



Radó Dezső

# A növényzet szerepe a környezetvédelemben

ZÖLD ÉRDEK ALAPÍTVÁNY ♦ LEVEGŐ MUNKACSOPORT



Radó Dezső: A növényzet szerepe a környezetvédelemben



Radó Dezső:

# A növényzet szerepe a környezetvédelemben

Zöld Érdek Alapítvány – Levegő Munkacsoport  
Budapest, 2001

Kiadja a Zöld Érdek Alapítvány és a Levegő Munkacsoport  
Lektorálta: Jámborné Dr. Benczúr Erzsébet és Lukács András

Rajzok: Varga Emma

Technikai szerkesztő: Susánszky Ferenc

Felelős kiadó: Hajtman Ágnes

© Dr. Radó Dezső, 2001

ISBN 963 00 6536 3

A kiadvány  
a Környezetvédelmi Minisztérium KAC közcélú kerete,  
a Dunapack Rt. és a  
Főkert Rt.  
támogatásával készült.

Készült a Passzer-Print nyomdában, Budapesten

Felelős nyomdavezető: Kubik Zsolt

# Tartalom

Bevezető .....	7
1. A növényzet hatása a levegő minőségére .....	9
1. 1. A növényi asszimiláció következményei .....	9
1.2. A növényzet szerepe a klíma alakulásában .....	20
1.2.1. Mikroklíma .....	20
1. 2. 2. A mezoklíma .....	24
1. 2. 3. A makroklíma .....	26
1. 3. Védelem a levegőszennyezés ellen .....	32
2. A növényzet szerepe a talajvédelem és egyéb védelmi funkciók szolgálatában .....	40
3. A víz és a növényzet szimbiózisa .....	49
3.1. A víz mennyisége és felhasználása .....	52
3.2. Vizeink szennyezettsége .....	55
3. 3. A növényzet tisztítja vizeinket .....	59
4. A növény az élővilág meghatározó szereplője .....	66
1. Az életfontosságú tényezők egyenrangúak .....	67
2. Az ökológia második törvénye, hogyan a tényezők nem helyettesíthetik egymást .....	69
3. A kölcsönhatások törvénye .....	70
4. Az ökológia negyedik törvénye a komplexitást fejezi ki .....	77
5. Az optimum és a tolerancia törvénye az ökológiában .....	81
6. A minimumtörvény .....	83
7. A csökkenő hatékonyság törvénye .....	85
8. Kritikus időszak, kritikus elem: Növényeink ökológiai igényei az egyes életszakaszokban különböznek .....	87
9. Adaptáció .....	88
5. Növényzet a települési környezetben .....	90
5. 1. A települési környezet sajátosságai .....	90
5.2. A városi növényzet környezeti szolgáltatásai .....	97
6. A városi növényzet ökonómiai értéke .....	117
Az erdők környezeti értéke .....	129
Táji érték .....	129
Rekreációs helyérték .....	131
Védelmi funkció .....	131
7. Évgyűrűk .....	134
Felhasznált irodalom .....	140





---

## Bevezető

Az emberi történelem kezdetétől 1900-ig tartott, míg Földünk népessége elérte a másfél milliárdot, a harmadik ezredévet pedig már 6 milliárd ember éri meg. Aze-lőtt ezer év sem volt elegendő 1 milliárdnyi emberi szaporulathoz, mára ez 11 év alatt megtörténik. A népesség növekedése hihetetlenül felgyorsult.

A túlnépesedés folyamata természetesen következményekkel járt. Elpusztítottuk a Föld erdőtakarójának felét, dögletessé tettük városaink levegőjét, elszennyeztük vizeinket, és hulladékkal terítettük be a földet. A rohamosan növekvő városok és a Földet behálózó utak betonszönyeggel terítették be a talajt, elszakítva bennünket ezzel az életet adó anyaföldtől. Kiszipolyoztuk a Föld méhének kincseit és vegyi anyagok tömegével mérgezzük környezetünket.

Valamit megsejthetett ebből Madách is, amikor 1861-ben a következő szava-kat adta Lucifer szájába:

*„Az ember ezt, ha egykor ellesi,  
Vegykonyhájában szintén megteszi.  
Te nagy konyhádba helyzed embered,  
S elnézed néki, hogy kontárkodik,  
Kotyvaszt, s magát Istennek képzei,  
De hogyha elfecsérli, s rontja majd  
A főztet, akkor gyúlsz késő haragra.”*

A látomás valósággá lett. A vegyületek milliói zúdultak az emberiségre, amely egyre hangosabban követeli a kémiai biztonságot.

A beton és a gépek támadása a még létező természetet fenyegeti: a termőta-lajt és a növényzetet.

Ezt érzékelte Csehov is, amikor 1903-ban megírta a „Cseresznyés kert” című színművét.

*„Lopahin: Nézzétek, Jermolaj Lopahin hogy vág fejszét a cseresznyés kertbe, hogy csak úgy dőlnek rakásra a cseresznyefák, villákat fogunk itt építeni..., nyaralókat..., az unokáink, meg azoknak az unokái látnak majd itt új életet... Húzd rá banda”*

*(Tóth Árpád fordítása)*

A Cseresznyés kert óta sok minden történt. A harmadik évezred hajnalán már napirendre került, hogy hely híján a Holdra juttassák el nukleáris hulladékaikat, menetrendszerűen közlekedő rakétákon. A Földön már nem tárolható az ember által előállított több hasadó anyag.

---

E sorok írója közel 40 évi kutatómunkája alapján a **növényzetre** hívja fel a figyelmet, mint olyan természeti elemre, amelynek további pusztítása egyenlő a kollektív öngyilkosságunkkal. A tudományok eddigi eredményei alapján összefoglaló ismeretek következnek arról, hogy milyen szerepet játszik a növény környezetünk védelmében. A téma kikerülhetetlenné teszi bizonyos fizikai, kémiai, biológiai, sőt, közgazdasági ismeretek felidézését, amelyek bizonyító ereje nem mellőzhető az oksági kapcsolatokban. Itt jegyzem meg, hogy az írás szerkezete a környezeti elemekhez igazodik.

Ajánlom e könyvet mindazoknak, akik nem kívánnak belenyugodni környezetünk jóvátehetetlen romlásába és hisznek a megmenthető jövőben.

*A szerző*

---

# 1. A növényzet hatása a levegő minőségére

## 1.1. A növényi asszimiláció következményei

Az asszimiláció a földi élet legfontosabb kémiai folyamatának, a fotoszintézisnek az eredménye, ezért joggal vélhetjük, hogy mindent tudunk már erről. Ez részben így is van, hiszen nem akad olyan iskolai tanterv, amely a folyamatot kihagyná a tudnivalókból. Ismerjük már a kiinduló elemeket, a vizet és a szén-dioxidot, amelyek a fény hatására „előállítják” a készterméket: a növényt fejlesztő cukorvegyületeket, a maradék vizet és a felszabaduló oxigént. A felsőfokú oktatásban a fotoszintézis finomabb részfolyamataival is megismerkedünk, mint amilyen a fényszakasz és a sötét szakasz, az úgynevezett Calvin ciklus.

Az asszimilációs folyamat gáznemű nyersanyagának, a szén-dioxidnak, és termékének, az oxigénnek légkörünkre gyakorolt hatását már ritkábban vizsgáljuk, noha e molekulák felhasználása nem független az emberi tevékenységtől. Első figyelmünket ezért legfőbb életfeltételünknek, az **oxigénnek** szenteljük. Azóta van élet a Földön, mióta – mintegy hárommilliárd évvel ezelőtt – megjelent bolygónkon az oxigén. Először csak nagyon kis mennyiségben a vizekben, ahol már megindult az élettevékenység. Az első élőlények kezdetleges algák és baktériumok voltak, amelyek fotoszintetizáló tevékenysége mintegy ezredrészét alakította ki a mai oxigénszintnek. A fotoszintetizáló szervezetek elterjedése miatt, valamint a Föld közeiben kialakult oxidációs tevékenység következtében mintegy 440 millió évvel ezelőtt jött létre a jelenlegi oxigénszint, amely a légkör 21 százalékát alkotja. A közelünkben például a Vénusz légkörében nincs oxigén, a Marson pedig csak nyomokban van, tehát Naprendszerünkben Földön kívüli élet egyelőre nem egyéb, mint a fantázia terméke.

Ha figyelembe vesszük, hogy a növényzet és a tengerek algái évente mintegy 180 milliárd tonna nagyságrendben **nagyjából** pótolják a világon évente felhasznált oxigént, akkor nem kell tartanunk oxigénhiánytól. A nagyjából kifejezés arra utal, hogy L. Machta és Hughes (1981) megállapítása szerint a vízi ökoszisztémák szennyvízterhelése és az égési folyamatok növekedése miatt 1910 és 1970 között 50 ppm-mel (ppm=milliomod) már csökkent az oxigén részaránya a levegőben. (Hemrich, D.–Hergt, M. 1974.) 1970 óta nem tudunk újabb kutatási eredményekről. Azóta az égési folyamatok növekedtek (már félmilliárd személyautó szaladgál a világban a 34 év előtti 220 millióval szemben).

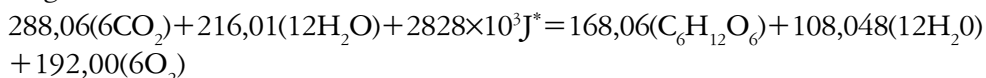
A vízszennyezés is növekedett, tehát a térfogat-hiány legalább duplájára, 100 ppm-re növekedett. Ennek valószínűségét a rohamos ütemű erdőirtás is növeli, ezért az oxigén-termelés is csökken, nem csupán a fogyasztás növekszik.

Az emberiséget azonban nem elsősorban az oxigénhiány fenyegeti, hanem a **szén-dioxid** mennyiségének rohamos növekedése, amelynek feldolgozására a csökkenő asszimilációs tevékenység nem képes.

Sok adat áll rendelkezésünkre az oxigén-felhasználásról és szén-dioxid termelésről. Tudjuk például, hogy egy ember évente 175 kg oxigént fogyaszt, miközben 332 kg szén-dioxidot lélegez ki. Tudjuk azt is, hogy ha autós kirándulást teszünk, akkor 1 kg friss oxigén belégzése érdekében – gépkocsink fogyasztása miatt – 15 kg oxigénnel kell fizetni, ha nem utazunk messzebb néhány kilométernél.

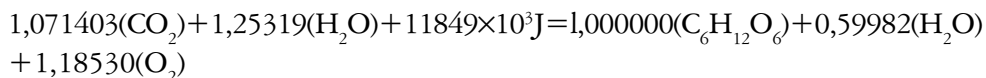
Ha válaszolni kívánunk arra a kérdésre, hogy a növényzet milyen szerepet játszik a levegő minőségében, a kiindulásnál kell kezdenünk, vagyis az asszimiláció folyamatánál.

A fotoszintézist leegyszerűsítve az alábbi módon ábrázolhatjuk molekulatömegükkel:



\* Joule fényenergia

Ebből következően 1 kg primér növényi szénhidrát mennyiségére vonatkoztatva:



A folyamat lényege, hogy 1 kg primér növényi szénhidráthoz szükség van

- 1,07 kg **szén-dioxidra**,
- 1,25 kg vízre,
- 11849 kJ fényenergiára.

A folyamat végeredménye:

- 1 kg növényi szénhidrát,
- 0,6 kg víz,
- 1,18 kg **oxigén**.

Az asszimilációs folyamat megismertet bennünket azzal, hogy adott növényzet milyen mértékben befolyásolja a levegő összetételét.

Ezzel kapcsolatban adódik egy ellentmondás. Amíg az asszimiláció jelenleg még pótolja a felhasznált oxigént, addig a közel hasonló nagyságban (1,07 : 1,18 = 0,91) feldolgozott szén-dioxid már jelentős gondot okoz. Amíg a levegőben az oxigén térfogatszázaléka 21%, addig a **szén-dioxidé csupán 0,03**, pontosabban az ezredfordulóra 360 ppm.

$$\frac{21}{0,036} = 583$$

azaz a növény szén-dioxid feldolgozása közel 600-szor nagyobb hatást gyakorol a levegő összetételére, mint az oxigén termelése. Amíg azonban az oxigén tömege a légkörben nagyjából állandó, a szén-dioxidé rohamosan növekszik. Az ipari forradalom előtti 275 ppm-ről emelkedett a mai 360 ppm szintre. A folyamat különösen az utolsó 40 évben gyorsult fel az égési folyamatok ugrásszerű növekedése miatt. A következményekre később még visszatérek.

A teljesség kedvéért közreadok egy táblázatot (1. sz. táblázat) a légkör összetételéről, Szász és Tőkei (1997) nyomán.

**1. táblázat: A levegő legfontosabb összetevői**

Megnevezés	Vegyjel	Térfogat (%)	ppm
Állandó összetevők			
Nitrogén	N <sub>2</sub>	78,084	
Oxigén	O <sub>2</sub>	20,947	
Argon	Ar	0,934	
Neon	Ne		18,18
Hélium	He		5,24
Kripton	Kr		1,14
Xenon	Xe		0,08
Változó összetevők			
Szén-dioxid	CO <sub>2</sub>		354
Metán	CH <sub>4</sub>		1,7
Hidrogén	H <sub>2</sub>		0,5
Dinitrogén-oxid	N <sub>2</sub> O		0,31
Ózon	O <sub>3</sub>		0,04
Erősen változó			
Vízgőz	H <sub>2</sub> O	0–4	0,4–40000
Szén-monoxid	CO		0,01–0,2
Nitrogén-dioxid	NO <sub>2</sub>		0–0,03
Ammónia	NH <sub>3</sub>		0–0,02
Kén-dioxid	SO <sub>2</sub>		0–0,003
Hidrogén-szulfid	H <sub>2</sub> S		0–0,003

Vegyünk egy leegyszerűsített modellt 1 hektár területre vonatkozóan, felhasználva fizikai ismeretünket, mely szerint – kissé lekerekítve – 1 kg tömegű levegőoszlop jut 1 cm<sup>2</sup> területre.

---

Ennek megfelelően 1 ha területre

	100 000 tonna	levegőtömeg jut.
Ebből:	78 000 tonna	nitrogén,
	21 000 tonna	oxigén,
	36 tonna	szén-dioxid.

Ha ezen az 1 hektár területen erdő van, akkor 1 vegetációs időszak alatt termelődik rajta

15 tonna oxigén,

és a növényzet felhasznál

13,5 tonna szén-dioxidot, ez a „nyelő” kapacitás.

Könnyű belátni, hogy a termelődő 15 tonna oxigén nem jelentős tétel a 21 000 tonna oxigénhez képest, ám **nagyon is meghatározó a 13.5 tonna szén-dioxid** a 36 tonnához képest, hiszen ez már a „norma” több mint 37 százaléka. Nem felejtethető, hogy **a növény által termelt** oxigén tiszta molekula, szemben a szennyezett levegővel. Köztudott, hogy a szennyezések közel 70 százaléka az alsó, 100 méteres léggrétegben keletkezik, míg a fotoszintézis tiszta, belélegezhető levegőt produkál.

E leegyszerűsített modellel elérkeztünk a világméretű összefüggések világából az emberi léptékű mikrovilágba, ahol szembenézhetünk a körülöttünk kialakult jelenségekkel. A globális hatások ugyanis a helyi cselekedetek eredményei. Az asszimilációs folyamatok a bennünket körülvevő fák, cserjék, pázsitfűfélék és termesztett növények zöld részeiben játszódnak el, s alakítják környezetünket.

