

Gécsi Róbert – Bódis Katalin

Kolozsvár légszennyeződésének becslése zuzmótérkép segítségével

A városökológiai kutatás elsődleges célja a városi környezet terhelésének felmérése. Az antropogén hatás értékelésében jelentős szerepet játszanak a bioindikátorok. Az elmúlt század közepén Nylander felfedezte, hogy a zuzmók nagyon érzékenyek a levegőszennyeződésre, és bioindikátorként használhatók. A zuzmók fán, kőzeten, talajon, növényi és állati maradványokon, de antropogén szubsztrátumokon (cserép, cement, téglá, beton) is megtalálhatók. A levegő minőségével szembeni érzékenység szerkezetükkel magyarázható: a gombafonalak sűrű szövevényébe ágyazott algasejtekből épülnek fel, felületüket erősen nedvszívó, sűrűbb hifaréteg borítja. A teleptestet kialakító hifa-fonadék szivacszerűen veszi fel a vizet, és mivel a levegő páratartalmát is hasznosítja, az abban lévő anyagok akadálytalanul jutnak be a telep belsejébe. A fonalak között gyűlő nedvesség alkotja a moszatsejtek vízi környezetét, melyben elsősorban a savas ionok hatnak pusztítóan. A magasabb rendű növények leveleit epidermisz védi, ezért többségük csak erősen szennyezett levegőben károsodik. Velük ellentétben a zuzmóknak nincs külső védőrétegük, és a felhalmozódó káros anyagokat nem képesek eltávolítani. Lassú kezdeti növekedésük miatt csak négy-hat év múlva mutatják ki a levegő minőségében bekövetkező a javulást, míg érzékenységüknek köszönhetően a rosszabbodó körülményekre már néhány hónapon belül az egyes fajok telepeinek elhalásával reagálnak.

A szennyezett levegő élőhelyi stresszt válthat ki, melyet a zuzmók különbözően tolerálnak. A légszennyezést mérő állomások közelében gyűjtött zuzmók és az ott mért értékek felhasználásával a fajok ellenállóképességük szerint, ún. érzékenységi skálába rangsorolhatók (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. A szennyeződés mellett a városok száraz levegője is terhelő faktorként jelentkezik. Nedvesebb klíma alatt egyes zuzmófajok toleránsabbnak bizonyultak mint szárazabb éghajlatú vidékeken.

A zuzmók elterjedése szerint a város területe zuzmósivatagra, küzdelem-, valamint normálzónára osztható (Sernander, 1926). A zuzmósivatag nagyjából a

város központját fedi le, ugyanis a zuzmók elsősorban a kén- és nitrogén-dioxid, valamint a nehézfém-terhelésre érzékenyek. Ezt a zónát koncentrikusan körbeveszi a küzdeldmi zóna, ahol a zuzmó-együttesek degradációs folyamatai a telepek leromlásán keresztül a fajok számának csökkenéséhez és a faji összetétel megváltozásához vezet. Itt csak a toxitolérans fajok (*Buellia punctata*, *Lecanora conizaeoides*, *Physcia aipolia*, *Physconia grisea*) élnek meg. Maga a küzdeldmi zóna is felosztható belső és külső övezetre (Vareschi, 1936). A legkülső a teljesen zavartalan normálzóna, ahol a zuzmótelepek színe, alakja, valamint a reprodukzív terület mérete és állapota zavartalan.

Életforma típustól függően a zuzmók fán lakó (epifiton), falon lakó (epilitikus) és talajlakó (epigeion) kategóriákba oszthatók (Wittig, 1991). Az epilitikus fajok szorosan tapadnak az aljzathoz vagy anyagát feloldva bele is hatolnak, így a felszabaduló karbonátos ionok a zuzmó „belső oldatában” semlegesítik a savakat, csökkentve a szennyezés romboló hatását. A látszólag azonos típusú, de különböző eredetű és korú cserép, téglá, cement és habarcs pufferoló képessége más és más, emiatt a rajtuk élő zuzmók nem mindig tükrözik a levegő szennyezettségi fokát. Az epifiták esetében a pufferoló képességet kevésbé befolyásolja az aljzat, ezért a zuzmótérkép elkészítésénél csak ezeket vettük figyelembe.

