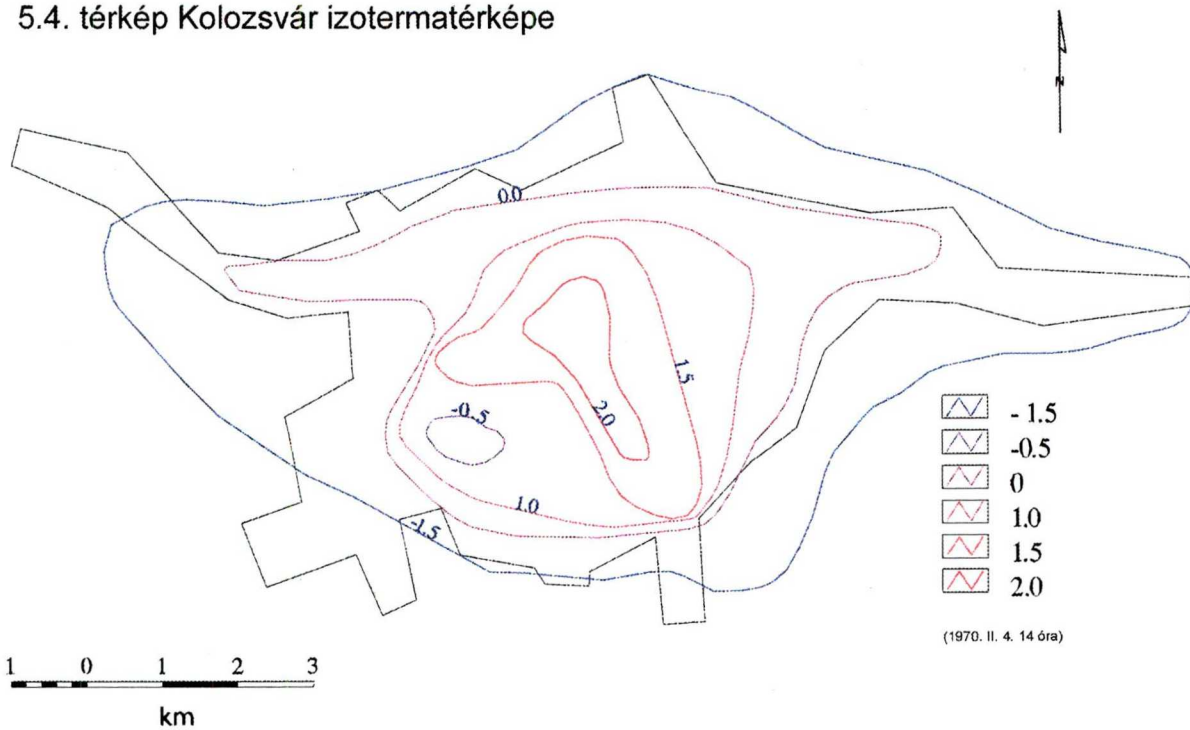


### 5.3. Térkép A hősziget alakulása az éjjeli órákban a modell alapján





#### 5.4. térkép Kolozsvár izotermatérképe



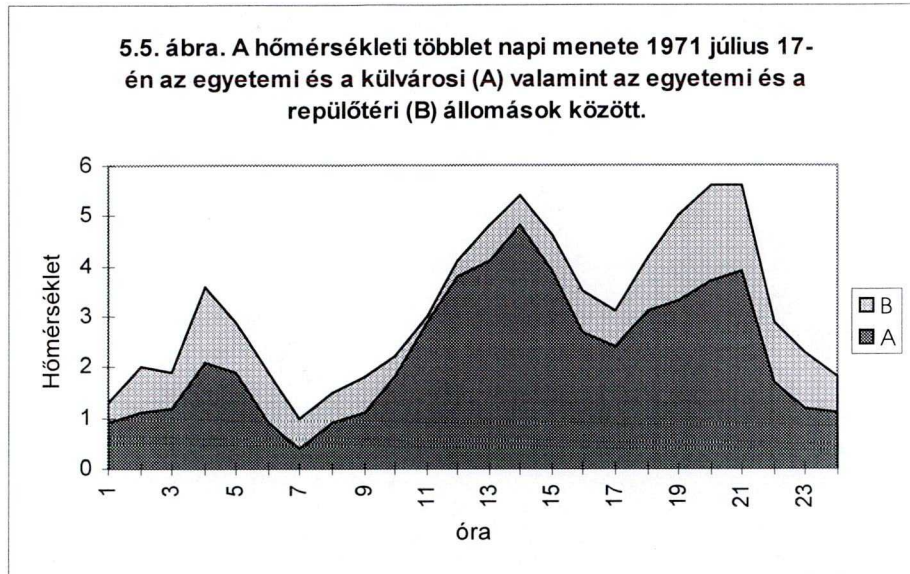
**5.6. Táblázat. A központ hőmérsékleti többletei a fellegvárhoz képest havonként és észlelési terminusonként 1978-ban**

hónap	1óra	7óra	13óra	19óra
január	1,4	0,9	0,8	2,1
február	1,9	1,5	0,8	2,0
március	2,2	2,0	1,1	2,8
április	2,8	1,9	0,6	3,1
május	3,1	2,1	1,9	2,9
június	3,6	2,3	2,8	3,4
július	3,9	2,2	2,0	4,1
augusztus	4,3	2,4	3,1	3,9
szeptember	3,4	2,2	1,7	3,8
október	2,1	3,1	0,9	2,9
november	1,9	0,9	0,8	1,9
december	0,9	0,8	0,6	2,1

A belvárosnak a fellegvárhoz és a repülőtérhez képest kialakuló hőtöbblet nyári 24 órás menetének vizsgálata azt mutatja, hogy a belváros és a külváros közötti eltérések egész nap folyamán jelentkeznek. Reggel és éjjel a hőtöbblet értéke  $1^{\circ}\text{C}$  körüli, a minimális különbség a hajnali órákban regisztrálható, napközben pedig reggel 9-től délutánig növekvő tendenciát mutat, majd éjfélig lassan csökken. A belvárosban a repülőtérhez képest is melegebb, de a különbségek sokkal enyhébbek. A legnagyobb eltérések délután keletkeznek, de ezek értéke is csak  $1,7\text{--}2,4^{\circ}\text{C}$  (5.5. ábra).

Szintén a városbeli hőtöbblet kialakulását hívatott ábrázolni az 1999 szeptember 14-én este 9-kor végzett mérés. Egy észak-déli lefutású, a csillagvizsgáló teraszról, 454 m tengerszint feletti magasságról induló és a városi teraszig, 343 m magasságig lehúzó utcát választottam ki. Az utcának és az utcát övező kertek négy pontján 1,5 m magasságban végeztem el a mérést, és összehasonlításként felhasználtam a fellegvári állomás hasonló időpontban mért adatát is. Az eredményekből kitűnik, hogy míg a két belvárost képviselő ponton sörkerti nap van ( $20,2$  és  $21,1$  fokot mértem) addig a külterületeken, amelyek egyben magasabban is vannak, jóval alacsonyabb a hőmérséklet, egyetlen helyen sem haladta meg a  $19^{\circ}\text{C}$ -t (a csillagvizsgáló teraszán  $17$ , a fellegvári meteorológiai állomásnál pedig  $17,4^{\circ}\text{C}$  volt). A maximális hőmérsékleti eltérés értéke  $3,9^{\circ}\text{C}$ , mely a legmagasabb és egyben a legzöldebb térség és a 88-92%-ban beépített központ között alakult ki. A beépítettségi fok és a magasság csökkenésével párhuzamosan a hőmérsékleti többlet értéke is lassan kezd eltűnedezni.

Tehát Kolozsváron kialakul a hősziget, aminek a jelenlétét a mérések és a modell is bizonyítja. A kérdés, hogy a sűrűn beépített alacsony szinteken található belvárosra milyen intenzitású hősziget jellemző, s az mennyire stabil?



A belváros és a külterület közötti hősziget maximális intenzitását ( $T_m$ ) egy a város lélekszámát is felhasználó ( $P$ ) empirikus képlet segítségével lehet kiszámítani. (Oke, 1982):

$$T_m = 2,01 \log P - 4,06 \text{ és } T_m = 1,92 \log P - 3,46$$

Az első esetben ez a hőmérséklet  $7,03^\circ\text{C}$ , míg a másodikban  $7,17^\circ\text{C}$ . A két érték közötti különbség nem szignifikáns. A modell alapján a belváros és a külterület között a késődélutáni maximális hőmérsékletkülönbség szintén  $7^\circ\text{C}$ , míg a mérések  $5,5^\circ\text{C}$ -os erősségű hőszigetet jeleznek.

A hősziget hőstresszt válthat ki, ami az idősek és a betegek körében keringési és alvászavarokhoz vezet. Ugyanakkor módosulnak a növények fenológiai fázisai is: a Kis-Szamos völgyében Kolozsvártól 4 km távolságra található szászfenesi kontrollterülethez képest 1998 és 1999 során az *Aesculus hippocastanum* a városban 6, illetve 4 nappal, a *Tilia tomentosa* pedig mindkét évben 3 nappal hamarabb virágzott.

A hősziget stabilitását hivatott kimutatni az empirikus képlet, mely a hőmérsékletkülönbség megszüntetéséhez szükséges szélesebesség ( $V$ ) minimális értékét fejezi ki a városi lakosság ( $P$ ) függvényében:

$$V = 3,41 \log P - 11,6$$

Kolozsvár esetében, ha az 1996-os adatokat veszem alapul, 346 ezer lakossal lehetne számolni, és ebben az esetben a kritikus szélesebesség értéke  $7,2 \text{ m/sec}$ .

A következő mutató a fűtési napok száma egyrészt a komfortérzetet jelzi, ugyanakkor területi megoszlásának megfelelően tükrözi a hősziget erősségét, valamint kiszámíthatóvá teszi a fűtés-

re használandó hőmennyiséget. Fűtési napnak tekinthető az a nap, amikor a külső levegő napi középhőmérséklete nem emelkedik  $12^{\circ}\text{C}$  fölé (Unger, 1997). A városi hősziget jelenléte miatt a külterület és a belváros között jelentősen eltérhet a fűtési napok száma és azáltal a fűtésre használt energia mennyisége is. A  $12^{\circ}\text{C}$ -os napi középhőmérsékleti érték alatti külső hőmérséklet esetében szükségessé válhat a zárt terek, illetve a lakások melegítése. Minél alacsonyabb a külső hőmérséklet, annál nagyobb mennyiségű hőre van szükség. A fűtési napok számának kiszámítása a levegő napi középhőmérsékletének ( $t$ ) és a fűtési fokszám ismeretének alapján (ez a belső helyiségek ideális hőmérsékletét jelenti, értéke  $20^{\circ}\text{C}$ ) az alábbi képlet alapján lehetséges (Unger, 1997):

$$F_f = \sum (20 - t)$$

A fűtési napok, valamint a fűtési fokszám adatainak birtokában könnyen kiszámítható az éves energiaszükséglet mennyisége. A külterület és a belváros fűtési fokszámának aránya egyazon időszakon belül reális képet nyújt a két térség fűtési energiaigényének és felhasználásának összehasonlítására. Az 1978 és 1979-es adatokat felhasználva a város külterületét jelentő fellegvári ( $F_{n_k}$ ), valamint a belterületet reprezentáló egyetemi állomásnak ( $F_{n_v}$ ) az átlagos fűtési napjait elemezve, arra a következtetésre lehet jutni, hogy a belvárosban a fűtési napok száma főleg május és szeptember folyamán tér el a külvárostól (5.7. táblázat).

**5.7. Táblázat. A fűtési napok számának (fn) és a fűtési fokszámnak (ff) és arányuknak havonkénti átlaga a belvárost képviselő egyetemi állomáson (Bv) és a külvárosi, fellegvári (Kv) állomásokról 1978 és 1979-ben.**

	Bv(fn)	Bv(fn)	Bv(ff)	Bv(ff)	Kv(fn)	Kv(fn)	Kv(ff)	Kv(ff)	arány	arány
	1978	1979	1978	1979	1978	1979	1978	1979	1978	1979
I.	31	31	757,6	736,4	31	31	787,1	801,1	1,03	1,08
II.	28	28	575,3	550,7	28	28	601,2	591,4	1,04	1,07
III.	31	31	532,7	446,7	31	31	570,9	517,7	1,07	1,15
IV.	28	25	342,4	340,4	29	28	359,1	391,2	1,04	1,14
V.	11	10	122,7	98,3	19	12	219,8	119,2	1,79	1,21
IX.	16	3	159,6	32,9	21	8	261,3	93,3	1,63	2,85
X.	26	26	352,9	367,4	29	28	398,2	391,6	1,12	1,06
XI.	30	27	562,1	414,9	30	30	604,1	487,9	1,07	1,17
XII.	31	31	643,5	577,1	31	31	693,3	616,7	1,07	1,06

A mért adatok alapján a fűtési idény 1978-ban szeptember közepén, 1979-ben pedig október elején kellett kezdődjön. Mindkét esetben május elejéig tartott. A fűtési napok száma a december-március időszakban megegyezik; eltérés csak az április-május és a szeptember-november periódusban van, amikor a külterületen mért napok száma meghaladta a belvárosiakat. 1979-ban 13, 1978-ban pedig 17 nappal volt magasabb a fűtési napok száma a fellegváron mint a belvárosban. Ezek az értékek jóval alacsonyabbak mint Szeged (Unger, 1997), Budapest (Probáld, 1974), Barcelona (Moreno-Garcia, 1994) vagy London (Fanger, 1972) esetében, ami egyrészt azzal magya-

rázható, hogy amint már esett szó róla, Kolozsvárt magas az inverziós napok száma, és a külvárosi klímát képviselő fellegrvári állomás a negyedik teraszon található, és egy tömbházakkal körülhatárolt területen helyezkedik el. Ez azt is jelenti, hogy főleg a téli reggeleken kiemelkedhet a völgyet kitöltő ködből, ami jelentősen csökkentheti a központ és a külváros fűtési fokszámainak arányát. Másrészt, tavasszal és ősszel a Szamos völgyében eléggé gyakori a hegyvölgyi szél, ami egyformán lehűti a belvárost és a külterületeket (Pop, 1957),.

Ami a fűtési fokszámok értékét illeti, egyértelmű, hogy a külvárosban magasabbak, ami a beépített anyag hőkapacitásával és az épületekből kiáramló hőmennyiség melegítő hatásával magyarázható. A legnagyobb különbségek májusban és szeptemberben jelentkeznek, ezek értéke  $100^{\circ}\text{C}$  körüli. Mindkét esetben jól követhető, hogy a legnagyobb eltérés a reggeli és a délelőtti órákban regisztrálható. A téli hónapokban ez a különbség sokkal kisebb, alig  $30\text{--}35^{\circ}\text{C}$ -os, ami azt jelenti, hogy a város hatása tavasszal és ősszel csökkenti jobban a fűtési igényt.

Az említett eltéréseket ábrázolják a két térség fokszámainak havonkénti arányszáma. A legnagyobb különbség 1979 szeptemberében észlelhető, amikor a külvárosban majdnem háromszor magasabb volt a fűtési fokszám. A téli hónapok konstansan kiegyensúlyozott értékeket mutatnak (1,03–1,15), ami azt jelenti, hogy a külterület a belvárosnál 3-17%-al igényel több fűtőanyagot. Abban az esetben, ha a repülőtéri és a mezőgazdasági kutatóállomás, tehát két külvárosi, de különböző magasságban található térség fűtési fokszámait hasonlítom össze, feltűnő, hogy a békási teraszon október és február között alacsonyabbak az értékek. Hasonló a helyzet, ha a repülőtéri adatokat a fellegrvárihoz hasonlítom: mindkét esetben az arány átlaga 1,02; ami azt jelzi, hogy a külvárosok között is van eltérés, vagyis az inverziós időszakban a magasabb geomorfológiai szinteken melegebb van. Ugyanakkor a február-május periódusban a különbség megszűnik.

Szintén a hősziget intenzitásának mértékét érzékeltetik a város különböző területén mért nyári, kánikulai, téli és fagyos napok számának gyakorisága. Az 1978-1980 közötti időszak hét állomáson mért adatai szerint a külterületeken a fagyos napok száma meghaladja a 320-at, addig a belvárosban csak 266-t regisztráltak (5.8.táblázat). Érdekesnek tűnik a repülőtér esete: a kifutópálya betonszigete nyáron nagyon felmelegszik, ez okozza a nyári és a kánikulai napok magas számát. Télen és az átmeneti évszakokban, mivel a repülőtér a magas ártéren található, kihat rá az inverzió, és mert messze fekszik a sűrűn beépített városrésztől, elég magas a fagyos és a téli napok száma. A sűrű beépítettségű központban regisztrálható a legkevesebb fagyos és téli, illetve a legtöbb kánikulai és nyári nap.

5.8. Táblázat. A nyári, téli, kánikulai és fagyos napok száma hét, a városra jellegzetes megfigyelési ponton az 1978-1980-as időszakban.

Megfigyelőállomás	Nyári napok	Téli napok	Kánikulai napok	Fagyos napok
Fellegvár	91	328	6	91
repülőtér	118	333	12	101
földrajz kar	97	310	8	82
agronómia	79	309	7	84
mezőgazdasági kutatóállomás	88	334	7	108
botanikus kert	81	329	8	97
egyetem	109	276	21	77

Megállapítható, hogy Kolozsvár beépítettsége révén úgy módosítja a levegő hőmérsékletét a térségre jellemző általános éghajlaton belül, hogy ezek a változtatások az esetek jelentős részében kedvezőek a humán bioklimatológiai szempontból. A belvárosban lévő ember számára a kellemes időszak egy naptári éven belül valamivel hosszabb ideig tart, mint a városon kívül. A városi területek klímamódosító hatása főleg az árterületen és az alacsonyabb teraszokon található legsűrűbben beépített területeken érződik. Ezekről a szintektől távolodva lassan csökken a beépítettség és ezáltal a város befolyása is gyengül. Általában nyáron az esték és az éjszakák kellemesebbek a belvárosban, a délutánok pedig a magasabb szinteken levő zöldövezeteken. Az átmeneti évszakok hónapjai (szeptember-október és április-május) bioklimatikus szempontból kimondottan kellemesek a belvárosban. A téli és őszi hőmérsékleti inverziós reggelek kivételével szintén a belváros területe mutat kedvezőbb feltételeket mind a bioklimatikus indexek, mind pedig a fűtési fókuszok esetében. Az inverziós napokon a beépítettség nem játszik szerepet, mert ekkor csak a felső terasz és a Feleki-tető emelkedik ki a ködből, így ezek a szintek képezik a bioklimatikus szempontból kellemes, komfortos övezetet. E jelenség okának és hatásainak a részletes kifejtése nem célom, ugyanis nem az emberi tevékenységgel, hanem az általános meteorológiai feltételekkel kapcsolatos.

## 6. A Kolozsvár növényzete

## 6.1. Kolozsvár és környékének természetes növényzete

Ha a város potenciális növényzetét elemezzük, akkor megállapítható, hogy Kolozsvár három florisztikai régió találkozásánál fekszik. E három régió – a Kolozsvártól keletre és délkeletre, illetve a Kajántói pataktól, Szamosfalvától és Apahidától keletre az Erdélyi-mezőség erdős-tyeppje, északra és északnyugatra a Szamoshát magasabb dombvidékének (Lomb, Méraidombok) tölgyes övezete, valamint a várostól délre a Kis Magura–Árpád-csúcs–Feleki-gerinc–Nyíres vonulat északi, hűvösebb lejtőin a Szigethegység bükkös övezete – jelentősen befolyásolta a város növényzetének fejlődését. A következőkben rövid áttekintést nyújtok Kolozsvár környéki potenciális flóra főbb komponenseiről, annak érdekében, hogy minél jobban lehessen követni a fajok „kicserélődésének” folyamatát a város területén.

1. Az Erdélyi-mezőség dombjainak napos, déli-délnyugati lejtőit a jégkorszak utáni meleg éghajlatban keletről bevándorolt eurázsiai elemek borítják. Az előzőleg létezett elegyes erdők kiirtása után vándoroltak be a kolozsvári szénafüvekre, Szamosfalva és Apahida vidékére a zömmel dél-oroszországi árvalányhaj (*Stipa joannis*, *S. lessingiana*, *S. Pulcherima*), zsálya (*Salvia nutans*), imola (*Centaurea trinervia*), fejvirág (*Cephalaria uralensis*), macskamenta (*Nepeta ucranica*), törpemandula (*Amygdalus nana*), volgai hérics (*Adonis volgensis*) (Csűrös, 1973). Néhány erdélyi endemizmus (*Salvia transsilvanica* és az *Adonis transsilvaniaca*) és reliktum jellegű hegyvidéki elem is előfordul: pirosló hunyor (*Helleborus purpurascens*), gyűszűvirág (*Digitalis ambigua* Murr.), viola (*Viola mirabilis*), peremizs (*Inula helenium*), lilium (*Lilium martagon*), zászpa (*Veratrum nigrum*), kutyatej (*Euphorbia angulata*) stb. A szamosfalvi szikeseken sziksófű (*Salicornia herbacea*), mézpázsit (*Puccinellia distans*, *P. transsilvanica*, *P. Limosa*) uralkodnak.

2. A tölgyesek övezetében főleg a középeurópai erdőalkotó fajok – tölgy, gyertyán, nyár – (*Quercus* sp, *Carpinus betulus*, *Populus tremula*) a tájmeghatározó elemek. Az erdők aljnövényzetében a lomberdők gyepszintjében zömmel eurázsiai és európai – szellőrózsa (*Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*), salátaboglárka (*Ficaria verna*), gombernyő (*Sanicula europaea*), nadragulya (*Atropa belladonna*), lórom (*Oxalis acetosella*), csillagvirág (*Scilla bifolia*) –, illetve dacikus – hunyor (*Helleborus purpurascens*), gyöngyvirág (*Convallaria majalis*), lilium (*Lilium martagon*), salamonpecsét (*Polygonatum latifolium*) – fajok fordulnak elő. Ugyanakkor kevés bennük a haraszt, csak *Pteridium aquilinum*, *Polypodium vulgare*, *Dryopteris felix-mas*, *Equisetum silvaticum* található meg, és a fenyők is nagyon ritkák (helyenként *Larix decidua* ültetvények találhatóak).

3. A Feleki-hegy vonulatának északi, város felőli hűvös lejtőin bükkösök uralkodnak. Ezekben eurázsiai és közép-európai cserjék – bangita (*Viburnum opulus*), kecskerágó (*Euonymus europaeus*), bodza (*Sambucus racemosus*), szeder (*Rubus hirtus*) – és lágyszárúak – árvacsalán (*Lamium galeobdolon*), medvehagyma (*Allium ursinum*), hamuvirág (*Ligularia sibirica*), csáté (*Schoenus nigricans*), müge (*Asperula odorata*) – találhatóak.

A városkörnyéki flóra rendkívüli sokszínűségét az említett tényezőkön kívül még a várost övező termőhelyek változatossága és az utóbbi évezredekben lezajlott éghajlatváltozások eredményezték (Csűrös, 1994). Ehhez még hozzájárult az utóbbi évtizedek során egyre erősödő antropogén hatás is. Ami a társulások számát illeti, egy a hetvenes években végzett felmérés szerint a város területén mintegy kilencven növénytársulás fordul elő (Ghisa, 1976) (6.1.táblázat).

6.1.táblázat. Kolozsvár környékének főbb társulásai (Soó, 1947 alapján módosítva).

Zárt formációk		A legjellemzőbb társulások
Fásszárú	Törpecserjések	Callunetum, Bruckenthalietum
	Cserjések	Coryletum mixtum, Cor. Avellanae, Prunetum spinosae, Rosetum marisensis, Quercetum mixtum humile, Alneto-Salicetum rosmarinifoliae, Crategetum mixtum, Salicetum triandrae purpureae
	Erdők	Fagetum silvaticae, Quercetum mixtum roboris sessiliflorae, Carpinetum betuli, Populetum tremuli, Populetum albae-nigrae, Betuletum pendulae, Alnetum glutinosae, Alnetum-Betuletum pendulae, Salicetum albae, salicetum-populetum-Alnetum
Lágyszárú	Száraz rétek	Festucetum sulcatae, Fest. valesiatae, Agrostiето-festucetum rupicolae-valesiatae, Festuceto rubrae-Agrostietum tenuis, Cariceto-Brachipodium pinnati, Andropogonetum ischaemi, Stipetum capillatae, Stipetum peatae, Medicagini-Festucetum vallesiatae
	Rétek	Alopecuretum pratensis-Festucetum pratensis-Poetum pratensis, Festucetum rubrae, Agrostidetum albae, Deschampsietum coeruleae
	Láprétek	Agrostideum albae, Eriphoretum polystachyi, Schoenetum nigricantis, Caricetum flavae, Cladietum marisci, Eriphoretum vaginati, Triglochinietum palustris
	Mocsarak	Typhetum latifolii, Glycerietum aquaticaе, Oenanthetum aquaticaе, Bulboschoenetum maritimi, Heleocharidetum palustris, Juncetum mixtum, Cypereto-Juncetum articulati, Alopaecuratum aequalis, Catabrosetum aquaticaе, Equisetum palustris,
	Vízi formációk	Lemnetum minoris, Polygonetum natantis, Potametum pusilli, Myriophylletum spicati, Callitricetum polymorphae, Ranunculetum triophylli
Nyílt formációk	Szikések	Artemisietum monogynae, salicornietum herbacei, Triglochinietum maritimi, puccinellietum transsilvanicae
	Omlások, suvadások	Artemisietum campestris Juncetum bufonii, Stipetum pennatae, Calamagrostidetum epigeios-Melicae ciliate-Koeleriae gracilis



## 6.2. A városi növényzet jellemzői

A "plantae urbanae" kifejezést Schouw használta először 1823-ban, amivel a városban és annak környékén megtelepedő és elterjedő idegen eredetű növényeket illette (Sukopp, 1998). A szakirodalomban a város területén élő behurcolt (adventív), nem az eredeti természetes vegetációhoz tartozó növényeket megjelenésük idejének függvényében neofiton és archeofiton növényekre osztályozzák. A neofiton kategóriába zömmel az ember által behurcolt más kontinensről származó növények tartoznak (*Veronica persica*, *Sophora japonica*, *Conyza canadensis*, *Solidago canadensis*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Hedera helix*). Általában a település nagyságával arányosan nő az ún. hemerochor vagy antropochor növények száma, melyek elterjedését az ember jelentős mértékben elősegítette. A történelem folyamán mindaddig 10 ezer növényfajt hurcoltak be Közép-Európába (Sukopp, 1989). Egyes adatok szerint a nagyvárosok növényvilágának 50-70%-a hemerochor (Kovács M., 1985). Ebbe a kategóriába tartoznak mind a neofiton mint pedig az archeofiton fajok. Berlin estében, ha csak a neofiton fajokat vesszük figyelembe, számuk rohamosan nőtt: míg 1787-ben 20 volt, 1884-ben 51, addig 1959-re elérte a 79 fajt (Kunick, 1974). Budapesten a nyolcvanas évek elején 60 körül volt a neofiton fajok száma (Kovács és társai, 1981). Kolozsvárt a kilencvenes évekig nem történt hasonló felmérés. Adataim alapján a város területén és közvetlen közelében – a Csűrös I. (1994) és Csűrös L. (1994 és 1996) által közölt adatokat is felhasználva – 58 neofiton faj található (*Abies concolor*, *Acer negundo*, *Ageratum mexicanum*, *Amaranthus retroflexus*, *Armoracia rusticana*, *Celtis australis*, *Erigeron canadensis*, *Galinsoga parviflora*, *Juncus tenuis*, *Magnolia stellata*, *Mahonia aquifolium*, *Matricaria discoidea*, *Oenothera biennis*, *Sophora japonica*, *Solidago canadensis*, *Veronica persica*, *Waldsteinia geoides* stb.). Az újvilági származású neofiták között számos agresszíven terjeszkedő növény van, amelyek nemcsak a bolygatott helyekre költöznek be, hanem a természetes élőhelyeket is invázióval fenyegetik. Ilyenek a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia*), a gyalogakác (*Amorpha fruticosa* L.), a selyemkoró (*Asclepias syriaca* L.) és az aranyvessző (*Solidago canadensis*).

Általában a páfrányok és a virágos növények száma az egységnyi területre számítva magasabb az 50 ezer lelket számláló településeken (Wittig, 1991). Közép-Európa városaiban szoros kapcsolat van a növényfajok és a lakosság száma és sűrűsége között. A 100 ezer lakosnál kisebb településeken a növényfajok száma 530–560 körül van, a 100–200 ezres lakosú városokban 650–730 között, 250–400 ezer lakos esetében 900–1000 növény él, míg a milliós városokban a növényfajok száma meghaladhatja az 1300-at is (Sukopp, 1989). Tény továbbá, hogy a településeken előforduló növényfajok mennyisége a városi területek heterogén voltával is összefüggésben van. Mi több, az uralkodó növényzet a városi lakosság jövedelem szerinti megoszlását is tükrözi, mivel az alacsony szociális státusú lakosság lakóhelyén inkább a ruderalis növényzet terjedt el (Wittig, 1991). Ezzel szemben a jobb módúak rendezett kertvárosi negyedeiben alacsony a ruderaliak száma, és az ültetett és láthatóan gondozott növényzet, az ún. „pedigrés” táj a gyakori.

