



**A levegő minőségének
megállapítása zuzmók segítségével**

A biológiai monitoring, indikáció

- A biológiai monitoring alapját a biológiai **indikáció** szolgáltatja. Minden élő szervezet vagy populáció, mint nyitott rendszer, jelzi a környezetében végbemenő változásokat.
- A biológiai **indikátorok** az élőlények, melyek jelzik a környezetben végbemenő változásokat. Előfordulásuk, életképességük és reakciójuk a terhelés hatására változik.
- A levegő minőségének zuzmó segítségével történő megállapítása közvetett (indirekt) biológiai monitoring.

A biológiai indikátorok előnye:

- Tükrözik a környezeti tényezők összhatását, és a teljes környezetet.
- Láthatóbbá teszik a környezeti változások mértékét és irányát.
- Szükségtelemmé válnak a biológiai hatások fizikai és kémiai mérései.
- Rámutat az ökológiai rendszer azon pontjaira, ahol a szennyező és toxikus anyagok felhalmozódnak.
- A biológiai indikációs módszerek olcsók, egyszerűek és gyorsak.

A biológiai indikátorok hátránya:

- Az indikátorok többsége általában csak bizonyos évszakokban lehetséges.
A zuzmók azonban egész éven át teljes hosszában vizsgálhatóak. Megfigyelésükre legalkalmasabb az ősztől tavaszig terjedő időszak és a nedvesebb időjárás.