**Az asszimiláló felületek nagyságától függ a felhasznált szén-dioxid és a felszabadított oxigén mennyisége.** Ez a kézenfekvő felismerés indította el kutatómunkámat, amely sok ezer növény vizsgálata alapján két kérdésre kereste a választ:

- Mekkora, és milyen arányban növekszik a növényzet asszimiláló felülete?
- Az adott asszimiláló felület milyen mérhető és nem mérhető hatást gyakorol a környezet elemeire?

Az első kérdésre adott válasz úgy adható meg, ha jelentős mennyiségű, különböző fajú és korú fák levélfelületét megmérjük, továbbá megállapítjuk, hogy egy négyzetméterben és egy lombköbméterben hány levél található. A lombköbméter ( $\text{lm}^3$ ) mennyiségi egységet azért kellett bevezetni, mert a fák három kiterjedés szerint növekednek; a köznyelv szerint korukkal arányosan terebélyesednek.

A mérések eredményét a 2. táblázat tartalmazza.

**2. táblázat: Levelek felülete, továbbá 1 m<sup>2</sup>-ben és 1 lombköbméterben található darabszámuk (Radó, 1986.)**

	Fa faj	1 levél felülete, cm <sup>2</sup>	db 1 m <sup>2</sup> -ben, levélszám	db 1 m <sup>3</sup> -ben, levélszám	1 m <sup>3</sup> -ben, m <sup>2</sup> felület
Kislevelűek	Robinia pseudo-acacia (akác)	6	1666	7000	4,2
	Salix alba (fűz)	12	835	4200	5
	Gleditsia triacanthos (lepényfa)	4,5	2200	9000	4,1
Középlevelűek	Acer negundo (zöld juhar)	36	278	1100	3,8
	Populus nigra (fekete nyár)	34	2290	1100	4
	Acer campestre (mezei juhar)	48	208	1040	5
	Acer platanoides (korai juhar)	64	156	700	4,5
	Fagus silvatica (bükk)	39	256	950	3,7
Nagylevelűek	Platanus hybrida (platán)	216	46	180	3,8
	Aesculus hypocastanum (vadgesztenye)	90	111	430	3,9
	Catalpa bignonioides (szivarfa)	260	38	160	4,2

A levélfelület-mérések képezik alapját a lombköbméter számításnak, így az asszimilációs produktumok lombköbméterhez köthetők. Ez természetesen a fákra és a cserjékre értendő, a pázsitfelületnél a négyzetméterre eső produktum számítható.

A perjefélékből, csenkeszfélékből és tippankeverékből álló pázsit a gondozástól függő felületet adhat. Az 1 m<sup>2</sup>-re eső fűszálak száma 15 000–40 000 között változik, így felületük 0,5–2,5-ig lombköbméternek megfelelő szolgáltatást nyújt.

1 lombköbméter asszimiláló felület 1 évi produktuma a vegetációs időszak alatt  
650 gramm oxigén felszabadítása, és  
590 gramm szén-dioxid feldolgozása.

Meg kell jegyeznem, hogy a feltalálható kutatási eredmények e számoktól kismértékben lefelé és felfelé is eltérnek. A többirányú megközelítés azonban az általam leírt számokat igazolja, és ezek felelnek meg az asszimilációs egyenletnek is.



*Csenkesz*



*Perje*



*Tilia argentea*

A fák növekedési ereje és élettartama fajonként és termőhelyenként változik, ám e változások függvényében – nagyszámú vizsgálati egyed alkalmazásával – alkalmazhatók bizonyos átlagszámok.

Íme egy számsor a különböző korú ezüsthárs (*Tilia argentea*) lombtérfogatóról és ennek megfelelő szén-dioxid feldolgozó és oxigén termelő kapacitásáról, egy vegetációs ciklus alatt (*Ld. a 3. táblázat!*).

A táblázat elé megjegyzem, hogy a városi sorfák esetében a 70 évet meghaladó kor kivételnek számít, míg országúti fasornál 90 éves kor tervezhető. A számokból látható, hogy a növekedés nem egyenletes: kezdetben 10 százalék feletti az évi ütem, 40 év felett azonban 8, 6, majd 5 százalék.



### 3. táblázat: A vizsgált ezüsthársak teljesítménye

Kor	1 m <sup>3</sup> (lombtérfogat)	CO <sub>2</sub> (kg)	O <sub>2</sub> (kg)
4 éves*	0,2	0,1	0,1
10 éves	2,0	1,2	1,3
20 éves	8,5	5,0	5,5
30 éves	22,0	13,0	14,3
40 éves	45,0	27,0	29,0
50 éves	82,0	48,0	53,0
60 éves	130,0	76,0	84,0
70 éves	205,0	121,0	133,0

\*Szabad gyökerű faiskolai szabvány sorfa.

Egy 70 éves és egy 50 éves fa fedezi egy ember évi oxigénbelégzés igényét, míg 3 db 70 éves fa az éves szén-dioxid kilégzést egyenlíti ki.

Nem érdektelen megvizsgálni, hogy milyen mértékű hatást gyakorol a levegő minőségére 1 hektár (ha) városi park növényzete évi (évenként növekvő) asszimilációs tevékenységével. A parkterület legyen 50 éves, a szakmai előírás szerint 110 fával, 150 cserjével és 6000 m<sup>2</sup> pázsitfelülettel, azaz 65 százalékos növényborítottsággal. (A fennmaradó 35 százalék út- és játszótérfelület.)

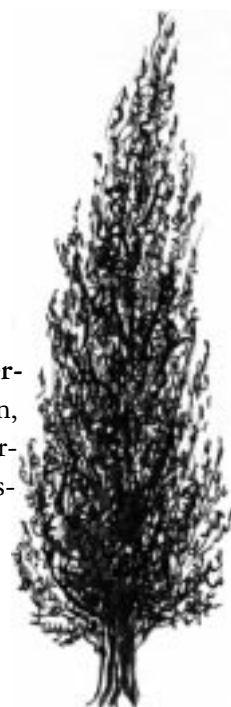
Fák (82×110)	9020	lombköbméter
Cserjék (1,5×150)	225	lombköbméter
Pázsit (1,2×6000)	7200	lombköbméter
<b>Összesen:</b>	<b>16445</b>	<b>lombköbméter</b>

Oxigén (16445×0,650) = 10689 kg, azaz több mint 10 és fél tonna

Szén-dioxid (16445×0,590) = 9702 kg, azaz közel 10 tonna

Földünk **oxigén** és **szén-dioxid** mérlegére a legjelentősebb hatást az **erdők gyakorolják**. A hatásokat két erdész kutatóval (Dr. Madas Katalin, Siklósi Engelbert) vizsgáltam, támaszkodva Járó Zoltán és Márkus László erdőérték-számítási eredményeire. Az erdők esetében több tényezőt kellett vizsgálnunk, mint a települési zöldfelületek esetében. Számításba kellett venni

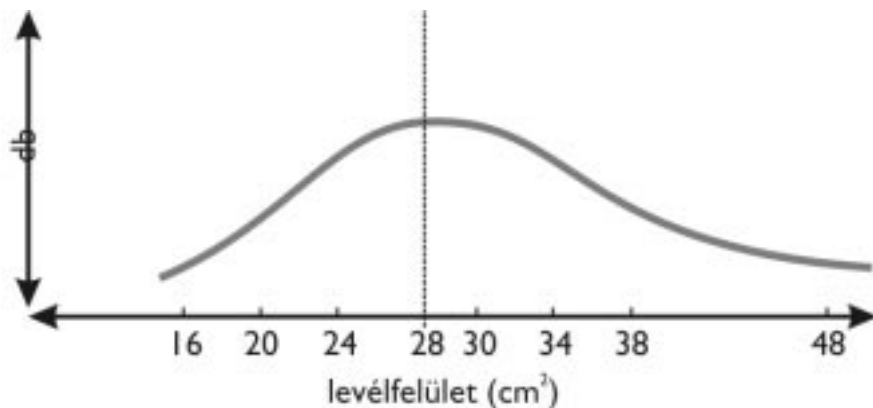
- az erdők korát,
- élőfa készletét,
- termőhelyét,
- a fák fajtát,
- a záródási százalékot, és
- a törzsszámot.



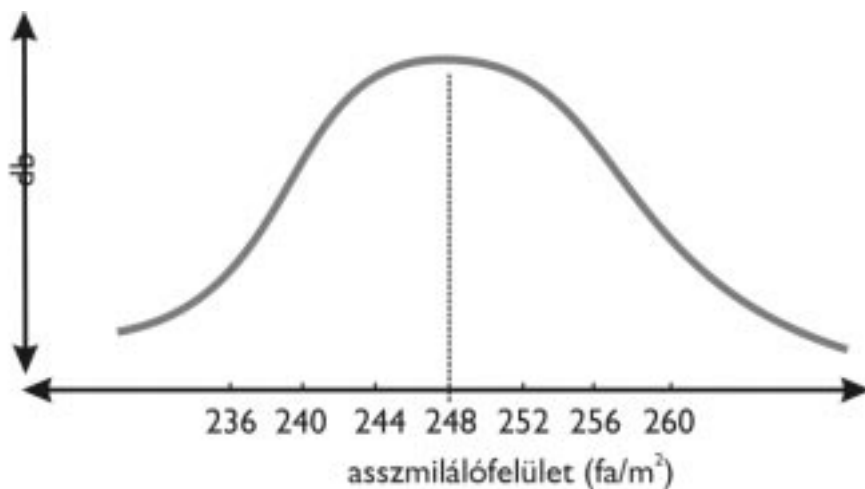
*Jegenye-nyár*

Nyilvánvaló például, hogy záródott erdőállomány esetében egy fa ki-  
sebb asszimiláló felülettel bír, mint a szabadon álló példány, de a nagyobb törzsszám miatt  
1 ha fotoszintetikus teljesítménye nagyobb. A vizsgálatot ez esetben is a levélfelüle-  
tek mérésével kellett kezdeni (1. és 2. ábra).

**1. ábra: A gyertyán levélfelületeinek eloszlása 50 mérés alapján**



**2. ábra: 50 éves bükkfák asszimiláló felületei ~42 mérés alapján**



Amíg a gyertyán esetében különböző korú fák leveleit vizsgáltuk, s egy lapí-  
tott haranggörbét kaptunk, addig a bükk esetében azonos korú fák leveleit mér-  
tük, ekkor a Gauss görbéhez hasonlóan szemléltetett eredményhez jutottunk. A 2.  
ábrából az is kiderül, hogy a szabadon álló 50 éves fánál megfigyelt 82 lomb-  
köbméter helyett az erdőben csupán 67 a megfelelő adat. (Ez úgy számítható ki,  
hogy a bükk átlagos asszimiláló felületét –  $248 \text{ m}^2/\text{fa}$  – elosztjuk a fajra jellemző  
 $\text{m}^2/1 \text{ m}^3$  aránnyal, azaz 3,7-del.)

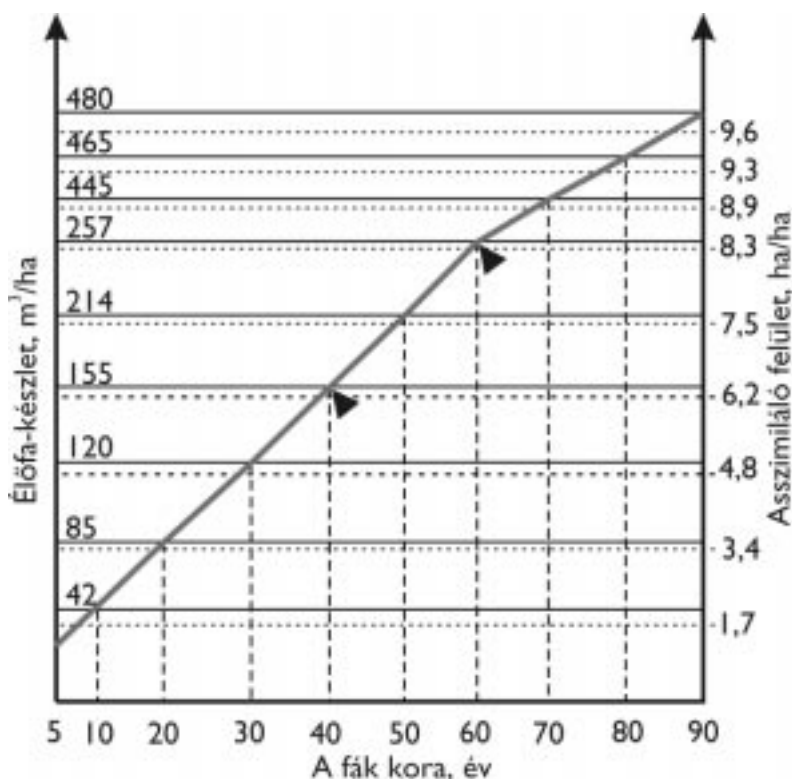
Figyelemmel kellett lenni arra is, hogy egyes fafajok vágásérettségi ideje igen tág határok között változik. Így például az akác és a nyár vágásérettségét 40 év alatt éri el, míg a bükk, a tölgy és a gyertyán vágásérettsége a 100 évet is meghaladja. Tekintve, hogy az asszimiláló felület növekedése korrelációban van a fatömeg növekedésével, erre is figyelemmel kellett lenni.

A zárt erdőállományokat időnként füves, cserjés tisztások szakítják meg, ezért minden megfigyelt területnél vizsgálni kellett a záródási százalékot is. Ha 100-nál kisebb záródási arány adódott, akkor az asszimilációs felület számításnál a fák lombfelületéhez hozzá kell adni a tisztások asszimiláló felületét is.

A hosszú tenyészidejű bükk vagy gyertyános, tölgyes állománynál megfigyeltük, hogy a fák növekedése és ezzel asszimilációs felületük az idővel nem arányosan növekszik. 40 éves korig a növekedés viszonylag gyors, átlagosan évi 3 százalék, majd 40 és 60 között lelassul évi 2,5 százalékra, míg 60–90 között már nem éri el az évi 2 százalékot. 90 év után a lombok összezáródnak és a fatömeg még növekszik, de az asszimiláló felület már nem, mert a levélernyő már betérítette a területet.

A 3. ábra hármass összefüggést mutat a fák kora, fatömege és hektárban kifejezett asszimiláló felülete között.

**3. ábra: Összefüggés a fák kora, fatömege és asszimiláló felülete között**



Az ábrához néhány megjegyzés kívánczik. Az erdők kora és hektárban kifejezett asszimiláló felületén kívül a függőleges tengelyen szerepelnek a kapcsolódó fatérfogat adatok is. Ennek nem csupán gazdasági oka van. A növények – köztük a faanyagok is – bomlásuk során felhasználják az általuk a vízből felszabadított oxigén egy részét. Ez a lágyszárú növények vagy korhadó falombok esetén 1 év alatt is megtörténhet. A fáknál ez csak korhadásuk során következik be, esetleg csak 10 év múlva, de a hosszabb tenyészidejű növények esetén (mint a szálkásfenyő, *Pinus erastita* vagy a mamutfenyő, *Sequoia gigantea*) a folyamat az 1000 évet is meghaladhatja. Ebben az esetben a fák gyakorlatilag oxigén-konzerveknek tekinthetők.