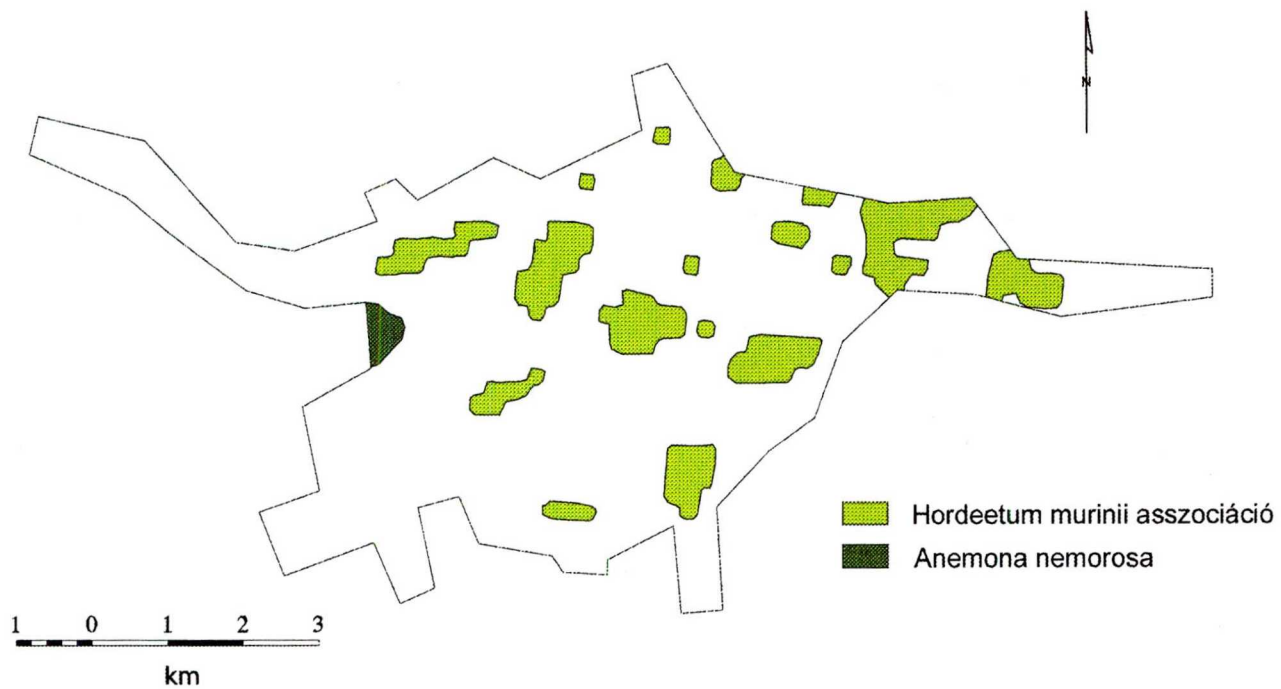
Alkalmazkodásuk alapján a növények városkerülő (urbanofob), városra közömbös (urbanoneutral) és városi környezetet kedvelő (urbanofiton) csoportokba osztályozhatók (Wittig, 1991). Az urbanofobok, ahogy nevük is mutatja, nem kedvelik a városi élőhelyeket. Kiváltképp vonatkozik ez a hidrofiton, az oligotrof és mezotrof környezetet kedvelő fajokra. Európában általában az urbanofob kategóriába tartoznak a orchidea- és a liliomfélék, a zuzmók és a mohák. Ilyen urbanofob növények továbbá a foltos kontyvirág (*Arum maculatum*), a szellőrózsa (*Anemona nemorosa*), az ördögszekér (*Eryngium campestre*), a nyugati kékperje (*Molinia coerulea*), a pusztai lengelfű (*Aira caryophylla*), a kis meténg (*Vinca minor*) (6.1. térkép).

A lista kiegészíthető még a Kolozsvár környéki xerofil lejtőket kedvelő fajokkal is. Ilyen a tavaszi hérics (*Adonis vernalis*), a közönséges kakukkfű (*Thymus glabrescens*), a komócsin (*Phleum montanum*).

A városi környezetre semleges növények, az urbanoneutralok, zömmel az euriöcikus és a kozmopolita fajok közül kerülnek ki: nagy útifű (*Plantago maior*), kicsiny gombvirág (*Galinsoga parviflora*), madárkeserűfű (*Polygonum aviculare*). Ide tartozik továbbá néhány fásszárú, mint a kecskefűz (*Salix caprea*), a nyír (*Betula pendula*) és a hegyi juhar (*Acer pseudoplatanus*), valamint a ruderalis fűfélék közül a gyermekláncfű (*Taraxacum officinale*), valamint az ezüstmoha (*Bryum argenteum* stb.).

A harmadik, ún. urbanofiton kategóriába zömmel ruderalis és nitrogénkedvelő társulások növényei, mint a Kolozsvárt is elterjedt földitök (*Bryonia dioica*), sövényiszulák (*Calystegia sepium*), fedélrozsok (*Bromus tectorum*), büdös zsázsa (*Lepidium ruderales*), keserűfű (*Polygonum calcatum*), fekete üröm (*Artemisia vulgaris*), óriáslaboda (*Atriplex patula*), parajlibatop (*Chenopodium bonus-henricus*) stb. tartoznak. Az urbanofiton növények is feloszthatók industrofil – magyarzsombor (*Sisymbrium altissimum*) –, holourban – egérárpa (*Hordeum murinum*) – és orbitofil – dercevirág (*Cardaminopsis arenosa*) – csoportokba (Wittig, 1991). Az urbanofiton fajok általában fény- és melegkedvelők, ellenállók a taposással szemben és szárazságtűrők (6.2. táblázat).

6.1. térkép Hordeetum murinii asszociáció és az urbanofob Anemona nemorosa elterjedése

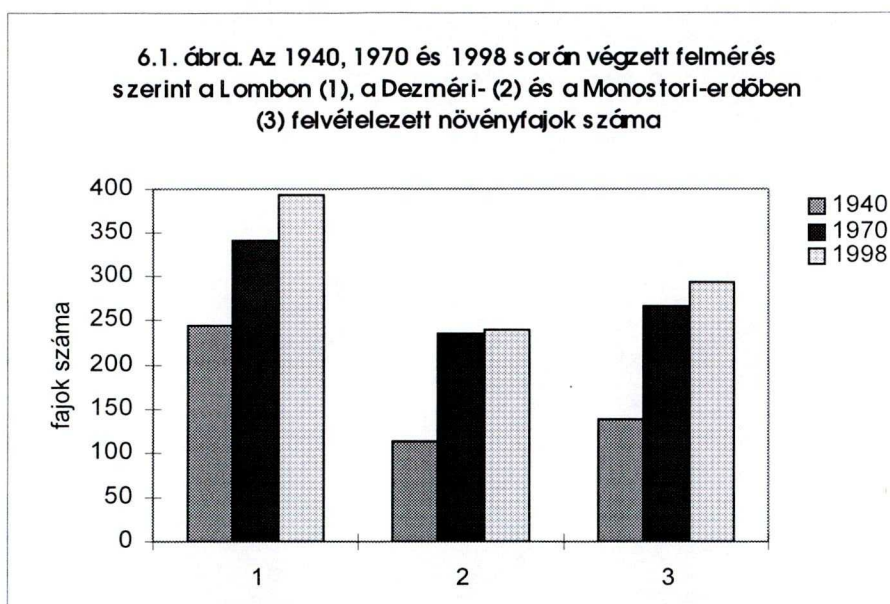


Táblázat 6.2. A gyakoribb városi és az urbanofiton növényfajok jellemzői (Wittig, 1991, Ellenberg, 1976, Gutte, 1992 alapján módosítva).

Ökológiai igény szerint	A városban gyakori fajok	Urbanofiton fajok
Fény	7,22	8,35
Hőmérséklet	5,83	6,82
Kontinentalitás foka	3,71	5,00
Nedvesség	4,94	3,22
A talaj kémhatása	6,60	7,44
Tápanyagtartalom (nitrogén)	7,00	4,47
<b>Életforma</b>		
egyévesek	44	44
félíg rejtve teelők	44	45
talajban teelők	5	2,5
törpe- és félcserjék	5	7,5
fák	2	1
<b>Eredet szerint (%)</b>		
Őshonos	60	20
Archeofiton	30	30
Neofita	10	50
<b>Vízgazdálkodás</b>		
higrofiton	22,5	0
mezofiton	60	40
xerofiton	17,5	60

### 6.3. A városban lezajló változások ökológiai hatása

Az utóbbi 50 év folyamán több faj vándorolt be, amit a városkörüli növényzet 1940–1944-es Nyáradi féle felmérésnek, az 1968–1970-es Kovács és társai és az 1976-os Ghişa által megjelentetett eredményeinek összehasonlítása alátámaszt és igazol. Az 1998–1999 során az általam végzett felmérések szintén megerősítik azt a feltételezést, hogy az utóbbi fél évszázad folyamán valóban jelentősen megnőtt a növényfajok száma. Nyárady az 1940-1944 közötti időszakban a város területén és a város környékén összesen 1630 növényfajt írt le (Nyárady, 1944). Ezzel szemben az 1976-ban megjelent összefoglaló munka már 1889 fajról tesz említést (Ghişa, 1976). Sokatmondó, hogy míg 1940-ben Kolozsvár közelében található Monostori-erdőben 137 faj, a Lombon 244 és a Dezméri-erdőben 114 faj élt, addig az 1968 és 1970 között ugyanazon a területen elvégzett felmérésnek szerint a növényfajok száma jelentősen gyarapodott (6.1. ábra). Ezek az erdők határosak a várossal, de nem tartoznak közvetlenül Kolozsvárhoz.



Az említett három területen az általam végzett növényterképezés során olyan fajokat találtam, amelyeket sem Nyárády, sem Soó, sem pedig Kovács nem említ meg; zömmel urbanofiton, nitrogénkedvelő vagy kozmopolita fajok – libapimpó (*Potentilla anserina*), erdei csillagfűrt (*Lupinus polyphyllus*), orvosi somkóró (*Melilotus officinalis*), bojtorjansaláta (*Lapsana communis*), parlagfű (*Ambrosia sp.*) stb. –, melyek véleményem szerint a területhasznosítás megváltoztatása következtében növelték meg areájukat, és valószínűleg a beépített környezetből „szöktek ki”. Például a Lombon található erdő körüli térséget a negyvenes években kizárólag kaszálónak használták. A hatvanas évek során állatfarmot építettek a területen, és a farm körül felszántották a földet. Valószínűleg az azóta parlagon heverő terület lassú nagyobbodása és az állatfarmról származó trágya miatt megnőtt tápanyag-mennyiség utánpótlás váltotta többek közt ki a nitrogéndús talajt kedvelő és általában romtalajok és ugarok növényeiként ismert fajok elterjedését.

Kolozsvár területén szintén megnőtt a növényfajok száma. Az 1998 és 1999 során végzett kutatásaim szerint a város területén jelenleg 1019 növényfaj él. Ezzel szemben az eddig megjelent egyetlen, csak a városra vonatkozó felmérés 943 fajt említ meg (Ghişa, 1976). Az eltérés nem nagy, ha az abból a premisszából indulunk ki, hogy a két felmérés eredménye helyes, és a két adatgyűjtés között 22 év telt el, ami bőven elég ahhoz, hogy újabb fajok jelenjenek meg. Szintén az adatok helyességét véli alátámasztani a Sukopp által kidolgozott és a németországi városokra érvényes tapasztalati érték, mely szerint a 250 és 400 ezres lakosú közép-európai városokban a páfrányok és virágos növények fajainak száma valahol 900 és 1000 között helyezkedik el (Sukopp, 1998).

A kolozsvári flóra életforma szerinti megoszlása alapján túlsúlyban az évelő növények vannak, részarányuk 50,1 %, aminek az a magyarázata, hogy ez az életforma felel meg legjobban a városi környezetnek, ugyanis a téli hőszigetek és a városra jellemző vékony hótakaró is bőven elég az áttelelő növényi részek megvédésére. Őket az egyéves (23,6%) és a fásszárú (8,9%) növények követik. A kétévesek, a félcserjék és a hagymások aránya egyenként nem haladja meg az 5%-ot.

Természetesen a legkisebb százalékos arányt az epifiton fajok érik el, ami a „fánlakás” lehetőségének viszonylagos korlátozottságával magyarázható.

Maga az urbanizáció a víz-, az anyag- és az energia-körforgás területén bekövetkezett módosítások révén teljesen átalakította az ökológiai viszonyokat. A város új típusú környezetet jelent. A már taglalt klimatikus és pedológiai változások mellett még a következő környezeti szempontú jellegzetességei emelhetők ki:

- a beépített térségben az input anyagmennyiség évszázadokon keresztül meghaladta az output értékét;
- az épületek nem csak a városi topográfiát változtatták meg, hanem ökológiai hatásuk is van, sok állat- és növényfaj számára az épületek felülete természetes kőzetek hatását jelentik;
- a város területén biotópok mozaikrendszere jön létre, amit a területhasznosítás módja definiál.

E változások leglátványosabb következménye, hogy több élőlény teljesen kipusztult és eltűnt a város területéről, illetve, hogy sok jövevényfaj jelent meg. Kolozsvár egykori természetes növényzete, mint például az északi lejtők közepesen nedves, árnyékot kedvelő Fageto-Carpinetum asszociáció teljesen eltűnt, kiszorult a város területéről, helyét pedig legjobb esetben is kevert kultúrerdők foglalják el. Ez a helyzet a Szamos árterületén is, ahol a Populeto-Salicetum-Alnetum asszociáció fajainak száma jelentősen lecsökkent. Ez a folyamat minden nagyvárosra érvényes: Londonban az őshonos fajok 21%-a (Goode, 1997), Berlinben 16%-a (Wittig, 1991) tűnt el. Az őshonos fajok kiszorításával párhuzamosan egyre nagyobb teret hódítanak a ruderalis, a szagetális és a jövevényfajok. A hősziget hatásával magyarázható például a XIX. században egy német botanikus kertből elterjedt, és rendkívüli ellenálló veronika (*Veronica persica*) térnyerése, továbbá az afrikai származású nehézszagú libatop (*Chenopodium schraderianum*), a szürke madársóska (*Oxalis corniculata*) és a karcsú disznóparéj (*Amaranthus chlorostachys*) megjelenése. Megemlíthető továbbá a mediterrán övezetből származó és melegkedvelő Rubianka libatop (*Chenopodium botrys*) esete. 1889-ben jelent meg Berlinben és a ruderalis asszociációk egyik leggyakoribb faja lett (Scholz, 1956). Indikátorfajként is szokták használni a városi hőszigetek növényzet segítségével történő azonosítására (Kowarik, 1992).

A jövevények között sok a hő- és nitrogénkedvelő faj, melyek a város peremén, utak, töltések, kerítések mentén, romos és elhagyott területeken, személtlerakó-helyeken jelennek meg. A nitrogénben gazdag, technogén rétegek kedveznek az erős vitalitású ruderalis és szagetális fajok elterjedésének. Ezek a fajok uniformizálják a város növényzetét, mint például a külvárosokra jellemző Lolio-Plantaginetum maioris, a Poetum annuae, a Hordeetum murinii, a Polygono-Chenopodietum társulások. Egyértelmű ugyanakkor, hogy a talajreakcióra és a kontinentálítás hatására ökológiailag érzéketlen fajok száma mindig magasabb a városokban, mint a környező természetes területeken (Wittig, Durwen, 1982).

Szintén az uniformizált városkép benyomását keltik a parkok és a belvárosi udvarok jövevényfajai: a szivarfa (*Catalpa bignonioides*), a déli ostorfa (*Celtis occidentalis*), az akác (*Robinia*

*pseudacacia*), az ecetfa (*Ailanthus altissima*) stb. A nagyon elterjedt egérárpa (*Hordeum murinum*) például az urbanizáció fokát jelzi. A neofitonok és a jövevényfajok elterjedése és a gyorsan változó ökológiai feltételek következtében a parkok, játszótérek, kertvárosok és útszéli földsávok területén szokatlan, teljesen új asszociációk jönnek létre.

Az emberi települések szabadon élő élőlényegyütteseinek és közösségeinek a következő sajátosságokkal rendelkeznek (Szárász 1987, Simmons 1993, Purvis 1992, Zimny 1994, Gallé 1997):

- az adott társulás diverzitása alacsony;
- gyenge a stabilitása;
- a szukcesszió általában külső vezéreltségű, ezért a klimax állapot elérésére nagyon kicsi az esély;
- a fajok többsége euriöcikus, vagyis nagy az ökológiai toleranciája;
- az uralkodó populációk fajainak széles skálán mozog a földrajzi elterjedése;
- viszonylag nagy a populációkban a fajkicserélődés;
- kicsi az elsődleges produkció.

#### 6.4. A városi élőhelyek

Annak ellenére, hogy az urbanizáció degradálja az eredeti természetes élőhelyeket, a beépítettség és az emberi tevékenység változatos ökológiai viszonyokat teremtenek. A természetes élőhelyek egyensúlya megbomlik, de ugyanakkor a város területén a megmaradt természetes és a mesterséges környezet között egy új, sajátos egyensúlyi állapot jön létre.

A városi térséget borító különböző útépítő anyagok (aszfalt, beton, kockakő, murva), a vízfelületek, az épületek és a növények tulajdonságai határozzák meg az élőhelyek ökológiai feltételeit és azok változatosságát. A városi élőhelyeket különböző kritériumok alapján lehet csoportosítani. Reálisnak és elfogadhatónak tekinthető a Sukopp (1985) által végzett egyszerű csoportosítás, amely szerint az egyik szélsőség a teljesen beépített és lefedett területek (üzleti központok, adminisztratív negyedek), ahonnan hiányoznak a fásszárú növények; a másik végletet a természetes élőhelyek maradványai, a zöldterületek kategóriája képezik, melyek szintén nagyon változatosak lehetnek (6.3. táblázat).

A városi zöldterületek tovább feloszthatók: a beépített területek (háztetőkön, falakon, járdaszélen megtelepedett növényzet), a kertek és udvarok, a parkok és zöldterületek, valamint az ún. ökológiai parkok növényzetére. E térségek növényzete zömmel telepített. Létezik az ún. városi természetes növényzet, melynek két kategóriáját lehet elkülöníteni: a zárt, falusi jellegű területek növényzetét és a „nem hivatalos” vagy „elvadult” területek növényzetét (Goode, 1998).

Leegyszerűsítve, a városban eleve két tájtypus létezik, egyrészt a nyitott gyepek, virágágyások és az ember által "racionálisan" megtervezett zöldterületek, az ún. "pedigrés" városi tér, másrészt a véletlenszerűen kialakult, zömmel "elfelejtett" zöldterületek kategóriája, amiket a hemerochor növényfajok hódítanak el (Sukopp und Wittig, 1993).

## 6.3. Táblázat A városi területek kategóriái (Sukopp, 1985).

1	beépített ipari területek	sűrű beépítés
		részleges beépítés kerttel
2	ipari területek	
3	közlekedési felületek	utak, terek
		vasutak
		vízi utak, kikötők
4	ellátó területek	szemétlerakat
		szennyvízülepítők
5	belső hézagos (laza) beépítésű felszí- nek	kertvárosok, háztájival rendelkező falusias jellegű tér- ségek
6	zöldfelületek	parkok és rekreációs célú területek
		temetők

A kolozsvári temetőket és a Sétateret leszámítva a jelenlegi belvárosnak alig 8-9%-át borítja növényzet. A város vegetációjának felmérését a már korábbi társulástípusok ismerete alapján készítettem el (Soó, 1927). A városi és szigetszerű élőhelyeket befolyásoló tényezők sokféleségéből és azok állandó változásaiból következik, hogy nagyon sok kritérium alapján lehet őket osztályozni. A leggyakrabban használt osztályozási szempontoknak az eredeti természetes biozóna jellege, a felszínborítottság típusa, a városi szerkezet jellege és a beépítettség foka, a városi ökoszisztéma típusa és ennek fejlődési trendje tekinthetők. A különböző változatos, heterogén és a helyenként az emberi beavatkozás miatt megzavart társulástípusokat egy magasabb rendű absztrakciós szinten kellett egyesíteni. Ezekből az összevont típusokból jött létre az a kilenc kategória, amely azután a térképre került, s amelyeket a következőkben mutatok be.

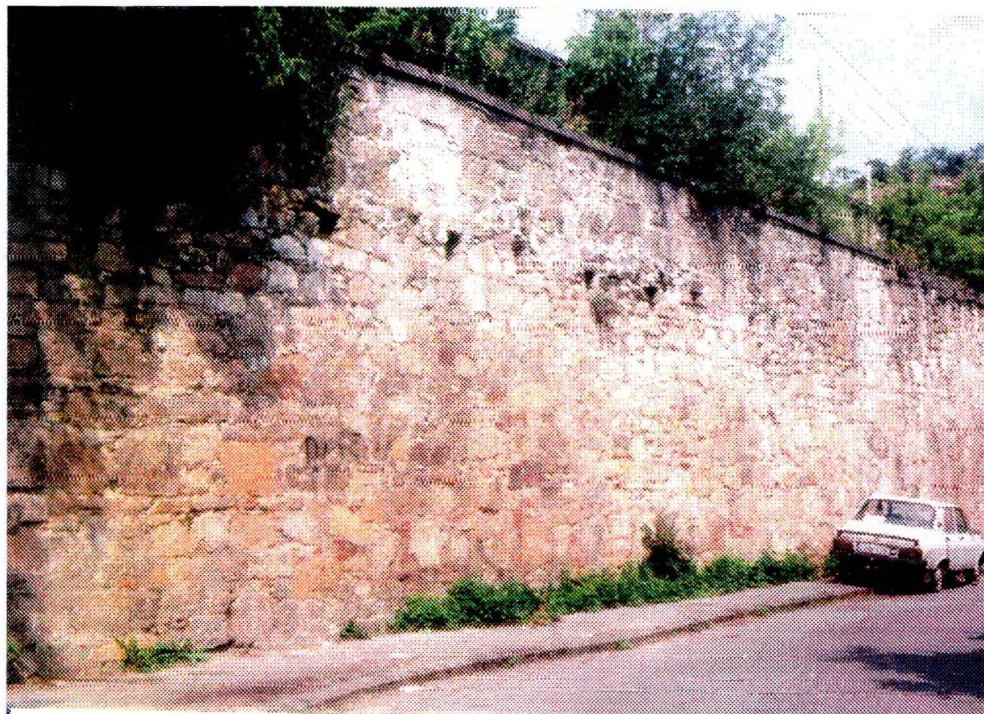
1. A teljesen beépített városi részek. Ide tartozik a belváros jelentős része, ahol a népsűrűség 4600-4700 fő/km. A természetes feltételek (klíma, talaj, vízháztartás) szélsőséges módon megváltoztak, ezért ezt az övegetet növényzeti szempontból sivatagnak is lehetne minősíteni (6.3. táblázat). Gyakran a magas épületeket szikla, beton és szerves törmelék komplexumaként jellemzik (Clara Greed, 1993). A kedvezőtlen feltételek (a talaj hiánya, a párologtató felületek csökkenése, a felszíni lefolyás nagyon magas aránya) ellenére még a beton, aszfalt és murva borítású felületeken, továbbá az útszéleken, a tetőkön is élnek növények (6.2. ábra). Jelentős eltérések lépnek fel az épületek horizontális és a vertikális felületei között. Az utóbbiak ugyanis nagyon megnövelik a hősziget erősségét.

A századfordulón épült bérházak kis belső tereinek, udvarainak jellegzetes dísnövényei a *Hosta involucrata* és a *Matteuccia struthiopteris*. Gyakori, hogy a belső kis udvart egy-két fa teljes egészében elfoglalja (*Aesculus hippocastanum*, *Acer platanoides*, *Tilia cordata*, *T. tomentosa*, *Juglans regia*, *Taxus baccata*, *Robinia pseudacacia*, *Magnolia stellata*, *M. Grandiflora*, *Fraxinus sp.*,



*Celtis australis*). A legtöbb helyen spontán növekedésű, ruderalis vegetáció található (*Epilobium montanum*, *Commelina communis*, *Machanitia ploymorpha*). A háztetőkön, a falak repedéseiben elterjedt az igénytelen *Syntrichia ruralis*, *Taraxacum officinale*, *Bryum argenteum*, *Artemisia vulgaris*. Ez az élőhely-típus az alsó és a városi teraszra jellemző. Helyenként a magasabb szinteken is előfordul.

6.2. Ábra. A várfal növényzete.



2. A zöld folyosók vagy tájökológiai folyosók az élővilág migrációjának fő útvonalait képezik (Csorba, 1997). Az urbanizáció kihívására az addig honos fajok alkalmazkodással, elvándorlással vagy kipusztulással válaszolhatnak. A városokban csökken a stabilitás és a biodiverzitás, s a meglévő élettereket az agresszív fajok töltik ki. Ezzel párhuzamosan a természetes élőhelyek területe csökken, és ezek mozaikszerűen elszigetelődnek egymástól. A kolozsvári korszakú működőképes zöld folyosó több különböző faj mozgását teszi lehetővé. A zöld folyosók léte elengedhetetlenül szükséges az ökológiailag stabil, természetes élőhelyek védelme érdekében. Egy működőképes zöld folyosó több fás és lágyszárú növényfajból áll. A sáv 15–20 m széles és 1000–1200 m hosszú kell legyen (Németh, 1995). Növényzete spontán módon jön létre a folyóparton, az országutak szélén és a szántóterületek mentén (6.3. ábra).

### 6.3. Ábra. A Szamos partján húzódó zöldfolyosó.



Ez az eset a Szamos és a Nádas mentén, ahol a keskeny zöld folyosót lényegében a folyók két oldalán húzódó ökoton alkot. Mégis szerepük óriási mind klimatikus, mind szennyeződésgátló, mind pedig a fajok migrációjának szempontjából. Az árterületen kialakult zöld korridorok nem haladnak végig a város területén, mivel nem folyamatosak. Több zöld folyosó a Feleki-tetőről és a legmagasabb teraszról, a szántóföldek és az utak mentén behatol a külterületek és kertvárosok területére.

3. Nyílt beépítésű területek. Ezek a területek a belső városszert körülvevő panelház-negyedekben, a város nyugati, keleti és délkeleti részén, valamint a magasabb szinteken elhelyezkedő kertvárosi negyedekben található. A belső kerttel rendelkező családi házakat az utak mellé építették. A panelház-negyedekben pedig az épületek körül helyenként zöldövezetet alakítottak ki. A kertvárosokban a „gondozott” vegetáció a terület 20–22 százalékát fedi, míg a panelház-negyedekben alig éri el a 10%-ot. Az utak mentén *Acer*, *Tilia*, *Robinia* fajokat ültettek. A terület jelentős része általában előre tervezett mesterséges növényzeti mozaikból áll, ezt a zöld folyosókon bevándorolt természetes növényzet egészíti ki. Általában hiányoznak az idősebb fákkal tarkított közterületek, a kertvárosban viszont sok a magán kézből levő zöldterület, ahol nyílt gyepek, virágágyások és szabadon növő fák található. E kategóriába tartoznak a zöldséges kertek is. A zöldségtermesztéssel foglalkozó ún. hóstáti lakosság által lakott, zömmel a város keleti részén, az ártéren és a II. a teraszon található kertés negyed legnagyobb részét a hetvenes évek végén megszüntették, és helyükre panelház-negyedet építették. Ezáltal jelentősen csökkentek a zöldterületek. Érdekes még megjegyezni a panelház-negyedekben nagyon elterjedő ruderalis növények megjelenését elősegítő okot. A 9/1973-as környezetvédelmi törvény C. bekezdése szerint "az utak men-

tén, az épületek körül és minden más helyen, ahol a területek adóttak, gyümölcsfákat és más haszonnövényeket és dísznövényeket ajánlott ültetni" (Fekete, 1995). E törvény idézett pontját a faluról városba költözött lakosság, mely zömmel ezeket a városnegyedeket lakja, saját gondolkodásmódjának megfelelően eredeti módon értelmezte: felásták a panelház körüli amúgy is csekély területű gyepeket, s haszonnövényekkel ültette be. Az 1989-es változások után ezek a területek parlagon maradtak, ami tovább emelte a Goode (1998) szerint "nem hivatalos vidéki térségnek" nevezett elhanyagolt városi területeket, mely az 1995-ös adatok szerint a 798 ha-t is elérte (Fekete, 1995).

A fákkal és bokrokkal tarkított füves térségeket a városi ökoszisztéma szavannáinak is lehet tekinteni, melyek gazdag és változatos élőhelyeket jelentenek (Simmons, 1993). A régebbi, a század elején kialakult, a III. és IV. teraszokon található kertvárosi negyedek területén a fák átlagos magassága a 20-30 m-t is elérhetik, ezért beárnyékolják a kerteket. Ugyanakkor a kerti fáknek nagyobb a korona-kiterjedése, mint a sűrűbben levő erdei fáké.

Ebbe a kategóriába tartozik az ötödik teraszon található Fellegvár és környéke is, melynek a növényzete, bár sok az ültetett faj, eléggé kevert jelleget mutat. Területén összesen 179 faj található (Csűrös L., 1994). A jelenleg játszótérnek berendezett térséget a 150-200 éve ültetett vadgesztenye (*Aesculus hippocastanum*) erdő maradványán kívül zömmel kevert ligeterdő borítja. Az utóbbit juhar (*Acer sp.*), akác (*Robinia pseudacacia*), dió (*Juglans regia*), hárs (*Tilia sp.*), puszpáng (*Buxus sempervirens*), tuja (*Thuja occidentalis*), életfa (*Biota orientalis*) és fenyők (*Pinus*, *Abies*, *Picea* fajok) alkotják. A szegélynövények közül a tüztövis (*Pyracantha coccinea*), a hóbogyó (*Symphoricarpos albus*), a cserjés jázmin (*Jasminum fruticans*), a lilaakác (*Wisteria sinensis*) említhető meg. A gyepeket *Agropyronetum* és *Hordeetum*, valamint gyomnövénytársulások uralják. A Fellegvár déli oldalán xerofiton-mezofiton növényzet telepedett meg (*Artemisia vulgaris*, *Chenopodium ambrosioides*). Továbbá a városokra egyáltalán nem jellemző kötőrő faj (*Sedum spurium*, *S. album*, *S. acre*, *S. reflexum*, *S. ellacombianum*) is előfordul. E meredek lejtőn (a negyedik terasz homlokán) a *Festuceto (sulcatae-valesiaca)*-*Arrhenathetum* xerofiton asszociáció a csenkeszek (*Festuca valesiaca*, *F. Sulcata*) által uralt ökotopokból származik, mely akkor és ott jelenik meg, ahol az organikus szemét megnöveli a szerves anyag és a tápanyag tartalmát (a hetvenes években szemetet tároltak a földhányások közötti árkokban). Kizárólag antropikus cönózis (Resmerita, 1972) (6.4. ábra).