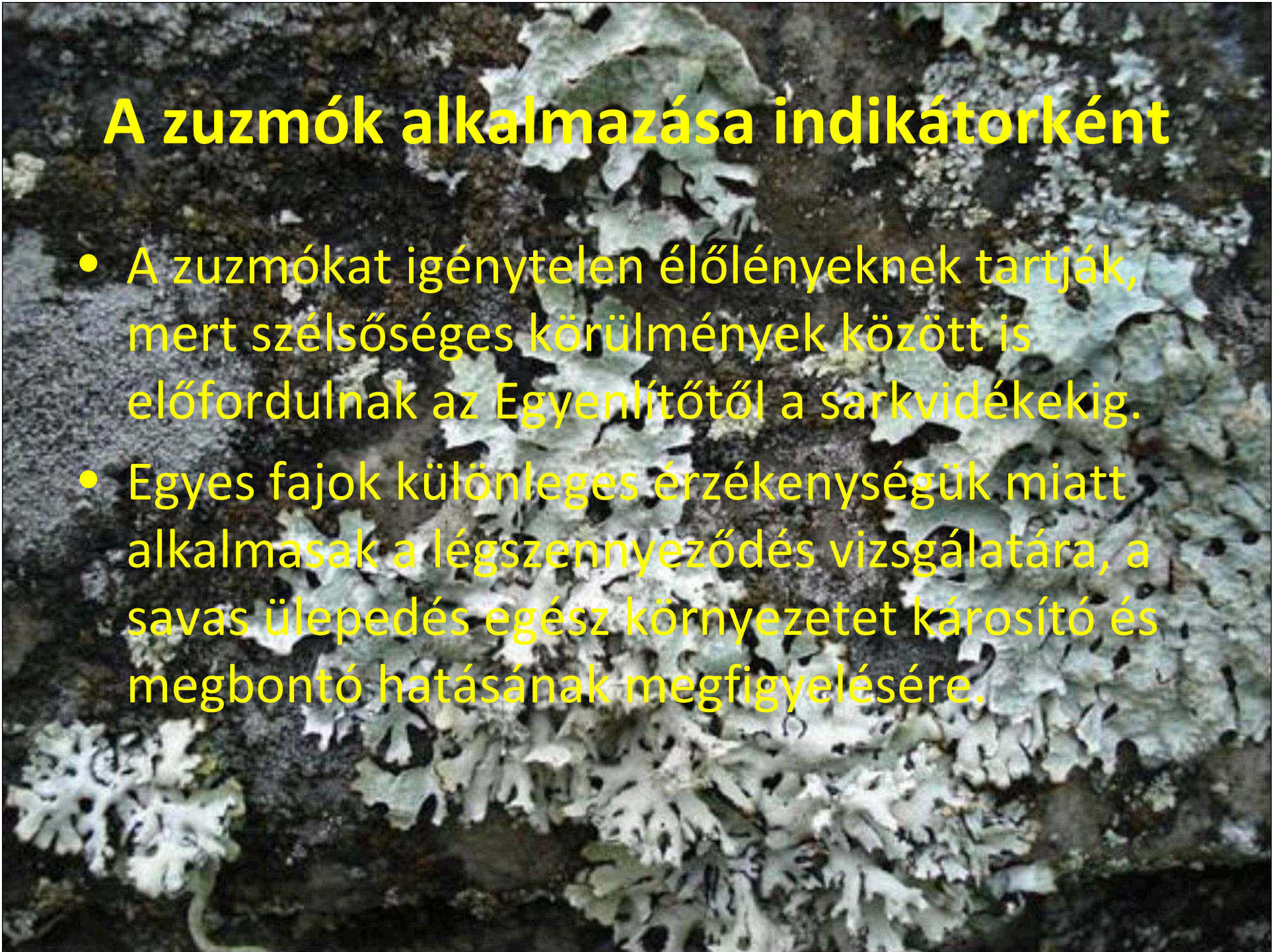


A zuzmók

- Egysejtű vagy fonalas kék- vagy zöldmoszatok és főként tömlősgombák szimbiózisából kialakult szervezetek.
- A fotoszintézisre képes moszatsejtek autotróf, a kész szerves anyag felvételére képes gombafonalak heterotróf anyagcserét tesznek lehetővé.
- Az élőhelyeket először ők veszik birtokba és kialakítják a többi élőlény számára.
- A sziklák felületén is megtelepszene, zuzmósavakkal mállasztják a kőzetet, és így talajt készítenek az igényesebb növények számára.

A zuzmók alkalmazása indikátorként

- A zuzmókat igénytelen élőlényeknek tartják, mert szélsőséges körülmények között is előfordulnak az Egyenlítőtől a sarkvidékekig.
- Egyes fajok különleges érzékenységük miatt alkalmasak a légszennyeződés vizsgálatára, a savas ülepedés egész környezetet károsító és megbontó hatásának megfigyelésére.



A zuzmók alkalmazása indikátorként

- Érzékenységük hátterében az áll, hogy a gombákból és algákból álló telepeik működése csak akkor zavartalan, ha telítve van vízzel.
- Az együttélésben a gombát tápanyaggal ellátó alga létfeltételeinek további romlását már nem képes elviselni.
- A szélsőséges egyensúlyi helyzet az oka a zuzmók abiotikus termőhelyi faktorokkal szembeni érzékenységének.
- Lassú növekedésük miatt csak kb. 5 év múlva mutatják ki a levegőminőség javulását.