Kutatási terület és módszer

Kolozsvár a Kis-Szamos középszakasz jellegű, teraszokkal kísért völgyében, három középtáj — az Erdélyi-szigethegység, az Erdélyi-mezőség és a Szamoshátság — találkozásánál, 300 és 500 m tengerszint feletti magasságban fekszik. A város több geomorfológiai szinten (árterület, teraszok, környező dombok) terül el. Éghajlata a Trewartha beosztása szerint hosszú nyarú mérsékelt kontinentális. A város főbb meteorológiai paramétereinek értékei a következők:

- évi középhőmérséklet 8,4 °C;
- a januári és júliusi középhőmérséklet –4,6 és 19,3 °C;
- évi közepes csapadékmennyiség 619 mm;
- az évi napsütöttség órák száma 1978;
- a relatív nedvesség évi középértéke 74%;
- a légnyomás évi középértéke 9,6 hPa.

Az adatgyűjtés megkezdésekor a vizsgált területet olyan raszterhálóval fedtük le, amelyben a mintavételi egységként szereplő cellákat 200 m oldalú négyzetek alkotják. A felmérést a háló alapegységeinek megfelelően az ún. bolyongásos módszerrel végeztük el. Összesen kb. 20–25, cellánként pedig 5–6 eltérő fajú fáról gyűjtöttünk mintát, majd az így felvett adatokat az Arc/Info 7.0.3 alatt digitalizáltuk. A digitális állomány alapján lehetőségünk adódott az egyes zuzmófajták elterjedési területeinek összehasonlítására, azok tematikus térképeken való megjelenítésére. Az így nyert térképek egybevetésével jutottunk a zuzmók elterjedése szerint három kategóriát (zuzmósivatag, küzdeldmi zóna, normálzóna) tartalmazó zuzmótérképhez.

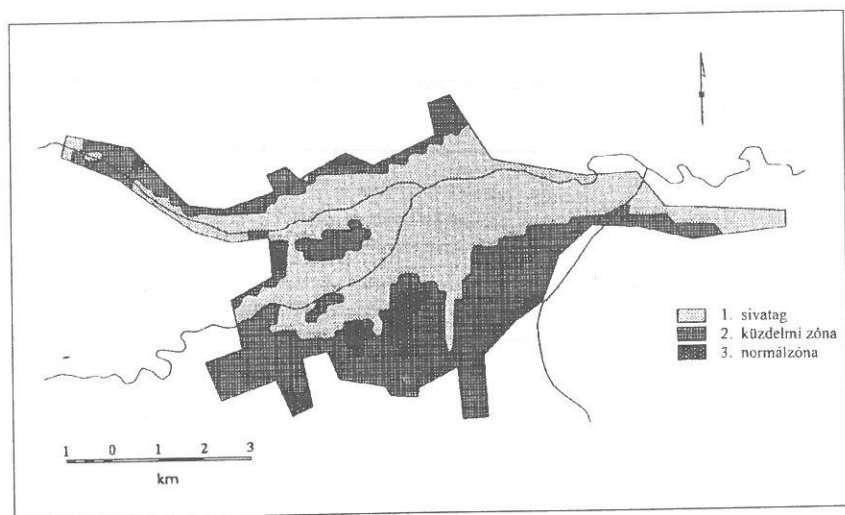
Diszkusszió és következtetések

Kolozsváron 26 zuzmófaj található (1. táblázat). A legtöbb zuzmófaj (22) a botanikus kert területén fordul elő, míg a Házsongárdi temetőben 13, a Kolozsvárt övező erdők szélén 10–11, a városi zöldterületek és ökológiai folyosók területén 3–5 faj él. A Sétatéren csak két faj (*Xanthoria candelaria* és *Physconia grisea*) található. Ez azzal magyarázható, hogy a Sétatér nagyon forgalmas utak ölelik körül. A szintén nagyon forgalmas Tordai úton *Robinia pseudacacia* kérgén két zuzmófajt (*Xanthoria parietina*, *Physcia ascendens*) fedeztünk fel, míg a központ közelében az erősen toxitolérans *Buellia punctata* is megtalálható. A Tordai úton a zuzmók előfordulásának oka elsősorban a nagyterületű zöldövezetek közelsége lehet (1. térkép).