A játszótér környékén *Urtico-Aegopodietum* asszociáció uralkodik, ami a kevésbé intenzív használatra utal. Területén sok a spontán évelő növény. Röviden e térségek úgy határozhatók meg, mint előre tervezett zömmel mesterséges növényzeti mozaikok, amiket a természet a külvárosi környezethez alkalmazkodó fajokkal egészít ki.

4. Parkok és temetők. Városi parkoknak minősülnek a tervszerűen kialakított és rendszeresen gondozott zöldterületek, ahol csak kijelölt útvonalakon lehet közlekedni. A parkok élővilága a beültetésektől és gondozásuktól függ. Ahol a gyepeket erőteljesen igénybe veszik, ott a fajszám jelentősen lecsökken, s csak a legellenállóbb fajok maradnak meg. A rendszeresen nyírt füves par-

kok, sportpályák élőhelyei jóval kisebb változatosságot mutatnak, mint a külvárosi és kertvárosi zöldfelületek. Hősziget-mérséklő hatásuk következtében a parkok és a temetők fái a városi fasorokhoz képest 4–5 nappal később bontanak levelet, és később is virágoznak (Belozerov, 1972).

Kolozsváron a legtöbb park az alacsonyabb geomorfológiai szinteken – az árterületen és az alsó teraszon – található. Ezért e parkokban főleg nedvesség és árnyékkedvelő fajok, archeofitonok és néhány egzotikus, a városi környezethez alkalmazkodott fajok találhatók. A növényzet "elvadulása" a gondoskodás hiányának következménye, ami a beültetett fajok kipusztulásához, és a parlagi, ruderalis, urbanofiton fajok elterjedéséhez vezet. Ez a Goode által (1989) körülzárt vidéki térségeknek nevezett, elvadult területek kialakulásához vezet. Ugyanakkor az ártér és a Sétatér egykori higro- és hidrofiton növényzete és a betelepített egzotikus fajok a klíma szárazodása, a levegő szennyeződése és a csapadékvizek gyors lefolyása miatt kipusztulnak. Mindezt bizonyítja, hogy a Sétatér és a II.b teraszon levő Opera mögötti park egykori ültetett fajai zömmel teljesen kipusztultak, mint például a fenyők (*Picea americana*, *P. glauca*, *P. pungens* var., *Larix decidua*, *Pinus strobus*, *Juniperus virginiana*), a lomhullatók, (*Taxus baccata*, *Alnus glutinosa*, *Fagus sylvatica* var. *Purpurea*, *Ulnus glabra* var. *Pendula*, *Celtis australis*, *Morus alba* var. *Pendula*, *Prunus cerasifera* var. *Pisardi*, *Acer platanoides* var., *Acer negundo* var. *argentea marginata*, *Aesculus carnea*, *Sophora japonica*), a díszcserjék (*Corylus avellana* var. *Purpurea*, *Berberis vulgaris*, *Amelanchior grandiflora*, *Pyracantha coccinea*, *Laburnum vulgare*, *Forsythia europaea*, *Vistaria sinensis*, *Ilex aquifolium*, *Staphylea pinnata*, *Syphoricarpus racemosus*, *Hibiscus syriacus*, *Tamarix gallica*, *Syringa vulgaris*, *Periplaca graeca*, *Buddloja davidii*) (Ghisa 1976, Fekete 1995). Helyükbe a romtalajokon élő, a nitrogént kedvelő kozmopolita fajok (*Potentilla anserina*, *Aegopodium podagraria*, *Polygonum aviculare*, *Mercurialis annua*), illetve a nagyon ellenálló és agresszív neofitonok (*Ambrosia artemissifolia*, *Phytolacca americana*, *Armoracia rusticana*) telepednek meg. Másrészt a főleg távol-keleti és trópusi vagy mediterrán beültetett fajok nem viselik el a Kolozsváron gyakori, és főleg télen, az alacsonyabb térszíneken érződő hőmérsékleti inverziót.

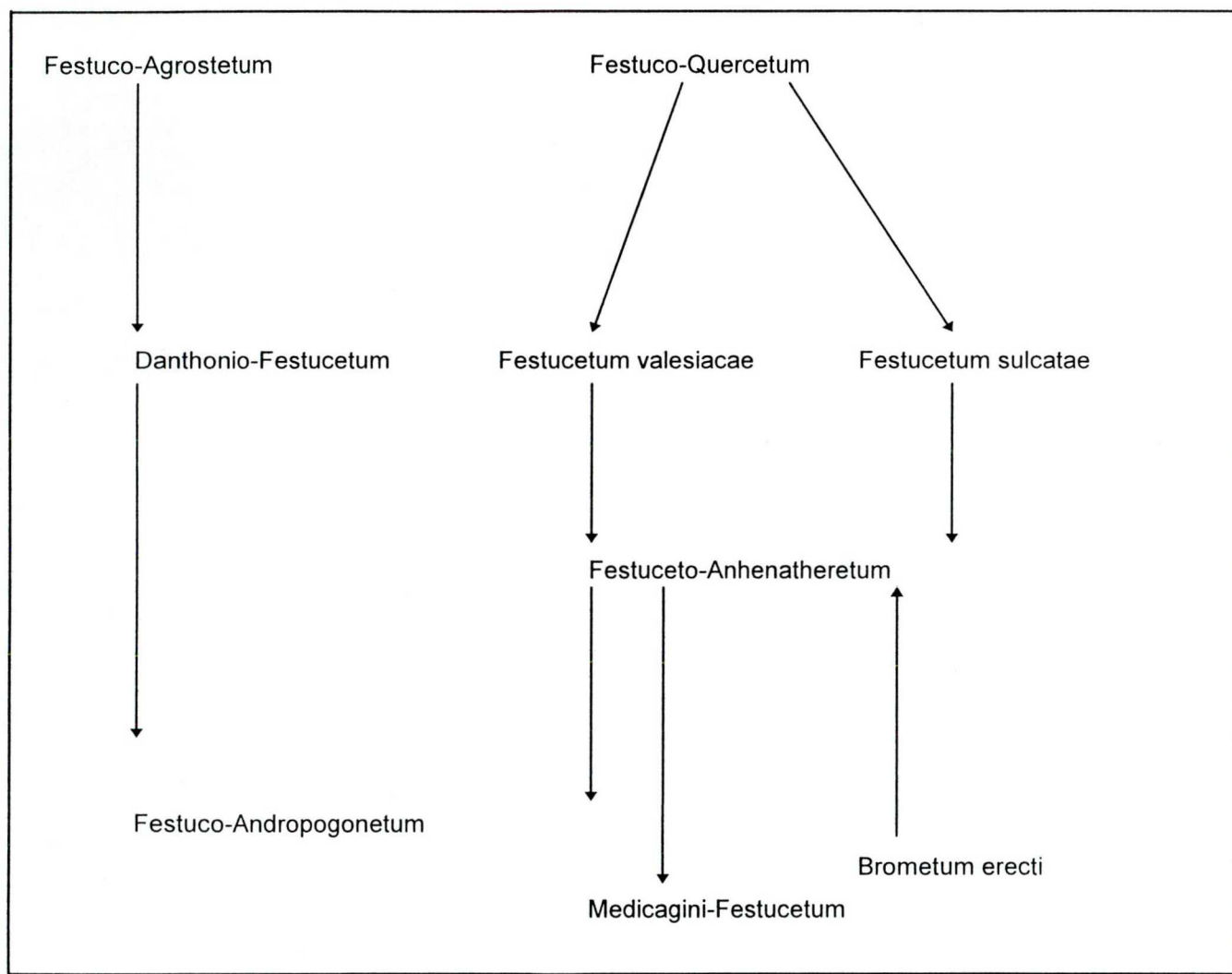
A belvárosban, a városi teraszon található, 8-9 ha területű opera melletti park főleg egzotikus és archeofiton fajokkal van beültetve (*Sophora japonica*, *Buxus sempervirens*, *Acer negundo*, *Catalpa bignonioides*, *Gleditschia triacanthos*, *Spiraea van houttei* stb.). Rekreatív funkciójuk mellett üdítő szigetként hatnak a nagyforgalmú utak kereszteződésében. Ugyanakkor az itt található növényfajok közül a *Sophora japonica*, *Celtis orientalis*, *Aesculus hippocastanum* nagy mennyiségű nehézfémeket képesek felhalmozni, és csökkentik a toxikus effektust.

Ami a parkok gyepszőnyegét illeti, hiányzik a rendszeres fenntartás és nem megfelelőek a pázsitgyepek alkalmazása. Általában a dísz- és taposópázsit előállítására különböző standard keveréket használnak, amelyben Kolozsvár esetében sok *Lolium perenne*-t vetnek (Fekete, 1995). Mivel a gyeptéglás fektetést nem használják és nagyon erőteljes a taposás, a városban jóformán nem találni zavartalan, rongálatlan pázsitot.

Kolozsváron négy jelentősebb temető van, mindegyik a Szamos III-IV. teraszain található. Ezek a belvárosban levő házsongárdi és kismezei, valamint a teljesen kopár kardosi és monostori

temető. Területét és növényzetét illetően a legfontosabb a Házsongárd. A várost délről határoló északi kiettségű lejtőkön, így a jelenlegi Házsongárd területét is az egykori természetes növényzet, a Fagetum silvaticae és Fageto-Carpinetum erdők borították. Az erdők maradványai a városon kívül található. Helyenként Carpino-Fagetum szekunder asszociáció jelenik meg, mely az eredeti Fageto-Carpinetumból degradálódott. További antropogén hatású degradációja következtében Carpinetum asszociáció jön létre. Ezt jól tükrözi a város szélén található Monostor-erdei növényzet degradációs iránya, ami már csak subnudum erdős formációnak nevezhető.

**6.4. Ábra. A fellegvári terasz déli lejtőinek vegetációs degradációja és stabilizálódási lehetősége (fordított irányú nyíl).**



A belvárosban, a városi teraszon található, 8-9 ha területű opera melletti park főleg egzotikus és archeofiton fajokkal van beültetve (*Sophora japonica*, *Buxus sempervirens*, *Acer negundo*, *Catalpa bignonioides*, *Gleditschia triacanthos*, *Spiraea van houttei* stb.). Rekreációs funkciójuk mellett üdítő szigetként hatnak a nagyforgalmú utak keresztesződésében. Ugyanakkor az itt található nö-

vényfajok közül a *Sophora japonica*, *Celtis orientalis*, *Aesculus hippocastanum* nagy mennyiségű nehézfémeket képesek felhalmozni, és csökkentik a toxikus effektust.

Ami a parkok gyepszőnyegét illeti, hiányzik a rendszeres fenntartás és nem megfelelőek a pázsitgyepek alkalmazása. Általában a dísz- és taposópázsit előállítására különböző standard keveréket használnak, amelyben Kolozsvár esetében sok *Lolium perenne*-t vetnek (Fekete, 1995). Mivel a gyepéglés fektetést nem használják és nagyon erőteljes a taposás, a városban jóformán nem találni zavartalan, rongálatlan pázsitot.

Kolozsváron négy jelentősebb temető van, mindegyik a Szamos III-IV. teraszain található. Ezek a belvárosban levő házsongárdi és kismezei, valamint a teljesen kopár kardosi és monostori temető. Területét és növényzetét illetően a legfontosabb a Házsongárd. A várost délről határoló északi kitétséggű lejtőkön, így a jelenlegi Házsongárd területét is az egykori természetes növényzet, a Fagetum silvaticae és Fageto-Carpinetum erdők borították. Az erdők maradványai a városon kívül találhatóak. Helyenként Carpino-Fagetum szekunder asszociáció jelenik meg, mely az eredeti Fageto-Carpinetumból degradálódott. További antropogén hatású degradációja következtében Carpinetum asszociáció jön létre. Ezt jól tükrözi a város szélén található Monostor-erdei növényzet degradációs iránya, ami már csak subnudum erdős formációnak nevezhető.

A III. és IV. teraszon levő, és az V. terasz homlokra is kiterjedő Házsongárdi temető mai növényzetét kevert kultúrerdő uralja, mely jól egyezik a közepesen nedves, árnyékos, északi lejtő által nyújtott nem túlságosan változatos ökológiai feltételekkel. Erre a jó összhangot sugalló, nagyobb kiterjedésű egységes erdőfoltra a viszonylagos fajszegénység jellemző (Csűrös L., 1996). Hiányzik, vagy csak nyomokban jelentkezik a mérsékelt égövi lombhullató erdők tipikus hármasszintezettsége. A fásszárú spontán flórában a környéken is előforduló fajok a gyakoriak. A beültetett fajok közül említésre méltó a kedvező feltételeknek örvendő, és főleg a IV. terasz homlokán elterjedt *Taxus baccata*, *Picea pungens* var. *argentea*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer negundo*, *Pinus silvestris*, *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Ulmus montana*, *Betula verrucosa*, melyek jelenléte inkább a hegyvidékre jellemző. A lágyszárú növényeket három csoportba sorolhatjuk: a sírokra ültetett dísznövényekre, a spontán flórából származó vadon termő növényekre és a kozmopolita, ruderalis növényekre. Az elmúlt 20-30 évben az uniformizált „betonsír”-típus terjedt el, amire nem lehet virágot ültetni, tehát az ültetett dísznövények száma csökken, ezzel szemben egyre jobban terjednek a ruderalis fajok.

Sokkal fontosabb, hogy bár alacsonyabb a fajgazdagság, a temetőkben olyan helyi tipikus fajokat is nagy számban megtalálunk még, melyek már nem fordulnak elő a környező természetes és kultúrterületeken (pl. *Galium boreale*, *Sanguisorba officinalis*, *Serratula tinctoria*). Ezek a fajok kevésbé konkurenciatűrők és általában urbanoneutrálisok, és az agresszív urbanofiton fajok kiszorították őket a város központi részeiből. Ugyanakkor a házsongárdi temető ökológiai feltételei (északi kitétség, kismértékű szennyeződés, lassú vízfolyás, szellőzöttség) természetközeli körülményeket biztosítanak ezeknek a fajoknak. A temetőkre, és különösen a régi temetőkre az Urtico-Aegopodietum, a Convolvulo-Agrophyretum és a Geo-Alliarion-mantle a jellemzőbb társulások. Mindezek ellenére a két belvárosi temető tűnik a város legstabilabb területének, melyek nem sokat változtak az utóbbi évszázadok során, s funkciójuk miatt a jövőben is Kolozsvár legfőbb zöldövezeteit

fogják képezni.

5. Elhagyott telkek, parlagok és romtalajok. A természettől elhódított térségek nem hasznosított részei egy idővel elhanyagolt helyekké válnak. Kolozsvárt jelentős térségeket foglalnak el a parlagon hagyott és haszontalan területek (Goode, 1998) és a felújításra váró ipari objektumok. Ezek közös jellemzője, hogy elhagyták, lezárták őket, és egy bizonyos idő elteltével területükön megjelennek a zömmel urbanofiton fajokból álló városi asszociációk. Ugyanez a helyzet a lepusztult és elhagyott belvárosi területek esetében, ahol sok a lebontásra szánt idős ház. A természet rövid idő alatt visszahódítja ezeket a parlagon hagyott térségeket, s egyes növények, illetve társulásaik számára kifejezetten kedvező ökológiai feltételeket jelentenek. Wittig ezeket a térségeket városi másodlagos élőhelyeknek nevezi (Wittig, 1991). Jelenleg a legtöbb hasonló jellegű élőhely a belvárosban, a városi teraszon, a letarolt területeken található. Előbb-utóbb ezeket a térségeket is beépítik, de addig is a városi növényzet regenerálódásának kiindulópontját képezik. E térségek betelepülése a felszint borító anyag jellemzőitől (aszfalt, beton, törmeléktalaj) és a lefolyásviszonyoktól függ. Ha a talaj savas vagy erősen szennyezett, sok közönséges növényfaj nem képes megtelepedni. Rendszerint fénykedvelő, szívós, rendkívül életképes kozmopolita, ruderalis gyomok találhatók meg rajtuk. E fajok csakis emberalkotta mesterséges környezetben, gyakran nedves és nitrogén, kálium és mésztartalmú talajokon élnek.

6. Az ipari területeknek két kategóriája különíthető el: a korlátozottan zöld területekkel rendelkező, beépített ipari térségek, illetve a kizárólag mesterséges, 80-100%-ban beépített területű nagyipari térségek, ahol csak az industrofil fajok jelennek meg (Wittig, 1991). Az előbbieket, a "zöldmezős" beruházások az eredeti növényzet bekerítésével és beépítésével létesült. Növényzete lassan-lassan degradációnak indult, de még létezik. Ez a helyzet a város nyugati részén, az ártéren található vízművek esetében. A második típus, ahol csak az ipari övezetet kedvelő növények jelennek meg, sokkal elterjedtebb. Ilyen térségek találhatók a Szamos és a Nádas mentén, a város keleti, északkeleti ipari negyedében, zömmel az ártéren és a II.a és II.b teraszon. Az építkezések, szanálások és újraépítkezések során a természetes talajtakarót befedték vagy ipari anyagokkal, hulladékokkal (salak, murva, meddő stb.) fedték. A nehézfém-szennyezés, az olaj és ipari nyersanyagokkal való szennyezés helyenként igen magas, és meghaladja a megtűrt koncentráció felső határát. Előfordulhat, hogy a teljesen roncsolt talajszerkezetű, és a salakkal, kötőmelékkel, betonnal, aszfaltdarabokkal, sóderrel vagy kavicsal borított termőhelyen, a kedvezőtlen mikroklímátikus és lefolyási viszonyok miatt helyenként nitrogén felesleg jelentkezik. A vegetáció jelenléte és minősége függ a területhasználatától, több helyen ruderalis formációk borítják a felszint. Ezek közül jellemzőbb a *Solidago canadensis*, a *Hordeum murinum* és az *Ambrosia artemisiifolia*.

Az egynyári és a kétnyári növények asszociációikban (*Apriplacetum nitentis*, *Echio-Melilotetum*, *Lactuco-Sisymbrietum loeseli*) az első és az azt követő években esetenként fűszerű vagy magasabb növekedési típusban jelennek meg, később pedig bokrokká és erdőkké fejlődnek. Ha a szukcesszió elindul *Robinia pseudacacia* növekszik. Azonban még 20 évvel a rekultiváció után

is jelentősen különbözik a vegetáció a környező területek növényzetétől, mivel főként öregebb bokrokat tartalmaz (Wittig, 1991).

Ebbe a kategóriába tartóznak a meddőhányok is. Kolozsváron egyetlen egy van, egy 70-szer 90 m-es területet foglal el közvetlenül a nehézfémipari platform szomszédságában, a város keleti részén. Salak, zagy és kavicsstörmelék képezi, kb. 7–8 m magas, helyenként rézsűk keletkeztek rajta. Magas a fémtartalma, ugyanis a fémforgácsolás következtében keletkező anyagot szintén ide ürítik. Rekultivációja nem indult meg, és tudtommal egyelőre nem is tervezik. Jelenleg a ruderalis gyomfajok kolonizálták, zömmel az egyévesek vagy a rövid életű évelők (*Matricaria perforata*, *Erigeron canadensis*, *Artemisia vulgaris*, *Plantago major*). A területet eredetileg egy Festuceto (sulcatae-vallesiacae)-Andropogonetum, a száraz és az enyhén lejtős domboldalakokat kedvelő asszociáció borította.

7. A vasúti töltések gyakran zöld folyosóként működnek és annak funkcióját töltik be, mégis külön csoportba osztottam, mivel az ökológiai feltételei jelentősen eltérnek az előzőektől (6.4. táblázat). Sukopp külön kategóriaként kezeli a közlekedési felületeket, amelybe a vasutak is beletartoznak (Sukopp, Wittig, 1993). Általában száraz, terméketlen, kötött talajú vagy esetleg betonnal, kavicssal és sóderrel borított területek, amelyeknek mind a mikroklímája, mind pedig a vízgazdálkodása a félsivatagi élőhelyekre emlékeztet. A pályaudvarok, a körülötte levő lerakatok és régi elhagyott telepek által elfoglalt területek gyakran nagy formátumú, használhatatlanná vált használati eszközök gyűjtőhelyeit képezik. A holtvágányon álló vasúti kocsik és lepusztult mozdonyok körül egzotikus fajok jelenhetnek meg, melyek a szerelvények vagy a mezőgazdasági szállítmányok tartalmából származnak. Ilyen például a *Marchantia polymorpha*. Ugyanakkor ezek a használatnak ki nem tett és elhagyott vasútvonalak a természetes növények menedékhelyévé válnak. A mostoha körülmények között kialakuló társulások legelterjedtebb növényei közül gyakoribb a *Salsola kali*, a *Rubus armeniacus*, a *Polygonum calcali*, a *Falcaria vulgaris-mantles*, az *Artemisia vulgaris*, a *Solidago canadensis*, a *Poa compressa* és az *Agropyron* fajok. A leggyakoribb növénytársulások a Convolvulo-Agropyron és az Onopordetum acanthii (Kovácsné Láng, Török, 1997). A ruderaliák korlátlanul fejlődhetnek és terjeszkedhetnek a töltéseken, és e sajátos szukcessziósor klimaxtársulásaként egy sűrű bokros növénytársulás alakul ki. Ez az "erdő-vegetáció" eléggé komplex, többek közt *Sambucum nigra*, *Betula pendula*, *Acer platanoides* és *Robinia pseudacacia* alkotja (6.5. ábra).

8. A szeméttlerakók annak ellenére, hogy a város területének nagyon kis részét foglalják el, mégis ökológiai szempontból külön kategóriájú élőhelyeket képeznek. Talajuk nagy mennyiségű szerves anyagot és nehézfémeket tartalmaz. Ez utóbbiak néhány éves bemosódás után magas koncentrációt érnek el a felsőbb szinteken. Kolozsvár környékén két nagyobb szeméttlerakó található: az egyik a legfelső teraszon, a várostól délre, egy elhagyott felszíni kőfejtőben; a második szeméttlerakó a város keleti, ipari övezetében, a Szamos árterületén található. Az előbbi már nem funkcionális, míg a második szeméttlerakót kezdetben kizárólag ipari salakanyag és hulladék depo-



nálására szántak. Ezzel magyarázható, hogy a háztartási szemetet zömmel fém alapanyagú ipari hulladéokra, meddőre és az olvasztókemencékből származó salakanyagra helyezték el. Jelenleg ez a szeméthyűjtő sok fejtörést okoz az önkormányzatnak, ugyanis néhány hónapja égetni kezdték a szemetet, ami oly füsttel jár, hogy a közelben levő repülőtér működését is zavarja. E szemétlerrakattal kapcsolatban semmilyen adatot nem lehet beszerezni, még a megyei környezetvédelmi hivatal is bizalmasan kezeli a mérések eredményeit. A tervek szerint ez a hulladéktároló 2002-ig fog működni, amikor majd talajjal befedik és megpróbálják rekultiválni.

#### 6.5. Ábra A vasúti töltés növényzete.



Mivel a pataréti hulladékgyűjtőhöz nem volt hozzáférhetőségi lehetőségem, így csak a régi szemétlerrakatot tanulmányozhattam. Ezt 1987-ig használták, ezért területén az első megtelepülők a már a szemétben élő egynyári növények voltak (dísznövények, zöldségfélék, mezőgazdasági és kerti gyomok). Jelenleg az egész területet előzönlötték a ruderalis és szagetális növények (*Amorpha fruticosa*, *Asclepias syriaca*, *Solidago gigantea*, *Plantago maior*, *Hordeum murinum*).

Kolozsvár környékén több szeméttároló működött még: közülük érdemes megemlíteni a város keleti részén található „tóköz” övezetét, melynek egykori kiszáradt tómedencéit szeméttel töltötték fel. Utólag lebetonozták és területére panelházakat építettek.

9. A rétek, gyümölcsösök és legelők kevésbé terhelt élőhelyek. A magasabb térszínekre - a békási és a felső terasz területére - jellemzőek. A termelősövetkezetek megszűnése után a tisztázatlan tulajdonviszonyok miatt legnagyobb részük „elvadulási” folyamaton esik át; részben megépítették. Mivel a szellős, magasabb szinteken található, a forgalmas utaktól messze, ezért nem szennyezettek.

6.3.Táblázat. A területhasználat alapján kialakult kolozsvári élőhelyek és azok jellegzetességei.

Típus	A termőhely ökológiai jellemzői	Élettformák, növényfaj-típusok	Jellegzetes társulások
1.beépített városi térségek	1. talajhiány, mesterséges felszín; taposás, eutrofizáció	ruderalis	Hordeetum murini
	2. energiatöbblet, növekvő hőkapacitás, hősziget, párologtató felszínek hiánya	kozmpolita	Polygonetum calcati, Sagino-Bryetum argentei
	3.levegőszennyezés magas foka, üveg-házhatás	urbanofiton	Bryo-Saginetum procumbentis
	4. a felszíni lefolyás arányának növekedése, a talajvízszint csökkenése		Polygono-Chenopodietum
2.nyílt beépítésű területek	1. humuszban gazdag talaj, gazdag szervesanyag utánpótlás, csökkenő oxigénszolgáltató képesség	fás- és lágyszárú növények;	Hordeetum murini, Polygono-Chenopodietum
	2.kedvező mikroklíma		Festuceto-Arrhenatheretum, Lolio-Plantaginetum maioris
	3. jó vízellátottság, mesterséges víz- és tápanyagforrás	félkultúrformációk	Aegopodietum, Lolio-Polygonetum
	4.vegyszeres védekezés a gyomnövények ellen	termesztett és dísnövények	
3. ipari területek	1.természetes felszínek hiánya; kemény felszínek és technogén rétegek elterjedése, gyökérhiány	neofiton, xerofiton	Conyzetum-, Melilotetum asszociációk
	2.erős hősziget-effektus és felmelegedés; a párologtató felszínek csökkenése, helyenként teljes hiánya	industrofil és urbanofiton növények	
	3. növekvő károsító anyagterhelés		
4. zöldterületek (temetők, parkok, zárt vidéki térségek)	1. humuszos antropogén, gyakran egy szintű talaj; kevésbé bolygatott térségek, csökkenő tápanyag-, víz- és oxigénszolgáltató kapacitás	magasabb biodiverzitás; fásszárú növények; ültetett fajok	Quercetum roboris sessiliflorae transsilvanicum, Urtico-Aegopodietum, Convolvulo-Agropyretum
	2. kedvező mikroklíma	neofiták	Querceto-Carpinetum-Fagetum
	3. a városi átlagnál magasabb talajvízszint; kevésbé gyors lefolyás		Agropyretum repentis
5. személtlerakók	1. toxikus anyagtartalmú talajok; eutrofizáció és alkálisodás	pionír fajok; nitrofitonok; neofiták	Solidago canadensis uralta asszociációk
			Artemisio-Tanacetetum, Chenopodietum-
6. romtalajok, parlagok és elhagyott telkek	1. talajvastagodás; építkezési hulladékkal feltöltött pararendzina; magas nitrogén, kálium, foszfát és mésztartalom; taposás	ruderalis, kozmpolita, neofita és adventív elemek	Hordeetum murini, Artemisio-Tanacetetum

	2. viszonylag kedvező mikroklíma		Amaranto-Chenopodietum albi
	3. mélyebb talajvízszint	erősen konkurenciatűrő rövid életű gyomok	
	4. gyors felszíni lefolyás, mélyen elhelyezkedő talajvízszint		
7. vasúti töltések, közlekedési utak és útszegélyek	1. kemény felszín; sekély, könnyen kiszáradó talaj (váztalaj); helyenként technogén rétegek előfordulása; gyors felszíni lefolyás	orbitofiton, mezoxerofiton és xerofiton fajok	Festucetum-Agropyretum, Artemisietum-, Solidago canadensis asszociációi
	2. erős felmelegedés; magas hőkapacitás	neofiták	Molinio-Arrhenatheretum
	3. gyomirtók használata		
8. rétek, legelők	1. tápanyag szempontjából változatos talajok; mesterséges felszínek hiánya;	szegetáliák, mezoxerofiton, valamint xerofiton fajok	Festuceto-Andropogonetum, Denthonio-Festucetum
	2. kedvező mikroklíma	urbanofobok	Medicagini-Festucetum
	3. herbicidek használata	archeofitonok	
9. zöld folyosók	1. zavartalan, esetleg egyszintű talajok	magasabb fokú biodiverzitás	Salicetum-Populetum-Alnetum
	2. kedvező mikroklíma, párologtató felszínek jelenléte	higro- és hidrofiton fajok	
	3. viszonylag jó vízkörforgás	neofiták	

### 6.5 A zuzmók előfordulása, mint a környezetszennyezés indikátorai

E fejezetben külön foglalkozom a zuzmók helyzetének bemutatásával és térképezésével, egyrészt mert a növényzethez tartoznak, másrészt mert az emberi tevékenységgel előidézett környezeti változások felmérésekor és a hemerobiaszint kiértékelésekor minél több rendelkezésre álló paramétereket kell felhasználni, másrészt ezek a növényfajok nagyon érzékenyen reagálnak az ökológiai feltételek megváltozására. Jelenlétük vagy hiányuk, látható elváltozásaik és térbeli elterjedésük foka figyelmeztetnek az ökológiai feltételek változására. A zuzmók a légszennyezés becslésének egyik legelterjedtebb jelzőnövényeivé váltak (Purvis, 1992)

A szennyezett levegőt élőhelyi stressznek tekinthetjük, melyet a zuzmók különbözően tolerálnak. Légszennyezést mérő állomások közelében gyűjtött zuzmók és az ott mért értékek felhasználásával a fajok ellenálló képességük szerint rangsorolhatók, és egy ún. érzékenységi skálát alkotnak (Hawksworth., Rose 1970). Az ilyen skálák élén találjuk a nagy felületű, bokor alakú zuzmókat, melyek általában a településekről hiányoznak, ugyanis túl száraz, poros és szennyezett számukra a levegő. A levél alakúak egy része megtalálható a városokban is, de a valóban szennyezett levegőt csak néhány kéregtelepű zuzmó viseli el egy bizonyos határig. Ezen a szennyezési szinten túl alakul ki az úgynevezett zuzmósivatag, ahol a fák törzsén nem élnek zuzmók, de falakon, tetőkön, mészkövön még megtalálhatóak. Mivel a városok száraz levegője önmagában is kedvezőtlen számukra, nedvesebb klíma alatt egyes zuzmófajok toleránsabbnak bizonyultak mint szárazabb éghajlatú vidékeken.