A fákról még az is tudnivaló, hogy éjjel – nem lévén fotoszintézis – gyökérlégzésük útján szabályosan lélegeznek, azaz oxigént használnak fel és szén-dioxidot bocsátanak ki. Az arány azonban 10:1-hez a növény oxigén-produktuma javára. (Hemrich, D. – Hergt, M. 1994.) A növény oxigén-teljesítményét mindig az ön-felhasználás levonásával adom meg.

Az erdő fejlődésénél figyelembe kell venni, hogy annak telepítése egyéves csemetékkal kezdődik, de az évek során a tőszám állandóan csökken, miközben a területegységre (1 hektár) jutó fatömeg és az asszimiláló felület növekszik. (Ez a 3. ábrából is kiolvasható.) Rendszerint 10 000 db 1 éves csemetét telepítenek, de a vágásérettség idején a tőszám 1000 db/ha mennyiség alá csökkenhet. Azaz 10 ezer csemetéből 9 ezer nem éri el a vágásérettséget. Adott területen ilyen sűrű ültetvény nem is fejlődhetne ki. A felsorolt tényezők és a megvizsgált erdőterületek tanulmányozása során arra az eredményre jutottunk, hogy az erdők asszimilációs kapacitását hektárban célszerű kifejezni.

Az erdők CO<sub>2</sub> és O<sub>2</sub> kapacitását 20 évesnél fiatalabb és 90 évesnél idősebb erdőállomány esetében nem érdemes vizsgálni, mert a húsz évnél fiatalabb csak cserje-állománynak számít, a 90 évesnél idősebb esetén pedig a záródás miatt nem növekszik az asszimiláló felület.

A magyarországi erdőállomány zöme tölgyfajokból tevődik össze, amelyek rendszerint gyertyános-tölgyes állományt képeznek. A tölgyeseket követik a bükk-erdők, amelyek a legtöbb esetben tiszta társulások, ezért elsősorban ezt választottuk vizsgálatunk tárgyául. A 4. táblázatban közöljük a kapott eredményeket.

Megoldó képlet:

$$\frac{\text{Asszimiláló felület m}^2}{3,7} \times 0,590 = \text{CO}_2 \text{ kg}$$

$$\frac{\text{Asszimiláló felület m}^2}{3,7} \times 0,650 = \text{O}_2 \text{ kg}$$

Egy ha erdő teljesítménye tehát CO<sub>2</sub> esetében 5,4 tonnától 15,3 tonnáig terjed, O<sub>2</sub> esetében pedig 5,9 tonnától 16,8 tonnáig. Az adatok összhangban vannak Lieh – Whitakker – Likens – Odum kiinduló számításaival. (1975, New-York.)

#### 4. táblázat: Bükkerdő teljesítménye 100%-os záródás esetén

Kor	Asszimiláló felület (ha/ha)	CO <sub>2</sub> (kg)	O <sub>2</sub> (kg)
20 éves	3,4	5422	5973
30 éves	4,8	7654	8432
40 éves	6,2	9886	10892
50 éves	7,5	11959	13175
60 éves	8,3	13235	14581
70 évesű	8,9	14191	15635
80 éves	9,3	14829	16337
90 éves és idősebb	9,6	15308	16884

A teljesség kedvéért következzen két példa a 100 alatti záródási százalék egy hektárra jutó fotoszintetikus teljesítményére. (1989. évi felmérések.)

Ócsa, Mádencia-erdő, 9/A erdőrészlet, 40 éves, 90%-os záródás

	CO <sub>2</sub> (kg)	O <sup>2</sup> (kg)
<b>Fák</b>		
(9886 x 0,9)	8897	
(10892 x 0,9)		9802
<b>Gyepszint</b>		
(1000 x 0,590)	590	
(1000 x 0,650)		650
<b>Összesen:</b>	<b>9487 kg</b>	<b>10452 kg</b>

Pilisszentiván, Kis Szénás, 7/G erdőrészlet, 50 éves, 80%-os záródás

	CO <sub>2</sub> (kg)	O <sup>2</sup> (kg)
<b>Fák</b>		
(11959 x 0,8)	9567	
(13175 x 0,8)		10540
<b>Gyepszint</b>		
(2000 x 0,590)	1180	
(2000 x 0,650)		1300
<b>Összesen:</b>	<b>10747 kg</b>	<b>11840 kg</b>

Megjegyzés: A fák esetében a záródási százalék együtthatójával csökkentett évi produktumok szerepelnek, az erdei pázsitot pedig 1 m<sup>2</sup>/lombköbméter adattal számítottam ki.

---

Az eddigiekben a **fák**, a **cserjék** és a **gyepszint** fotoszintetikus produktumát tárgyaltuk. Az oxigén termelés és a szén-dioxid elnyelés azonban az összes növényzet életfolyamatához kötődik, így részt vesz benne a **szántóföldi növénytermesztés**, az **óceánok élővilága**, a **folyókák**, és jelentős mértékben a **mocsarak** is.

A teljesség kedvéért felsorolom a Föld vegetáció típusainak évi átlagos  $O_2$  és  $CO_2$  produktumát (tonna/hektár mértékben) átlagosan, valamint a Föld egész területére vonatkoztatva. Az adatok közel harminc évesek, és azóta az erdők területe jelentősen csökkent. E tény az összes produkció adatait érinti, de az átlagos hektáronkénti hozamokat nem befolyásolja.

Az összefoglaló táblázat lehetővé teszi a produktumok megközelítő pontosságú kiszámítását bármilyen térszerkezetre (*Ld. 5. táblázat!*). (Ghimessy, 1984. és Lieth–Whittacker 1975)

A beépített terület – mintegy 3 millió  $km^2$  – eloszlik a növénykultúrák között. további 5–7 millió  $km^2$  út stb. szintén nem szerepel külön tételként a táblázatban.

Az 1997-ben megjelent „Meteorológia” c. szakkönyv már csökkenő  $CO_2$  felhasználásról számol be, azaz 181 milliárd tonna helyett legfeljebb 160 milliárd tonnáról. Ez egybevág a Global Environmental Issues című könyv (Smith és Warr, 1991.) elemzésével, amely 1956 és 1990 között 310 milliomodról 360 milliomodra becsülte a légkör  $CO_2$  tartalmát.

Az ipari forradalomhoz képest 30 százalékkal növelt  $CO_2$  feldúsulásból 19 százalékra tehető az égési folyamatokból származó többlet, míg 11 százalék a fogyasztó növényzet csökkenő asszimiláló tevékenységnek tudható be.

A  $CO_2$  részarányának növeléséről már korábban említést tettünk, a következőket pedig a következő fejezetben elemezzük.

## 1.2. A növényzet szerepe a klíma alakulásában

A növényzet meghatározó szerepet játszik a **mikro- és mezoklímában**, fogyása pedig drámai változásokat indított el a **makroklímában**.

### 1.2.1. Mikroklíma

Térjünk vissza a meghatározó folyamathoz, a fotoszintézishez. A folyamatból eddig csak a két gáz-halmazállapotú elemet tárgyaltuk, az  $O_2$ -t és a  $CO_2$ -t. A mikro, vagyis a helyi klíma kialakulásában azonban szerepet játszik két nélkülözhetetlen tényező is, mint a **fény** és a **víz**.

A **fény** a fotoszintézis előfeltétele. Hatása szabad szemmel is látható a fák, cserjék és a szobanövények fejlődésében, a **fény felé törekvésükben**. Ugyanazon fason belül fejlettebb lombkoronával találkozunk az utcasarkokon, vagy a parkok szabadon álló fáin, mint a házak által leárnyékolt fáknál.

5. táblázat: Glóbuszunk évi CO<sub>2</sub> és O<sub>2</sub> produktuma 1970-ben (Radó, 1999.)

Vegetáció típus	Terület 10 <sup>6</sup> km <sup>2</sup>	CO <sub>2</sub> tonna/ha	O <sub>2</sub> tonna/ha	CO <sub>2</sub> 10 <sup>9</sup> összes tonna	O <sub>2</sub> 10 <sup>9</sup> összes tonna
Trópusi erdők	20	21,57	23,71	43,14	47,41
Mérsékelt égövi erdők	18	14,02	15,41	25,24	27,74
Boreális erdők	12	8,64	9,48	14,91	16,38
Ligeterdők és bozótterületek	7	6,47	7,11	4,53	4,98
Trópusi szavannák	15	7,55	8,3	11,33	12,45
Tundrák és alhavasi területek	8	1,51	1,66	1,19	1,30
Mérsékelt égövi füves területek	9	5,39	5,93	4,85	5,33
Félsivatagok	18	0,78	0,84	1,40	1,54
Homok, szikla és jégsivatagok	24	0,03	0,04	0,08	0,08
Szántóföldek	14	6,74	7,7	10,25	11,26
Tavak, vízfolyások	2	5,39	5,93	1,08	1,19
Mocsarak	2	21,57	23,71	4,07	4,47
Kontinensek összesen	149			122,06	134,13
Nyílt óceánok	332	1,35	1,48	44,76	49,19
Kontinentális platók	27	2,83	3,11	10,25	11,26
Parti zónák és torkolatok	2	18,84	20,71	4,31	4,74
Tengerek összesen	361			59,32	65,19
Földünk összesen	510 millió km <sup>2</sup>			181,38 milliárd tonna	199,32 milliárd tonna

A legszemléletesebb példát a fenyőerdők nyújtják, amelyek szoros lombzáródásuk folytán elzárják a fényt, így alattuk aljnövényzet nem fejlődik ki.

A fényre természetesen az élővilág főszereplőjének, az emberiségnek is szüksége van. A téli, tavaszi és őszi időszakokban kívánjuk a napfényt, kánikulában viszont menekülünk előle. A növényzetnek mindkét igényt ki kell elégítenie, ezért a városi zöldfelületeket úgy alakítják ki, hogy optimális arány legyen a fény és az árnyék között. Ezért a parkokban 110 fa/ha az optimális mérték, míg parkerdőben 500 fa/ha, azaz csaknem ötszöröse. Az árnyékterület a tangens tétellel is kiszámítható. Ormos Imre professzor – aki hazai kerttervezésünk atyjának tekinthető – március–szeptember hónapokban átlagosan 48 fokot tekint mérvadónak, ami az

---

árnyékterület 1,11-szeresének felel meg. A számítást beállt ültetvényre kell számítani, ami 25–30 éves fákra érvényes.

**A napsütés elleni árnyékot**, mint a fák szolgáltatását előszeretettel vesszük igénybe a nyári melegben. A hőmérséklet tudvalevően a napsugár beesési szögétől és nem – mint sokan gondolják – a Naptól való távolságunktól függ. (Történetesen télen közelebb vagyunk a Naphoz, mint nyáron.) Június 22-én délben például a napsugár 67°-os szögben éri Budapestet. Ha a nap ilyenkor a déli fekvésű 20°-os lejtőre süt, akkor a két érték összeadódik, és így közel 90 fokos, „egyenlítőihez” hasonló besugárzást kapunk. Az északi lejtő szöge természetesen levonódik a napsugár beesési szögéből, így érthető, hogy például a Gellért-hegy északi lejtőjén a finnországihoz, déli lejtőjén pedig a marokkóihoz hasonló arid mikroklíma alakul ki.

Meghatározó hatást gyakorol a mikroklímára a fotoszintézis által **felhasznált és felszabadított víz**.

Az 1 kg nettó primér szénhidrát asszimiláció során – mint korábban kimutattuk – 1,25 kg víz vesz részt a folyamatban, a fotolízisben, amelyből 0,62 kiló beépül a cukorvegyületbe, míg 0,60 kg felszabadul. A felszabaduló víz, különösen öntözéssel kiegészítve, jelentősen csökkenti a hőhatást. A gyepek esetében 8–10 °C különbség is adódhat a burkolt környezethez képest, míg a fák árnyékában 10–13 °C-kal alacsonyabb hőmérséklet alakulhat ki. Ennek messzeható következménye van nem csupán a mikroklímára, hanem a mezoklímára is. A növények párolgása – szaknyelven transpirációja – azért csökkenti a hőmérsékletet, mert a párolgás hőelvonással jár, a burkolt felületen viszont nincs párolgás, így hőelvonás sincs. Más szóval a fák a párologtatáshoz szükséges energiát környezetüktől vonják el, így idézik elő az adott helyen a kellemesebb klímát.

A párologtatási energia roppant nagyságát akkor mérhetjük fel, ha tudjuk, hogy egy gramm 20 °C-os víz gőzzé alakításához 2453,5 joule (586 kalória) szükséges, márpedig egy fás terület évente négyzetméterenként 300–400 liter vizet is elpárologtat (Bernatzky), amelyhez 732,7–919,7 ezer kJ (175–234 ezer kcal) energia szükséges.

Ezen az adaton keresztül eljutottunk a klímaszabályozás egy másik fontos eleméhez, a **légnedvesség** növeléséhez. A fák által produkált 5–6 százalékos páratartalom-növekedés nem csekély, ha figyelembe vesszük, hogy a városok szélsőségesen alacsony páratartalmú körzeteiben a legtöbb az orr- és garatmegbetegedések száma.

Német kutatók a belvárosi fatelepítések mikroklíma-javító hatásának igazolására méréseket végeztek Aachen város két terén. Megmérték a napsugárzás nagyságát szabad területeken, a fák alatt, és az épületek árnyékában. Ugyanezen pontokra vonatkoztatva elkészítették a sugárzási mérleget, amely azt mutatja, hogy az adott terület sugárzásmennyisége miként használdik el, verődik vissza, vagy



nyelődik el a különböző felületeken. Vizsgálták ezenkívül a hőmérséklet, a légnyomás és a szélmozgás alakulását is. A vizsgálat eredményei az előzőekben közöltekhez hasonló mértékű klímajavító hatást igazoltak. Mivel ezek az adatok bizonyító erejűek, érvként felhasználhatóak a városi fákért folytatott vitákban.

Schulze német kutató Schleswig-Holstein tartományban a **napsugárzást** vizsgálta, és kimutatta, hogy egy négyzetméteren a besugárzásból egy év alatt 1553,3 kJ marad. A budapesti adat 1758,5 kJ, ami a beeső és szórt sugárzásból megmarad a visszavert sugárzás és effektív hőkisugárzás után. Mi lesz ezzel a maradvánnyal? Természetesen mind elhasználandó, éspedig 1256 kJ párolgásra, 21 kJ a hóolvadásra, 481,5 kJ pedig a levegő melegítésére.

Ez az üvegház-hatás előtti mérleg.

A párolgásra elhasznált hő mennyisége függ attól is, hogy az adott növényfaj levele mennyire áttetsző, mennyit nyel el (abszorbeál), és mennyit ver vissza (albedo). E három tényező együttesen adja a lombozatot érő sugárzás megoszlását.