A zuzmók alkalmazása indikátorként

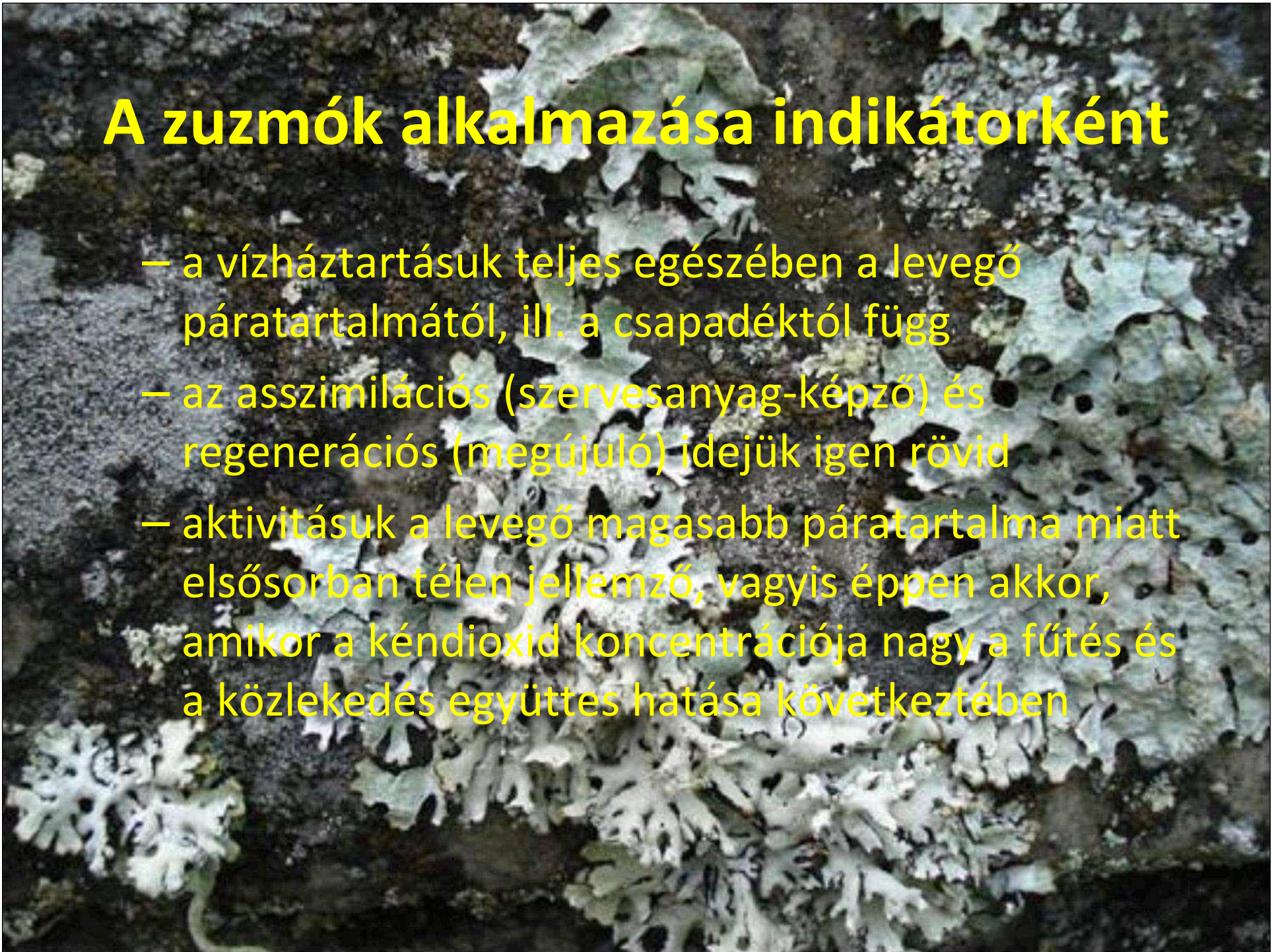
- A romló körülményekre már néhány hónap múlva az egyes telepek elhalással reagálnak.
- A lassú növekedéssel együtt jár a hosszú élettartam (kéregzuzmók akár 4500 év!).
- A leggyorsabban növvő fajok is jó, ha évente 1 cm-t nőnek.
- A fán élő zuzmók előfordulási gyakorisága a növekvő kéndioxid-terhelés hatásával arányosan csökken.
- Ennek alapján következtetni lehet a levegő minőségére, ill. kéndioxid koncentrációjára.

A zuzmók alkalmazása indikátorként

- A zuzmók érzékenysége alaki (morfológiai) és élettani (fiziológiai) okokra vezethető vissza:
 - kisebb klorofill-tartalomnál kevesebb szerves anyagot termelnek (kisebb az anyagcsere-ráta), lassabb a növekedés, csökken a regenerációs képesség
 - a kutikula hiánya miatt a szennyező anyagok könnyebben bejutnak a telepbe
 - a vizet és a tápanyagot a levegőből veszik fel