A zuzmók elterjedésével kapcsolatban, a város területe zuzmósivatagra, küzdelem-, valamint normálzónára osztható. A legtöbb felmérés szerint a zuzmósivatag nagyjából a város központját és ipari övezetét fedi le, ugyanis a zuzmók elsősorban a kén- és nitrogén-dioxid, valamint a nehézfém-terhelésre érzékenyek (Seaward, 1977). Ezt a zónát koncentrikusan körbeveszi a küzdelmi zóna, ahol a zuzmó-együttesek degradációs folyamatai a telepek leromlásán keresztül a fajok számának csökkenéséhez és a faji összetétel megváltozásához vezet. Itt csak a toxitoleráns fajok (*Buellia punctata*, *Lecanora conizaeoides*, *Physcia aipolia*, *Physconia grisea*) élnek meg. Maga a küzdelemzóna is felosztható belső és külső övezetre (Vareschi, 1936). A legkülső a teljesen zavartalan normálzóna, ahol a zuzmótelepek színe, alakja, valamint a reprodukív zóna mérete és állapota zavartalan. Kolozsvár esetében, mivel a hivatalos szervek által közzétett adatok eléggé megbízhatatlanok, ezért a zuzmók jelenléte vagy hiánya képezi az egyik legfontosabb ökológiai mutatót. Ugyanakkor a hemerobiaszint megállapításánál is használható (Géczi, Bódis, 1999).

Kolozsváron összesen 26 zuzmófaj él, ezek közül a legtöbb (22) a botanikus kert területén fordul elő, míg a Házsongárdi temetőben 13, a Lombon és a Monostori erdő városhoz tartozó északi szélén 11, az egyetlen természetközeli erdő városi peremén 10, a Fellegváron 6, az egyetemi sportparkban 3 faj él (6.4. táblázat). Meglepő, hogy a belvároshoz tartozó Sétatéren, amelynek a központi része mentes minden fajta nehézfém-szennyezéstől, csak két faj (*Xanthoria candelaria* és *Physconia grisea*) fordul elő. Magyaroztatát abban látom, hogy a Sétatert nagyon forgalmas utak ölelik körül, és ha az ólomkoncentráció nem is nagy, magas a kén-dioxid értéke. Ezzel szemben a

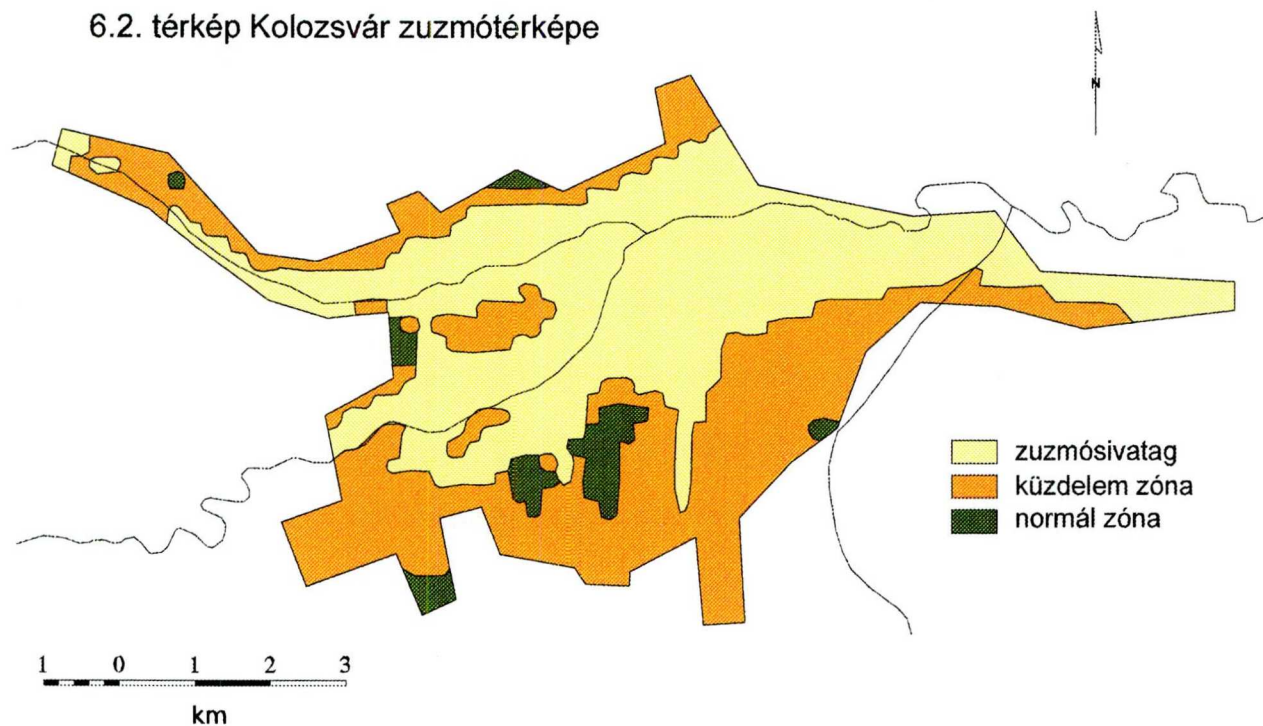
nagyon forgalmas Tordai-úton, mely egyben nemzetközi autót, a *Robinia pseudacacia* kérgén két zuzmófaj (*Xanthoria parietina*, *Physcia ascendens*), míg a központban helyenként fejlett telepek formájában megtalálható a szennyezőanyagra kevésbé érzékeny *Buellia punctata*. A nagyon forgalmas Torda felé vezető úton a zuzmók előfordulásának okai elsősorban a nagyterületű zöldsévesek, temetők és kertek házak közelsége lehet. Igaz, nem hagyható figyelmen kívül az a tény sem, hogy a két zuzmófaj (*Buellia punctata*, *Phaeophyscia nigricans* (Florke) Moberg) csak a Tordai-út felső részén, a Csillagvizsgálói terasztól magasabbra fordul elő, ahol csak a gépkocsiforgalom képez szennyezési forrást (Géczi, Bódis, 1999).

A városban a legelterjedtebb az enyhén szennyezett levegőt is elviselő „urbanizált” *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. és a *Physcia ascendens*. A közép-európai városokkal ellentétben a legellenállóbb fajok (*Buellia punctata*, *Lecanora conizaeoides* Nyl. ex. Crombie) kismértékben fordulnak elő (Géczi, Bódis, 1999). Szintén kevésbé képviselt a *Parmelia furfuracea* (L.) Zopf, *Parmelia exasperata* de Not., *Caloplaca* sp., *Ramalina farinacea* (L.) Ach, melyek tiszta levegőn, de többnyire a beépített területeken kívül élnek. Tehát Kolozsváron a zuzmók elterjedése Sernander által vázolt modellnek megfelelő, vagyis a város központi részétől távolodva a zuzmók száma növekedő tendenciát mutat, és telepeik is egyre kevésbé zavartak. A 60–75 méteres terasznál alacsonyabban fekvő és a gyakori hőmérsékleti inverziók által jobban érintett központban nincsenek zuzmók (6.2. térkép). Másrészt a fellegrvári terasz szintjétől felfelé haladva kezdetben stagnál, majd egyre nőni kezd a zuzmók száma. Ez arra utal, hogy a magasabb szinteken, a forgalmas utakat leszámítva, egyre jobban csökken a szennyeződés mértéke.

Táblázat 6.4. A Kolozsváron található zuzmófajok.

<i>Buellia punctata</i>	<i>Phaeophyscia nigricans</i> (Florke) Moberg
<i>Caloplaca</i> sp.	<i>Phlyctis agelaea</i> (Ach.) Flotow.
<i>Candelariella vitellina</i> (Hoffm.) Mull. Arg.	<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neker) Moberg
<i>Candelaria concolor</i> (Dickson) B. Stein	<i>Physcia ascendens</i> (Fr.) H. Olivier
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.,	<i>Physcia tenella</i> (Scop.) Lam. DC.
<i>Flavoparmelia</i> ( <i>Parmelia</i> ) <i>caperata</i> (L.) Hale	<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl., (Lam.) Poelt.
<i>Lecanora conizaeoides</i> Nyl. ex. Crombie	<i>Physcia caesia</i> (Hoffm.) Furnrohr
<i>Melanelia</i> ( <i>Parmelia</i> ) <i>exasperata</i> de Not.	<i>Physcia aipolia</i> (Ehrh. ex. Humb) Furnrohr
<i>Parmelia saxatilis</i> (L.) Ach.	<i>Physconia grisea</i> (Lam) Poelt
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	<i>Physconia</i> ( <i>distorta</i> ) <i>pulverulacea</i> Moberg
<i>Parmelia tiliacea</i> (Hoffm.) Ach.	<i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.
<i>Parmelia</i> ( <i>Punctelia</i> ) <i>subrudecta</i> (Nyl.) Krog.	<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr
<i>Parmelia</i> ( <i>Pseudovernia</i> ) <i>furfuracea</i> (L.) Zopf	<i>Xanthoria candelaria</i> (L.) Th. Fr.

6.2. térkép Kolozsvár zuzmótérképe



A kolozsvári zuzmósivatag kialakulásának legfőbb okát a kéndioxid és a kipufogógázok magas, de általában véve a tűrhetőségi határon belüli értékében látom. Ezt alátámasztják többek közt az AQSI mutatói is.

A kolozsvári zuzmótérkép alapján jól lehet követni a zuzmósivatag jellemezte főbb szennyezési területeket. Ezek a következők: az alacsonyabb teraszokat és a Szamos árterületét elfoglaló belváros, a Nádas völgye, az ipari negyed és a közelében található lakótelepek, övezet amelyet évente átlagban 70-80 napig hőmérsékleti inverzió jellemez. Másrészt szintén zuzmósivatag található a város keleti felén, ahol nem érződik a hegyvölgyi szél frissítő hatása és sok a szennyező anyagot kibocsátó ipari létesítmény. Elégé kiterjedt a küzdelmi zóna, melynek a belső, a zuzmósivatag felé kialakuló határvonalát a kéregtelepűek demarkálnak, és a levéltelepűekkel jelzett küzdelmi zóna külső része összeolvad a normál zónával. Ez utóbbi vagy a magasabb geomorfológiai szintekre szorul vissza, vagy pedig szigetszerűen jelenik meg a zöldterületeken.

## 7. A kolozsvári zöldterületek

A zöldterületek elnevezés alatt a város területén található zöldterületek összességét értjük. Ide tartoznak a városi tulajdonban levő parkok, játszótérek, temetők, sportpályák, magántulajdonban lévő kertek, és a városkörüli erdők, gyümölcsösök és szántóterületek (ökotonok). A város zöldterületeihez szorosan kapcsolódnak a természetes élőlény-együttesek. E térségek előnyei jól ismertek: városklíma javítása, szerves szennyezések lebontása, szennyezett vizek leszűrése, zajszigetelés. A beépített részek mátrixában e zöldterületek egyrészt ökológiai szigetekként, illetve ökológiai folyosóként funkcionálnak a természetes flóra és fauna városokban megtelepedett elemei számára. E fajok populációinak eredményességét a zöldterületek jelenléte vagy hiánya befolyásolja abban, hogy megfelelő élőhelyeket találjanak a városokban és ott sikeresen megtelepedjenek. Ezt a folyamatot jelentős mértékben elősegítik az ökológiai „zöld” folyosók, a „lépegető kövek”, a zavartalan refugiumok léte, illetve a városra jellemző erős kompetíció elmaradása (Gallé, 1997). A megfelelő szakaszokból kiépített „zöld rendszer” részei lehetnek a termőföldek határain kialakult keskeny zöldsávok, a töltések oldalai, a folyók és csatornák partjai, az utakat szegélyező füves sávok. Ily módon a magterületről történő vándorlás megakadályozhatja a biodiverzitás és a stabilitás csökkenését (Kubes, 1996). E zöldterületek ugyanakkor a városi térségek konfliktusos övezeteit képezik, és ezeken lehet a legjobban követni az antropogén terhelés következményeit.

### 7.1. Kolozsvár zöldterületi rendszerének kialakulása

A városban található fajok és a kialakuló populációk szükségszerűen összekapcsolódnak Kolozsvár zöldterületeinek fejlődésével, valamint a területhasznosítás változásával. Az első ilyen jellegű információink a római korból (Kr.e. II-III. sz.) származnak, amikor az ókori Napoca környékén, a déli kitérségű Hója-gerinc lejtőin szőlőt termesztettek (Ferenczi, 1947). A rómaiakra jellemző volt, hogy nem sokra becsülték az érintetlen természetet, és számukra a gazdálkodás eszményi tere a várost övező rendezett vidék volt (Montanari, 1997). Ebben a korszakban érződik Kolozsvár hemerobiaszintjének első változása, a természetesből a félig természetesbe, majd az antropogén biológiaiba való átmenet, amikor az emberi tevékenység egyre jobban rányomja bélyegét a környezetre. A településen nem létezett zöldövezet, beépítettsége 75-100%-os lehetett.

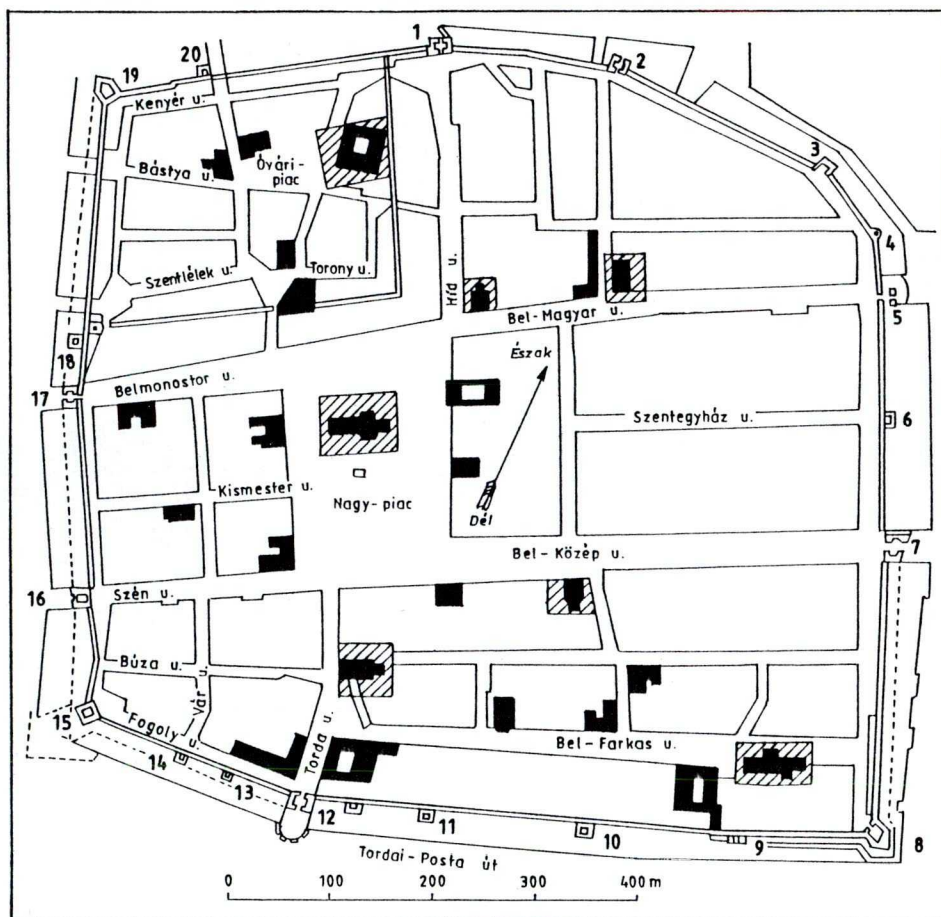
Kolozsvárról a legrégebbi írásos emlék 1213-ból származik, amikor a felújított vár révén a település a magyar királyi vármegyerendszer egyik központjává vált. A városi rangot 1316-ban Róbert Károly adományozta. Zsigmond király 1405-ben kiadott rendelete a Szamos menti települést szabad királyi város rangjára emelte. Ekkor a vár és a fallal körülvett város, a jelenlegi „óvár” egy településsé nőtt össze. A megelőző századokban valószínűleg a jelenlegi óvár területén egy falu volt. Az óvár a tatárjárás után válik négyszögletű sarokbástyákkal megerősített várrá. Ekkor a fallal



védett város területe 7 ha volt (Gaál, 1995). Kérdéses, hogy a XIV. század második felében az óvár-  
 ron kívüli településnek miért alakult ki a XX. század végéig megmaradt szabályos utcahálózata.  
 Feltételezhető, hogy a német és flamand eredetű lakosság rendszeretete lehet ennek az oka,  
 ugyanis a szászok által alapított Beszterce alaprajza nagyon hasonló a Kolozsváréhoz (Szabó,  
 1946). Valószínűbb azonban a földrajzi és gazdasági feltételek szerepe, ugyanis a Szamos és a vár  
 vízellátását biztosító Malomárok nyugat-keleti folyásiránya – aminek mentén a Mezőségről az egy-  
 kori Monostori apátság felé tartó út húzódik –, valamint a Házsongárd lejtői megszabták az északi  
 és déli határt. A XV. század elején felmerül annak az igénye, hogy a már 47 hektárnyi új, megna-  
 gyobbodott városközpontot falakkal és bástyákkal erősítsék meg. Megépül az a téglalap alakú erő-  
 dítmény, melynek déli fala párhuzamosan halad a Szamos harmadik, ún. házsongárdi vagy klinikák  
 teraszával, s melynek a délkeleti bástyája ma is látható. A várfal hossza meghaladta a 3 km-t, vé-  
 delmét 20 toronykapu és bástya biztosította. Ez a XV. századi polgári, reneszánsz házak építésének  
 virágzó korszaka. A XVI. századi utcahálózat nagyjából a maiak felel meg, kivételt a várfalon belüli  
 utcakör posztliberális kori, a várfalak lebontásának időszakában kialakított részt képez. 1868-ban  
 lebontják az utolsó kaputoronyokat is. A várfalakon belüli terület utcaszerkezetét az Óvár négyszöge,  
 majd a Főtér négyszöge határozta meg. Ez utóbbi esetében nem tekinthetünk el a perspektíva ke-  
 resésének figyelembevételétől, ugyanis a XIV. század elején indul meg a gótikus csarnokterem  
 építése. A városfalak léte jelentősen korlátozza a teret. A többi középkori, illetve reneszánsz város-  
 hoz hasonlóan a várfalon belül nemigen létezett zöldterület (7.1. ábra). Az Egidius van der Rhye  
 flamand festő 1617-es rajza alapján Georg Houfnagel által készített rézmetszet másolatán, mely  
 délről, a jelenlegi Házsongárd felől ábrázolja a várost, jól látszik, hogy a falakon kívül a dombokat  
 erdőfoltok borították, az enyhén lejtő térszínen pedig szőlő látható (7.2. ábra).

A Szamos árterületén hidro- és higrofiton növényzet jelenlétéről egy 1607-ben kelt városi  
 tanács rendeletének szövege tanúskodik, amelyben a nagyon kisméretű zöldterületek védelmének  
 érdekében elrendelik a fűzfák kivágásának tilalmát. A falakon kívül zöldes kertek és gyümölcsö-  
 sök is húzódtak, ugyanis egy 1552-ben a városi vezetés által hozott rendeletben kimondták, hogy a  
 magántulajdonban levő gyümölcsöskertek rongálóit példásan meg kell büntetni. A városfalakon kí-  
 vüli térségek használati módját egy 1610-es városi közgyűlés határozata bizonyítja, mely szerint,  
 hogy stratégiai szempontból "a Hídkapu előtt való majorok és kertek már korábban lerontatván,  
 most sok könyörgés után megengedtetett, hogy a tulajdonosok alacsony kerttel veteményesnek be-  
 keríthessék, de se házat, se csűr, pajtát s mulató tornácot, se semmi épületet ne építtessenek  
 rájuk, élőfát ne neveljenek" (Jakab, 1888). Ennek elsődleges magyarázata az volt, hogy az ellensé-  
 ges csapatok ne találhassanak fedezéket az épületekben. Ezzel magyarázható, hogy a XVI. és XVII.  
 században kialakuló állattartó-mezőgazdasági jellegű, városfalon kívüli településrész a városfaltól  
 legalább 200 méterre jöhetett létre (7.3. ábra).

Ábra 7.1. A középkori város alaprajza a XVI. században (a számok a városkapukat jelzik).

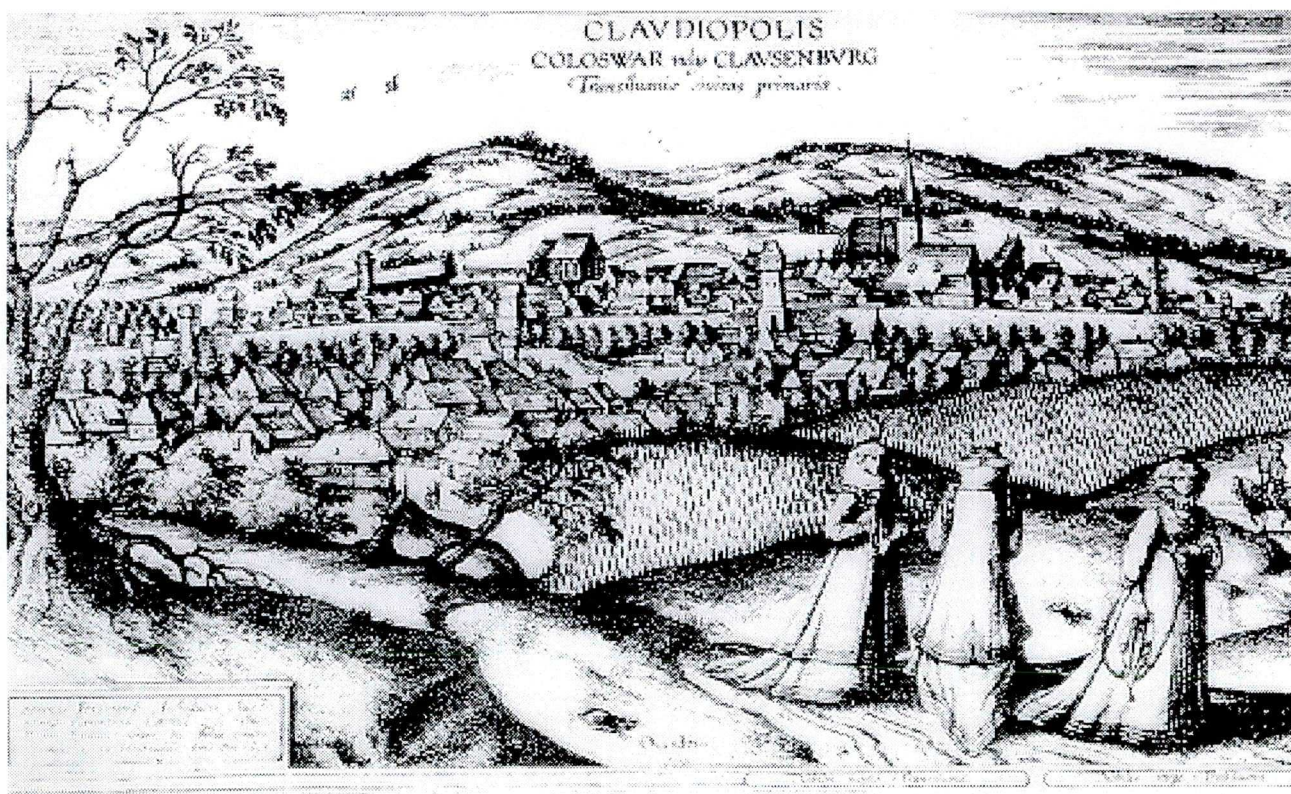


A várakkal elválasztott két települési öv (az iparos, kereskedelmi, polgári és értelmiségi, valamint az állattartó-mezőgazdasági), vagyis a várfalon belüli és a várfalon kívüli városrészek térbeli egybeolvadása csak a XVIII. század végétől, a várofalak jelentőségének teljes megszűnésétől kezdődött.

A XVI. században a templomok cintermeiben lévő temetkezési helyek túlszűfolttá váltak, ezért 1586-ban elrendelték a városon kívüli „külső nagy sövénykert” temetővé változtatását. E rendelet alapján jött létre a Házsongárdi temető. Ez már egy racionális városrendezésre utal, hiszen törvény mondja ki, hogy ettől fogva mindenkit az új temetőbe kell elhantolni. Többek közt meghatározták, hogy a sírokat bizonyos rendszer alapján kell kijelölni, mert a szétszórt és rendszertelenül ásott sírok miatt „a nagy hely máris kezd betelni” (Gaál, 1992). Ennek érdekében bírói döntés alapján kineveztek egy felügyelőt, akit meghatalmaztak, hogy „minden sírnak, veremnek szép renddel mutasson helyet” (Fekete, 1995). Tehát a XVI. századi Kolozsvárt létezett egy városgazdálkodási

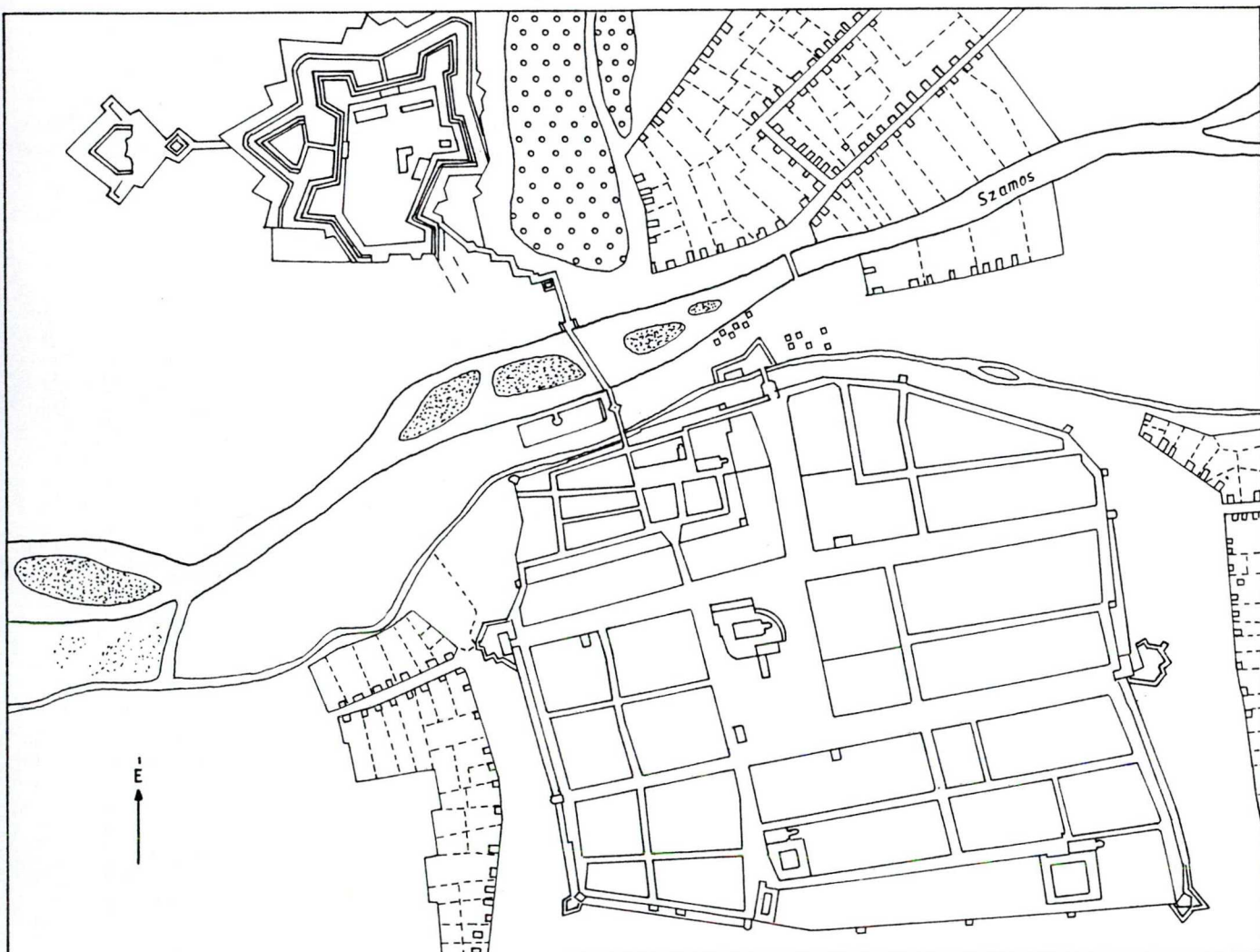
koncepció, mely egy úthálózattal ellátott és felparcellázott temető létrehozása, a várfalon kívüli területek használatának meghatározása, a templomi cintermek területének korlátozása és egy részüknek beépítése révén szabályozta a városképet és alakította a város szerkezetét.

### 7.2. Ábra Kolozsvár 1617-ben (Houfnagel rézmetszete).



A XVIII. században új lendületet vesz a város fejlődése, aminek következményeként a zöldterületek, valamint a területhasznosítás szempontjából néhány fontosabb rendeletet hoznak: 1723-ban befejezik a Fellegvár megépítését, aminek kiszolgálása érdekében megépítik a "németek pallójának" nevezett első kolozsvári hidat. A Szamosról délre eső, a várfal és a fellegvár közötti, addig főleg szőlővel beültetett térség, a "kőmál", ekkor kezd beépülni. 1789-ben elrendelik, hogy a polgárok a házfalaktól 2 öl szélességű járdát építsenek, 1790-ben pedig felparcellázzák és eladják a várfalon kívüli területeket. Ugyanebben az évben felmerül a Fő-tér temploma körüli házak lebontásának ötlete, mivel "a templom nemzeti kincs és emlék" (Lázár, Kusztókó és Dobál, 1906). 1820-ban megkezdtek a városhatár lebontását is, mert a kor racionális gondolkodása értéktelennek és hasznavetetlennek tekintette őket, ugyanakkor építőanyagként újrahasznosítható volt. Egyben kikövezték az utcákat és a főbb útvonalakat petróleumlámpákkal világították meg.