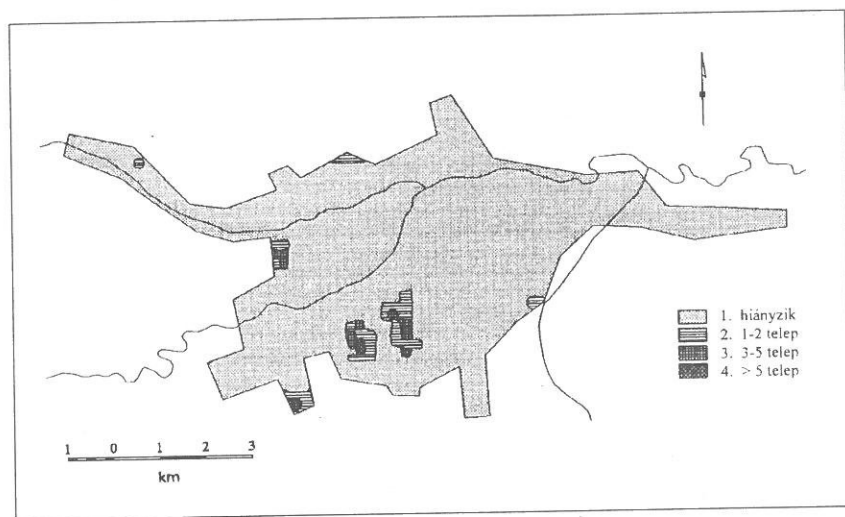
1. Táblázat. A Kolozsváron található zuzmófajok

<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. ez. 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 (distorta) 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.

A városban a legelterjedtebbek az enyhén szennyezett levegőt is elviselő „urbanizált” fajok, a *Xanthoria parietina* (2. térkép) és a *Physcia ascendens*. A közép-európai városokkal ellentétben a legellenállóbb fajok (*Buellia punctata*, *Lecanora conizaeoides*) kismértékben fordulnak elő (3. térkép). Szintén kevésbé



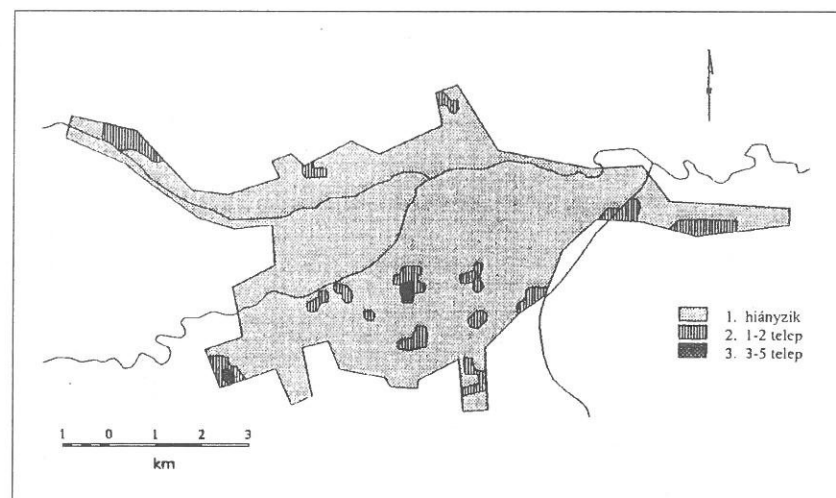
1. ábra. Kolozsvár zuzmótérképe



2. ábra. A Xanthoria parietina elterjedésének térképe

képviselt a *Parmelia furfuracea*, *Parmelia exasperata*, *Caloplaca sp.*, *Ramalina farinacea*, melyek tiszta levegőn, többnyire a beépített területeken kívül élnek.