Ormos Imre az alábbi táblázatot közli a „Kerttervezés története és gyakorlata” című munkájában:

**6. táblázat: Fák és cserjék viselkedése a hősugarakkal szemben (Megoszlási arányok)**

Fa- és cserjefajták neve	Áttetszőség	Abszorpció	Visszaverés (albedó)
<i>Betula verrucosa</i> , Bibircses nyírfa	6,5	55,5	38,0
<i>Crataegus sanguinea</i> , Szibériai galagonya	1,0	62,0	37,0
<i>Quercus robur</i> , Kocsányos tölgy	8,5	41,0	50,5
<i>Aesculus hippocastanum</i> , Vadgesztenye	10,0	33,5	51,5
<i>Acer platanoides</i> , Platanlevelű juhar	6,0	44,0	50,0
<i>Tilia euchkora</i> , Krimi hárs	5,0	72,0	23,0
<i>Alnus glutinosa</i> , Mézgás égerfa	5,0	58,0	37,0
<i>Populus tremula</i> , Rezgő nyár	9,5	29,0	61,5
<i>Juglans mandshurica</i> , Mandzsuri dió	1,0	71,0	28,0
<i>Syringa josikaea</i> , Jósika-orgona	5,0	63,0	32,0
<i>Populus balsamifera</i> , Balzsam-nyár	5,5	55,0	39,5
<i>Prunus padus</i> , Májusfa	2,0	78,5	19,5
<i>Malus baccata</i> , Bogyós dísz-alma	10,0	36,5	53,5

A növényzet jelentős hatása a mikroklímára a **relatív páratartalom alakulása**, azaz a nedvességtartalom százalékos aránya az adott hőmérséklethez képest. Az ember komfortérzésének leginkább a 60-70 százalékos páratartalom felel meg,

---

amely száraz levegőben, az alsó tartományban 30–40 százalék alá, míg páratelt környezetben 80 százalék fölé emelkedhet. A növényzet transzpirációs tevékenysége a páratartalom növelésével fokozza az ember komfortérzetét, megóvjaa a száraz környezet kellemetlenségeitől.

A fény- és hőviszonyok, a sugárzás kiegyenlítő hatása, a párolgás és a relatív páratartalom alakulása mellett a növényzet jelentős hatást gyakorol a légmozgásra, ám ezzel elérkeztünk a mezoklímára gyakorolt hatásmechanizmushoz.

### 1.2.2. A mezoklíma

Az elnevezésből kiderül, hogy a mikroklimánál nagyobb, a makroklimánál kisebb köztes térszerkezeti elemet vizsgálunk, amely lehet egy város sajátos éghajlata, vagy egy vegetáció típusa, mint például egy hegyvidék, folyópart, mocsár vagy vízfelület. Tekintve, hogy hazánk lakosságának már 63 százaléka lakik városokban, indokolt, hogy elsősorban a városok mezoklimáját vegyük górcső alá. (Csúpan érdekességgként jegyzem meg, hogy a városok a Föld felszínének mindössze 2 százalékát foglalják el, de erőforrásainak 75 százalékát fogyasztják el.)

A városok mezoklimájára természetesen hatnak a növényzetnek a mikroklimánál már megismert hatásai, ezen túl azonban jelentkezik egy meghatározó elem, a különleges légáramlatok.

A szélesebbség a városokban általában jelentősen csökken. Ennek oka a felszín tagoltságával összefüggő nagyobb felszínközeli sűrűlódás. Számszerűen a szélesebbség évi átlagos értéke a felszín közelében 20–30 százalékkal, a heves széllesek sebessége pedig 15–20 százalékkal kisebb, mint a külterületeken. Ugyanakkor a szélcsendes esetek száma 5–20 százalékkal nagyobb.

A szél mérséklődése azonban általában nem kedvező a városok klímája szempontjából, sőt, mivel romlanak a talajszint közelében a levegőbe jutó szennyező anyagok felhígulásának feltételei, kifejezetten kedvezőtlen hatású.

A nagyvárosok sajátos hőgazdálkodásának tulajdonítható a városi cirkulációs rendszer kialakulása. E jelenség Budapesten is kimutatható, elsősorban anticiklonális időjárási helyzetekben, és főleg a keleti, délkeleti peremterületek felől az esti-éjszakai órákban. Akkor ugyanis a „hősziget” intenzitása erősebb, a talajközeli légáramlások a városközpont felé irányulnak. A magasabban (kb. 200 m fölött) kifejlődő ellentétes áramlási ág révén zárt cirkulációs cella alakul ki. A városi szélrendszer jelentős szerepet játszhat a belső területek szennyezett levegőjének felfrissítésében.

A városi cirkuláció évszakosan a nyári és őszi hónapokban, napszakosan 20–22 óra között a leggyakoribb.

A városok belső terének szélviszonyait vizsgálva azonban rögtön kiderül, hogy az általánosan megfogalmazott törvényszerűségek a várost mint egységes egészet

---

értelmezve érvényesek. Az eltérő irányú utcák, a rendszertelenül elhelyezkedő és méreteikben is különböző terek, a változatos vízszintes és függőleges kiterjedésű épülettömbök a szélviszonyokban is mozaikszerű elrendeződést alakítanak ki. A város légtereinek egyes részeiben a szélirány és a szélsébség időnként éppoly nagy különbségeket mutat, mint a hőmérséklet.

Egy magas házakkal szegélyezett, teljesen beépített szűk utcában a szélirány- gyakoriság az utca vonalvezetése által meghatározott két főirány majdnem kizárólagos uralmát mutatja. Az ilyen utcákban az eredeti szélirány úgy módosul, hogy belesimul az utca vonalába, s annak két lehetséges iránya közül az eredeti iránnyal kisebb szöget bezáró utcairánynak megfelelő lesz. Minél kisebb az utca és a tényleges szélirány vonalvezetése közötti különbség, annál jobban érvényesül a szél eleje az utcában. Ezzel függ össze, hogy az uralkodó szél irányába futó, magas házakkal szegélyezett utcák általában szeleknek minősülnek a többihez képest. A csatornahatás ez esetben még fokozza is a szélsébséget.

Mérésekkel kimutatták, hogy a városi utcák járdáin 10-50 százalékkal kisebb az átlagos szélsébség, mint az úttest közepén. Fasorral szegélyezett utcákon a tenyészidőszakban a légmozgás 20-30 százalékkal mérséklődik.

**A növényzet függőleges légmozgást indukáló hatása ugyanis abban mutatkozik meg, hogy a transpiráció hatására hűvösebbé váló levegő (nehezebb lévén) helyet cserél a könnyebb meleg levegővel, amely a burkolt felületeken még jobban felhevül.**

Ez a légcseré – egyéb jótékony hatása mellett – kitolja a szennyezett levegőt a városból. Szemléltető modellek erre nézve: Budapest és Pécs. A budai hegyek és a Mecsek maradék növényzete így szolgálja a szennyezés egy részének kiűzését Pest és Pécs belvárosából. Ezt a hatást is csökkenti a Budai hegyvidék és a Mecsek oldalának beépítése, amely növénypusztítással jár. A folyamat óhatatlanul a mikro- és mezoklíma jelentős romlását okozza.

A jótékony szélhatás függ

- a település méretétől,
- a zöldfelület méretétől, és
- a már említett beépítési és domborzati viszonyoktól.

Általánosságban megfogalmazhatjuk, hogy kis település esetén 2 km/óra szélsébség is elegendő; közepméretű városban 5 km/óra sebesség hozhat eredményt, míg egy Budapest méretű nagyvárosban 9 km/óra sebesség tisztíthatja meg a város központjában kialakult hőszigetet. A szélhatáshoz megfelelő méretű zöldfelület szükséges, amelynek mérete legalább 5 hektár. A budapesti Köztársaság tér például 5,5 hektár; ez az alsó méret, amelytől felfelé egy fásított tér már parknak nevezhető.

A városépítésben gyakran elkövetik azt a hibát, hogy az uralkodó széljárásra merőlegesen épületet emelnek, amely nemkívánatos szélfogónak minősül. A szél-

---

irányra merőlegesen épített ház kedvezőtlen hatása kiszámítható, ha a ház felületét megszorozzuk az irányadó, azaz átlagos szélességgel. Ha például Budapesten az északnyugati zöldfolyosóval szemben – mondjuk a Széna téren a fásított tér helyén építenek egy házat, akkor a számítás a következő:

A ház hossza 90 méter, magassága 22 méter, így felülete  $(90 \times 22) = 1980 \text{ m}^2$ . az átlagos szélesség 5 km/óra, azaz 5 000 méter/óra.  $1980 \times 5000 = 9\,900\,000$ , tehát óránként közel 10 millió köbméter levegőt tart vissza Budapest egyik legszennyezettebb városrészén egy közepes méretű épület.

A szélgtátlás mértékének általános képlete:

Felület ( $\text{m}^2$ )  $\times$  szélesség (méter/óránban) = levegő (köbméter)

Városokon kívüli mezoklimákban a növényzetnek fontos szélvédő funkciója is működik, ám ezekről bővebbet a maga helyén.

### 1.2.3. A makroklíma

A makroklíma alakulásának, azaz az éghajlatváltozásnak, két fő oka van:

- az égési folyamatok rohamos növekedése, valamint
- a növényzettel fedett területek, főleg az erdők fogyása.

400 millió évig – amióta a légkör összetétele stabilizálódott – nem volt különösebb baj, mert a lassú égési folyamatokat (légzés) és a gyors égési folyamatokat (tüzek, vulkánkitörések), valamint a szerves bomlási folyamatokat bőven ellensúlyozta a növényzet és a tengerek algáinak szén-dioxid feldolgozó kapacitása. Az emberiség jól elboldogult a levegő mintegy 250 milliommód  $\text{CO}_2$  részarányával. Majd a XVIII. században, az ipari forradalom idején elkezdtek bányászni a szenet. Ekkor megindult egy lassú növekedés, amely a XX. század elejére 300 milliommódra növelte a légkör szén-dioxid részesedését.

Századunkra az ipar fejlődése felgyorsult, és ehhez járult az „oxigénfaló” és „szén-dioxid gyártó” autók megjelenése. 1900-ban még néhány ezer autó közlekedett a világon, 1950-re a személyautók száma közel 10 millióra növekedett, 2000-re pedig meghaladta az 500 milliót, azaz a félmilliárdot. A szén-dioxid arány az eddigi lassú növekedés helyett „ügetésre” váltott: az 1968 évi 310 ppm-ről 360 ppm-re növekedett.

**Az utolsó negyven év alatt a légköri szén-dioxid mennyisége annyit növekedett, mint előtte 240 év alatt!**

Amíg 1720-tól 1958-ig az évi növekedés üteme 0,2 ppm volt, 1958 óta ez a szám 1,5 ppm évenként, ami 3 milliárd tonna  $\text{CO}_2$ -nek felel meg. Mivel a fogyasztó növényzet ezt a növekedést már nem tudja ellensúlyozni, ezért, valamint egyéb emberi tevékenység miatt kialakult egy gázokból képződött újabb ernyő, amely a sugárzásokkal szemben üveggént viselkedik (üvegház hatás). Azaz, ez az ernyő a napból érkező rövidhullámú sugarakat átengedi, a talajról visszaverődő hosszú-

---

hullámú sugarakat azonban már nem, így azok egy része itt marad a bioszférában, az éghajlat felmelegedését okozva.

A Global Environmental Resources (Smith, Warr, 1991.) közli e bizonyos „üvegbúra” összetételét:

Szén-dioxid	55 %
Metán	15 %
Klór-fluór vegyületek	24 %
Nitrogén-oxid	6 %
	<hr/> 100 %

A globális fölmelegedés ténye mára már egyértelmű, annak minden mérhető következménye egyre gyorsabb és halmozottabb, ezért a világnak erre a tényre fokozottan kell figyelnie. Az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányközi Bizottsága, az IPCC (United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change) – amely a világ 2000 vezető tudósából áll – 1995-ben arra a következtetésre jutott, hogy a globális fölmelegedés valóságos, komolyan veendő és egyre gyorsuló jelenség.

Megállapították, hogy ennek feltehetően **elsődleges oka az emberi tevékenység: a szén az olaj, a földgáz elégetése**, és más, üvegházhatást kiváltó gázoknak a kibocsátása, melyek együttes hatására a légkörben **növekszik a szén-dioxid mennyisége**.

1997 végén a japán Kiotó városa adott otthont 167 ország képviselőjének, akiknek feladata egy olyan megegyezés létrehozása volt, amelynek eredményeképpen lelassulhat a globális fölmelegedés. A legkülönbözőbb tudományos vizsgálati adatok (ilyenek: pollen-analízis, jégfuratok, évgyűrű-analízis, felszíni hőmérséklet-mérések, műholdas felvételek, légköri mérések és egyéb segédeszközökkel és technikákkal kapott adatok) alapján meggyőzően állítható, hogy az időjárás-változás a Föld minden országát és térségét érinti.

1997 a történelem legmelegebb éve volt. A 6 eddig ismert legmelegebb év a kilencvenes években fordult elő. A trópusok legnagyobb része melegebb és szárazabb lett. Különösen Nyugat-Afrikában és Indonéziában terjeszkednek a sivatagos területek. Az 1994-es években Dél-Afrika gabonahiánytól, vízhiánytól és a század 6 legmelegebb évének együttes hatásától szenvedett. Mongólia déli részén, a Góbi sivatagban lényegesen kevesebb eső esett nyáron, az utóbbi 30 évben. A sivatagosodás Európára is kiterjedt. 20 százalékkal kevesebb eső esett a mediterrán országokban. Spanyolország 1991 óta folyamatos aszálytól szenved. Görögország legnagyobb folyójának, az Achelóosznak vízhozama az utóbbi 4 évben 40 százalékkal csökkent.

**Az óceánok hőmérséklete emelkedik.** A tengerek szintje átlagosan 10–25 centiméterrel emelkedett a múlt századi értékekhez képest. A Föld 80 százalékán a partok erodálódnak, gyakran évi egy méteres sebességgel. A dagály emelkedő szintje veszélyezteti számos alacsonyan fekvő korallszigeten élő nemzet létét (ilyenek: a Marshall szigetek, Anguilla, Tokelau és a Maldivák). A Csendes óceán felszínének

---

hőmérséklete Kalifornia nyugati partjai mentén 1,5 Celsius fokkal emelkedett, a táplálékláncban kulcsfontosságú zooplankton drasztikus csökkenését okozva, a sardella populáció összeomlását és négymillió madár pusztulását hozva magával.

Az óceánok melegedése elvezet bennünket az **egyre sűrűbben előforduló és minden eddigénél pusztítóbb erejű hurrikánok, tájfunok kialakulásának magyarázatához.**

Vegyünk egy példát. Fogadjunk el egy szerény becslést, hogy az Egyenlítő vidékén csupán 1 Celsius fokkal növekedett a tengervíz hőfoka, és **vegyük elő fizikai alapismereteinket.** Ha az Egyenlítő távolságából levonjuk a szárazföldeket (Dél-Amerikát, Afrika darázsderekeit, valamint Szumátra, Borneó, Celebesz szigeteket) több mint 30 000 kilométer marad, ahol az Egyenlítő óceánokat szel át. a melegedést szerényen 500 méter mélységig számolva (a valóságban több, mintegy 800 méteren is mérték a magasabb hőfokot) **15 000 köbkilométer víz hőtöbbletével kell számolni 1 km széles sávban.**

1 kg víz 1 Celsius fokkal való felmelegedéséhez 4,18 kilojoule hőmennyiség szükséges. Ha az egyszerűsítés érdekében 1 liter (1 dm<sup>3</sup>) vizet 1 kg tömegűnek számítok (noha ez csak 4 C° esetében azonos), akkor

**1 köbkilométer víz 1 C° fok melegedéséhez 4,18×10<sup>15</sup> J, azaz 4,18 petajoule hőmennyiség szükséges.**

**15 000 köbkilométerhez pedig 15.000×(4,18×10<sup>15</sup>)=62,7×10<sup>18</sup>, azaz 62,7 exajoule hőmennyiség.**

Összehasonlításul ez hazánk 60 évi energiafelhasználásának felel meg.