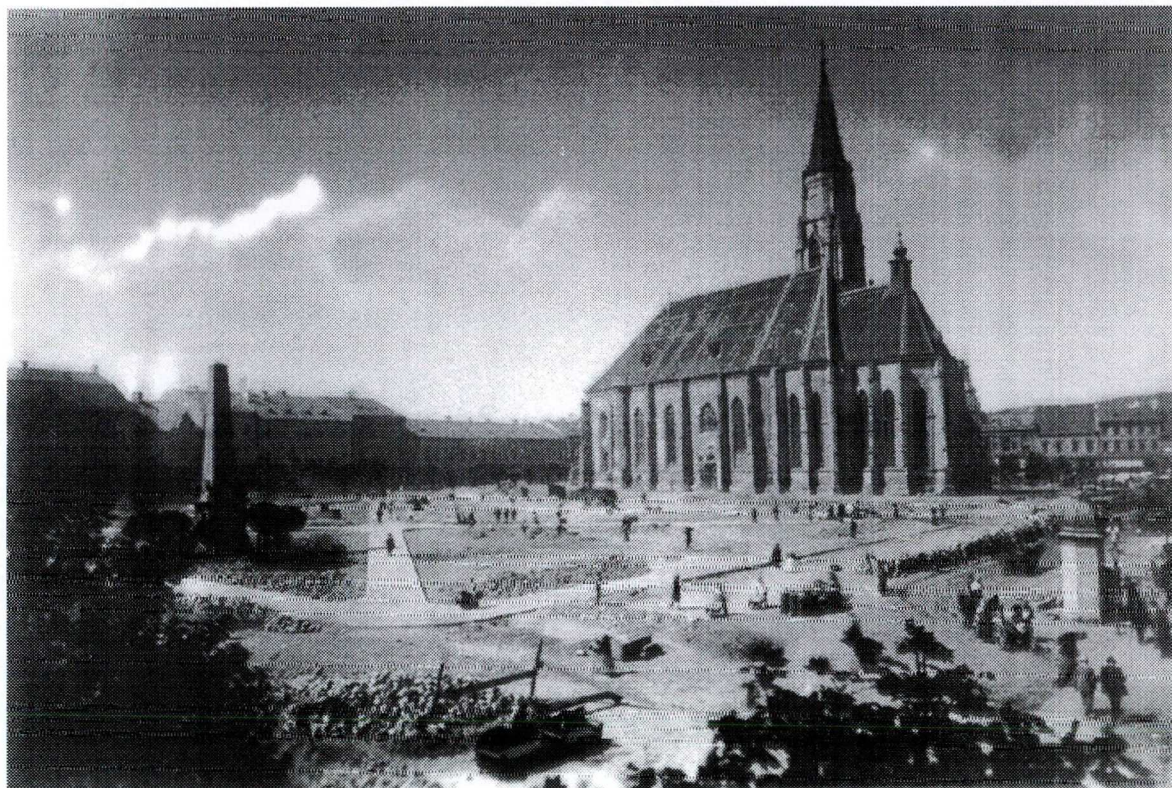
7.3 Ábra. A XVIII. századbeli Kolozsvár alaprajza.



A korabeli fényképfelvételek alapján a XIX. század közepén már szokássá vált a közterek és az utcák fásítása. 1839-ben kiszélesítették a főbb belvárosi utcákat, és a Fő-térre fákat ültettek. 1879-ben a városi tanács döntése alapján megkezdték az utcák és a közterek fásítását. Az 1898-ban a főtérről készített fénykép alapján már jól lehet látni a járdákat és a Karolina-emlékművet öve-

ző fákat (7.4. ábra)

7.4 Ábra. A Főtér 1898-as látképe.



Az egységes városszépítési koncepciót 1884-1886 között dolgozták ki, és kezdték megvalósítani. Erre az időre tevődik a II.b terasz szintjén levő egykori "gödrös, posványos, szemétbuckás" Trencsin-tér fásítása, mely a "a város fejlődésnek induló alsó részének kedvelt sétahelye lett ... e park önmaga beszél helyettünk tiszta levegőjével, illatot terjesztő hársaival és virágaival" (Lázár, Kusztókó, Dobál, 1906). E várostervezési koncepció tervbe vette a Fellegvár "fátlan, fűvel benőtt fennsík"-jának fásítását, a városi vízvezeték létrehozását, az utcák és terek befásításának megkezdését, a közvágóhíd tervének kidolgozását, valamint Kolozsmonostor község Kolozsvárhoz történő csatolását. Ebben a periódusban a város területén megmaradt természetes vegetáció helyén a kultúrtájra jellemző növényzet jelenik meg, vagyis túlevelű és termofiton fásszárú növényeket ültetnek el. Ez a polgáriasodó lakosság rekreációs és esztétikai igényeit hivatott kielégíteni. Kolozsváron a XIX. század végén volt a legmagasabb az egy főre eső zöldterület aránya, amikor a 2.849 ha területű városnak 47%-át zöldterület alkotta (Jakab, 1888).

Ugyanakkor elhatározták „a Fő tér díszessé tételét..., a fásítás további fejlesztését, a várfalak lebontását, az így nyert terek szépítését, a ronda utcák eltüntetését, új utcák nyitását, a felleg-

várnak egy nagy városhoz méltó sétáló helylyé varázslását” (Köváry, 1886). 1895-ben a Fő-tér elnyeri a mai arculatát. 1898-ra öt méter széles járdát és 12 méter széles gránit-szekérutat, a templom köré pedig 85 cm gót stílusú öntöttvas kerítést építettek, és elültették a ma is ott megtalálható fenyők (*Picea excelsa*, *Abies alba*, *Abies concolor*, *Picea pungens* var. *argentea* és *Thuja orientalis*) elődeit.

Az elmúlt század elején felvetődik egy „kolozsvári sétálóhely”, a jelenlegi Sétatér létrehozásának szükségessége. Már 1837-ben eldöntik, hogy a Szamos-mentén, az árterületen levő Hangyásberek helyén hozzanak létre „egy francia vagy angol stylben” épített parkot (Köváry, 1886). Hangyásbereknek hívták a XIX. sz. közepéig azt a területet, amelyben ma a városi stadion és a Sétatér van. A berek a Malom-árkot a Szamossal összekötő árkokkal szabdalts mocsaras, tavas, pangóvízes terület volt. A Sétatér létrehozása után a terület "berek" jellege megszűnt. Mivel e terület vízjárta hely volt, a hangya nem élhetett meg, hogy erről nevezték volna el a berket. Valószínű, hogy a helynév első tagjában a hanga név lappang, ami a XVII-XVIII századi növényzetre utal. A városiak által a múlt században már nem ismert növénynévvel való kapcsolat elhalványulásával aztán népi etimológia révén kapta az előtag az említett alakját (Szabó, 1946). A Hangyásberek területén található természetes vegetációból – valószínűleg a Salicetum-Populetum-Alnetum asszociáció uralkodott – meghagytak néhány hárs (*Tilia cordata*), nyár (*Populus tremula*), éger (*Alnus glutinosa*) példányt. A Sétatér főtengeyét egy a Szamossal párhuzamos négy sor vadgesztenye (*Aesculus hippocastanum*) határolta sétány képezi. Általában a parkok és a sétateretek növényzetét tervezők, mérnökök állapították meg. Ezzel magyarázható, hogy gyakran a beültetett növények nem találtak kedvező életkörülményeket és kipusztultak. Ez történt a Sétatér esetében is, ugyanis az 1873-ban elültetett 300 darab közönséges lucfenyő (*Picea excelsa*) nem bírta az alig 2-2,5 méter mélységben levő talajvízszintet. A korabeli leírások alapján „virág-, georgina- és rózsagruppok” díszítették a Sétatert (Köváry, 1886).

A múlt században egy átfogó vízszabályozási tervet dolgoztak ki, amely alapján szabályozták a Malomárkot. Vízét többek között a Sétatér sétányait kísérő „patakmedrek” vízellátására is használták.

A XIX. századi Kolozsvár zöldfelületeinek fontos részét alkották a főurak díszkertjei (7.1 térkép) Nem alaptalanul említették, úgy hogy „a kertek városa Kolozsvár” (Köváry, 1886). Ilyenek voltak a jelenleg is zöldterületként működő Mikó-kert és a Jósika-park. A város keleti részén húzódott a Kemény család kertje. A Haller- és Nemes-kert a Monostori úton, a Bánffy- és a Veress-kert a Sétatér közelében, a gróf Kendeffy féle kert a Külmonostor utcában volt. Megemlíthetők továbbá még az Ábrahám-, az Apor-, a Balla-, a Bernáth-, a Székely-kert és a nagyobb kiterjedésű Barátok-kertje (Szabó, 1946). 1837-ig a legnagyobb kolozsvári közkert a "fejedelmi-kert" volt, mely a város keleti-délkeleti részén a városfalon kívül, még a XVII. századtól kezdve vadaskertként, majd sétatérként működött (Gaál, 1992).



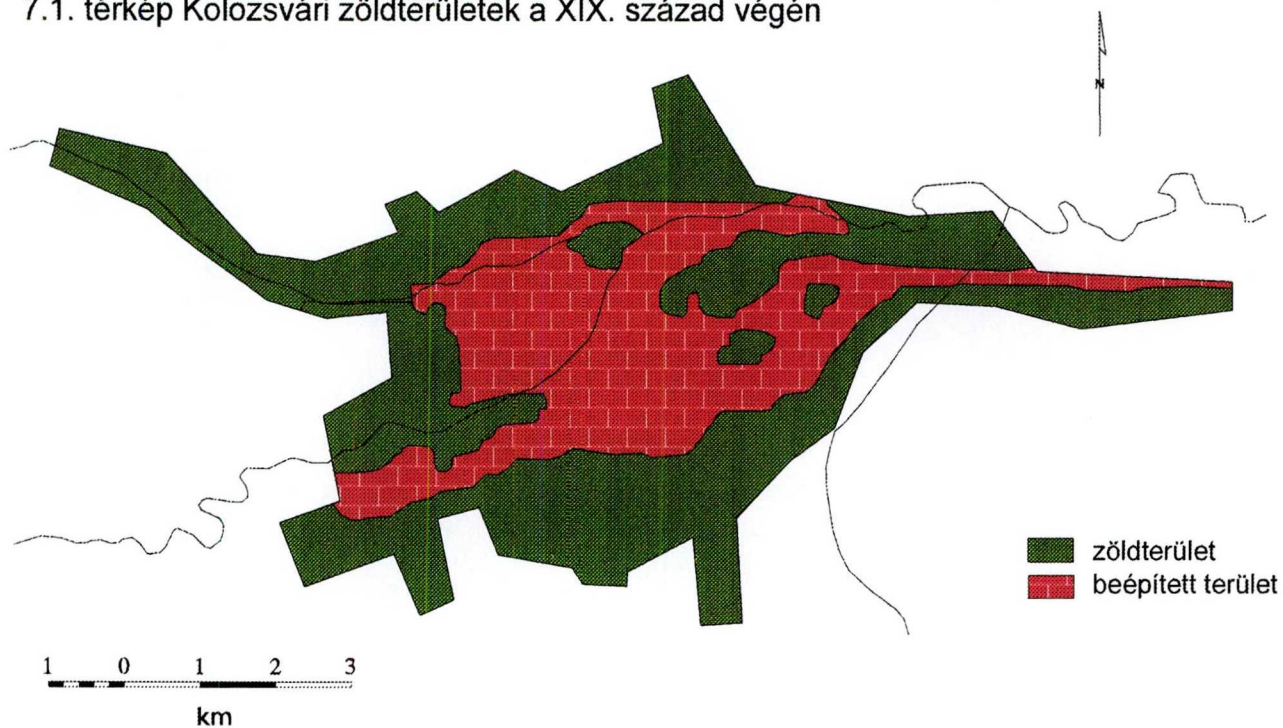
A leghíresebb a 12 hold területű egykori Mikó-park, a mai klinikák területe, melyből később fűvész-, majd botanikus kertet hoztak létre. Jelenleg a diáknegyednek, a Földrajzi Kar és az Állattani Múzeum épületének ad otthont. Területén a természetes vegetáció maradéka található: akác (*Robinia pseudoacacia*), juhar (*Acer platanoides*, *A. Negundo*), fenyő (*Abies alba*, *Pinus excelsa*), lepényfa (*Gleditschia triacanthos*), tulipánfa (*Liriodendron grandiflora*). 1869-ben a Mikó-kerttől nyugatra, szintén a III. teraszon megalakult a Mezőgazdasági Akadémia parkja. Északkeleten, a Szamos legfelsőbb teraszán kialakították a faiskolát, mely napjainkban is működik. 1881-ben az óvári piac – a Karolina-tér – területén is létesült egy kis park, amiből mára néhány tíz négyzetméter zöldterület maradt meg.

Az utca- és térfásítási program megvalósulása következtében állítható, hogy a századfordulón Kolozsvár kiterjedt – rekreációs funkciót betöltő – zöldterületekkel rendelkezett. Ilyen volt a Sétatér, a botanikus kert, a fellegvári park stb.

A XX. század elején, a város keleti részén, az egykori hóstáti kertekben fejlődésnek indult egy új negyed, a gyárvaros. Elsőként a Renner bőrgyár és a Reitler gyufagyár jött létre. A gyárnegyed keleten történő elhelyezése racionális megfontolásra utal, hiszen az uralkodó nyugati szelek miatt kialakuló csatorna-hatás, valamint a kelet irányba folyó Szamos eltávolítja a szennyező anyagokat. Ezzel párhuzamosan a Klinikák- és a Fellegvári-teraszon kiépül az egykori tisztviselőtelep. Ezek a negyedek jelenleg is megtartották kertvárosi aspektusukat.

A következő nagyobb zöldterület létesítése 1934-ben valósult meg, amikor a város nyugati részén, a Szamos árterületén található hajdani Fásberket sportparkká változtatták. A 30 ha területű parkba a természetes növényzet (*Ligustrum vulgare*, *Euonymus verrucosa*, *Lonicera xylosteum*, *Sorbus torminalis*, *Fagus sylvatica*, *Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus* stb.) mellé *Thuja*, *Pinus*, *Abies*, *Aesculus* fajokot és *Salvia*, *Coleus*, *Canna*, *Dahlia*, *Narcissus* virágos növényeket ültettek. A szakvélemények szerint azonban a sportpark növénykompozíciója „nem megfelelő, a parkban a sportpályák rendszertelenül lettek elhelyezve, a sétányok nem megfelelően méretezettek” (Fekete, 1995). Klimatikus szempontból elemezve e terület zöldövezeti jellegű és rekreációs célú funkcionálása kedvező, mivel az uralkodó nyugati irányú hegy-völgyi szél tiszta levegőt szállít a város központja felé. Az 1960-as években létrehozták a Malomárok és az óvár közé beékelte kis parkot. A park erősen lepusztult, gyakorlatilag a már nem is létező gypsintjét néhány már a háztartási szennyezés miatt végveszélyben levő urbanofiton faj, mint például a juhar (*Acer negundo*), vadgesztenye (*Aesculus carnea*), fűz (*Salix babylonica*), szilva (*Prunus pissardi*) és a spontán flórában is előforduló cserjék bodza (*Sambucus nigra*), bangita (*Viburnum lantana*) egészítik ki. A Sétatér és a fennebb említett park kismértékben ellensúlyozzák az árterületnek a város keleti felén történt erős beépítését és iparosítását.

7.1. térkép Kolozsvári zöldterületek a XIX. század végén





A város keleti részén, az egykori Tóköz területén a negyvenes-ötvenes évekig mocsarak és tavak helyezkedtek el. Az ipari létesítmények által elfoglalt terület az 50-es években szemétkerakóként működött, azért, hogy a medencét feltöltsék, így a mocsár és a tó teljesen eltűnt. Nyáradi fél évszázaddal ezelőtti leírása szerint az egykori természetes övezet „egyike a legüdebb növényzetű mocsaraknak, helyén valamikor tó lehetett, de eltözegeedett. Nyugati végét kevés víz borítja” (Nyáradi, 1944).

Az 1948-ban lezajlott államosítás következtében az építészek kedvük szerint terveztek, nem vették figyelembe a közlekedés és a kereskedelem szükségletét, ezért szegényes és az idő próbáját ki nem álló területrendezés valósult meg. Ez vonatkozik a zöldterületek helyzetére is, hiszen az 1955-ben, az ártéri erdő helyére is kiterjesztett sportpark kivételével a növényzettel borított területek nagysága csökkenő tendenciát mutatott.

Jelenleg az Európai Unió által ajánlott lakosonkénti 220 m<sup>2</sup>-es belterület nagysága még a felét sem éri el, míg a zöldterületek esetében az elfogadott 40 m<sup>2</sup> helyett, ez az érték Kolozsvár esetében 1995-ben alig 8 m<sup>2</sup> volt, 1999-ben pedig 7 m<sup>2</sup>.

Összegezve:

- a középkori, inkább csak az árterületre és a városi teraszra kiterjedő, és fallal körülvett városban nem volt semmi féle zöldterület, még a magányos fák is hiányoztak. A falakon kívül a főleg lombhullató erdők képviselte természetes növényzet mellett kertek, szántóföldek, szőlők húzódtak;
- a meggondolt és tervszerű zöldterület-kezelés az elmúlt században valósult meg. Ekkor a zöldterületek elérték a legnagyobb kiterjedésüket, az egy főre jutó zöldterület 50-60 m<sup>2</sup> volt, ami az „úri kertek” nagy számával magyarázható;
- a második világháború után felszámolják az „úri kerteket” és a város körüli erdőket, helyükbe gyümölcsösök és épített környezet kerül;
- a hatvanas-hetvenes években beindul, majd a rendszerváltás után hangsúlyozottan megnő a zöldterületek beépítésének üteme, ami számos ökológiai konfliktust vált ki;
- nő a kis területű elhanyagolt térségek száma. Jelenleg a parlagon levő és ruderaliakkal benőtt felületek területe 798 ha (Fekete, 1995).

8. Az antropogén hatás felmérése és a terhelés kiváltotta konfliktusok

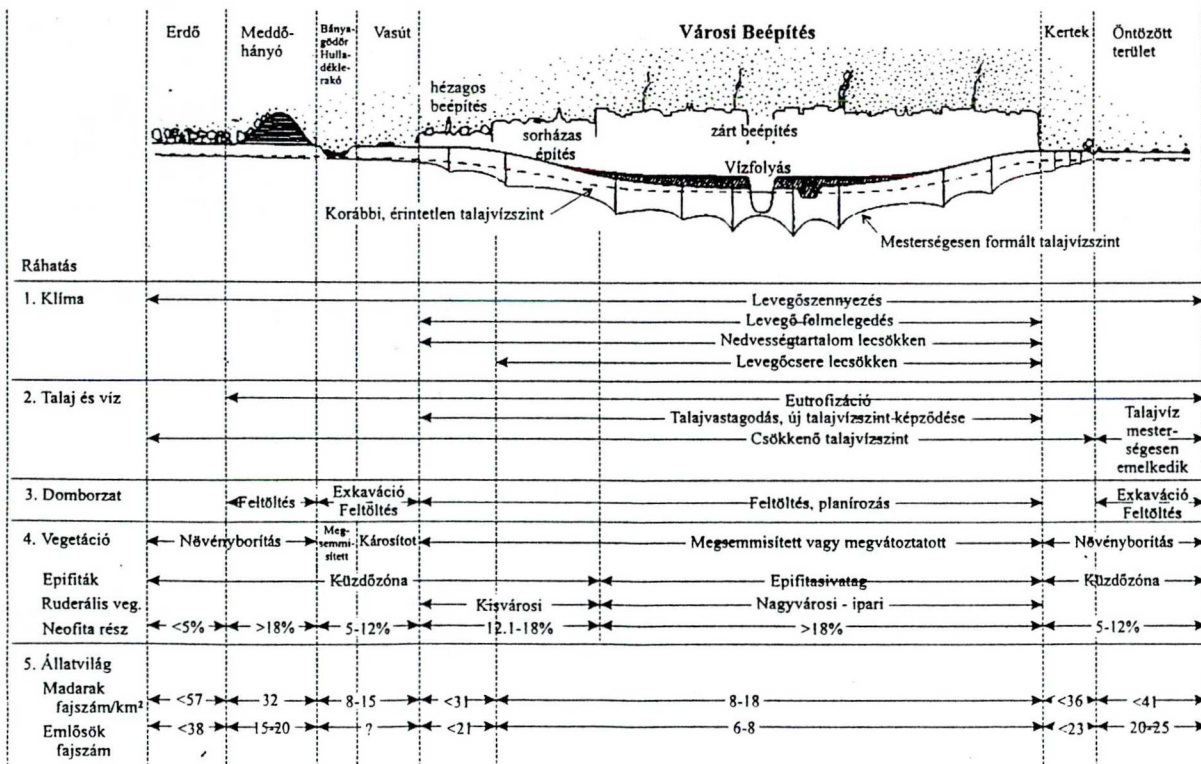
Az előző fejezetekben felvázoltam a városi környezetet alkotó alrendszerek közül a talaj, a növényzet és a klíma jellemzőit és az ezeket érintő változásokat. Ugyanakkor említettem, hogy az emberi tevékenység hatására átalakult városi rendszer elemei radikális változásokat szenvednek (8.1. ábra). Ezek a gyakran irreverzibilis átalakulások elkerülhetetlenné teszik a szociális, gazdasági és politikai aspektusú ökológiai konfliktusok megjelenését. Ebben a fejezetben elsősorban az emberi hatást mérő hemerobiaszint értékeit és néhány, az antropogén hatások növekedése által kiváltott konfliktust szeretnék bemutatni.

8.1. A beépítettség felmérése

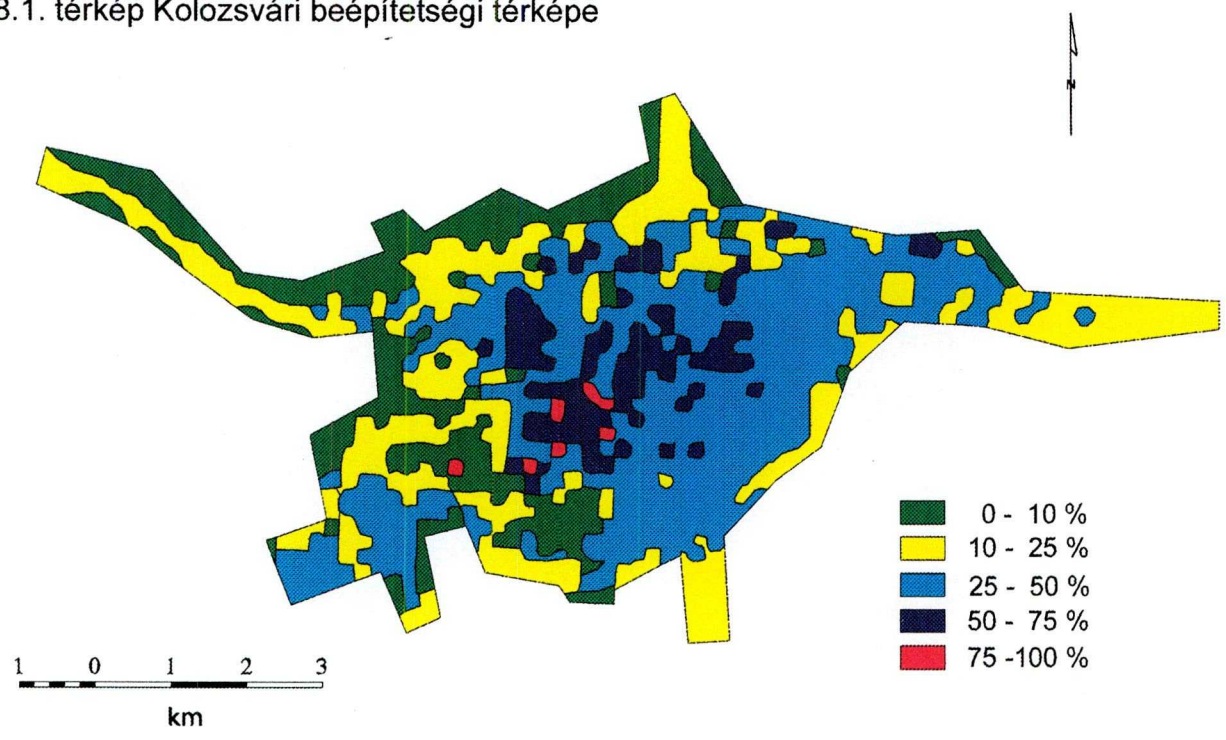
A városnak, mint településnek az egyik legfontosabb jellemzője a nagyon sűrű beépítettség, ami a területhasznosítás módját tükrözi, és döntő módon hozzájárul az ökológiai feltételek egyneműsítéséhez és a Burgess által (1925) "városi formáknak" nevezett térségek kialakulásához.

A beépítettségi térképet elemezve kitűnik, hogy a sűrűn beépített területek főleg az árterületen, az alsó, a Kálvária- és a Klinikák-teraszokon helyezkednek el, tehát egy részük a központban található, míg a másik magasabb beépítettségi övezet a város keleti részén, az árterületen húzódik (8.1 térkép). Ez nagyjából az ipari negyedet fedi le.

8.1. Ábra A környezeti elemek városban történő módosulásai (Sukopp, 1990)



8.1. térkép Kolozsvári beépítetségi térképe



## 8.2. A hemerobiaszint értékelése

A városi környezet terhelését és az antropogén hatás mértékét hivatott felmérni a számszerűsíthető minősítéssel kifejezhető hemerobiaszint. Gyakorlatilag az emberi hatás táji megjelenését a hemerobiaszinttel jellemezhetjük (Csorba, 1997). A fogalmat J alas vezette be 1955-ben, azzal a céllal, hogy kifejezze a természetes táj ember generálta lepusztulásának mértékét (Bastian, Schreiber, 1994). Úgy is lehet értelmezni, hogy a hemerobiaszint az ember tevékenységének a mércéje, és egyben a táj az eredeti természetes állapotától való távolodásának a mértéke. A hemerobia szintje a tájtervezés ökológiai eszközeként hasznosítható, mert közvetlenül kapcsolatba lehet hozni a környezetvédelem, a rekreációs tevékenységek és a területhasznosítás más formáival. Az ilyen jellegű antropogén terhelési index értékei közvetlenül nyomon követhető a vegetáció szerkezetének megváltozása, az indikátornövények (*Hordeum murinum*, *Conyza canadensis*) elterjedése és a területhasznosítás időbeli változása révén, ami a megfigyelés alatt álló terület degradációjában vagy esetleges minőségi javulásában jelentkezhet (Bastian, 1988).

Eredetileg J alas hat kategóriát dolgozott ki. Ezek az ahemerob, az oligohemerob, a mesohemerob, az euhemerob, a polyhemerob és a metahemerob fokozatok. Ezeket a kategóriákat továbbfejlesztették azzal a céllal, hogy minél árnyaltabb módon lehessen a számszerűsíthető minősítés révén a degradáció és az emberi beavatkozás fokát tükrözni. A pontosabb osztályozás érdekében például az euhemerob minősítésnek elhatárolják egy magasabb, természetesebb,  $\alpha$  szintjét, illetve egy kevésbé természetes,  $\beta$ -val jelölt szintjét (Bastian, Schreiber, 1994).

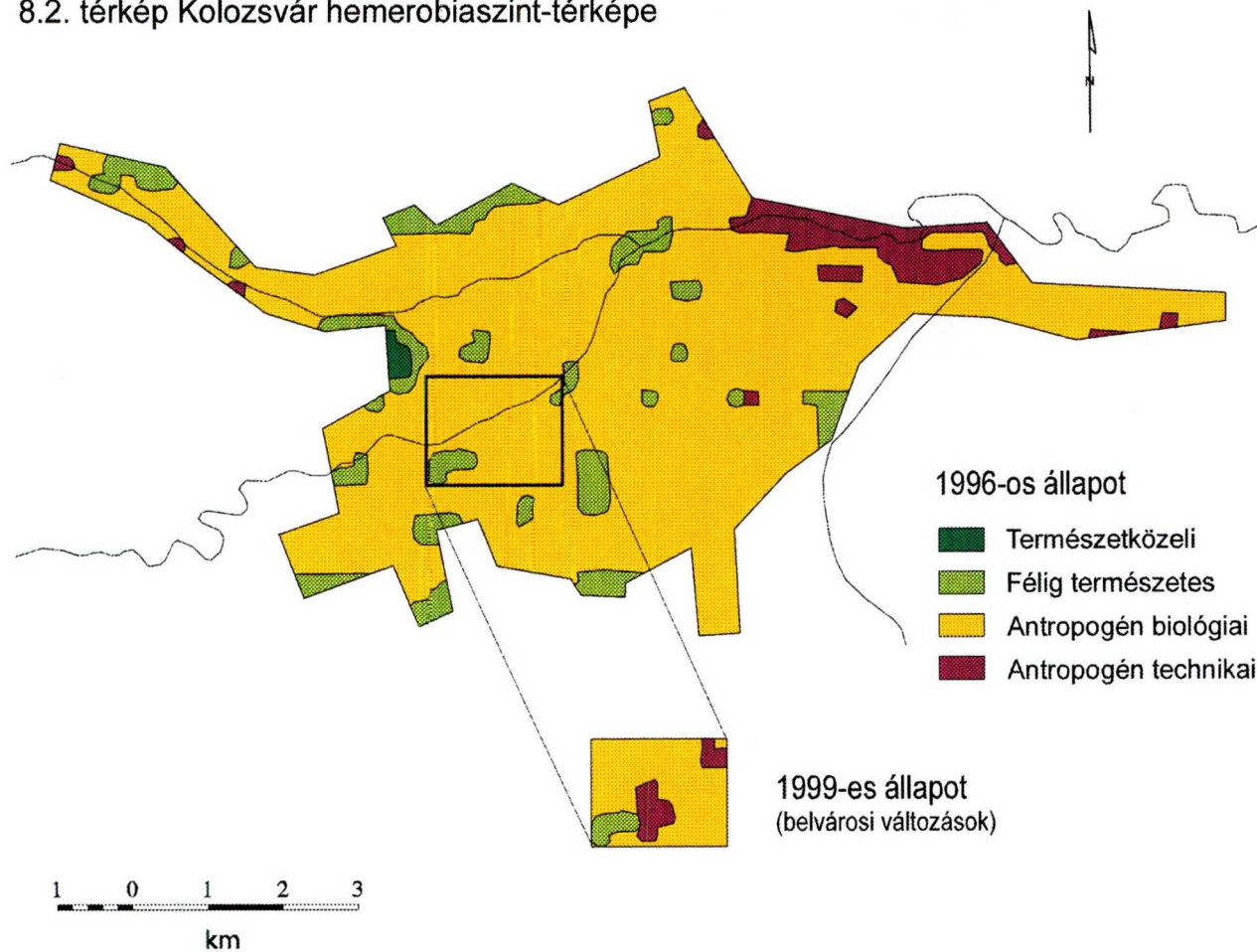
Hasonló az emberi tevékenységet figyelembe vevő ökológiai megközelítésű osztályozást dolgozott ki Dorney, aki az emberi beavatkozás mértékétől függően öt kategóriába osztotta a városi térségeket (Hough, 1995).