A zuzmók alkalmazása indikátorként

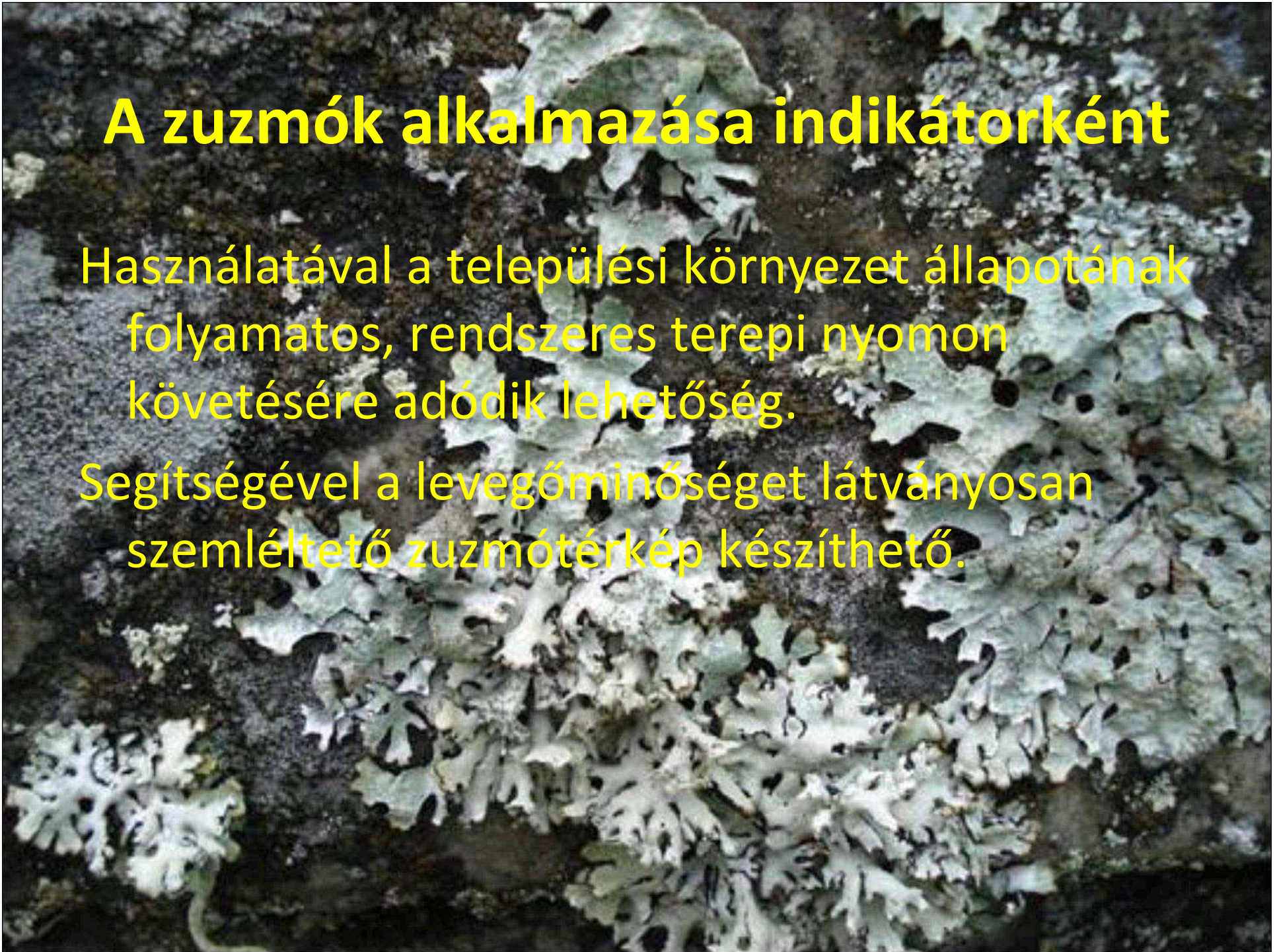
- a vízháztartásuk teljes egészében a levegő páratartalmától, ill. a csapadéktól függ
- az asszimilációs (szervesanyag-képző) és regenerációs (megújuló) idejük igen rövid
- aktivitásuk a levegő magasabb páratartalma miatt elsősorban télen jellemző, vagyis éppen akkor, amikor a kéndioxid koncentrációja nagy a fűtés és a közlekedés együttes hatása következtében



A zuzmók alkalmazása indikátorként

Használatával a települési környezet állapotának folyamatos, rendszeres terepi nyomon követésére adódik lehetőség.

Segítségével a levegőminőséget látványosan szemléltető zuzmótérkép készíthető.