Pop megállapítása szerint Kolozsváron a zuzmók elhelyezkedése a Sernander által vázolt modellel ellentétes, vagyis a város központi részétől távolodva a zuzmók száma csökken (1996). A szerző egyrészt teljesen téves premisszából indul ki, ugyanis a 60–75 m magasan levő teraszon elhelyezkedő bota-



3. ábra. A Lecanora conizaeoides elterjedésének térképe

nikus kertet városközpontnak tekinti, másrészt nem veszi figyelembe a gyakori hőmérsékleti inverziókat, valamint a nyáron gyakori hegyvölgyi jellegű szeleket.

A kolozsvári zuzmósivatag kialakulásának legfőbb oka a nehézfém-terhelés, illetve a kéndioxid-szennyezettség (Kolozsváron eléri a $0,0125 \text{ mg/m}^3$ szintet). Léteznek olyan vélemények is, melyek a városi klímára jellemző légnedvesség csökkenésében látták a zuzmók pusztulásának és a zuzmósivatagok kialakulásának okát (Rydzak, 1968). Ez a feltételezés a következő érvekkel cáfolható meg: egyrészt a zuzmósivatagok a nedves klímaövezetben található városokban sokkal gyakoribbak mint a kontinentális hatás alatt álló településeken, másrészt a zuzmósivatagok nem csak a városközpontra jellemzőek, hanem megtalálhatóak az elszigetelt szennyező gócpontok (például hőerőművek, ipari objektumok) körül is. Az ipari területek zuzmótelepeinek szegényessége a lakótelepeikével szemben, valamint az a tény, hogy a hegyvidékre jellemző *Usnea* fajok teljesen eltűnnek a savas esők hatására, szintén azt látszik alátámasztani, hogy a zuzmósivatagok előfordulása nem elsősorban a légköri nedvesség, hanem a szennyezettség függvénye.

A kolozsvári zuzmótérkép alapján jól lehet követni a zuzmósivatag jellemezte főbb szennyezési területeket. Ezek az alacsonyabb teraszokon, illetve a Szamos árterületét elfoglaló belváros, a Nádas völgye és a keleti gyárnegyed.

Egyértelmű, hogy a zuzmósivatag egyrészt az alacsonyabb geomorfológiai szinteken (ártér, az alsó három terasz) jelenik meg, amelyeket évente átlagban 70–80 napig hőmérsékleti inverzió és a légmozgások hiánya jellemez. Másrészt szintén zuzmósivatag található a város keleti felén, ahol nem érződik a hegyvölgyi szél frissítő hatása és a legtöbb szennyező anyagot kibocsátó ipari létesítmény található.

Irodalom

1. Hawksworth, D. L., Rose, F., 1970: *Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens*. Nature 227, pp. 145–148.
2. Pop, I., 1996: *Macrolicheni epifiti — bioindicatori ai poluării atmosferice in municipiul Cluj-Napoca*. Lucrare de disertatie, Univ. Babeş–Bolyai, Kolozsvár.
3. Rydzak, J., 1968: *Lichens as indicators of the ecological conditions of habitat*. Annales Univ. M. Curie-Skłodowska, nr. 23, pp. 131–164, Lublin.
4. Seaward, M.R.D.: 1977: *Lichen Ecology*. Academic Press, London.
5. Sernander, R., 1926: *Stockholms Natur*. Almqvist und Wiksells, Uppsala.
6. Szabados, K., 1997: *Légszennyezés becslése zuzmók segítségével*. Kézirat, Szeged.
7. Vareschi, V., 1936: *Die Epiphytenvegetation von Zürich*. In. Ber. Schweiz. Bot. Ges. nr. 46, pp 445–488, Bern.
8. Versegly Klára, 1994: *Magyarország zuzmóflórájának kézikönyve*. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest.
9. Wittig, R., 1991: *Ökologie der Großstadtfloora*. Gustav Fischer Verlag, pp. 11–14, Stuttgart.