Kutatásaim során a Bornkamm (1980), a Vernadszkij (Sukopp, Wittig, 1993) és a Csorba (1997) által kidolgozott antropogén hatást tükröző beosztása alapján Kolozsvárra vonatkozólag a következő terhelési típusokat különítettem el: természetes, természetközeli, félig természetes, antropogén biológiai, és antropogén technogén kategóriákat (8.1.táblázat). Ezek hasonlítanak az eredeti, tehát a J alas által kidolgozott osztályozáshoz, de eltérnek az osztályozási kategóriáik számát és kritériumait illetően. A felsorolt kategóriákba történő besorolást a tájalkotó tényezők mennyiségileg és minőségileg mérhető tulajdonságainak változása alapján végeztem el.

A J alas által kidolgozott beosztás a növényzeti és a talajtulajdonságok változása szemszögből értékelte a táj hemerobiaszintjét.

Ugyanakkor Klimko a légszennyezés és a beépítettség összefoglaló megjelölésére bevezette az antropogén terhelési intenzitás indexét (Csorba, 1997). Luder egy minél objektívebb antropogén hatás mértékének minősítése érdekében a gyomnövények arányát és a talajok vízka-

8.2. térkép Kolozsvár hemerobiaszint-térképe



pacitását és pH-ját véve figyelembe szintén próbálkozásokat tett a hemerobiaszint értékelésére (Sukopp, 1990). Kolozsvárra vonatkozó hemerobiaszintet tükröző térkép kidolgozásánál a terület-hasznosítás módját, a ruderalis növények elterjedését és a talajok tömörségét vettem figyelembe.

Az adatok feldolgozásával elkészített hemerobiaszint-térkép alapján megállapítható, hogy Kolozsvár területén nem létezik teljesen bolygatatlan, antropogén hatásoktól teljesen mentes, J alas által ahemerobnak nevezett természetes táj. A legkevésbé terhelt területnek, a természetközeli kategóriának egy a város szélén található erdészetileg kezelt erdő minősül (8.2 térkép). A J alas által mezohemerobnak nevezett, félig természetes minősítést kapták az emberi hatások alatt álló zöldterületek, a rekreációs célokat szolgáló övezetek többsége (nagyobb parkok, botanikus kert és a temetők). Az antropogén biológiai szint az intenzíven megművelt térségek jellemzője. A kertes és kis gazdasággal rendelkező városnegyedekben uralkodik, ahol a művelés miatt a ruderalis növények visszavonulnak, és csak az elhanyagolt utcákon és kertekben fordulnak elő.

Sikerült egy olyan osztályozást kidolgozni, mely a különböző szerkezeti és beépítettségi típusú városnegyedek minősítését tartalmazza. Mindegyik típusnak egy bizonyos hemerobiaszint felel meg. Ennek az osztályozásnak az előnye, hogy a további városökológiai kutatások során nem kell külön-külön újraszámítani a városi hemerobiaszint indexét, csak a városnegyedek típusát kell megállapítani. Természetesen, hogy a legsűrűbb beépítettségi kategória hemerobiaszintje a maximális, vagyis az antropogén-technogén kategóriába kerül (8.2.táblázat).

A belváros egy részére vonatkozó 1996-os és 1999-es helyzetet bemutató hemerobiaszint térképeket összehasonlítva jól látható, hogy a még 1996-ban létező kisebb zöldterületek egy részét megszüntették és beépítették, aminek az lett a következménye, hogy a belváros területén is megjelentek az antropogén technogén minősítésű területek. (8.2. térkép). A térképen ábrázolt félig természetes és antropogén biológiai minősítésű négyzetekben még 1996-ban zöldterületek is voltak, de 1999-re már beépítették őket. Ezáltal a belvárosban végbemenő építkezések következtében helyenként eltűnt a zöldterület, és a beépítettségi fok meghaladja a 90%-ot is. E területek "tökéletes" beépítése, bitumennel és betonnal történő befedése még a ruderalis vagy kultúrnövényzetnek is a végleges elpusztítását jelentheti.

8.1. Táblázat. A hemerobiaszint kategóriái és ezek jellemzői a tájalkotó tényező változásának szempontjából (Csorba, 1997 alapján módosítva).

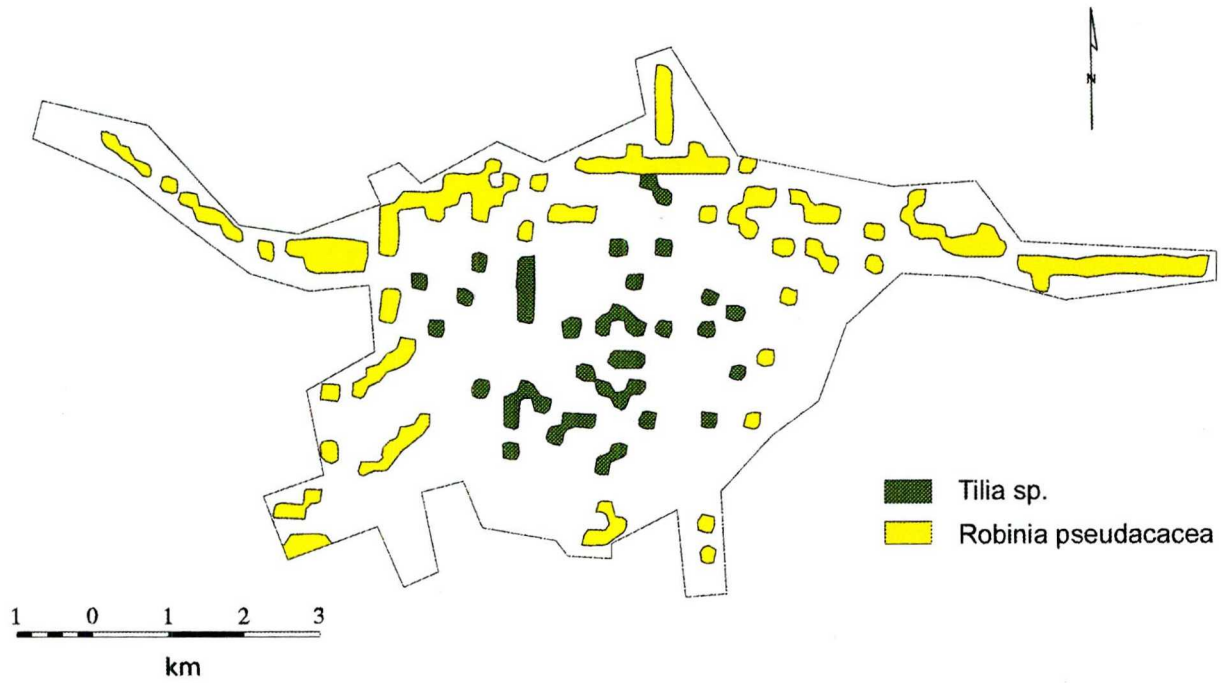
Hemerobia szintje	Domborzati változás	Klimaváltozás	Talajban végbe-menő változás	Növényzeti változás	Flóráváltozás
természetes	nincs	elhanyagolható	nincs	természetes vegetáció (érintetlen természet)	neofiták aránya jelentéktelen, míg az egyéveseké 20% alatti
természetközeli	lokális	mezoklíma változása (sugárzási viszonyok, levegőcsere)	a tápanyag mennyisége megváltozhat, savanyúsodás vagy alkálisosodás lephet fel	kissé bolygatott társulások, erdészeti legkezelt erdők	neofiták aránya 1-5%, az egyéveseké 20% alatti
félig természetes	lokális	a mezoklíma erősebb módosulása (légáramlás változása)	megváltozik a tápanyag-, a víz- és az oxigén szolgáltató képesség; humuszszorosodás léphet fel	az ember által jelentősen befolyásolt vegetáció, parkerdők, extenzív gyepművelés, partmenti spontán vegetáció, nádasok	neofiták aránya 5-12%, az egyéveseké 20% alatti
antropogén biológiai	antropogén tálajerózió, kisebb tereprendezés, teraszosítás	erősen megváltozott mezoklíma (tetőszint és városi szint erős hatása, beépítettség miatt fellépő nedves-ség- és hőszigetek)	általában minden tényező módosulást szenved: a talajszellőzés gyengülhet a tömörülés miatt; növekedik a pH érték, hiányzik az 0 horizont	a természetes állapothoz viszonyítva erősen megváltozott, ún. kultúrnövényzet, parkok, városi gyepek és pázsitok, díszkertek, ültetvények, gyümölcsösök, szántóterület, ruderalis cserje- és bokorasszociációk	neofiták aránya 13-22%, az egyéveseké pedig 21-40%
antropogén-technogén	műszaki létesítmények, épületek, meddőhányok; a sűrűn beépített terület és annak tereprendezési következményei	városi és ipari klíma, ahol minden paraméter erősen módosult, magas a levegő szennyezettség foka	a tulajdonságok megváltoznak, antropogén fedőréteg és pararendzina jön létre, eutrofizáció léphet fel, az idős talajok esetében; a morzsás szerkezet van túlsúlyban; gyökérhiány jellemezhető; magas a szennyező anyagok koncentrációja	növényzet nélküli felszín, esetleg nagyon ritka növényzet, xero- és mezoterm formációk találhatók csak (vasúti töltések növényzete), rövid életű gyomnövényzet	neofiták aránya 23%-nál magasabb, míg az egyévesek aránya meghaladja a 40%-ot

8.2.Táblázat. Kolozsvári városnegyed-típusok, beépítettségük, jellemző növényzeti struktúrájuk\* és hemerobiaszintjük (\*Bornkamm, 1980 alapján).

	Városnegyed/terület típusa	Növényzeti struktúra	Hemerobiaszint	Beépítettség
1	zöldfelületek	erdészetileg kezelt erdők, folyóparti bokortársulások	természetközeli	1
2	nyílt területek	parkerdők, pázsitok	félig természetes	1
3	kertvárosok	díszkert, sportpázsit	antropogén biológiai	3
	3.1 villanegyedek 1900 és 1970 között épültek	díszkertek, pázsitok	antropogén biológiai	2
	3.2 háztájival, gyümölcsösrel rendelkező földszintes kis családi házak	gyümölcsösök	antropogén biológiai	2
	3.3 falusias jellegű külvárosi negyedek (előváros)	kertek, zöldeges kertek, szántóterület, gyümölcsös	antropogén biológiai	2
	3.4 új villanegyed, emeletes házakkal, melyek 1990 után épültek	kis pázsitok	antropogén biológiai	4
	3.5 hétvégi kis házak nagy gyümölcsösrel vagy szőlővel	szőlő, gyümölcsös, díszkert	antropogén biológiai	2
4	panelház-negyedek	növényzet nélküli terület, pázsit, ruderalis vegetáció	antropogén technogén	4
	4.1 a panelházak között kis zöldterületekkel	pázsit	antropogén biológiai	4
	4.2 a panelházak között nincs zöldterület	növényzet nélküli	antropogén technogén	5
5	belváros	növényzet nélküli terület, ruderalis vegetáció, pionír formációk	antropogén technogén	5
	5.1 a történelmi belváros (óvár)	kis belső udvar, egy-két fával, esetleg pázsittal	antropogén biológiai	5
	5.2 az 1870-1914 között épült bérházak	növényzet nélküli	antropogén technogén	5
	5.3 elhanyagolt, parlagon hagyott területek	ruderalis és szagetális növényzet	antropogén biológiai	4
	5.4 egykori uradalmi kertek közé épített emeletes házak	ruderalis növényzet	antropogén biológiai	4
6	teljesen beépített városrész	növényzet nélküli	antropogén technogén	5
7	ipari térségek	növényzet nélküli	antropogén technogén	5



8.3. térkép A *Tilia* sp. és a *Robinia pseudacacea* utak menti dominanciája Kolozsváron



### 8.3. Az út menti fák kataszterezése

Az út menti fák állapota a város ökológiai feltételeinek mutatója. Faji megoszlásuk, koruk, fizikai állapotuk ökológiai indikátorként is szolgálhatnak (Wittig, 1991). A városi fák részben az eredeti erdőtársulások fajaihoz tartoznak, részben pedig ültetett fajok. Új környezeti feltételek között élnek, és ha nem eléggé ellenállóak, jelentős részük hamar elpusztul. A megváltozott ökológiai feltételek mellett még a gyakori mechanikai sérüléseknek is ki vannak téve. Kolozsváron az 1999 nyári felmérésem alapján összesen 58.339 út menti fa található. A kolozsvári városgazdálkodási vállalat 1995-ös kimutatásában összesen 75.747, míg 1989-ben 81.290 darab fa szerepel (Fekete, 1995).

Ha az utcai sorfák fajok szerinti megoszlását elemezzük, szembeötlő, hogy az első helyen az ezüsthárs (*Tilia tomentosa*) található 13599 példányszámmal, ami a kiültetett fák 23,3%-át jelenti. A második helyen 11.141 egyeddel az akác (*Robinia pseudacacea*) következik. A hársfajok együttvéve (*Tilia tomentosa*, *T. cordata* és *T. platyphyllos*) majdnem az összes fa egyharmadát teszik ki (8.3. táblázat).

8.3. Táblázat. A kolozsvári út menti fasorok faji összetétele.

Faj	százalék	abszolút érték (db)
<i>Tilia tomentosa</i>	23,3%	13599
<i>Robinia pseudacacea</i>	19,1%	11141
<i>Ulmus campestris</i>	8,6%	5013
<i>Aesculus hippocastanum</i>	7,1%	4139
<i>Morus alba</i>	6,5%	3789
<i>Juglans regia</i>	4,9%	2876
<i>Acer platanoides</i>	4,4%	2565
<i>Tilia cordata</i>	3,2%	1867
<i>Tilia platyphyllos</i>	1,7%	991
Más fajok	21,2%	12359
Összesen	100%	58339

A *Tilia sp.* és a *Robinia pseudacacea* területi megoszlását illetően megállapítható, hogy a centrumban és a kertvárosokban a hárs van túlsúlyban, addig a régi külvárosi negyedekben, a városrészekben, az ipari térségek területén az akác az egyeduralgó (8.3. térkép). Hasonló felállás jellemzi a szilfát (*Ulmus campestris*), a fehér eperfát (*Morus alba*) és a diót (*Juglans regia*). Az utóbbiak kimondottan a rurális arculatú negyedekben (régikülváros) és a városból kivezető nagyon poros mellékutakon fordulnak elő. Ezzel szemben az *Ulmus campestris* a belvárosi forgalmas útvonalak jellemzője. Az *Aesculus hippocastanum*, a *Catalpa bignoides*, az *Acer platanoides* arányosan oszlik meg a város területén.

A fakiültetések 20%-a a kiültetéstől számított néhány heten belül megsemmisül (Fekete, 1995). Egy felnőtt és kifejlett fa koronaterfogata meghaladja a 2500 köbmétert, a fiatal fáé pedig alig 20-25 köbméter (Gordon, 1990). Egy idős fa hiányát csak 125 fiatal csemete képes pótolni (Kovács, 1985). Csak a belvárosban az utóbbi 4–5 év alatt több száz idős fa esett az útsáv-szélesítés, az építkezések és a városrendezés áldozatává. Ugyanakkor az újabb sorfák kiültetésének nagyon lecsökkent az üteme, és a nem túl szerencsés fástársítások, valamint a tér- és tömegarányok semmi bevétele figyelhető meg. E kijelentést az egyik forgalmas belvárosi utcában 1995-ben végzett modernizálási munkálatok utáni állapottal támaszthatom alá: az egykoron négy sorban húzódó *Tilia tomentosa* példányokat kivágták, és az útszélesítés után *Picea pungens argentea* egyedeket ültettek, melyek nem bírják a szennyeződést, és nem alkalmasak erre a célra, mert az alacsonyan álló és szétterpeszkedő túlevelű ágak akadályozzák a közlekedést. Másrészt a fenyővel felváltva kiültetett *Betula verrucosa* nem tartozik a kimondottan az urbanofiton növények közé, amit az is tükröz, hogy már júniusban sárgulni kezdenek. A városközpontban és az ipari negyedekben xerofiton és termofiton fénykedvelő fajokat ajánlatos ültetni. Kolozsvárt e fajok közül csak a *Robinia pseudacacia*, a *Tilia sp.* és a *Celtis occidentalis* terjedt el. Ez a tény is jelzi, hogy az egykori árterületen a Szamos és a mellékpatakok csatornázása és betonagyba kényszerítése következtében szárazodás indult be. A nedvességet kedvelő árterületi fajok (*Salix*, *Alnus*, *Populus*) száma jelentősen lecsökkent, és csak a mesterségesen nedvesen tartott vagy elhanyagolt élőhelyeken fordulnak elő (a Nádas, a Szamos és a Malom-árok mentén).

Az 1999 nyarán általam elvégzett fakataszterezés adatai szerint az ültetett út menti fák jelentős része sérült, pusztulófélben van, vagy már el is pusztult. Jellemző, hogy inkább a fiatalabb egyedek érzékenyebbek. A felmérést júniusban készítettem el, pont azért, hogy a még zsenge levelek állapotának felméréséből tudjak következtetni a fa esetleges károsultságára, hiszen ebben a hónapban az egészséges fáknál nem lép fel a levélsárgulás.

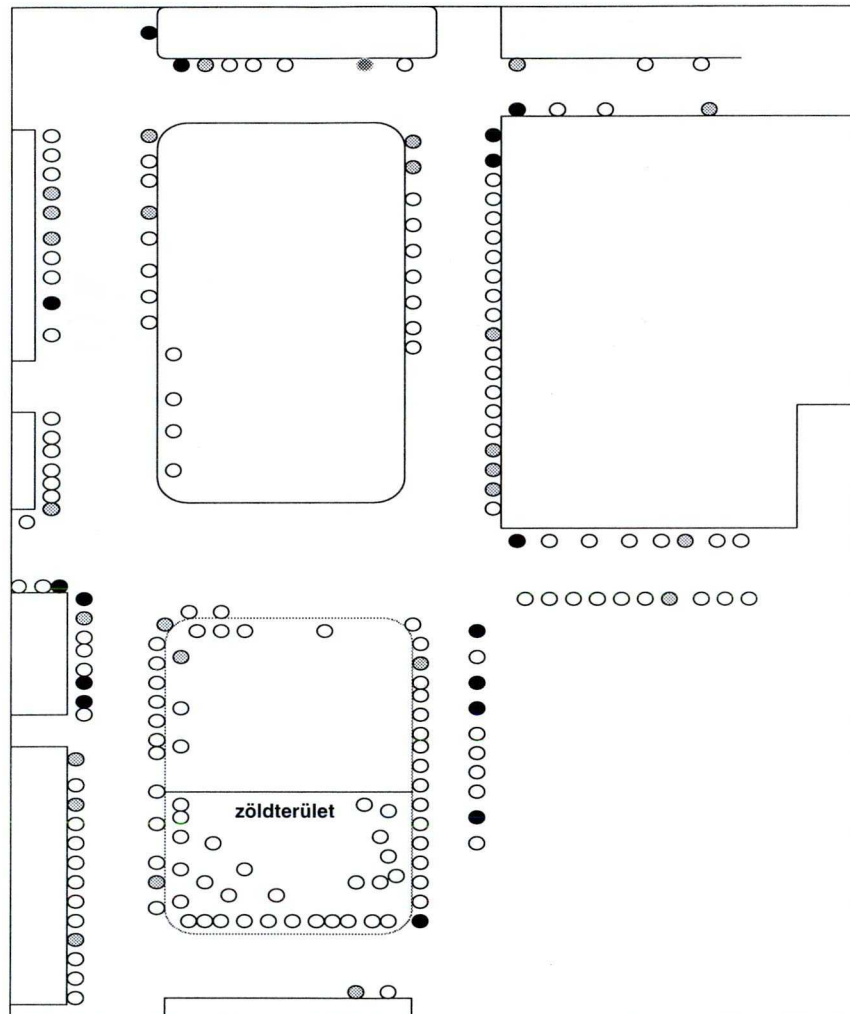
A városi terasz egyik legforgalmasabb terén (az egykori Hunyadi-téren) végzett felmérés azt mutatja, hogy az útkeresztezéseknél található fák sínylik meg a legjobban a szennyeződés hatását. A fák 20%-nak a koronája nekrozisnak indult (8.2.ábra).

Ezzel ellentétben ott, ahol egy többé-kevésbé egységes zöldterület – esetünkben egy kis park található –, a fák nagyon kis része károsult. Tehát még a legforgalmasabb és ezáltal nagyon szennyezett levegőjú útkereszteződés közelében található akár milyen kicsi zöld szigetnek is enyhítő hatása van a szennyeződéssel szemben, és kedvezőbb ökológiai feltételek létrehozásának lehet kiindulópontja. A fent vázolt körülmények felhívják a figyelmet a biotópok beépítésének veszélyére, ugyanakkor rámutatnak arra, hogy a negatív folyamatok észszerű beavatkozással mérsékelhetők.

Az út menti fák terhelése jelentősen összefügg a gépkocsiforgalom növekedésével. Az 1982-es adatokhoz képest 1999-ben mind a forgalom, mind a gépkocsipark a négyszeresére nőtt: míg 1982-ben a tízezer főre jutó személygépkocsi száma 290 volt, addig 1986-ban 340-re, majd

1999-ben ugrásszerűen 1341-re nőtt (Géczi 1982, Baló és Lipovecz 1989, \*\*\*1982-1987). Hasonlóan megnőtt a forgalom intenzitása is: felméréseim szerint egyetlen belvárosi utcában az óránkénti forgalomban résztvevő gépkocsik száma a két időpont között 130-ról 690-re nőtt.

**8.2. Ábra . Az út menti fák állapota a városi teraszon, a központban, az egykori Hunyadi-téren ( a feketével jelöltek kipusztult, a szürkék károsult és a fehér pontok az egészséges fákat ábrázolják).**

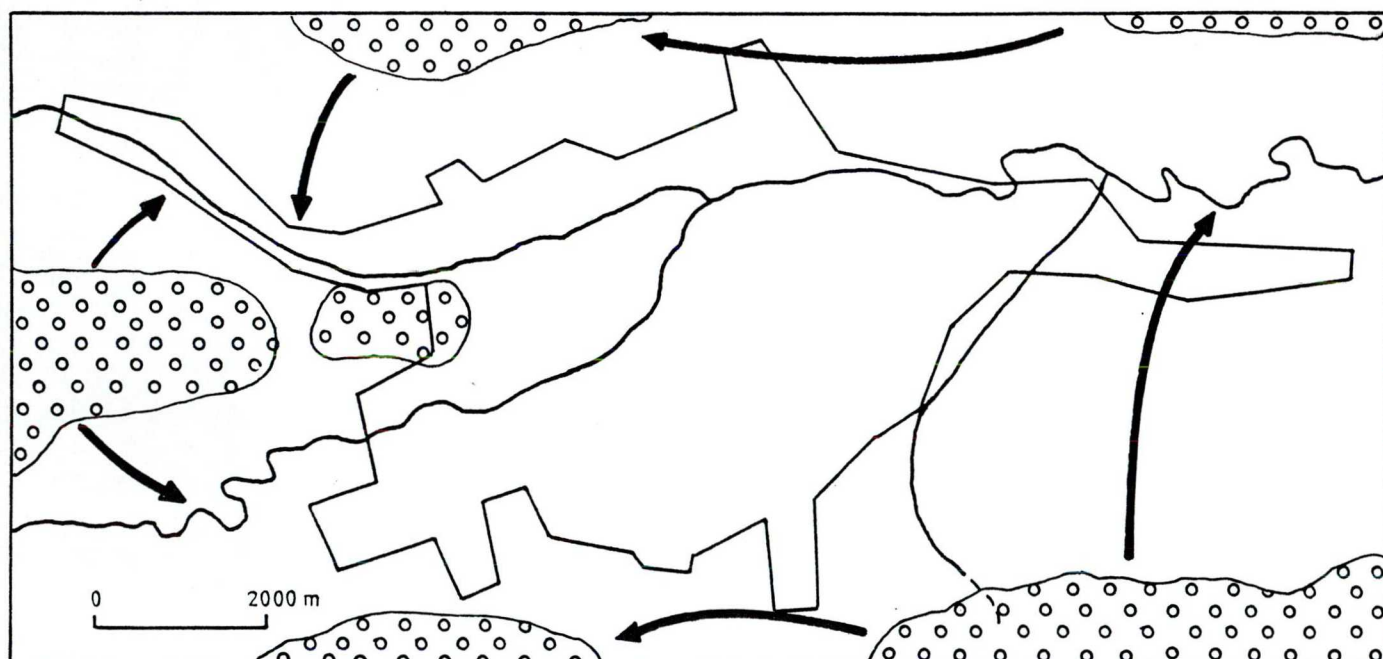


#### 8.4. Stabilitás vagy diverzitás

A "pedigrés" városi tájtípus és a véletlenszerűen kialakult, zömmel hemerochor növényfajok által uralt tájtípus, vagyis a "formai" és a "természetes" városi övezetek nagyjából kizárják egymást (Hough, 1995). Az előbbinek nagyon kevés köze van a természetes folyamatok dinamizmusához, természetes értéke elenyésző, csak esztétikai és részben rekreációs szempontból kaphat pozitív minősítést. Ezzel szemben a "természetes" vagy "elvadult" városi tájakat ökológiai szempontú vitalitás jellemzi. A Simmons által meghirdetett naiv paralelizmus elv alapján (1993) e tájtípus magas diverzitása miatt stabilnak tűnik, s a városi növényzet regenerálódásának kiindulópontjait jelentheti. Tehát paradox módon nem a karbantartott városi park gyepszönyege vagy az erdészetileg kezelt zöldterület, vagy liget jelentik a diverzitást, hanem az elvadult és újra a természetesség irányába tendáló térségek fajgazdagsága képezik a cönológiailag változatos élőhelyeket (Sukopp, 1998). Itt feltevődik az a kérdés, hogy mégis mi az előnyösebb? Még szerencse, hogy a gondozatlan kolozsvári parkok területén az érdektelenség és az anyagiak hiányában egyre több ruderális faj jelenik meg, az ültetett növények egy része pedig elvadul. Ezt kiegyensúlyozza, hogy e zöldterületekre beültetett dísznövények egy másik része a fent említett okokból kifolyólag lassan kipusztul, pótlásukról pedig nem gondoskodnak. Ily módon a városfejlesztési koncepció, pontosabban annak és az összehangolt cselekvésnek a hiánya előreláthatóan 20-30 év alatt megoldhatná az "elvadult" avagy a "pedigrés" tájak kérdésének dilemmáját. Az uniformizálódás pedig ellentmond annak az óhajnak, hogy ott jó élni, ott található meg a legadekvátabb ökológiai feltételek, ahol erdők és vízfelületek, járdák és füves térségek, parlagok és beépített terület váltja egymást (Gordon, 1990). Ugyanakkor az elmúlt évszázadban keletkezett parkok (Sétatér, Mikó-, Kendeffy- és Bánffy-kert) megváltoztatták funkciójukat: az eredetileg kizárólag rekreációs céllal létrehozott városi (köz)zöldterületek nem képesek ellátni e rendeltetésüket, esztétikailag és fizikailag is lepusztultak, és nem tudják feledtetni a városra jellemző, lassan egyeduralkodóvá váló magas beépítettségű térségeket. Mindehhez párosul a belvárosi kis játszótérek, zöldterületek lassú beépítésének folyamata. Hogy mi lenne a megoldás? Ha abból indulunk ki, hogy a legstabilabb a klimax fázisban levő társulás, akkor el kell érni, hogy minél több városi és város körüli zöldterület elérje ezt a stádiumot. Más részről a nagyon idős fákból álló asszociáció nem eléggé erős vitalitású, és egyben túl statikus, ami előbb-utóbb a fák lassú kipusztulásához vezet, anélkül, hogy biztosítva lenne az utánpótlás. Sok európai városban (Berlin, Poznan, London), így Kolozsváron is nagyon elterjedt ez a "nemzetközi városi erdős asszociáció" (Hough, 1995). A Sétatéren, a Mikó-kertben és az egykori Kendeffy-kertben (jelenleg a Mezőgazdasági Főiskola parkja) ilyen gyepszint nélküli társulások találhatók, amelyeket Csűrös (1981) nudum és subnudum asszociációknak nevezett el. A további hatások, mint a növényi szigeteket elkerítő betonjárdák megépítése, a talajvízszint közelsége az árterületen, az intenzív igénybevétel miatt a belvárosi zöldterületek többségének növényzete nagyon szegényes és egyre degradálódik.