A légszennyezés zuzmókra kifejtett hatásai

Kívülről is megfigyelhető hatások:

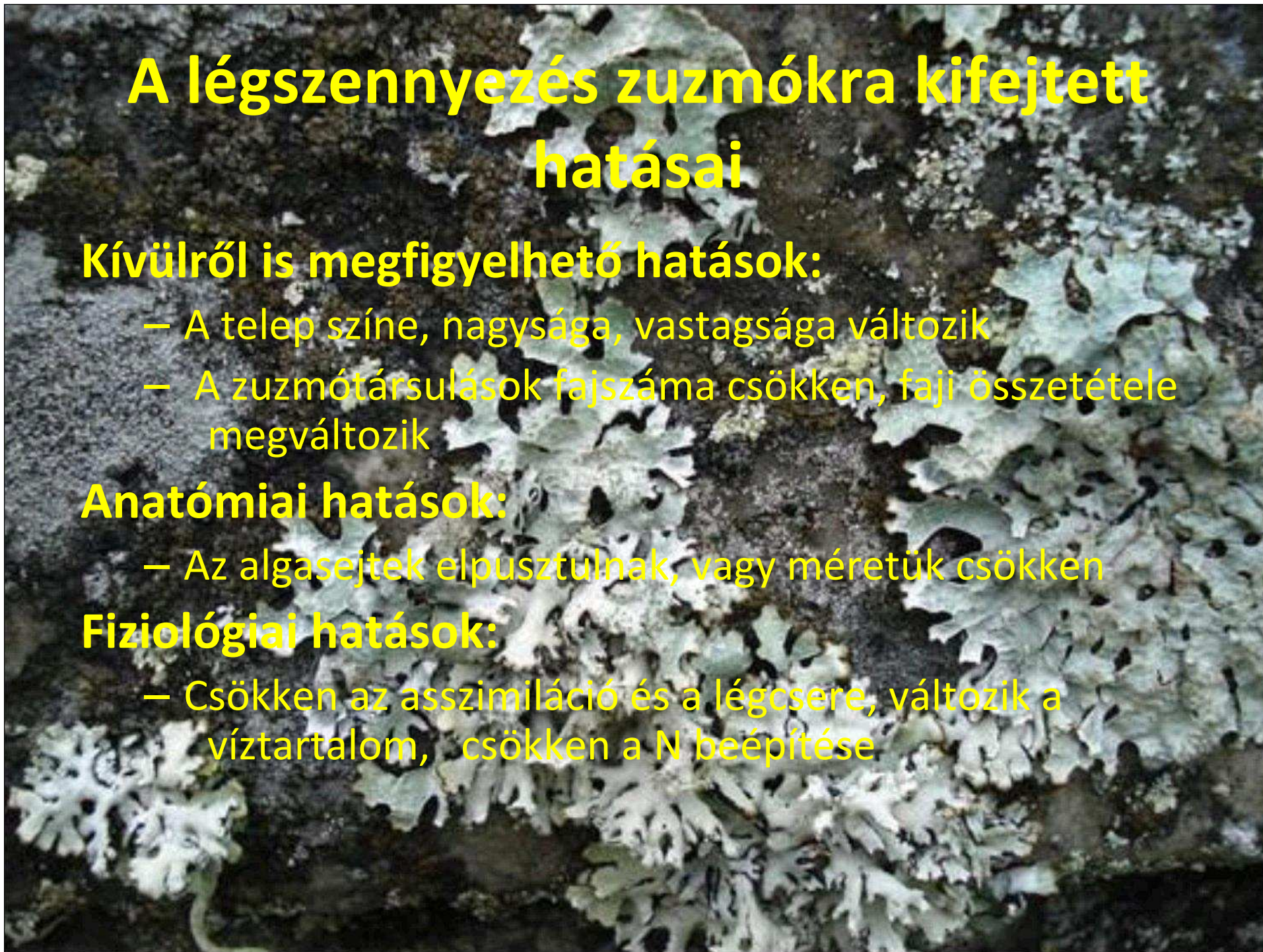
- A telep színe, nagysága, vastagsága változik
- A zuzmótársulások fajszáma csökken, faji összetétele megváltozik

Anatómiai hatások:

- Az algasejtek elpusztulnak, vagy méretük csökken

Fiziológiai hatások:

- Csökken az asszimiláció és a légcsere, változik a víztartalom, csökken a N beépítése



A légszennyezés zuzmókra kifejtett hatásai

Belső kémiai koncentrációváltozás hatásai:

- Növekszik a szennyezőanyag-koncentráció, csökken az összes klorofill mennyisége, változik a pH-érték
- Növekszik a kálium-kiáramlás és a magnézium telepből való kioldódása
- A kén-dioxiddal szemben a legérzékenyebbek a *Lobaria* és az *Usnea* fajok
- A zuzmótelepek pusztulásából következtetni lehet más növények lehetséges károsodására:
- Csökkenhet a levelek klorofill-tartalma (klorózis)
- Elhalnak a növényi szövetek (nekrózis)
- A zuzmók nemcsak a levegő kén-dioxid tartalmára érzékenyek, hanem alkalmasak a hidrogén-fluorid kimutatására,
- Számos zuzmófaj (mint akkumulációs indikátor) gyűjtésével kimutathatók a nehézfémek és a radioaktív anyagok is

A zuzmóterképezés

A zuzmóterképezés folyamatának első lépéseként a vizsgálandó területen ki kell választani a mintavételi pontokat, a fákat.

Olyan fákat kell választani, melyek:

- Egy-két fajhoz tartoznak (pl. akác és nyárfa)
- Hasonló korúak
- Egyenes törzsűek
- 10 méteres környezetükben nem található semmi zavaró tereptárgy (fa, kő-vagy deszkakerítés, bokrok, stb.)
- kérgük egészséges
- nem parkban állnak

A zuzmóterképezés

- A fákat 50 cm-től 200 cm-ig terjedő magasságban kell vizsgálni, mely „sáv” egyúttal a az emberek többségének életterét is jelenti.
- A törzsön 50 cm alatt található zónában nem a levegő szennyezettsége a zuzmók előfordulásának meghatározó tényezője, hanem a N-dús környezet.
- Az akác és a nyárfa vizsgálata azért célszerű, mert mindkét fa gyakori sorfa. Sok más városi fafajon nem érdemes zuzmót keresni, mert pl. az ostorfán meg sem élnek, a platán kérge pedig gyakran leválik.
- A megadott kritériumok alapján vizsgált zuzmótársulásokat a **Levegőminőség-index (LMI)** mérőszámmal jelöljük.
- Ennek kiszámításakor az egyes zuzmófajok kén-dioxidra való érzékenységét és a mintavételi helyek zuzmóval való teljes borítottságát vesszük alapul.

A zuzmóterképezés

Levegő minőség-index (LMI)

$$LMI_n = Z_{\Sigma} * B$$

Ahol:

- **n** – a mintavételi pontszám
- **Z_Σ** - az adott fán található zuzmótaxonok (faj, család) Z- értékeinek összege. Minden zuzmótaxonhoz egy saját Z-értéket rendelünk 1-10-ig, ismert érzékenységük alapján.
- **B** – a fa teljes zuzmóborítottsága, százalékos értékek alapján 1-10-ig pontozva

A zuzmóterképezés

A mérési eredmények alapján öt különböző típusú zónát különböztetünk meg a zuzmóterképeken

A zónákat az LMI értékek alapján szabják meg, melyeket a szemléletességért különböző színekkel jelölnek:

- | | |
|----------|-----------------------------------|
| 1. 0 | Zuzmósivatag (piros) |
| 2. 1-35 | Belső küzdelmi zóna (citromsárga) |
| 3. 36-55 | Középső küzdelmi zóna (narancss.) |
| 4. 56-79 | Külső küzdelmi zóna (világoszöld) |
| 5. 80- | Normál zóna (sötétzöld) |