Mivel 1 joule energia = 1 N×m, ez 62,7 exanewton erőnek felel meg. Köztudott, hogy 1 N az az erő, amely 1 kg tömeget 1 méter/s<sup>2</sup> sebességre gyorsít 1 másodperc alatt. Nehéz elképzelni, hogy 62,7×10<sup>18</sup> N milyen roppant erőt képvisel, ám hatása érzékelhető az egyre sűrűbben jelentkező hurrikánok és tájfunok pusztításaiban. És ez még nem minden.

Az óceánok miatt ily mértékben felmelegedett és ezért ritkább és könnyebb levegő a földgömb forgása révén összeütközik az Északi és Déli sarkokról lezúduló hideg levegővel. Ennek következménye a hurrikánok, tájfunok keletkezése, melyek szélsősebessége meghaladja a 200–300 km/óra értéket, az előbbi számítások fényében nem véletlenül. A domborzati viszonyok – észak-déli hegyvonulatok – különösen sebezhetővé tették az USA Sziklás hegység és Appalache hegység közti területét, valamint az Egyenlítő-közi Indonéziát és a Fülöp szigeteket, ahol a forráság miatt gyakoriak az erdőtüzek is. Az erdőpusztítás miatt a viharokra nagyon fogékonnyá lettek Kína és Közép-Amerika területei. Az El-Niño, a Mitch hurrikán, az András hurrikán és a többiek egyre sűrűbben hallatnak magukról.

A riasztó folyamat legalább két válaszlépést indokolna:

- csökkenteni a légkör CO<sub>2</sub> terhelését,
- növelni a növénytakaró méreteit.

---

Ehhez az alapigazsághoz a kormányok **elméletben** már eljutottak. A felismerés bizonyítékai az ENSZ **keretegyezmény az éghajlatváltozásról** (1992. május 9. New-York), valamint az 1992. június 3-14. között Rio de Janeiróban kiadott nyilatkozat a **Környezetről és fejlődésről**. Míg az első egyezmény a légkör terhelésének megállításáról, sőt, csökkentéséről szól, a második nyilatkozat a Föld élővilága, elsősorban az erdők védelmére ösztönöz.

1999-ben már tudjuk, hogy a legnagyobb CO<sub>2</sub> termelők a csökkentést nem tartották be, sőt növelik a CO<sub>2</sub> kibocsátást. (pl. az Egyesült Államok és Japán).

Könyvünk témaköre miatt azonban a másik megszegett ígérettel, **az erdők és más zöldterületek növényzetének csökkenésével** szembesítjük az Olvasót.

Amint ezt már a 5. táblázatban láttuk, ma az erdők bolygónk összes földterületének több mint egynegyedét foglalják el (nem számítva az Antarktisz és Grönlandot). A Föld erdeinek több mint fele trópusi területen található; a többi mérsékelt égövi illetve boreális (északi fenyvesek) zónában fekszik. A Föld erdőállományának több mint 60 százaléka mindössze hét ország területét borítja. Az erdős terület nagyságának sorrendjében ezek: Oroszország, Brazília, Kanada, az Amerikai Egyesült Államok, Kína, Indonézia, valamint a Kongói Demokratikus Köztársaság (korábban Zaire).

A Föld erdőállománya az utóbbi évtizedekben mind terület, mind minőség szempontjából jelentősen romlott. Mint már jeleztük, a Földet valaha borító erdőterületnek majdnem a fele elpusztult. Évente újabb 16 millió hektárnyi (160 000 km<sup>2</sup>) erdő tűnik el a kitermelés és a föld másra való hasznosítása miatt (például szarvasmarha-tenyésztés, ültetvények vagy kis farmok céljára).

1980 és 1995 között 200 millió hektár erdőterületet veszített el a világ, ami 21-szerese hazánk teljes területének. Az évi veszteségből 14 millió hektár a trópusi erdőket fogyasztja, míg 1,5–2 millió hektár a boreális (északi fenyvesek) erdők vesztesége.

A 15 évi veszteség mintegy évi 2,8 gigatonnával csökkentette a CO<sub>2</sub> lekötési kapacitást, amely nagyjából a légkör évi terheléstöbbletét semlegesíthette volna.

Nem érdektelen megvizsgálni **az erdőfogyatkozás okait**.

A trópusi erdők fogyása Afrikában és Dél-Amerikában elsősorban a **növekvő népesség térfoglalásának** köszönhető. Az erdőket egyrészt **szántóföldek** nyerése céljából pusztítják, míg a faállományt **tűzifaként** használják fel. Az erdőfogyás mintegy 45 százalékát szántófölddé vagy legelővé alakítják. A trópusi erdők fogyásának másik oka, hogy a gazdag országok (pl. Japán) onnan szerzik be olcsón a növekvő papíripari faszükségletüket.

New-York Bronx városrészében az állatkertben, egy óriási táblán gyorsan változó számok jelzik a világ őserdeinek fogyását, azt is feltüntetve, hogy ennek következménye a Föld éghajlatának kedvezőtlen változása. Az erdőfogyást ábrá-

---

zoló táblázat akkor lenne objektív, ha hozzátennék, hogy a világnépesség 4 százalékát adó USA a légkörbe juttatott CO<sub>2</sub> 22 százalékáért felelős.

A fák fogyásának másik oka egy öngerjesztő folyamat, a csökkenő erdőterület miatt **melegebbé és szárazabbá váló éghajlatban az erdőtüzek mind gyakoribb kártétele**. Rendszeresen pusztítanak erdőtüzek Indonéziában, dúlnak Európa déli részein, s mind gyakoribbá válnak az Amerikai Egyesült Államokban is.

Az erdőtüzek közvetett oka **a légköri szárazság** (más néven légköri aszály) jelensége, amely meteorológiai jelenség akkor áll elő, amikor a levegő relatív nedvesség-tartalma 40 százalékra, vagy az alá süllyed, és a hőmérséklet meghaladja a 30 Celsius fokot. Ilyen légköri állapot régebben is előfordult, ám a globális felmelegedés miatt ez egyre sűrűbb jelenség. Ilyen helyzetben a bozótok és az erdők aljnövényzete csontszárazzá válik, és elég egy szikra vagy egy gyújtólencseként funkcionáló vízcsepp, hogy az avar lángra lobbanjon, s több hektár erdő leégjen. A tüzek évente 1–5 százalék erdőterület csökkenést okoznak, miközben több millió tonna CO<sub>2</sub>-vel terhelik a légkört.

**A légköri szárazság a városokban is hat**, mégpedig annál nagyobb mértékben, minél kevesebb a zöldfelület. **A zöldfelületek csökkenésével azonos arányban kisebb a relatív páratartalom, és fordított arányban nő a levegő hőmérséklete**. Ennek oka, hogy a párolgásra fordított hőenergia a növényzet környékén hőelvonással jár, míg a burkolt felületeken – párolgás híján – az összes hő a levegőt melegíti. Jó lenne, ha e fizikai jelenséget az építészek jobban figyelembe vennék, és zöldfelületekkel szakítanák meg a betonrengeteget.

E kiegészítő megjegyzés után térjünk vissza az erdőfogyáshoz.

**Az erdők egészségi állapotának romlása** részben az asszimiláló felület csökkenésével jár, súlyosabb esetben a fa pusztulásához vezet. A pusztulási folyamat fa-fajonként változó időtartamú. Az akácfák haldoklása például 10–15 évig is eltarthat, miközben lombkoronájuknak 80 százalékát is elveszthetik. Egy egészséges esőerdő nem tud leégni, de az erdők nagy része nem egészséges.

A természetes erdők pusztulása a fejlődő országokban jelentős méreteket öltött 1980 és 1990 között. A trópusokon bekövetkezett összes erdővesztés Latin-Amerikában és a Karib-tengeri térségben volt a legjelentősebb mértékű, ezt követte Afrika és Ázsia, majd a csendes-óceáni térség. Az erdők csökkenésének hátterében e térségekben főleg az iparosodás, a népesség növekedése, a mezőgazdasági művelés kiterjesztése, valamint az erdészeti termékek kereskedelme áll. Az erdőirtás aránya különösen aggasztó Ázsiában és a csendes-óceáni térségben, valamint Nyugat-Ázsia magasabban fekvő államaiban. Afrikában a csökkenés oka, hogy egyre több területet vonnak be a mezőgazdasági művelésbe, a fát nagy mennyiségben használják tüzelőanyagként, és a fa mint fűtőanyag kiváltására jelenleg nincs alternatíva. Az afrikai felgyorsult erdőirtásnak tulajdonítható, hogy ott csökken a talaj termőképessége, fokozottan változékonnyá válik az éghajlat, és egyre



---

gyakoribbak az árvizek. Európában és Észak-Amerikában stabil az erdő területe. Az európai erdők talaja viszont fokozottan savanyúsodik, és súlyos méreteket ölt az észak-szibériai erdők kiaknázása.

A legfrissebb adatok már csupán 40 millió km<sup>2</sup> erdőt tartanak nyilván, amelynek 18 százaléka, azaz 7,2 millió km<sup>2</sup>-en már degradálódott (lepusztult), így nem minősül teljes értékű erdőterületnek. Ezen világátlagon belül az európai erdődegradáció 26 százalékos, Közép-Amerikában pedig 38 százalékos, viszont Észak-Amerikában az erdőknek csupán 1 százaléka károsodott.

Az erdők fogyása visszavezethető az **ipari fakitermelés** gyorsuló iramú növekedésére is. **Ma a világ ötször annyi papírt használ fel, mint 1950-ben, és mind ezt fából.** Ugyanezen 50 év alatt évente kétszeresére nőtt az ipari gömbfa és fűtés céljára kitermelt erdei faanyag.

A XX. század utolsó évtizedére kialakult új veszedelem az **ültetvényerdők** megjelenése. Az Egyesült Államokban és Kanadában oly mértékű lakossági ellenállás mutatkozott a természetes erdők tarvágásával szemben, hogy kitalálták az intenzív szántóföldi kultúrák termesztési technológiájához hasonló módon analóg a gyors fahozamra alapított ültetvényerdők telepítését.

Az ültetvényerdők öntözéses és mesterséges tápanyagokkal nevelt, intenzív, rövid tenyészidejű fajafajokból – főleg nyárfákból állnak –, amelyeket 12–15 évig, „vágásérettségig” nevelnek. A törzsek erősítése érdekében a leveles ágakat és gallyakat eltávolítják, és a fák sorközeit gépekkel gyomtalanítják, mint a kukoricánál. Az ültetvényerdő számottevő asszimilációs felülettel gyakorlatilag nem rendelkezik. A termesztés jelentős energiaráfordítást igényel, 100–500 megajoule-t emészt fel hektáronként. Az ültetvényerdőre negatív hatékonyság jellemző. Az ültetvényerdők meghatározó építménye, a szivattyútelep és a benzinkút, az erdészeti csemetetelepeké a növényház.

Legújabb fejleményként be kell számolni a génkutatás új eredményéről, amely arra irányul, hogy a nyárfa 12 év helyett 5-8 év alatt kivágható legyen a papíripar céljára. Az USA ilyen ültetvényekről évenként 14 millió m<sup>3</sup> faaprítékot szállít Japánnak papírgyártás céljaira. (Abramovitz, N. Janet, 1997.)

Hazánkban az olasz bútorgyárak számára ültetvényerdőket telepítenek, amelyeknél kíváncsi vagyok a 20 év alatti tenyészidő, valamint az oldalhajtások 25 méter magasságig való letisztogatása. Ezek a nyárfaerdők ritka lombú fanyársak. Az ültetvényerdők tehát nem számítanak klasszikus értelemben vett erdőnek, az éghajlatváltozást még oly mértékben sem javítják, mint a legelők. Energiafelhasználásuk miatt pedig negatív változást jelentenek a természeti erőforrások mérlegében. (Erdészeti Konferencia, Budapest, 1999.)

A növényzet (erdők, mezőgazdasági területek, települési zöldfelületek) **elleni visszavonhatatlan kártételt a beépítések okozzák.** Pontos beépítési adatok nem állnak rendelkezésre, csupán közvetett százalékok arra vonatkozóan, hogy az em-

---

ber milyen mértékben alakította át élőhelyét. Világviszonylatban ez az arány 36,3 százalék, ezen belül Európában 64,9 százalék. (A beavatkozás tág fogalmába belefér a természetes élőhely növelése – például erdőtelepítés vagy a mezőgazdasági területek növelése –, de ez sokkal ritkábban fordul elő.)

Nyilvánvaló, hogy a **népesség gyors gyarapodása** a beépítések ütemének növekedését okozza. Ennek főbb formái:

- a települések terjeszkedése,
- az utak, repülőterek építése,
- az egyéb infrastrukturális és ipari létesítmények kialakítása,
- a civil és katonai logisztikai központok létesítése,
- a bevásárló- és szórakoztatóközpontok, turisztikai létesítmények kialakítása,
- a híradástechnikai állomások, valamint
- a mindezeket kiszolgáló kisegítő üzemek helyfoglalása.

Hazánk a biológiailag aktív területek arányát (jelenleg 86 százalék) illetően a **legtöbb országnál kedvezőbb helyzetben van** (40 évvel ezelőtt ez az arány még 93 százalékos volt). Sajnos, ezt a kedvező klimatikus lehetőséget nagymértékben lerontja levegőnk, talajunk és vizeink nagymérvű szennyezettsége.

Ezzel azonban elérte a növényzet következő életvédelmi funkciójához.

### 1.3. Védelem a levegőszennyezés ellen

Janet Abramovitz, a washingtoni Worldwatch Institute (Világfigyelő Intézet) munkatársa a természet szolgáltatásait összefoglalva jelentős teret szentel a környezetszennyezés korlátozásának, amely elsősorban a növényzet szűrőhatásának köszönhető.

Ugyanezen intézet egy másik munkatársa, Molly O'Meara 1,1 milliárd főre becsüli a levegőszennyezéstől szenvedő emberek számát, ami Földünk lakosságának közel 20 százaléka. Számításai szerint elsősorban a gépkocsik kipufogógázai felelősek a városi levegőszennyezésért, amely évente világviszonylatban 3 millió életet követel. A szerző szerint az emberi tevékenységnek köszönhető az évi 6 gigatonna (milliárd tonna) CO<sub>2</sub> kibocsátás, s ennek mintegy 20 százalékáért közvetlenül a közlekedés a felelős.

Ezek a számítások a következőkkel támaszthatók alá.

Ha csupán a személyautókat vesszük figyelembe az évi több mint 1 tonna CO<sub>2</sub> kibocsátásukkal, ez félmilliárd tonnát jelent. Ha ehhez hozzászámítjuk a teherautókat (évi 3 tonna CO<sub>2</sub> kibocsátás darabonként), a kamionokat és a repülőgépeket, akkor a közlekedés és szállítás 1,5 milliárd tonnára becsült kibocsátása szerény számításnak tűnik.

Ha az összes szennyezést vizsgáljuk (nem csak a CO<sub>2</sub>-t), úgy a 2000. év adatait figyelembe véve, 3 gigatonnáért felelős a közlekedés évente. Ez azt jelenti, hogy a Föld minden lakójára fél tonna, azaz 500 kg szennyezés jut évente, és ebbe a gyárak – az úgynevezett pontszennyezések – adatai még nem szerepelnek.