Véleményem szerint a szóban forgó területeken fel kellene gyorsítani a természetes szukcessziós folyamatokat. Elsőként fénykedvelő és homoiohidratúrás, gyorsan növekedő pionírfajokat kellene ültetni, ami elsősorban a talajminőségének javításához – a tömörség csökkentéséhez, a nitrogénkötő baktériumok stimulációjához, a semleges pH érték visszaállításához és a vízháztartás regenerálódásához – járulna hozzá. Szerepet játszana a mikroklíma javításában is. Ezzel párhuzamosan zöldfolyosókat kellene létrehozni a város körül levő erdők és a városi zöldterületek közé, illetve a várost körülvevő erdőket egy fásítási program révén össze lehetne kötni szintén zömmel heliofiton fajok ültetése által. A 2-3 év alatt kialakuló gyepszint és cserjeszint megteremti a változatos, lassan növekedő és hosszú életű fafajok beültetésének a feltételeit. Ezáltal kb. 10-12 év alatt fel lehetne frissíteni a városi növényzetet, és a diverzitás növekedésével kiküszöbölni a városra jellemző uniformizáltságot. Ugyanakkor ez a növényzeti övezet pufferzónaként működhetne a város és „hinterlandja” között. (8.4. térkép).

8.4.Térkép. A tervezett pufferzóna kialakítása erdősítés révén.



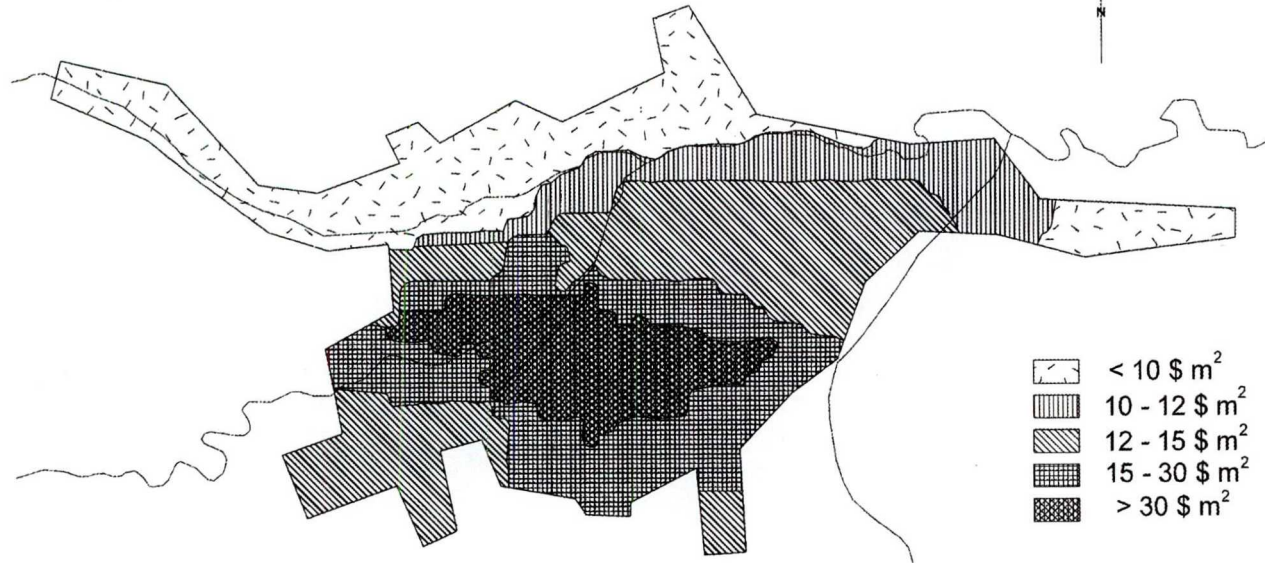
#### 8.4. A telekárak változásai és a beépítettség által veszélyeztetett területek

Dolgozatom természettudományos jellegét nem akarom megkérdőjelezni, de ha abból indulunk ki, hogy a városökológia a fenntartható város megteremtése érdekében technológiai jellegű megoldások mellett szociális és politikai kihívások elé is néz, akkor szociológiai szempontú konfliktusok megoldására is nyitott kell legyen. Egy ilyen humán(szociál)-ökológiai szempontú konfliktus a területhasznosítás módjával kapcsolatos, és okaként a város külső, még be nem épített területeinek, mint például a Fellegvári, a Csillagvizsgálói és a Békási-teraszoknak lakóházak építése céljából történő egyre fokozódó iramú elhódítása jelölhető meg. A beépítésére szánt területek iránt növekvő igény nem a városi lakosság növekedésével magyarázható, ugyanis az 1989-es változások óta a város lakossága stagnál, sőt 1992 óta csökken. A városkörüli övezetek beépítése a kényelem és a jólét szintjét emeli, másrészt azonban a természetes tájak területét csökkenti. E hatáson kívül még egy érdekes szociálökológiai jelenségre hívja fel a figyelmet, és pedig a lakások számának növekedése egy stagnáló és öregedő népességű városban a családonként vett tagok számának apadását váltja ki. Ez azt jelenti, hogy csökken az egy lakásban élők száma, és minél kisebb a család, minél kevesebb tagot számlál, annál több lakóterület jut egy személyre. Paradox módon egy előregedett és csökkenő lakosságú Kolozsváron egyre nagyobb a "térigény". A kevesebb tagú családok kialakulásának trendje mögött jól kirajzolódik a városi életmódban lezajló változás is (Tönnies 1887, Golany 1995, Szelenyi 1996). Ehhez még hozzájárul a tehetősebb réteg azon igyekezete, hogy a szennyezett belvárosból a kertvárosi környezetbe költözzön, vagy a városkörüli ökológiailag „tisztá” övezetben hétvégi házat építsen. Ennek a jelenségcsoportnak olyan szociális vetületei vannak, amelyeket elég nehéz politikai eszközökkel ellenőrizni, ugyanis a városi életmód velejárója a lakás, mint a magánélet lezajlásának a helye, s ez a közélettől teljesen elszigetelt, intim szférát képez (Tönnies 1887, Mckenzie 1925). Így tehát az ökológiai jellegű várostervezés, mely többek közt a zöldterületek megóvását tartja szem előtt, elsősorban a hedonista "területfogyasztást", és ezen keresztül a belvárosi zöldterületek megtartását és a természetes állapotban megmaradt városkörüli területek meghódításának korlátozását kellene elérje. Ettől a környezetpolitikai céltól azonban Kolozsvár esetében egyelőre lemondani kényszerülünk, mivel ez a törekvés ellentmond a piac törvényeinek, s nem utolsó sorban a demokrácia alapvető vívmányának, az emberi szabadságnak és a magánszféra azon törekvésének, hogy minden társadalmi ellenőrzési forma alól kivonja magát.

A város határai közül végbemenő kitérésének és területének egyre terjedő tendenciája és a belterületek kihasználási lehetőségének véges volta a telekárak alakulásában tükröződnek. Az 1976-1989-es időszakban a telekárak az évi 1-2%-os be nem ismert inflációt követve növekedtek. 1976-ban a Csillagvizsgáló teraszán található egykori kertvárosban (területén ma panelház-negyed van) 1 m<sup>2</sup> terület ára 10 lejbe került (ebben az időben a lej/dollár árfolyam 11/1 volt), ami 1 US dollár alatti összeget jelentett négyzetméterenként. Jelenleg egy négyzetméter ára 30 US dollár körül van (8.5.térkép). Hasonlóan alakultak a lakások árai is: egy belvárosi kétszobás lakás ára 1976 és 1999 között több mint tízszeresére nőtt (\*\*\*, 1976).

### 8.5. térkép Telekárak térképe

1999 januári adatok (USD / m<sup>2</sup>)

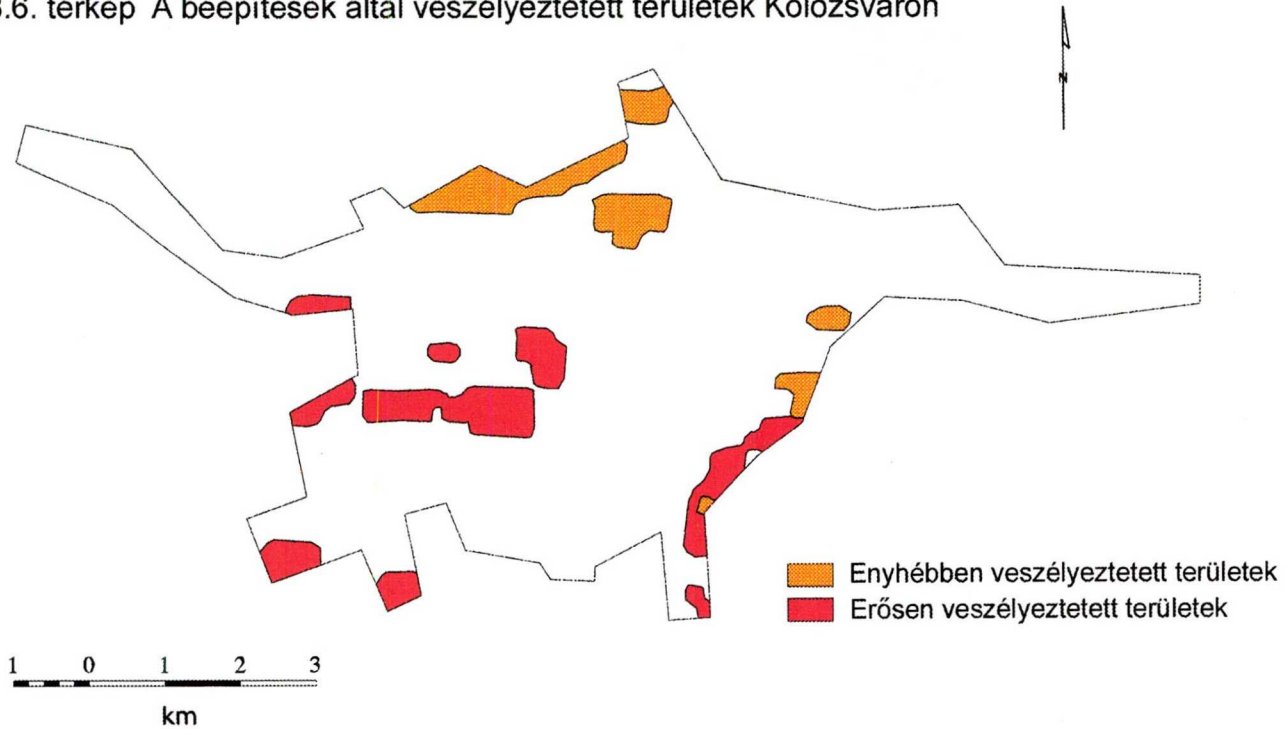


Forrás: DOMUS ingatlanügynökség





8.6. térkép A beépítések által veszélyeztetett területek Kolozsváron



Ami a telekárak 1999-es helyzetét illeti, a Domus ingatlanügynökség adatai szerint a legdrágábbak a belvárosi és a régi kertvárosi telkek, melyek ára meghaladja a négyzetméterenkénti 30 US dollárt (a belvárosban és a fellegvár körül elérik a 80-100 US dollárt is). Ez egyrészt érthető is, mivel a belváros lassan „city” jellegűvé kezd alakulni, mindegyik cég (főleg a bankok és a nemzetközi nagyvállalatok) igyekszik a központban székhelyet építeni, ezért nagyon keresettek a központi telkek. Az irodaházak építésénél kevésbé számít a természetes környezet jelenléte, inkább az elérhetőség és jó megközelítési lehetőség a főbb szempont. A kertvárosi negyedekben pedig a nagyobb kiterjedésű zöldterületek, a csendesebb és a szennyezéstől mentes „természetes környezet” emeli meg a telkek árát. E negyedekben az árak 30 US dollár körül mozognak.

Legalacsonyabbak a telekárak a keleten húzódó ipari negyedben, a viszonylag szennyezett Nadas-völgy mentén és a város északi részén, a Kerekdomb-negyedben. Ez utóbbi déli kitétséggű, 40-110 méter relatív magasságon található, az árvíztől védett, és Belozarov adatai szerint (1968) az árterületi átlagnál (repülőtéri állomáshoz viszonyítva) 38%-kal több napsütötte órával, tehát kedvezőbb mikroklimával rendelkező negyed telekárjai nagyon alacsonyak, alig érik el az 5-6 US dollárt négyzetméterenként. Ez szintén paradox helyzet, hiszen a térségnek természetes feltételei kedvezőek, a fellegvári „oldalhoz” hasonlóak. Az alacsony telekárak okát a következőkben látom:

- hiányzik a csatornahálózat;
- közel van a keleti ipari negyed és a vasúti állomás körüli gyárnegyed; és a viszonylag ritkán előforduló szélirány-változásnál hirtelen megnő a levegőben levő szennyező anyagok koncentrációja;
- az aszfaltozott utak hiánya miatt (csak földutak vannak) magas a szálló por értéke;
- az ún. mezőségi rétegek jelenléte miatt magas a csuszás veszélye;
- a lecsúszott vagy alacsony státusú lakosság jelenléte.

Véleményem szerint, ha a város expanziója megtartja jelenlegi ütemét, akkor ezeknek a telkeknek az ára rövid idő alatt négy-öttszörösére fog ugrani. Ezt még jobban elősegítheti a tervbe vett csatornázás kivitelezése.

A legdrágábbak a belvárosi telkek, ahol a legnagyobb a kereslet és legkisebb a kínálat. Ezzel magyarázható, hogy a még meglévő zöldterületek egyre-másra a beépítettség áldozatává esnek. A gyarapodó magáncégek és bankok terjeszkedése és az önkormányzat pénzhiánya következtében a belvárosban drámai módon csökkentek a zöldterületek. Az általam "park vagy bank" kifejezéssel említett konfliktus véglegesen megoldottnak látszik azzal, hogy lassan-lassan megszűnnek a belvárosi zöldterületek, ugyanis ezeket a "leharapás" módszerével elhódítják és beépítik. Az 1990-es évek során pont ezeknek a még megmaradt zöldterületeknek a beépítése és rekreációs funkcióinak a megszüntetése képezik a konfliktusok okait. A minden fajta urbanisztikai elképzelés nélküli terjeszkedésnek, az ötletszerű építkezéseknek következménye a konfliktusos térségek számának igen gyors növekedése. A 8.6. térkép ezeket a konfliktusos helyeket mutatja, ahol a veszélyeztetettség intenzitását ábrázoltam.

Általában a nagyobb és stabilabb zöldterületek (Sétatér, temetők, egyetemi sportpark) egyelőre nincsenek kitéve a gyors felszámolásnak. A legkritikusabb területek elsősorban a már említett belvárosi kis parkok és játszótérek, a néhány 10 négyzetméteres zöld járdaszigetek.

Enyhébben veszélyeztettek a városhoz közel, főleg a forgalmas utak mentén található rétek és ugarok, és nem utolsósorban a kertvárosok nagy zöldövezetei és a városkörüli gyümölcsösök. Ebbe a kategóriába tartoznak a Fellegvári-terasz déli lejtőin elhelyezkedő hétvégi telkek, ahol már beindult az építkezés, továbbá a város déli részén található egykori tisztviselő-negyedek egy része. Enyhébben veszélyeztettek a város északi részén levő gyümölcsösökkel tarkított „rurális” jellegű városnegyed (a Kerekdomb).

A belvárosi "zsebrendő" építkezésekkel párhuzamosan a városnak déli irányba, a Békási és a felső-terasz területére történő kiterjedése figyelhető meg. A nemrég még mezőgazdasági hasznosítású területein a telekárak elérték a 15 dollár négyzetméterenként. Előreláthatólag ezek a telkek a belváros telítettsége következtében egyre fokozódó érdeklődés tárgyává válnak, és ezért árak továbbra is növekvő tendenciát fog mutatni. A városfejlesztési terv alapján az övezet telkeit egy görög-román konzorcium vásárolta fel, azzal a céllal, hogy irodaházakat és luxus kivitelezésű egyemeletes lakóházakat építsen. A tervek szerint – a cég szórólapjain reklámozta – a megépített lakások négyzetmétere 400 US dollár körül lesz.

A telekárak és a beépítettség fokát elemezve, természetesen jól látható, hogy a legnagyobb a vásárlási igény a belvárosban, vagyis pont ott, ahol magas a beépítettség foka, kevés a zöldövezet, a terület mennyiségileg korlátozott és a terhelhetőség meghaladja a tűrési értéket (zuzmósivatag jellemzi, a hemerobiaszint az antropogén biológiai vagy antropogén technogén kategóriába tartozik).

A különböző térképek egymásra helyezése révén pontosabban ki lehet mutatni konfliktusos területeket, illetve a legterheltebb térségeket. A kockázati térkép és a hemerobiaszintet ábrázoló térképek fedvényének elemzése elsősorban azokra a magasabb szinteken, a város határán található félig-természetes kis térségekre mutat rá, amelyek a legjobban ki vannak téve a gyors beépítés veszélyének. Ezek elsősorban a délkeleten húzódó kertvárosokban lévő, alig 10-25%-os arányban beépített területek. A beépítettség és a hemerobiaszint térképek fedvénye szerint a város keleti-északkeleti részén található ipari negyed területei annak ellenére, hogy beépítettségük alig 25-50%-os, mégis a tömött és vastag technogén réteggel borított talajainak, valamint a ruderalis növényfajok magas részarányának köszönhetően az antropogén technogén kategóriába sorolhatók.

Végül néhány, a várostervezéssel kapcsolatos ökológiai szempontú ajánlást fogalmazok meg: Ezek a következők:

- a belvárosi zöldterületeken történő építkezések minél gyorsabb befagyasztása, és általában a belvárosi építkezések ésszerűsítése;

- a meglévő zöldterületek ültetéssel történő feljavítása és állandó karbantartása; a parktársulások végleges nudum és subnudum fázisba jutásának megakadályozása végett;
- a várost elkerülő forgalmi gyűrű létrehozása, mely lecsökkentené a belvároson keresztül zajló tranzitforgalmat és ezáltal a szennyeződést is;
- a belvárosi útszakaszok teljes vagy időszakos lezárása a autós forgalom elől, annak érdekében, hogy egy-két sétálóutcát lehessen kialakítani;
- a város adminisztratív határának kiterjesztése a városkörüli, jelenleg még rendezetlen tulajdonjogú erdők irányába, az erőteljes beépítettség elkerülése végett;
- a biodiverzitást biztosító „elvadult” növényzet észszerű keretek közt történő megtartása, hogy ily módon biztosítva legyen az utánpótlás a növényzet regenerálódására;
- a Szamos és a Nádas mentén ténylegesen funkcionális és folytonos zöld folyosó létrehozása;
- a városkörüli erdőszigetek zöld folyosókkal történő összekötésével egy olyan komplex pufferezóna létrehozása, mely „élő tüdeje” lehetne a településnek. A minél gyorsabb befásítás érdekében xerotherm, gyorsnövésű fajokat ajánlatos ültetni.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az értekezés Kolozsvár városökológiai sajátosságainak a feltárásával és kutatásával foglalkozik. Az első fejezet a városökológiai kutatások történetét mutatja be, és kísérletet tesz a városökológia fogalmának meghatározására. A további fejezetek a városi környezet alrendszerének (talaj, éghajlat, növényzet) bemutatását tartalmazzák.

A „városökológia” kifejezés eredetileg a természettudomány azon ágát jelölte meg, mely a városi élőhelyek tanulmányozásával foglalkozik, és a szünbiológia részeként alapvetően egy biológiai jellegű tudománynak tekintették. A Chicagói Iskola nevével fémjelzett nézet a városi térségek szociológiai felmérését tekinti a városökológiai kutatások céljának, és a bioökológiától kölcsönzött fogalomrendszerrel a városok szociológiai tanulmányozására vállalkozott.

A harmadik, talán a geográfus szempontúnak nevezhető megközelítés szerint e viszonylag fiatal tudományág a tájökológia és a környezeti földrajz kutatási módszereit alkalmazza, és a városökológiai paraméterek elemzését, a beépített környezetben megváltozó környezeti alrendszerek felmérését és az ökológiai alapú városfejlesztést tekinti céljának.

Kolozsvár a Kis-Szamos völgyében, 323 és 711 m magasságban, tíz geomorfológiai szinten (az alacsony és magas ártéren, hét teraszon és a feleki-tetőn) helyezkedik el. A szintek természeti jellegzetességük, beépítettségük, területhasznosítási módjuk alapján eltérő mértékében alakítják a város ökológiai feltételeit.

A városokat a beépítettség és a beépítettség által létrehozott sajátos felmelegedés, valamint a légszennyező anyagok emissziója által módosított klíma jellemzi. Kolozsvár területén megváltoznak az éghajlati paraméterek értékei, ami a különböző beépítettségű városi felszínt képező anyagok eltérő hőkapacitásával, az emberi tevékenységből származó energia felszabadulásával és a különböző geomorfológiai szintek elhelyezkedésével magyarázható. Ily módon a 75–90 százalékban beépített városközpont és a beton- és murvafelszín által uralt ipari térségek fölött napközben átlagosan 4–6 fokos, éjszaka pedig 5°C értékű hősziget alakul ki, amit nemcsak a mérések, hanem a Kolozsvárra kidolgozott termikus modell, a belvárosi növényzetnek a külvárosihoz képest korábban történő virágzása, illetve az urbanofiton és melegkedvelő növények uralta asszociációk (például a *Hordeum murinum*) elterjedése, illetve a belvárosban a külterülethez képest 4–7 nappal korábban virágzó és bimbózó fák alapján is ki lehet mutatni.

A téli, a fagyos, a fűtési napok és a fűtési foksám évi átlagos mennyisége a belvárosban alacsonyabbnak, a nyári napok száma pedig magasabbnak bizonyult, mint a külterületen. A belvárosban a fagymentes periódus is hosszabb. A modell alapján legmelegebb a 75%-nál jobban beépített zöldövezettől mentes térségekben érezhető, a maximális hőmérséklet-különbség késő délután jelentkezik, értéke 7°C. Télen a belváros és a külterület közötti hőmérséklet-különbség meghaladja a 2°C-t.

Hasonló a helyzet ha a külterületi és a belvárosi havi párányomás átlagait hasonlítjuk össze, a belváros egész évben nedvesebbnek bizonyul, a maximális eltérés augusztusban regisztrálható.

A léghőmérsékleti és légnedvességi értékek emberi komfortot ábrázoló bioklimatikus mutatók (PSI, sörkerti napok száma, termohigrometrikus index, termális komfort, RSI, humidex) szerint az év folyamán a nyári hónapok koradélutánjainak kivételével a belvárosban az ember számára kellemes időszakok hosszabbak, a kellemetlenek pedig rövidebbek, mint a külterületen. A nyári belvárosi kánikulai napok idejében a legmagasabb szint nyújtja a legkellemesebb klimatikus feltételeket. A kánikulai hőstressz idejét leszámítva a belváros éghajlatot módosító hatásai humán bioklimatológiai szempontból nézve túlnyomórészt kedvezőek.

A város talajai heterogének, szárazak, feltöltöttek, bázisokban gazdagok, helyenként eutrofikusak, bolygatottak, és vastag technogén réteg borítja őket. Az EDTA módszerrel feltárt talajmintáknak helyenként magas az ólom-, a mangán- és a réz-koncentrációjuk. Különösen magas a nehézfém-terhelés a központban, a főbb útvonalak mentén és a keleti ipari negyedben.

Kolozsvár területén 1019 növényfaj él az 1971-ben feljegyzett 943-hoz képest. Az utóbbi húsz év folyamán behurcoltak és elterjedtek főleg hemerochor és ruderalis fajok, elterjedésük a városi területek heterogén jellegével és az antropogén hatás növekedésével magyarázható.

Az emberi települések szabadon élő élőlényegyütteseinek és közösségeinek a következő sajátosságokkal rendelkeznek: az adott közösségtípusokon belül nagyon alacsony a diverzitás; gyenge a stabilitás; a szukcesszió általában külső vezéreltségű, ezért a klimax állapot elérésére nagyon kicsi az esély; a populációk többsége euriöcikus, zömmel nagy ökológiai toleranciájú fajokat képvisel, és az uralkodó populációk széles földrajzi elterjedésű fajokhoz tartoznak; viszonylag nagy a populációs fajkicserélődés, és kicsi a primer produkció.

A város 4079 hektáros területét felmérve, és több ökológiai paramétert figyelembe véve nyolc élőhelytípust lehetett elhatárolni. Ezek a következők: a teljesen beépített városi részek, a nyílt beépítésű területek, a zöld folyosók, a parkok és temetők, az elhagyott telkek, parlagok és romtalajok, az ipari területeknek, a személtelkek és a vasúti töltések.

A zuzmótérképezés eredményei alapján a város területén összesen 26 zuzmófaj él. Elterjedésük alapján a város három zónára osztható: a zuzmósivatagra, mely a város központi, keleti ipari részét fedi le, és főleg az alacsonyabb geomorfológiai szintek jellemzője, az átmeneti küzdelmi zónára és a normálzónára. Az érzékenyebb zuzmófajok a szellősebb és a kevésbé szennyezett magasabb geomorfológiai szinteken és a zöldövezetekben teljesen ép telepekben élnek, míg az ellenállóbbak a belvárosban is előfordulnak, de károsodásuk szemmel jól látható (küzdelmi zóna).

Az antropogén hatás számszerűsített jelzője a hemerobia szintje, mely a tájtervezés ökológiai eszközeként hasznosítható, mert közvetlenül kapcsolatba lehet hozni a környezetvédelem, a rekreációs tevékenységek és a területhasznosítás más formáival. A kolozsvári hemerobiaszint felmérése több paraméter – a ruderalis növények elterjedési aránya, a talajok tömörsége, a terület-

hasznosítás módja – felhasználásával készült. Természetes övezet nem létezik a városban, az egyetlen természetközeli térségnek egy erdészetileg kezelt erdő minősült. Magas az emberi hatás a belváros és az ipari negyed területén.

A kolozsvári zöldterületek fejlődésével kapcsolatban megállapítható, hogy a középkori, fallal körülvett városban nem létezett zöldterület, de a falakon kívül a természetes növényzet mellett kertek, szántóföldek, szőlők húzódtak. A meggondolt és tervszerű zöldterület-kezelés az elmúlt században valósult meg, amikor a zöldterületek elérték a legnagyobb kiterjedésüket, azóta egyre csökkennek, és a még létező városi és városkörüli területeket beépítik.

A telekárak és a beépítettség fokát elemezve, természetesen jól látható, hogy a legnagyobb a vásárlási igény a belvárosban, vagyis pont ott, ahol magas a beépítettség foka, kevés a zöldövezet, a terület mennyiségileg korlátolt és a hemerobia szintje is magas értékű.

Az antropogén terhelés növekedése több lappangó konfliktust válthat ki, ilyenek például a pedigrés és a „természetes” tájtypusok körüli dilemma, a telekárak változását követő veszélyeztetett területek növekvő aránya, a stabilitás vagy diverzitás kérdése. A konfliktusok egy része az ökológiai várostervezés eszköztárához tartozó megoldásokkal megszüntethető, mások azonban politikai vagy társadalmi válaszokat igényelnek.

## SUMMARY

This thesis aims to present some investigation aspects of urban ecology giving examples related to Kolozsvár. The first chapter deals with the notion of 'urban ecology' and gives a short history of this science. In order to urban areas, they represent a mosaic of different biotope types and can not be regarded as ecologically homogenous ones due to climate, soil, vegetation and buildings. Each chapter deals with one of these environmental elements (soil, climate, vegetation).

The word of „urban ecology” is used in the natural science referring to that field of biology which concerns with urban areas. Ecology does mean an interdisciplinary scientific study of the living conditions of organisms in interaction with each other and their surroundings, organic as well as inorganic. On the other hand, urban ecology is concerned to the Chicago School of urban ecology that and its theories of urban social ecology were strongly influenced by Social Darwinist thought. Such theories were originally part of social ecology. The members of the school viewed the city as an object of detached sociological analysis and sought to explain the complexities of the urban community and to discover the pattern of regularity. They thought that ecological processes are similar to those which determine the structure of plant and animal communities.

Urban ecology as natural science is the third interpretation, and it is a young discipline. It was thought for a long time that urban areas were not worth studying with regard to ecology. Cities were seen as non-life zones, and this view began to change in the sixties. Since then, ecological aspects of the cities have been intensively researched. It was necessary to rediscover the cities through the insights that the natural sciences provide the nature of the familiar places we live in. Basically, urban ecology has been developed from landscape ecology and environmental geography through intensive research in inhabited areas down to the biotop level, and it has become established as a landscape ecological specialisation par excellence.

Kolozsvár is situated in the valley of the Kis-Szamos river between 323 and 711 m above the sea level. The surface of the city extends on ten geomorphological levels, which are as follows: the floodplain of Szamos and its tributary, the seven river terraces and the surface of Felek hill (it is the highest geomorphological level, generated in the Messinian stage). Each level has its own environmental and ecological characteristics.

In climatically point of view, urban ecosystems differ from non-urban areas in several ways: the combined influence of the greenhouse effect, the high heat capacity of the buildings and of urban ground. The actual heating of buildings leads to warmer annual average air temperature by 2-3°C than the normal one of the region, and it is proved by measurements and model analysis. It means that the growth season for plants in the inner-city area is extended, blossoming and leaf formation occurs 6-7 days earlier, and in the same time thermophilous plants migrate into the city (*Hordeum murinum* can be used as indicator species for the inner-cities heat-island). Basically, the city heat-



island covers the same area like the built-up ones, especially the very densely built-up territory and the areas without gardens.

The selected areas for urban climatical investigation are located in such representatives urban structures which are typical of Kolozsvár. The influence of different built-up territories on the spatial distribution of numbers of summer, winter, hot and frost days depend on the built-up environment index as well as on the density and the building materials and geomorphological levels. Regarding the temperature surplus during the daytime the spatial distribution shows the highest temperature in the centre and the territories built of concrete slabs. The housing estates appear as the second warmest area. Cold areas are the mainly vegetated open spaces e. g. encapsulated countryside's, cemeteries. The difference between the two extremities reaches 4-6 degrees daytime, and 2-3 degrees night-time in summer, and 2-3 degrees in winter.