A zuzmótérképezés

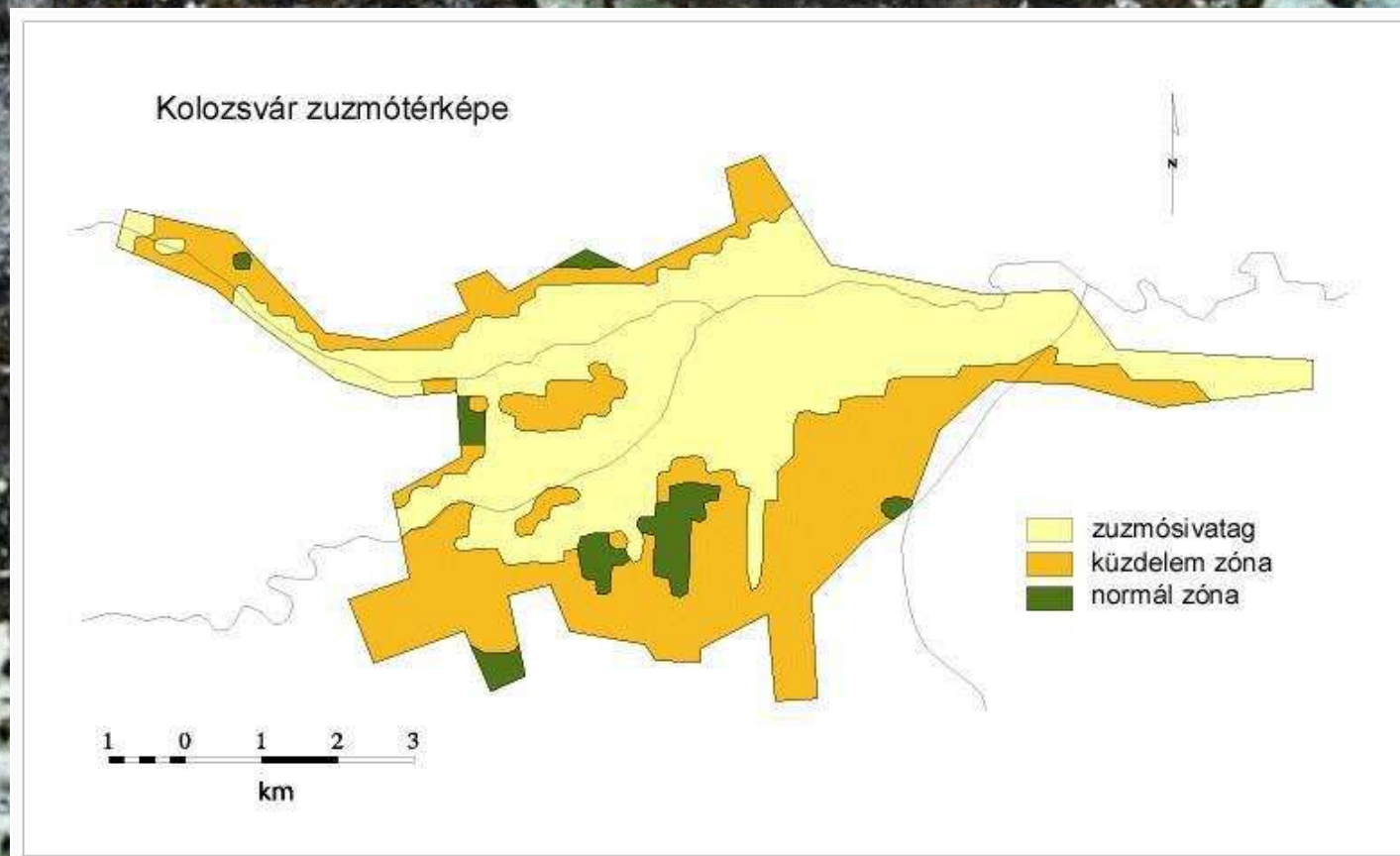
Az LMI meghatározását követően :

- a területi térképen jelölni kell a mintavételi helyeket (fákat) adott lapi sorszámuk megadásával.
- Az azonos LMI zónába tartozó mintavételi helyeket össze kell kötni egy-egy vonallal (izovonal)

Az izovonalak rajzolják ki a vizsgált település légszennyezettségi viszonyait tükröző zuzmótérképet

A zuzmótérképezés

Példa zuzmótérképre:



Források:

Wikipedia

www.rkk.bmf.hu

www.geo.u-szeged.hu

www.tankonyvtar.hu