Ha a növényzet szűrőhatását vizsgáljuk, a szennyező források után röviden meg kell ismerkednünk a szennyezések természetével és hatásukkal.

A szennyezések közül elsőnek a port kell említeni. A város területén és az utak mellett alkalmazott növényzet kétféle módon befolyásolja a levegő portartalmát: egyrészt csökkenti a por keletkezését, másrészt felfogja és leköti a szél által hordott port. Mindkét módon egyaránt jótékony hatást fejtenek ki a kisebb és nagyobb



---

növények. Mégis a por keletkezését inkább a gyepek, továbbterjedését inkább a nagy lombú fák és cserjék akadályozzák eredményesen. A por, amit napjainkban belélegzünk, és ami rászáll a bőrünkre, szemünkre, ételünkre, már egyáltalán nem ugyanaz a por, mint ami dédapáink idejében volt. A mai porszemcsék a közlekedés, az ipar, az energiatermelés és a mezőgazdaság káros melléktermékeit is tartalmaznak. Ezek sokszor igen mérgező anyagok: ilyenek például a diesel járművek kipufogócsövéből kiengedett részecskék, az útfelület és az autógumik kopásából származó szemcsék, az égetőművek kéményén távozó vegyületek vagy a mezőgazdaságban használatos vegyszerek. Egyre több szakértő a port korunk egyik legveszélyesebb szennyezőanyagának tartja.

A lebegő szilárd részecskék között megkülönböztetjük nagyság szerint a porszemcséket, amelyek nagyobbak mint 0,5 mikrométer, és az úgynevezett kondenzációs magokat, amelyek mérete 0,5  $\mu\text{m}$ , és 0,001  $\mu\text{m}$  között van. A por behatol az épületekbe, sok zavart és bajt okoz mindennapi életünkben, termelő munkáinkban. A por káros a szemre, az emésztő- és légzőszervekre, s a bőr megbetegedéseit is előidézheti.

Ismeretes, hogy már csekély mennyiségű por belégzése, allergikus embereknél túlérzékenységi reakciókat válthat ki. A 10  $\mu\text{m}$ -nél nagyobb átmérőjű porszemek a szem kötőhártya-gyulladását okozhatják. Legveszélyesebbek az 2,5  $\mu\text{m}$ -nél kisebb átmérőjű, finoman lebegő részecskék, mert a mélyebb légutakba, a tüdő szöveteibe jutnak. A kondenzációs magok esetében rendkívül nagy aktív felület van adva, és ezen magok direkt felvétele a tüdőhólyagocskák falán át a vérpályába is lehetséges.

Az utcai por zömében 2–4  $\mu\text{m}$  nagyságú szemcsékből áll. Kártételeit részben mechanikus úton (karcolással, sebesítéssel) idézi elő, részben mint betegség okozó mikroorganizmusok hordozója (gennyképzők, tüdővész, hastífusz, diftéria), legfőképpen pedig azzal, hogy önmagukban is súlyosan mérgező vegyületeket juttat az emberi szervezetbe. Vizsgálatokkal kimutatták, hogy az ember által belélegzett pormennyiségnek 7–10 százaléka kerül vissza a levegőbe a kilégzés útján: az orron át való légzés esetén a por 50 százaléka, szájon át történő légzésnél 80 százaléka a tüdőbe kerül. Az ember naponta mintegy 12 m<sup>3</sup> levegőt lélegzik be, s ezzel mintegy 500 milliárd kondenzációs mag jut légutába.

További súlyos légszennyező anyag a szén-monoxid, amely halálos mérgezést is okozhat. Szerencsére ekkora koncentrációban az utcán nem fordul elő, azonban így is hozzájárulhat az egészség károsításához.

**A kén-dioxid és a nitrogén-oxidok** az esővel való vegyülés folyamán savas esőt okoz, és perzseléssel, valamint a talaj savanyításával teszi tönkre Erdeinket. Kártétele olyan súlyos, hogy jelenleg Európa Erdeinek közel felét veszélyezteteti. Az emberi egészségre is ártalmasak.

Az **ólom** ma már igen kis mennyiségben fordul elő, de már alacsony töménységben is veszélyes mérég. Budapesten az 1996-ban történt mérések szerint 100 mérés közül mindegyikben túllépték a megengedett mértéket.

---

Az orvosi kutatások és a környezetvédő mozgalmak hatásos fellépése eredményeként az ólmot már számos országban, így hazánkban is száműzték az üzemanyagokból (megdöbbszentő módon az EU néhány tagországában a mai napig sem tiltották be). Sajnos azonban a korábbi években az ólom maradandó károkat okozott a gyermekek egészségében.

A tökéletlen égés miatt keletkezett szénhidrogéneket főként a kétütemű motorok és a dízel üzemű járművek bocsátják ki, az emberre is veszélyes szénhidrogének valósággal leperzselik az utak melletti növényzetet. Vékony olajréteggel vonják be azokat, miáltal a sztomák eltömődnek, és a növény megfullad.

A levegőt szennyező anyagok nemcsak az élővilágra ártalmasak, hanem korrodálják a fémet, az épületek, hidak és közművezetékek felületét is. Csupán a közúti járművek állapotában több mint 6 milliárd forint a korrózió által évente okozott kár hazánkban.

Érdemes néhány sorban elemezni, hogy miként működik az útmenti növényzet szűrő hatása.

A nagy szemcsék – por, korom, pernye, stb. – viszonylag könnyen kikerülnek a levegőből. Ha a légáramlás sebessége bizonyos határ alá csökken, vagy az áramló tömeg surlódása fokozódik, a por kihullik. Ha áramlásuk közben a szemcsék ütköznek, sebességük csökken és kihullanak. Ha tehát ezeket a tömegeket nagyfelületű ültetvények, lombos fák, cserjék felett vezetjük el, a por jelentős része kihull. A sík felületek felett zavartalanul elsuhanó levegő laminárisan (vízszálas, réteges mozgással) áramlik. A felkapott szilárd részeket – a port, homokot, pernyét, kormot, stb. – az ilyen lamináris áramlat simán hordja maga előtt. Ha azonban az áramló tömegek sorozatos akadályra találnak, áramlásuk turbulenssé (gomolygóvá, hömpölygővé) válik. A levegőben sodródó nagyobb szemcsék egymáshoz, illetve az akadályokhoz ütközve sebességüket veszítik és kihullanak, az apróbb elemek pedig elkeveredve lebegnek. Így az aerosol és a káros gázok felhígulnak. Minél több az ütköző felület, minél szélesebb az akadály, annál jobban kifejlődik a turbulencia, és a levegő annál jobban tisztul. (Jámborné Benczúr E., 1988.)

Napsütésben a talaj gyorsan felmelegszik, felszálló légáramlások keletkeznek. A felszálló örvények szétszórják a levegő szennyeződéseit. Borult időben, vagy pedig a szűk – nap sohasem sütötte – utcákon a szennyeződések megülnek. Különösen sokáig tartja lebegésben a szennyeződést a köd, hiszen a napsütést kizárja, és a légáramlások lehetőségeit is csökkenti.

A mondottak értelmében tehát az útmenti fásítások nagy mértékben elősegítik a levegő tisztulását. Ugyanis amellet, hogy a lombos fák között átsuhanó levegőből a por mechanikai módon kiszűrődik, a lomb okozta surlódás, a fokozott turbulencia, a nagy felfogó felület egyformán hozzá járul a tisztításhoz. Nagyobb zöldfelületek felett ezenkívül sem por, sem füst nem képződik, s így a levegőből az e területen kihulló durva szennyeződések sem újulnak meg.

Számításaim szerint egy lombköbméter növény 4,5 kg szilárd és légnemű szennyezőanyag kiszűrésére képes a vegetációs időszak alatt. Örökzöldek teljesítménye egy évben a 6,5 kg-t is meghaladhatja.

A légszennyezés mechanikai ütköztetése és a leveleken való lerakódása után a következő eső a szennyezést a földre mossa, és a növényyszűrő újra üzemképessé válik. Ezzel azonban a növényzet levegővédelmi funkciója nem merül ki, mert egyes szennyezéseket – különösen a fémrészecskéket – a növény befogadja és elraktározza.

Az Élet és Tudomány 1999. május 7-i számában Vetter János professzor és Schnitt Henriette egyetemi hallgató vizsgálati eredményeiket közlik a budapesti parkok növényzetének levegőszennyezésből származó fémtartalmáról, amelyet a 7. táblázatban idézek. Íme az adatok milligramm/száraztömeg kilogramm egységben:

**7. táblázat: A növényzet fémtartalma (mg/kg)**

Anyagok:	Hatásuk:
1.) Biológiai bontható szerves anyagok (pl. fekália)	bűz, oxigénfelhasználódás, halpusztulás
2.) Lebegő anyagok (vatta, műanyag)	lecsapódik, eltömíti a halak táplálékát, eltakarja a hasznos mikroorganizmusokat
3.) Korrozív mérgező anyagok (cianidok, fenolok, fémek)	megöli a vízi életet, a baktériumokat, és ezzel a folyók öntisztulását akadályozza
4.) Patogén mikroorganizmusok (baktériumok, vírusok)	a vízben fürdőzőket megfertőzi, bőrbetegségeket okoz
5.) Festékek, kohók hűtővizei	a víz elcsúfítása és felmelegítése
6.) A biológiai egyensúlyt felborító műtrágya- és szerves trágya-levek	eutrofizáció, vízi növények rothadása, bűz, halpusztulás
7.) Ásványi anyagok, sók	a vízkeménység növekedése, melynek következtében a víz alkalmatlan öntözésre és ipari felhasználásra

A réz (Cu) és a cink (Zn) magas hányadára – különösen a Mechwart téren és a Margitszigeten – nincs elfogadható magyarázat, ha csak az nem, hogy ezek az elemek nem csupán a levegőből, de részben a talajból is származnak. (A réz forrása permetezőszer is lehet.)

Számunkra elsőrendű jelentőségű, hogy a fémes szennyező anyagok inkább a növényzetben forduljanak elő, és ne a tüdőkben. Ajkán és környékén a fekete

fenyők évgyűrűin és levélzetén tapasztalták, hogy a légszennyezés hatására a fák gyengébben fejlődtek, és 40 százalékos veszteséget szenvedtek el a kontroll-példányokhoz képest. Próbáljunk meg egy Budapestre számított **növényzet-szűrő kapacitást** készíteni, amely csak közelítő adatokat tartalmaz, mert befolyásolja

- a városban közlekedő gépjárművek aránya,
- a járművek összetétele (személy-, teherautó, autóbusz arányok),
- a változó meteorológiai viszonyok (a szélsébség ereje, iránya és gyakorisága).

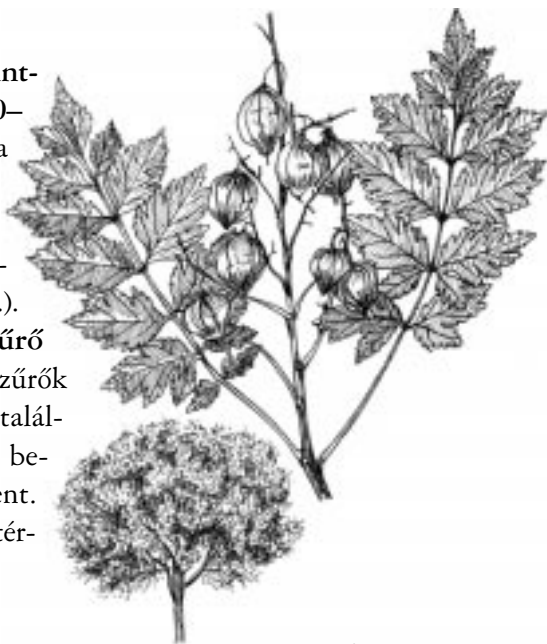
E bizonytalansági tényezők miatt csak a rendelkezésre álló átlagokból indulhatunk ki, amelyek a gépjárművek

- átlagos szennyezéskapacitásából és
- a növényzet szűrési teljesítményéből állíthatók össze. Ezek a számok azonban alkalmasak az arányok bemutatására.

A KSH 1997. évi adatainak felhasználásával kiszámítható, hogy Budapesten egy átlagos munkanapon 800 ezer személygépjármű és 90 ezer nehézgépjármű (kamion, teherautó és autóbusz) található (a bejövő járműveket is számításba véve). ezek a járművek évente 615 millió kg szennyezőanyagot bocsátanak ki (CO<sub>2</sub> nélkül). 320 millió kg további szennyezés számítható pontforrásokból (ipar, lakosság, közüzemek). Ez összesen 935 millió kg szennyezés, azaz 935 ezer tonna, vagyis fejenként mintegy fél tonna.

**Budapest – amely az ország területének mintegy fél százaléka – az országos szennyezés 20–35 százalékát produkálja! Nem véletlen, hogy a szálló por-szennyezés, amely a hozzá tapadó korom, pernye és egyéb elemek miatt a legveszélyesebb, számos mérésnél a határérték ötszörösét „teljesíti” (Határérték: 100 mikrogramm/légköbméter.).**

Vizsgáljuk meg ezek után **a növényzet szűrő kapacitását Budapesten.** A leghatékonyabb szűrők az utcai fasorok fái, amelyekből közel 600 ezer található Budapest utcáin. Átlag életkoruk 40 évre becsülhető, amely 45 lombköbméter kapacitást jelent. (Természetesen vannak 0,3 és 100 lombköbméter térfogatú fák is.)



*Csörgőfa*

$$600.000 \times 45 = 27 \text{ millió lombköbméter}$$

$$27.000.000 \times 4,5 \text{ kg} = 121 \text{ millió kg,}$$

azaz 121 ezer tonna, amely a közlekedés szennyezésének mintegy 20 százaléka, az összes fővárosi szennyezésnek 13 százaléka, ám csak nyáron. Budapesten tehát a szennyezés 80–87 százaléka nem találkozik a növényzettel.

**Vidéken jobb a helyzet.** Az autópályák és autótutak mellett, 50–80 méter szélességű, legalább 25 éves korú növényzet, ha három szintes (fa, cserje, pázsítfű-félék) képes kiszűrni a forgalom szennyezését, ám csak a vegetációs idő alatt. Nem jelentős „érdesítő” hatással a növények nyugalmi állapotban is rendelkeznek. Mesterséges turbulenciát keltve némi gátlást jelentenek a szennyezett levegő terjedésének útjában.

Mi történik a nagyobb mennyiségű szennyezéssel?

A Környezetvédelmi Minisztérium megállapította, hogy – 1997. évi mérések alapján – a közel 2 millió tonna hazai **szennyezés 67 százaléka**, vagyis mintegy 1,3 millió tonna a **100 méter alatti**, míg a maradék 33 százaléka a 100 méter feletti légrétegekbe kerül. Ezek főleg a magas kéményen távozó kén-dioxidnak a 70 százaléka és a szén-monoxidnak kb. 10 százaléka.

Nyilvánvaló, hogy a szennyezés egyenlőre reménytelennek tűnő csökkentése mellett növelni kellene a részbeni védelmet nyújtó növényzetet.