The diurnal courses of bioclimatical indices show spatial differences of the inside and outside of urban areas too. It can be confirmed that there is a correspondence between the degree of the increase of uncomfortable days, the urban morphological type and the geomorphological level. The most comfortable territories of the city which are the highest geomorphological levels and they are featured by stimulating bioclimate: the bioclimate indices are quite moderate with long thermal comfort period during the day in the summer. On the other hand, the centre presents comfort periods with gentle and mild evenings during the summer. The increasing number of winter and frost days from the inner town to the suburbs is advantageous in order to ensure a lower cold stress effect, and to present a spare in the heating of flats.

The city should be considered as a whole system which includes not only buildings and streets but also greenery and energy webs. Urban buildings do not affect only the urban topography, but they have ecological effects too. Building surfaces resemble natural rock faces for many plants in urban habitats. Microclimatic effects have also ecological importance: depending on their exposure, the building walls and the street pavage can be subject to high temperatures which can be maintained over longer periods.

Material inputs into cities have meant that the ground level has risen by several meters in the older districts. Surface sealing and the resulted consequences reduced infiltration capacity as well as extraction of groundwater for human usage. The urban soil of the city has become considerably dryer step by step with the exception of parks and gardens that often have become moisterfull through extensive watering. They are generally altered, eutrophicated and over-compacted. The eastern industrial area, the waste deposits and the roadsides places are heavily polluted in general. Heavy metal exploration by using EDTA-solutions is an appropriate method for monitoring the so called „Chemical Time Bombs”. I have measured great concentrations of Mn, Pb and Cu at several sites. The abnormally high concentration of Mn were revealed in all samples, the Pb and Cu pollution pattern of the soil is rather fragmented. The main part of the pollution covers the industrial zone in the eastern part of the city which is situated on the floodplain, and along of the main wayrousts.

The natural ecological conditions are outweighed and modified by the type of land use and by the cities' built-up index. The ecological mapping is based on land use types.

The proportion of species which are ecologically indifferent to soil reaction and continentality is always higher in the cities than in their vicinity. The number of fern and flowering plant species correlates with population at the same time. Regarding Kolozsvár, the number of flowering plant species were 934 in 1971, and it was 1,019 in 1998. There are various reasons for this growth of this number:

- - the urban areas are heterogeneous, consisting a variety of settlement structures, land uses and small-scale habitats. This creates many unusual ecological conditions.
- - the hemerochor species began their dispersal in urban areas and therefore occur there most frequently.

The ecological communities in Kolozsvár and generally in the human settlements have some characteristics: low diversity, low rate of primary production, poor stratification, strong desertification, low stability. The succession is under external influence, and in most cases it is under anthropological control. The climax stage is rare, the majority of plant populations have wide ecological tolerance, and the dominating species have a wide geographical distribution.

The urban ecosystems differ completely from those which are situated in their surroundings. Eight types of habitats can be recognised in the city: strongly built-up territories, open spaces, green corridors, parks and cemeteries, industrial sites, railroad embankments and dumps.

Specific urban-industrial environmental effects have been investigated using lichen on tree bark. The distribution pattern of various lichen species differs from each other according to their sensitivity to the air pollution. The inner city and the eastern industrial area are lichen-free-zones. The highest geomorphological levels belong to the normal zone where the number of species, their extend and their combination correspond with the conditions in the „hinterland“.

The increase of human influence on urban areas is represented by using the so called hemerobic index (scale) which is the degree of antropological influence on environment. The natural state can be obtained using the data of spreading degree of ruderal plant species, land use and the degree of soil compactness. Generally speaking, the hemeroby level i.e. the influence of human activity is the highest in the centre and in the eastern industrial zone, and the lowest on the highest terraces which are dominated by open spaces and garden city areas.

Some possible conflicts could arise concerning the limitation of land use, e.g. conflict between (1) the so called „Handkerchief Construction“ in the inner city and in the green spaces, (2) the pedigreed and nurtured landscape and the fortuitous one, (3) the naturalised plant community and the old urban woodland community, (4) the continuous demand of living spaces and the reduction of household's sides. A few of them can be handled, others depend on ecological technologies and the environmental and social policy of the local authorities.

## Bibliográfia

- Adams, D.R., Hedberg, L. I., 1996: *Function Spaces and Potential Theory*, 366 p. Springer
- Auclimans, A., 1997: *Comfort, clothing and health*. In *Applied Climatology*. (Ed. by Thompson R.D. and Perry A.), pp 155-174, Routledge, London and New York.
- Baló Gy., Lipovecz I., 1989: *Tények könyve* 90, p. 338, Ráció Kiadó.
- Barker, G., 1994: *The international network for urban ecology – the way forward in Europe*. In *Memorabilia Zoologica*, 49, pp. 7-10, Warszawa.
- Bartaletti, F., 1996: *Le aree metropolitane italiane modifiche ai criteri di delimitazione e situazione in base ai dati censuari del 1991*. In *Rivista Geografica Italiana*, 103, pp. 155-189, Firenze.
- Bastian, O., Schreiber, K.F., 1994: *Analyse und ökologische bewertung der Landschaft*, pp.267-279, Gustav-Fischer Verlag Jena-Stuttgart.
- Bastian, O., 1988: *Structure, function and change - three main aspects in investigation of biotic landscape components*. In *Spatial and functional relationships in landscape ecology*, Proceeding, pp. 91-100, Bratislava.
- Beçancenot, J.P., 1974: *Premieres donnés sur les bioclimatiques en France*. *Annales géogr.*, 459, Paris.
- Belozerov, V. 1968: *Regimul radiatiei solare totale la Cluj*. In: *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Series Geologica-Geographica, Fasc. 2, Kolozsvár*.
- Belozerov, V. 1972: *Clima orasului Cluj si a imprejurimilor*. *Doktori disszertáció*, Kolozsvár.
- Benevolo, L., 1997: *A város Európa történetében*. Atlantisz Könyvkiadó, Budapest.
- Billwitz, K., Breuste, J., 1980: *Anthropogene Bodenveränderungen im Stadtgebiet von Halle/Saale*. In *Wiss. Zeitschrift Univ. Halle, XXXIX, Heft 4*, pp. 25-43, Halle.
- Bishop, K. R., 1989: *Designing urban corridors*. American Planning Association, Chicago.
- BIM, 1997: *Normen betreffende de verontreiniging van debodem en het grondwater in de geindustrialiseerde landen*. In *BIM-Rapporten*. pp. 101-151, Bruxelles.
- Bornkamm, R., 1980: *Hemerobie und Landschaftplanung*. In *Landschaft und Stadt, Heft 2*, pp. 49-54, Stuttgart.
- Bründl, W., Höppe, P., 1984: *Advantages and Disadvantages of the Urban Heat Islans - An Evaluation According to the Hygro-thermic Effects*. In *Archives for Met. and Biocl., Ser. B* 35, pp. 55-66, Springer Verlag, München.
- Burlacu, L., 1968: *Contributii la cunoasterea florei lichenologice a R.P. Romane*. In *Analele Stiint. ale Univ. Al.I. Cuza din Iasi, tom. VIII, fasc.1, sect. II.*, pp. 153-156, Iasi.
- Burgess, E.W., 1925: *The growth of the City*. In *The City* (ed. by Park, Burgess and McKenzie) pp. 47-62, Chicago.
- Castels, M., 1977: *The urban question*. London.
- Cholnoky J. 1919: *A kolozsvári Feleki-hegy*. *Földrajzi Közlemények, XLVII., I-X.*, pp. 32-40, Budapest.
- Cholnoky J. 1922: *Néhány vonás az Erdélyi-medence földrajzi képéhez*. *Földrajzi Közlemények*, pp. 107-122.
- Clark, D., 1982: *Urban geography*. London.
- Cook, R.U., Brundsen, D., Doornkamp, J.C., Jones, D.K.C., 1982: *Urban geomorphology in drylands*. Oxford University Press, pp. 56-61 New York.
- Cooper, A., McCann, Th., Power, J., 1997: *Regional variation in the cover, species composition and management of blanket bog*. In *Landscape and Urban Planning*, 37, pp. 19-28, Amsterdam.
- Crisan, I., 1965: *Cercetarea si cartarea solurilor la scari mari in regiunea Cluj*. In. *Stiinta Solului*, III., 3., Bucuresti.
- Csorba, P., 1997: *Tájökológia*. p 7-8, KLTE, Debrecen.
- Csűrös I., 1973: *Az Erdélyi-mezőség élővilágáról*. *Tudományos és Enciklopédiai Kiadó*, Bukarest.
- Csűrös I., 1981: *A Nyugati-szigethegység élővilágáról*. *Tudományos és Enciklopédiai Kiadó*, Bukarest.
- Csűrös I., 1994: *Kolozsvár és környékének növényvilágáról*. *Gyopár*, 3-4, Kolozsvár.
- Csűrös L., 1994: *A Fellegvár*. *Gyopár* 3-4, p. 24, Kolozsvár.

- Csűrös L., 1996: A Házsongárd növényzetéről. *Művelődés* 5-6, pp.64-70, Kolozsvár.
- Ellenberg, H., 1979: Zeigewerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. In *Scripta Geobotanica*, 9, Göttingen.
- Erdem U., 1991: *Urban ecology*. Ege University Press, Izmir.
- Fairbridge, R.W. 1968: *The Encyclopedia of geomorphology*. *Encyclopedia of Earth Sciences*, Vol. III., Amsterdam.
- Farsang A., 1996: A talaj nehézfém tartalmának térbeli eloszlása Mátrai mintaterületen, különös tekintettel az antropogén terhelésre. PhD értekezés, pp. 43-66, Szeged.
- Fanger, P.O. 1972: *Thermal comfort*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Fekete A., 1995: Települések zöldfelületi rendszere. TDK dolgozat, pp. 23-34 Kolozsvár.
- Ferenczi I., 1947: Régészeti adatok Kolozsvár s környéke ember- és település-földrajzához. Doktori értekezés, Kolozsvár.
- Gaál Gy., 1992: Kalauz a régi és az új Kolozsvárhoz. pp. 73-89, Kolozsvár.
- Gaál Gy., 1995: Magyarok utcája. *Erdélyi Tudományos Füzetek* p. 221, Kolozsvár.
- Gallé, L., 1997: *Human settlements: human and community ecology perspectives*. *Proceeding, Eco-Conference*, Szabadka.
- Géczi, R., 1982: *Cresterea traficului rutier in Cluj*, referátum, kézirat, Kolozsvár.
- Géczi, R., Dormány, G, Unger, J. ,1996: Some bioclimatic indicators of Kolozsvár (Cluj Napoca), Romania. *Acta Climatologica Univ. Szegedensis*, Tom 30, pp. 41-48.
- Géczi, R., 1997: A középkelet-európai városok ökológiai problémái. *Debreceni Szemle*, 2. pp. 188-194, Debrecen.
- Géczi R., Loerincz, K., 1998: Thermal Characteristics of Kolozsvár Urban Area. In *Urban Ecology* (ed. by Breuste J., Feldmann H., Uhlmann O.), pp. 153-155, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Géczi, R. 1998: Human Bioclimatological features of Cluj. In *Acta Universitatis Lodzianis, Folia Geographica Physica* 3, pp. 135-144, Łódz.
- Géczi, R., Bódis, K., 1999: Kolozsvár légszennyeződésének becslése zuzmótérkép segítségével. *Debreceni Szemle*, pp. 29-34, Debrecen.
- Ghisa, E., 1976: *Flora Clujului*. Kézirat, p. 49, Kolozsvár.
- Gilbert, O.L., 1989: *The ecology of urban habitats*. Chapman and Hall. New York.
- Golany, G.S., 1995: *Ethics and urban design: culture, form, and environment*. Wiley, New York.
- Goode, D. 1989: Urban consevation in Britain. In *Journal Appl. Ecology*, 26, pp. 859-873, London.
- Goode, D., 1998: The integration of urban nature in urban development. In *Urban Ecology* (ed. by Breuste J., Feldmann H., Uhlmann O.), pp. 589-592, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Gordon, D., 1990: *Green cities: ecologically sound approaches to urban space*. Black Rose Books, New York.
- Greed, Clara, 1993: *Introducing town planning*. Longmann Group, p. 221, UK, London.
- Gugiuman, I., Cotrau, M., 1975: *Elemente de climatologie urbana*. Editura Academiei, Bucuresti.
- Gutte, P., 1992: *Fremdenpflanzen in Großstädten - dargestellt am Beispiel Leipzigs*. In *Acta Acad. Scient*
- Haase, D., 1996: *Untersuchungen zur Schwermetallbelastung des Oberbodens und der bodennahen Luftschicht in Leipzig auf dem Hintergrund einer Stadtstrukturtypen-gliederung*. In *Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften*, Band 18, pp. 51-61, Halle.
- Haber, W., 1985: *Zur Umsetzung ökologischer Forschungsergebnisse in politisches Handeln*. In *MAB Mitteilungen* nr. 21, Bonn.
- Hawksworth, D. L., Rose, F., 1970: Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and wales using epiphytic lichens. In *Nature* 227, pp. 145-148.
- Hegedűs I., 1886: *A kolozsvári Város Szépitő Egylet munkálkodása*. Kolozsvár.
- Held, Th., 1998: Heavy metals: Chemical Time Bombs in urban soils. In *Urban Ecology* (ed. by Breuste J., Feldmann H., Uhlmann O.), pp. 156-158, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Hobbs, R., 1997: Future landscapes and the future of landscape ecology. In *Landscape and Urban Planning*, 37, pp. 1-9, Amsterdam.
- Horbert, M., Blume, H.P., Elvers, H., Sukopp, H., 1982: Ecological contributions to urban planning. *Urban Ecology* (ed. Bornkamm R., Lee, J.A., Seaward, M.R.D.), pp. 255-277, 2<sup>nd</sup> European Ecological Symposium, Blackwell.

- Höppe, P., 1984: Die Energiebilanz des Menschen. Münchener Universitäts Schriften Fachbereich Physik, Wissenschaftliche Mitteilungen Nr. 49, pp. 1-172, Universität München.
- Höppe, P., Mayer, H., 1987: Planungsrelevante Bewertung der thermischen Komponente des Stadtklimas. In *Landschaft und Stadt*, nr. 19, pp. 22-30, Stuttgart.
- Höppe, P. 1992: Ein neues Verfahren zur Bestimmung der mittleren Strahlungstemperatur im Freien. In: *Sonderdruck aus Wetter und Leben*, 44 Jahrgang, Heft 1-3, pp. 147-151, München.
- Jakab E., 1888: *Kolozsvár története*. II., p 470, Budapest.
- Jávorka S., 1925: *Magyar Flóra. Flora Hungarica. Magyarország virágos és edényes virágtalan növényeinek meghatározó kézikönyve*. 1-2 kötet, Studium, Budapest.
- Kádár, I., 1995: A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. *Környezet- és természetvédelmi kutatások*. Budapest.
- Kistowski, M. 1994: Urban greenspace in the spatial structure of Gdansk. *Memorabilia Zoologica* 49, pp. 57-67, Warszawa.
- Koch A., 1900: *Az Erdélyrészi Medence harmadkori képződményei*. I-II., Budapest.
- Kovács, A, 1968: Cercetari biocenologice in padurea Lomb-Cluj. *Contributii Botanice*, pp.361-384, Kolozsvár.
- Kovács, A, 1969: Cercetari biocenologice in padurea de la Dezmir. *Contributii Botanice*, Kolozsvár.
- Kovács, A. et al., 1970: Cercetari biogeocenologice in padurea Manastur-Cluj. In *Contributii Botanice*, Univ. Babeş-Bolyai, pp. 271-303, Kolozsvár.
- Kovács Margit, Opauszky P., Podani J., Klincsek P., Dinka Mária, 1981: A nagyvárosi fák és cserjék leveleinek elem-tartalma. *Biol. Közlem.*, pp. 95-107, Budapest.
- Kovács Margit, 1985: A nagyvárosok környezete. *Gondolat*, p. 90, Budapest.
- Kovácsné Láng Edit, Török Katalin (szerk), 1997: Nemzeti biodiverzitás-monitorozó rendszer. *Növénytársulások, társuláskomplexek és élőhelymozaikok*. III., Vácrátót.
- Kozuchowski, K., 1995: The development of an urban effect in the long-term changes in temperature in Cracow. In *Klimat i bioklimat miast*, pp. 153-162, Lódz.
- Kövány L., 1886: A kolozsvári sétatér keletkezése és fejlődése. *Magyar polgár nyomdája*, Kolozsvár.
- Krawczyk, Barbara, 1975: *Bioklimat uzdrowiska Iwonicza*. Probl. bioklim. uzdrów., Praca zbiorowa, 3-4, Warszawa.
- Kubes, J., 1996: Biocentres and corridors in a cultural landscape. A critical assessment of the 'territorial system of ecological stability'. *Landscape and Urban Planning*, 35, pp.231-240, Amsterdam.
- Kunick, W., 1974: *Veränderungen von Flora und Vegetation einer Grosstadt, dargestellt am Beispiel von Berlin (West)*. Diss. Univ. Berlin.
- Kunick, W., 1979: *Vegetationskundlich-landschaftökologische Untersuchungen im Gebiet der Stadt Bremerhaven*. Senator Gesundheit Umweltschutz und Gartenbaumamt, Bremehaven.
- Kuttler, W. 1989: Spatial and temporal structures of the urban climate - a survey. In *Environmental Meteorology*, pp. 305-333, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht.
- Kyle, W.J., 1992: Climatological assesment of potential heat stress in Hong Kong. *Proceedings of the ASAIHL Seminar on The role of the ASAIHL in combating health hazards of environmental pollution*, pp. 126-130, Hong Kong.
- Landsberg, E. H. 1981: *The Urban Climate*. International geographycs Series, vol. 28, Academic Press, New York.
- Lazar, R., Buchroithner, M. F., Kaufman, V., 1994: *Stadtklimaanalyse Graz*. Stek Graz.
- Lázár E., Kusztkó I., Dobál A. (szerk.), 1906: *Emlékkönyv Dr. Haller Károly működéséről*. p. 34, Kolozsvár.
- Lowry, W.P. 1977: Empirical estimation of urban effects on climate: A problem analysis. In: *Appl. Meteorol.* 6., pp. 129-135.
- Mac, I. 1970: *Contributii privind geneza si dezvoltarea cuestelor*. In *Ref. Comun. Ser. Geog.* Temesvár.
- Mac, I., 1980: *Geomorfologie*. vol. II., Kolozsvár.
- Mac, I., 1982: *Relieful structural major din sectorul vestic al Munților Mureșului*. In *studia Univ. Babeş-Bolyai, Geologia-Geographia*, 1., Kolozsvár.

- Mac, I., 1984: Monografia Clujului. pp 149, kézirat.
- Martonne, Emm. de, 1924: Excursions géographiques. Lucrare Institutului de Geogr., I., Kolozsvár.
- Matzarakis, A., Mayer, H., 1996: Another kind of environmental stress: thermal stress. In Newsletter, WHO Collaborating Centre Federal Environmental Agency, 18, pp. 7-10.
- Mayer, H. 1995: Human biometeorological assessment of climate and air quality for use in urban and regional planning: a new VDI guideline. In Prospects for climate-oriented planning in European cities, pp 75-81, European Academy of the Urban Environment, Berlin.
- Mckenzie, R.D., 1925: The Ecological Approach to the Study of the Human Community. In The City (ed. Park R., Burgess e.W., Mckenzie R.D.), pp. 63-79, Chicago.
- Meurer, M., Müller, H.N., 1992: Erfassung der Umweltbelastung in einem Stadtökosystem. Geografische Rundschau, 44, pp.562-567, München.
- Missenard, A., 1947: L'homme et le climat. Libr. Plan, Paris.
- Mitchell, C. W., 1991: Terrain Evaluation. Longman, New York.
- Moberg, R., Holmasen, J., 1992: Flechten von Nord und Mitteleuropa - Ein Bestimmungsbuch. Fischer Verlag, Stuttgart.
- Molnar, E., 1969: Probleme ale profilării agriculturii din jurul Clujului. Comunicări de Geografie, IX., pp. 49-56, Bucuresti.
- Montanari, M., 1997: Éhség és bőség. Atlantisz Kiadó, Budapest
- Morariu, T, Mac, I. 1967: Regionarea geomorfologică a teritoriului orasului Cluj si a împrejurimilor. Studia Univ. Babes-Bolyai, Seria Geologie-Geografie, fasc. 1, pp.75-88, Kolozsvár.
- Moreno-Garcia, M.C., 1994: Intensity and form of the urban heat island in Barcelona. Int. J. Climatology 14, 705-710, Blackwell.
- Mózes H., Turánitz J. L (szerk.), 1993: Térképlapok Kolozsvár történetéből. Erdélyi Szépművészeti Társaság, Kolozsvár.
- Mucsi, L., 1996: A városökológia elmélete és alkalmazási lehetőségei Szeged példáján. PhD értekezés, JATE, Szeged.
- Németh, T., 1995: Zöld utat a zöld folyosóknak. Élet és Tudomány, 47, p 1494, Budapest.
- Nyarádi E. Gy., 1944: Kolozsvár és környékének flórája. Kolozsvár.
- Nijkamp P., Perrels, A., 1994: Sustainable Cities in Europe. Earthscan, London.
- Nylander, W., 1866: Les lichens du Jardin du Luxembourg. Bull. Bot. France, pp. 364-372, Paris.
- Ohligschläger, G., Rösler, C., Fiebig, K.H., Török, É.: Környezeti atlasz. Metodikai útmutató és gyakorlati példák egy települési környezeti atlasz kidolgozásához. Német Urbanisztikai Intézet, p. 108, Berlin
- Oke, T. 1976: The distribution between canopy and boundary layer urban heat islands. In: Atmosphere, 14, pp. 268-277.
- Oke, T.R., 1982: The energetic basis of the urban heat island. Q. J. Roy. Met. Soc. 108, 1-24.
- Oke, T.R., Kalanda, B.D., Steyn, D.G., 1981: Parameterization of heat storage in urban areas. In Urban Ecology 5, pp. 45-54, Elsevier, Amsterdam.
- Odum, E.P., (1971): Fundamentals of Ecology. 3d Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Papparelli, A., Kurban, Alejandra, Cunsulo, M., 1996: Strategies for bioclimatic design in an urban area of an arid zone: San Juan (Argentina). In Landscape and Urban Planning, 34, pp. 19-26, Amsterdam.
- Park, R.E., 1950: Race and Culture. Glencoe, Chicago.
- Pécsi M., 1991: Geomorfológia és domborzatminőség. Budapest.
- Platt, R.H., 1994: The ecological city: preserving and restoring urban biodiversity. University of Massachusetts Press, Amhurst.
- Podhajská, Zdenka, 1991: Európa vadvirágai. Madách Kiadó, Pozsony.
- Pop, G., 1957: Observatii asupra efectelor microclimatice ale brizei de munte la Cluj. Buletinul Universitatilor "V. Babes" si "Bolyai" seria Stiintele Naturii, vol. I, Nr. 1-2, pp. 341-355, Cluj.
- Pop, G., 1959: Contributii la stabilirea virstei si a conditiilor morfoclimatice in geneza suprafetei deroziune Mărisel din M-tii Gilăului-Muntele Mare. Stud. Univ. Babes-Bolyai, pp. 356-377, Cluj.
- Pop, G., 1970: Suprafata de netezire "Fărcas" din Muntii Gilăului. Cluj.
- Pop, I., 1996: Macrolicheni epifiti - bioindicatori ai poluării atmosferice in municipiul Cluj-Napoca.

- Lucrare de disertatie, Univ. Babes-Bolyai, Kolozsvár.
- Posea, Gr., 1962: Aspecte de relief din jurul Clujului. Anal. Univ. Buc., Seria St. naturii, geol-geogr. XI. Bukarest.
- Probáld, F., 1974: Budapest városklímája. Budapest.
- Purvis, O.W., 1992: The lichen flora of Great Britain and Ireland. The British Lichen Society, London.
- Rauta, C., Mihailescu, A., 1986: Cercetari pedogeochimice privind efectele traficului rutier asupra acumularii plumbului si cadmiului in solurile municipiului Bucuresti (zona vilana si extravilana). Bul. Inf. Acad. Sti. Agr. si Silviculturii, pp. 29-35, Bucuresti.
- Resmerita, I. et al., 1972: Vegetatia din jurul Devei. Acta Musei Devensis Sargetia, IX., Déva.
- Risser, P. et al. 1984: Landscape ecology. Directions and approaches. In Illinois Natural History Survey Special Publ., 2 pp. 1-18, Chicago.
- Roberts, R.D., 1984: Planning and ecology. Chapman and Hall, London.
- Runge, M., 1975: Westberliner Böden anthropogener Litho- oder Pedogenese. Diss. TU West Berlin.
- Rydzak, J., 1968: Lichens as indicators of the ecological conditions of habitat. In Annales Univ. M. Curie-Sklodowska, nr. 23, pp. 131-164, Lublin.
- Sandford, H.A., 1975: Habitat overlay. London Naturalist, 54, pp. 72-73, London.
- Sas, P., 1998: A kolozsvári Szent Mihály templom. Glória Kiadó, p. 51, Kolozsvár.
- Savu, Al., 1964: Podisul Somesan. Studiu geomorfologic. Doktori disszertáció. Kolozsvár.
- Scholten, H. J., Stillwell, J., C., H., 1990: Geographical information systems for urban and regional planning. Kluwer Academic, Dordrecht.
- Scholz, H., 1956: Die Ruderalvegetation Berlins. Frei univers, Berlin.
- Seaward, M.R.D., 1977: Lichen Ecology. Academic Press London.
- Simmons, I. G., 1987: The conservation of plants, animals and ecosystems. In Human Activity and Environmental Processes (ed. Gregory K.J. and Walling D.E.), pp. 403-422.
- Simmons, I. G., 1993: Interpreting nature. Cultural constructions of the environment. Routledge, London and New York.
- Simon T., 1992: A magyarországi edényes flóra határozója. Harsztok - virágos növények. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Skibniewska, H. 1994: An urban designer's view of the ecological problems of the city. In Memorabilia Zoologica 49, pp. 11-14, Warszawa.
- Soó R., 1927: Geobotanische Monographie von Kolozsvár (Klausenburg). Studium, Budapest.
- Soó, R., 1947: Revue systematique des associations végétales des environs de Kolozsvár. Acta Geobot. Hung., 6, pp. 3-50, Debrecen.
- Soó, R., 1962: Növényföldrajz. Budapest.
- Spinger, S. 1985: Spontane Vegetation in München. In Ber. Bayer. Bot. Ges. nr. 56, pp. 103-142.
- Sukopp, H. (ed.) 1990: Stadtökologie, das Beispiel Berlin. D. Reiner, Berlin.
- Sukopp, H., Wittig, R., 1993: Stadtökologie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Sukopp, H., 1998: Urban Ecology - Scientific and Practical Aspects. In Urban Ecology (ed. by Breuste J., Feldmann H., Uhlmann O.), pp. 4-16, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Susan, I., 1969: Zonele functionale ale orasului Cluj. Comunicări de Geogr. VIII. pp.167-173, Buc.
- Szabados, K, 1997: Légszennyezés becslése zuzmók segítségével. Kézirat, Szeged.
- Szabó J., 1995: A csuszamlások szerepe a Magyarországi tájak geomorfológiai fejlődésében. Akadémiai doktori értekezés, pp. 51-54, Debrecen.
- Szabó T. A., 1946: Kolozsvár települése a XIX. század végéig, Minerva Rt. p. 128, Kolozsvár.
- Száraz P., 1987: Ökológiai zsebkönyv. Gondolat, Budapest.
- Szelenyi, I., 1996: Cities under Socialism – and After. In Cities after Socialism (ed. Andrusz G., Harloe M. and Szelenyi I.), pp. 286-318, Blackwell, Oxford.
- Teodoreanu, E., 1992: The Bioclimate of the Rucar-Bran Corridor. Rev.Roum. de géographie, Tome 36, pp. 99-112, Bucuresti.
- Tharandt, H. J., Rösler, H. J., 1993: Spurenelemente in der Umwelt. Gustav Fischer Verlag, pp. 362-363, Jena -Stuttgart.
- Tolley, R. 1990: The greening of urban transport: planning for walking and cycling in Western cities. Belhaven Press, London.

- Tönnies, F., 1887: *Gemeinschaft and Gesellschaft*. London.
- Unger, J., 1995: Szeged városklímájának bioklimatológiai értékelése. *Légtér* 40/ 3, pp.29-33.
- Unger, J., 1997: Városklimatológia – Szeged városklímája. *Acta Climatologica* tomus XXXI-B, Szeged
- Vareschi, V., 1936: Die Epiphytenvegetation von Zürich. In. *Ber. Schweiz Bot. Ges.* nr. 46, pp 445-488, Bern.
- Verseghy K., 1994: Magyarország zuzmóflórájának kézikönyve. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest.
- Wilson, F.D., 1983: *Contemporary Patterns of Urbanization*. CDE Working Papers, University of Wisconsin, Madison.
- Wittig, R., 1991: *Ökologie der Großstadtflora*. Gustav Fischer Verlag, pp.11-14, Stuttgart.
- Wittig, R., 1996: Die mitteleuropäische Großstadtflora. *Geographische Rundschau* nr. 11, pp. 640-645.
- Wittig, R., Durwen, K.J., 1982: Ecological indicator-values spectra of spontaneous urban floras. In *Urban Ecology* (ed. Bornkamm R., Lee, J.A., Seaward, M.R.D.), pp. 23-31, 2<sup>nd</sup>. European Ecological Symposium, Blackwell.
- Zimny, H., 1994: The City as an Ecological system and its impact on environmental quality. In *Memorabilia Zoologica*, 49, pp.21-25, Warszawa.
- \*\*\* 1982-1987 Anuarul statistic al R.S.R. (România statistikai évkönyve) Bukarest.
- \*\*\* 1976 Igazság, febr. 29-szept. 18, Kolozsvári napilap.