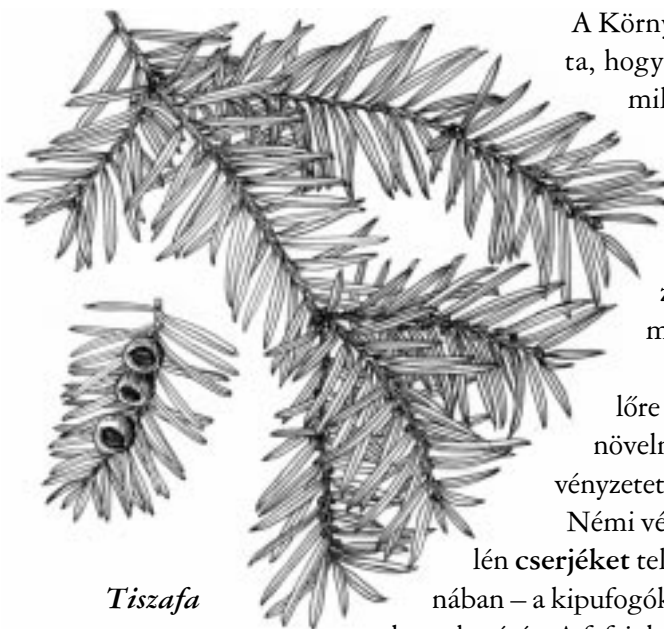
Némi védelmi többletet nyújtana, ha a járdák szélein **cserjéket** telepítenének, mert ez a legveszélyesebb zónában – a kipufogók és a légzőszervek között – fejtené ki jótékony hatását. A fafajok megválasztásánál törekedni kellene a széles koronaalakokkal rendelkező fajták ültetésére, mert ez természetes gátat

képezne a szennyezett úttest és a nyitott ablakok között.

E fejezet lezárásaképpen figyelembe ajánlom a 4. számú ábrát, mint a **különösen figyelemre méltó összefüggések vázlatát.**

A két vízszintes sor a személy- és gépjárművek átlagos szennyezés-kibocsátását tartalmazza a Tudományos Akadémia Közgazdasági Intézete (Fleisher Tamás feldolgozása nyomán), az 1994. évi adatok alapján. A szennyezőfajtákhoz hozzászerkesztettem kutatóorvosok elemzését, a megfelelő egészségi rizikófaktorokat.

Az ábra három szempontból nem teljes. Nincs mérés a fékbetétekhez használt és egyértelműen tüdőrákot okozó **azbesztszemcsékről**. Ezen kívül hiányzik még orvosi kutatás a kummulált, tehát az összesített szennyező tények **egymásra gyakorolt hatásáról**, amely nyilvánvalóan fokozott rizikófaktoroként jelentkezik.



*Tiszafa*



**4. ábra: A gépjárművekből kibocsátott szennyezések mennyisége és hatásuk az egészségre**

Szennyezőanyag	Személygépkocsikból kg/év/jármű	Teherautókból és autóbuszokból kg/év/jármű	Egészségre gyakorolt hatás
Szén-monoxid (CO)	400	2800	Vérméreg. Százszor erősebben kötődik a vér hemoglobinjához, mint az oxigén, így kiszorítja az oxigént a vérünkben. Azonnali hatása: fejfájás, szédülés, émelygés, a látás- és hallásélesség csökkentése. Tartós hatása: a szívizmot ellátó koszorúerek keringését csökkenti, elősegíti a koszorúereime-szesedést, szűkíti a koszorúereket, növeli a szívinfarktus kockázatát.
Szénhidrogének (CH)	60	244	Egy részük erősen rákkeltő. Ha a születés körül időszakban kerülnek az emberi szervezetbe, súlyos felnőttkori következményei lehetnek.
Nitrogén-oxidok (NOx)	17	448	Légutaink nyálkahártyáját károsítják és csökkentik a szervezet ellenállását a légúti megbetegedésekkel szemben. Fogékonnyá tesznek a hörghurutra és az asztmára.
Szilárd részecskék	0,7	166	Velük a szervezetünkbe jutnak a rákkeltő és egyéb mérgező anyagok, pl. a kórokozó, a nehézfémek, az aszbeszt. Az ENSZ Egészségügyi Világszervezete (WHO) nem ad meg egészségügyi határértéket a gépjárművekből származó szilárd részecskék koncentrációjára, mert álláspontja szerint nem ismert olyan alacsony koncentráció, amely biztosan nem károsítja az emberi egészséget. A vonatkozó magyar szabvány szerint pedig ezek a részecskék olyan vegyületeket is tartalmaznak, amelyekből egyetlen molekula is rákot okozhat.
Ólom (Pb), g	0,3	0,3	Felhalmozódik a szervezetben. Vérszegénységet, vérnyomás emelkedést, gyermekeknél helyrehozhatatlan idegrendszeri ártalmakat okoz, károsítja a májat és a vesét is.
Szén-dioxid (CO <sub>2</sub> )	1092	3200	Üvegházhatást idéz elő, így közvetve segíti a betegségek elterjedését.
<b>Összesen</b>	<b>1570</b>	<b>3358</b>	

Megjegyzés: A fenti adatok az 1994. évi magyarországi gépjármű-állományra vonatkoznak. Azóta a gépjárműállomány bizonyos mértékig korszerűbbé vált, és megszűnt az ólmozott benzín árusítása. A táblázat azonban ma is idősebb. Egyrészt ezek a szennyezőanyagok (az ólom kivételével) ma is meghatározzák városaink levegőtisztaságát. Másrészt az általuk okozott egészségügyi ártalmak még akkor is hosszú évtizedekig sújtják a XX. században született embereket, ha valamilyen csoda folytán egyik napról a másikra teljesen megszűnnének az ilyen fajta károsanyag-kibocsátások.

---

## 2. A növényzet szerepe a talajvédelem és egyéb védelmi funkciók szolgálatában

A szárazföld 40 százalékan nincs termőtalaj, ezért a növényzetnek ezeken a területeken már nincs „tennivalója”.

Ezek után figyelmünket a szárazföld termőtalajjal fedett területei felé fordítjuk, amelyből jelenleg

14 millió km <sup>2</sup>	szántóföld,
32 millió km <sup>2</sup>	legelő,
40 millió km <sup>2</sup>	erdő.

**Összesen: 86 millió km<sup>2</sup> termőtalaj.**

Mielőtt a termőtalaj és a növényzet együttműködését vizsgálnánk, röviden válaszoljunk két kérdésre:

*Hogyan keletkezik a talaj?*

*Hogyan fogy a talaj?*

### A talaj keletkezése lassú folyamat

A talaj két főrésze az ásványi vázszerkezet és a szervesanyag-tartalom. Az ásványi vázszerkezet az anyakőzet mállásából alakul ki, míg a szerves anyag a flóra és fauna lebomlásából eredő humusz. Az éghajlat által meghatározott folyamatban kitüntetett szerep jut a növényzetnek és a talajbaktériumok összeérlelő tevékenységének. Ritkán, elszigetelt esetekben akad példa arra, hogy a folyamatot ember indítja el. Ez történt például Spanyolországban, ahol a spanyol armada számára letarolták Andalúzia erdeit. (A XVI. században még fából készültek a hajók.) Az évszázadokig kopasz andalúziai hegyeket a XX. század második felében kezdték betelepíteni mandula- és olajfákkal, így tartva vissza egy kis termőtalajt az anyakőzeten. Kezdetleges sikereket értek el Izraelben is, ahol a homoksivatagból hódítanak el néhány hektárt az úgynevezett vizes-szakadékos módszer segítségével.

A nyert termőterületek azonban morzsáknak tekinthetők a **rohamosan fogyó termőtalaj nagyságához** képest. Az előző fejezetben már említettem a riasztó adatot, hogy évente 16 millió hektár erdő tűnik el Földünkéről beépítések, szántóföldi művelésre való áttérés, az erdőtüzek, illetve a tűzifa, a papír és az egyéb faipari termékek iránti igény rohamos növekedése miatt.

A kitermelt erdők helyén megindul a degradációnak nevezett pusztulási folyamat, amely végső stádiumában a termőtalaj pusztulásához vezet. Az ENSZ Környezetvédelmi Szervezete (UNEP) 1991-ben a következőkben vázolta a talajpusztulás folyamatát, négyféle állapotban határozva meg azt:

- 
1. **enyhe:** A talaj mezőgazdasági művelésre való alkalmassága kissé csökken. A talaj kezelésének változtatásával a teljes termőképesség helyreállítható.
  2. **mérsékelt:** A talaj mezőgazdasági termőképessége jelentősen csökkent, de helyi gazdálkodásra alkalmas. Nagyobb beavatkozás kell a talajjavításhoz.
  3. **erős:** A talaj elvesztette termőképességét, és többé nem alkalmas mezőgazdasági művelésre. Nagyszabású beruházásokra és energiaráfordításra lenne szükség az újbóli működésbe vételhez.
  4. **szélsőséges:** A talaj többé nem művelhető, nem is javítható, az emberi tevékenység következtében lepusztult.

A világon mintegy 1 995 millió hektárnyi föld mutatja a talajromlás jeleit. Ez a nem jéggel borított földfelszín 15 százaléka. Ebből 295 millió hektár erősen károsodott. E talajok helyreállítása még lehetséges, de igen jelentős anyagi ráfordításokkal és csak hosszú idő alatt. Mintegy 113 millió hektár az erdőirtás miatt pusztult le, 75 millió hektárt tettek tönkre túllegettetéssel. A megművelt földek helytelen kezelése 83 millió hektár leromlásához vezetett, ezek a talajok már nem vehetők többet művelésbe.

A teljesen lepusztult talajoknak mintegy 40 százaléka Afrikában, 36 százaléka Ázsiában található, azaz azokon a kontinenseken, amelyeken leggyorsabb a népességnövekedés. Mintegy 10 millió hektár szélsőségesen erodálódott, visszafordíthatatlanul elveszett.

Mintegy 910 millió hektárnyi föld a mérsékelt leromlás jeleit mutatja, s bár ezeket még mezőgazdasági művelésre használják, e földek termőképessége jelentősen csökkent. Ha hamarosan nem javítják fel azokat, a romlás visszafordíthatatlan lesz. E területek egyharmada Ázsiában, mintegy 20 százaléka Afrikában, 12 százalékuk Dél-Amerikában található. A fő ok az erdők kiirtása, a túllegettetés és a helytelen gazdálkodás.

Az enyhe lepusztulás mintegy 750 millió hektárt érint. Ezeket a területeket helyes műveléssel helyre lehet állítani, többségük Afrikában, Ázsiában és Dél-Amerikában terül el.

A talaj lepusztulása kedvezőtlen hatást gyakorol az élelmiszer-termelésre, a biodiverzitásra. Az erdőirtások súlyosan károsítják az élőhelyeket. A szén és a nitrogén körforgására gyakorolt biológiai, földrajzi, kémiai hatások klimatikus változásokat is okoznak, a talaj szabályozó funkciója felborul.

A hazai talajtan kutatói (Stefanovits Pál, Várallyay György, 1997.) a degradációs folyamatokat az alábbiak szerint rendszerezték Magyarországon, következményeikkel együtt:

- 
- 1.) Víz és szél okozta erózió.
  - 2.) Savanyodás.
  - 3.) Sófelhalmozódás, szikesedés.
  - 4.) Talajszerkezet leromlása, tömörödés.
  - 5.) A talaj vízgazdálkodásának szélsőségesseé válása.
  - 6.) Biológiai degradáció: kedvezőtlen mikrobiológiai folyamatok, szervesanyagkészlet csökkenése.
  - 7.) A talaj tápanyag-forgalmának kedvezőtlen irányú megváltozása.
  - 8.) A talaj pufferképességének csökkenése, „talajmérgezés”, toxicitás.

A talajdegradációs folyamatok káros következményei közül legfontosabbak a területveszteség és/vagy a terület értékcsökkenése; zavarok a talaj funkcióiban; a talaj termékenységének csökkenése; a talajökológiai feltételek romlása (gyengébb növényfejlődés – kisebb biomasszahozam – kisebb termés); kedvezőtlen körülmények az agrotechnikai műveletek időben és megfelelő minőségben történő elvégzéséhez; nagyobb termelési ráfordítások (növekvő energia-, vízellátás és vízelvezetés, valamint tápanyagigény stb.); káros környezeti mellékhatások (például árvíz- és belvízveszély fokozódása, felszíni és felszín alatti vízkészletek szennyezése, tájrombolás stb.).

**A talajszennyeződés**, természetidegen anyagok talajba jutása kizárólag az emberi tevékenység következménye. Még akkor is, ha a káros hatást a (rég)múltban talajba juttatott, de ott oldhatatlan formába kerülő (tehát nem mozgékony, élőlények számára nem felvehető, a táplálékláncra nem veszélyes) szennyező anyagok természeti okok megváltozása miatti mobilizálódása, az ún. „kémiai időzített bomba” felrobbanása váltja ki. A szennyeződés egyre inkább fenyegeti talajkészleteink mennyiségét és minőségét, a talaj sokoldalú funkcióinak zavartalanságát, veszélyezteti a talaj élővilágát, a potenciálisan toxikus elemek táplálékláncba jutása pedig az állatvilág és az ember egészségét, sőt, életét is (Várallyay, 1995.).

A degradációs folyamat e tényezői ismertetéséhez néhány megjegyzés kívánkozik. Hazánkban az eróziós és deflációs folyamatot jól követhetően az 1960-as évtizedben kiteljesedett gépesítés indította el.

A lejtőkön – a gépesítés előtt – a szőlőkben úgynevezett gyalogművelés folyt, amely kézi munkát igényelt. A gépesítés miatt bevezették a kordon művelést, amit a lejtőkön nem alkalmazhattak, így a szőlőtermesztés lekerült a hegyek szoknyájára és a szabadon maradt hegyoldalról a szél és a víz lemosta a termőföldet. Hasonló folyamat játszódott le az erdőművelésben is, azonos következménnyel: a termőtalaj pusztulásával.

Sík területeken a hazánkban – Európában először, még a XIX. században – kiépült mezővédő erdősávok is útjában voltak a talajművelő gépeknek. Így ezeket az erdősávokat kivágták, és a defláció, más néven szélerózió sok termőföldet hor-

dott el a mezőkről. A kárt érzékelteti, hogy hazánk nemzeti vagyonának mintegy 20 százalékát teszik ki a termőföldek.

Talajaink degradációjára nincsenek pontos adatok, megközelítőek állnak csak rendelkezésünkre. Így például erdeink 43,8 százaléka tünetmentes, azaz egészséges, míg 56,2 százalék gyengén, közepesen, vagy erősen károsodott. Ezen belül 2,6 százalék teljesen elhalt. A részvizsgálatok alapján el kell fogadnunk hazánkra nézve is a világátlagot, amely a termőföldek degradációját 22 százalékban jelöli meg. Ebben az arányban benne foglaltatnak a szántó-, legelő- és erdőművelési ágazatok. A művelési ágak közül egyértelműen az **erdők** szolgálják a talaj védelmét, míg a **legelők** és a **szántók** tekintetében a védelmi és károsító funkciók nagyjából kiegyenlítik egymást. Hazánk 1 729 396 hektár erdőterületéből egyértelműen **312 593 hektárt minősítenek véderdőnek** az alábbiak szerint:

talajvédelmi	149 361 ha
mezővédelmi	14 958 ha
víz- és partvédelmi	16 692 ha
településvédelmi	7 496 ha
műtárgyvédelmi	10 561 ha
vadvédelmi	9 771 ha
honvédelmi	31 580 ha
természetvédelmi	62 706 ha
erdőrezervátum	9 468 ha
<b>összesen:</b>	<b>312 593 ha</b>

Noha a többi 1 416 803 ha elsősorban gazdasági (fa- és erdeitermék kitermelés), valamint parkerdő funkciókat teljesít, nem vitathatók

- szén-dioxid „nyelő”,
- talajvédelmi,
- környezetvédelmi és
- rekreációs szerepük.

Nehezebb a helyzet a **legelők túlhasználatával** és a **szántóföldi termeléssel**.

A túllegeltetésről már tettünk említést, ám megemlítendő annak hatása is. A birka és az intenzív liba legeltetés néha a fűvek teljes kipusztulásával jár, a **nővényzet nélküli talajjal pedig végez az erózió**.

Noha főleg a **szárazföldek szolgáltatják élelmünket** az agyonkemizálás, a gépek által előidézett tömörülés, a talajvíz és a földek szennyezése a szántóföldek fokozott leromlásával járnak együtt, ezért Európában és benne hazánkban egyre több a parlagföld. A világ minden lakosának legalább 300 kg gabonára lenne szüksége évenként. Európa, az Egyesült Államok és Kanada élelem túltermeléssel

---

küzd, miközben Földünk lakosságának durván fele a rossz táplálkozás valamilyen fajtájától szenved. Afrika és Ázsia, valamint Dél-Amerika sok lakosának nincs pénze élelem vásárlására. A népesség növekedése és a korábbi kereslet az élelem után egyre intenzívebb gazdálkodásra kényszerítette a szárazföldi termesztést.

*Justus von Liebig* német mezőgazdasági vegyész 1847-ben fedezte fel, hogy a növények által a talajból felvett különféle tápanyagok voltaképpen ásványi sók. Ez a felfedezés volt az alapja a modern **műtrágyagyártásnak**. A XX. század közepéig kellett azonban várni, amíg a mezőgazdaság jóformán minden szabad területre behatolt, hogy a műtrágya megnyissa az utat a föld termőképességének növeléséhez, és ezáltal a világ élelmiszer-ellátásának bővítéséhez.

Mihelyt terjedni kezdett a műtrágyázás és nőni kezdett a hozam, a műtrágya-felhasználás lett az egyik legpontosabban előre jelezhető világgazdasági jelzőszám. 1950 és 1989 között 14 millióról 146 millió tonnára, vagyis tízszeresére nőtt a felhasznált műtrágya mennyisége.

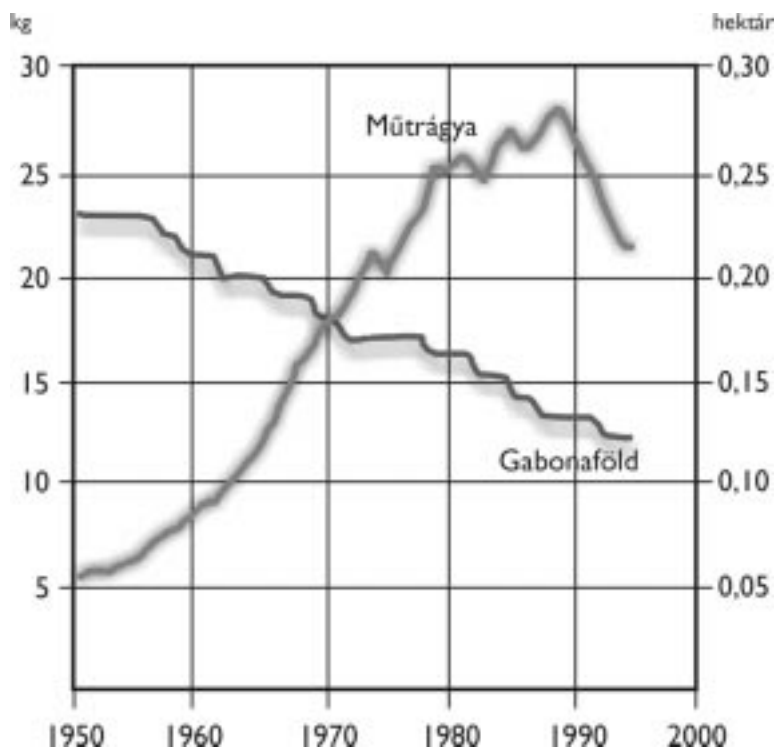
A mezőgazdaság teljesítményét növelő, a XX. század közepe óta alkalmazott technikák zömét eredetileg éppen azért dolgozták ki, hogy könnyebben és több műtrágyát lehessen alkalmazni. Az öntözéssel például nagyon nagy hozam érhető el, ha több műtrágyát szórnak ki a földekre. Hasonlóképpen a nagyobb hozamú növényfajták azért eredményeznek nagyobb termést, mert több műtrágyát tudnak felvenni és hasznosítani.

Volt idő, amikor a műtrágya-felhasználás egyenes arányban állt egy ország gazdasági fejlettségével. Ma viszont a műtrágyázás mennyiségi különbségei már javarészt az eltérő nedvességviszonyoktól függnek. Nem sokat számít, hogy a nedvesség esőből vagy öntözésből származik, ha bőven van belőle. Tekintve, hogy az öntözővíz sem korlátlan, valamint a termőföld műtrágya-befogadóképessége is határához érkezett, a látványos növekedés is megszűnt. 1990 után nagyon lelassult a termőképesség javulása: csak 3 százalék volt 1990 és 1996 között. Ugyanebben az időszakban a népesség 16 százalékkal nőtt. Ha nem születik valamilyen látványos, a műtrágyához hasonló horderejű technikai megoldás, amellyel vissza lehet állítani a szántóföld termőképességének korábbi gyors javulását, akkor úgy meg kell húznunk a nadrágszíjat, mint még soha.

A talajok „lábadása”, a termőföld fogyása és nem utolsósorban a világ népességének rohamos növekedése új, veszélyes vizekre vezette a genetikusokat. A fotoszintézis folyamatát a tudósok nem tudták megváltoztatni, de azt érték, hogy intenzív fajtákkal az asszimiláció a termést növelje, a szár, a levéltet, tehát a fotoszintézist végző növényi részek rovasára.

---

**5. ábra: A világ egy főre jutó gabonaföldje és műtrágya-felhasználása 1950 és 1995 között**



Forrás: FAO, USDA, IFA

Íme egy részlet *Lester R. Brown* (Worldwatch Institute, 1998.) írásából:

„A tudósok becslése szerint a búza első termesztett változatában a fotoszintézis termékének nagyjából 20 százaléka fordítódott a magok fejlődésére. Ezek a fajták hosszú szárúak voltak és kis termést hoztak. Növényneveléssel a tudósok megnövelték a magba jutó fotoszintézis termék mennyiségét – a „termés indexet” –, ami a mai búza, rizs és kukorica esetében több mint 50 százalék. Az alapvető követelmények teljesítését, vagyis a megfelelő gyökérzetet, erős szárat, és a fotoszintézishez elegendő levélzetet feltételezve, a tudósok szerint az élettani határ 60 százalék körül van.

Ezen a területen a legelső eredmények közé tartozott, hogy japán tudósok a XIX. század végén beépítettek egy törpe gént a búzanövénybe. Ezeknek a fűféléknek a hagyományos változatai magasak és vékonyak voltak, mert vadon élő társaiuk versenyezniük kellett a többi növényvel a napfényért. Amikor azonban a gazdák irtani kezdték a gyomnövényeket a termesztettek közül, nem volt többé szükség a magas fajtákra. Ahogy a növénynevelők rövidebbé tették a búzát és a

---

rizst a szárhosszúság csökkentésével, akkor egyúttal a szárba jutó fotoszintézis-termék arányát is csökkentették és ezáltal megnövelték a magba jutónak a mennyiségét. *L. T. Evans*, egy kiváló ausztrál talajkutató és növényfiziológus, aki régóta foglalkozik a gabonafélék terméshozamának lehetőségeivel, megjegyzi, hogy a nagy terméshozamú törpe búzafajták esetében a „maghozam növekedése közel azonos a szár súlyának csökkenésével.”

A kukorica esetében a trópusokon termesztett fajták magasságát az átlagos 3 méterről nem egészen kettőre csökkentették. *Don Duvick* azonban, aki hosszú ideje tudományos igazgatója a Pioneer Hybrid magtermesztő társaságnak, megjegyzi, hogy az USA kukorica-övezetében használt hibridek esetében a nagyobb terméshozam kulcsa a fajta ellenálló képessége a nagyobb növény-sűrűség terhével szemben, miközben azonos marad a magok növényenkénti mennyisége. Az egyik megoldás arra, hogy hektáronként több növényt ültethessenek az, hogy a hagyományos fajták vízszintesen hajlott leveleit, amelyek kissé lekonyulnak, függőlegesebbé tegyék és ezáltal csökkentsék az önárnyékolást.

Ez a folyamat azt jelenti, hogy az 5. számú táblázatban a szántók 7,7 tonna/ha  $O_2$  termelő és 7 tonna/ha  $CO_2$  nyelő kapacitása az intenzivitás fokozásával fordított arányban csökken, mert a termények öntömegében egyre kisebb hányad a fotoszintetizáló felület.

Nem elhanyagolható a **növényzet szerepe a talaj vízgazdálkodásában.**

Ennek zavaraira a degradáció folyamatának ismertetésénél már utaltunk. A növényzet gyökérzete és termőtalaja révén részben megköti a talajban a vizet. A felhasznált víz egy részét transpirálja, azaz levélzetén keresztül elpárologtatja, míg más részét a növénytest gyarapítására használja fel. Ahol az erdőt kivágják, ott a hirtelen hóolvasás, vagy a sok csapadék következtében pusztító árvizek alakulnak ki. Kína a nagyméretű erdőkivágások következtében tragikus embervesztéssel és hatalmas károkkal járó árvizeket szenvedett át a 90-es évtizedben.

Ha az erdők eltűnnek, nemcsak a faanyagot veszítjük el. A 150 legfontosabb nem fából készülő erdei termék – például a spanyolnád (rattan), a parafa, a diófélék, olajok és gyógyszer-alapanyagok világkereskedelmének értéke több mint évi 11 milliárd dollár. Ezek helyi jelentősége még nagyobb, hiszen munkalehetőséget adnak emberek százmillióinak. Emellett az erdők védelmet nyújtanak számtalan állatfajnak is, beleértve azokat az élőlényeket, amelyek igen hasznosak a termesztett növények megporzásában és a betegségeket terjesztő kártevők pusztításában.

A vízgyűjtő területek erdőtakarója nélkül a lezúduló víz erodálja a lemeztelepített földet; az árvizek és az aszályok még szélsőségesebbé válnak. 1998-ban a súlyos esőzések számos letarolt területen rekord mértékű árvizeket okoztak, például Indiában, Bangladesben és Mexikóban. Kínában a Jangce vízgyűjtő területén – amely a fakitermelés és a mezőgazdasági művelés miatt erdőinek 85 százalékát elveszítette – az áradások ezrek halálát okozták, emberek százmillióit kellett kite-



---

lepíteni, több tízmillió hektárnyi termőterület került víz alá, több tízmilliárd dollár kár keletkezett.

1999-ben és 2001-ben mi, Magyarországon is hosszantartó, nagy károkkal járó árvizeket szenvedtünk el, nagyrészt a Tisza forrásvidékén, Ukrajnában kivágott erdők miatt.

Az árvizekkel kapcsolatban külön említést érdemel az **árterek növényzetének védelme**.

Az ártéri vízkedvelő fák (nyár, fűz, éger) fontos töltésvédelmi szerepet látnak el. Nyáron a hullámzástól, télen a torlódó jégtábláktól védik az árvízi töltéseket.

Hazánk a harmadik évezred küszöbén **az agrárgazdálkodás jelentős változtatására kényszerül**.

Abból kiindulva, hogy a növénytermesztésben és állattenyésztésben – természeti körülményeink és kialakult intenzív gazdálkodásunk miatt – a mezőgazdasági árutöbblettel rendelkező Európában nem lehet elhelyezni hagyományos termékeinket, **az agrár-környezetgazdálkodásba kell áttérnünk!** Erre kényszerítenek

- az Európai Unió átvételi korlátai, és
- a támogatási rendszerek.

Ez az áttérés mintegy **2 millió hektárt** érint, amely az ország termőterületének 25 százalékát, teljes területének 21 százalékát jelenti. A mezőgazdasági szakértők szerint az alábbi változások indokoltak:

- a.) 533 000 ha gyepet erdősíteni,
- b.) 229 000 ha szántót erdősíteni,
- c.) 7 000 ha szántót vegyesen vidék táj és rekreációs területté alakítani,
- d.) 503 000 ha intenzív szántót extenzív szántóvá alakítani szükséges.

(Ángyán–Podmaniczky, 1998.)

Ez nem jelent kevesebbet, mint az a.), b.) és c.) kategóriákban 1 millió hektár erdő telepítését, ami 18 százalékos erdősültségünket 29 százalékra növelné. Ez ugyan messze elmaradna a skandináv országok 60 százalékos erdősültségétől, de utolérná és lehaladná keleti és nyugati szomszédaink 23–25 százalékos erdősültségét. Ez a váltás legalább egy évtizedet igényel, de a jelenlegi ütem mellett csak egy évszázad múlva érhető el.

Könnyen belátható, ha ez a program megvalósul, jelentős javulást eredményez hazánk környezeti állapotában. Javulna a levegő összetétele, növekedne a CO<sub>2</sub>-t nyelő kapacitás, kisebb lenne a termőtalaj kémiai terhelése. Ha a változás bekövetkezik, ez jótékonyan hatna a levegőminőség alakulására is.

Az intenzív gazdálkodásról áttérni az extenzív gazdálkodásra a vegyszermentes (műtrágya és növényvédőszer nélküli) **biológiai gazdálkodás elterjedését jelenti**. Ez jelentős terheléstől mentené meg a talajt és a vizeket.

---

A váltás melléktermékeként növekedne a foglalkoztatás is.  
Erről tanúskodik a gazdálkodási formák **munkaerő igénye** is.

Tervszerű kemizált gazdálkodás	2,94 fő/100 ha,
Integrált (közepes technológia)	3,52 fő/100 ha
Biológiai (extenzív) gazdálkodás	8,64 fő/100 ha.

A szükséges folyamat megvalósítása arról tanúskodik, hogy **a környezetvédelmi érdek összhangba hozható a gazdasági érdekekkel.**

Összefoglalásképpen soroljuk fel a **talaj funkcióit**, mert így dönthetjük el, érdemes-e a növényzetet hadra fogni a termőföld védelme érdekében. Legalább hét tényezőt kell kiemelni a talaj mellett:

- 1.) hazánk legfontosabb – csak feltételesen megújuló – természeti erőforrása, a legfőbb környezeti elem,
- 2.) a növények és mikroorganizmusok élettere,
- 3.) a növényi biomassza alapvető közege, a bioszféra primér tápanyagforrása,
- 4.) az ökológiai hőháztartás tere,
- 5.) a vízháztartás természetes raktára,
- 6.) a növényi tápanyag-raktározás közege,
- 7.) a bioszféra hatalmas génkincs tárolója.

E hét tényezőt a talajtan művelői még kiegészítik azzal, hogy a talaj

- pufferkapacitás a stresszhatások kiegyenlítésére,
- természetes detoxikáló szűrőrendszer, és végül
- a régészeti ritkaságok megőrzésének közege.

A felsorolásból – amely megegyezik a talajkutatók álláspontjával – kiderül, hogy **a talaj, mint természeti erőforrás és mint legfőbb környezeti elem** első helyre került a fontossági sorrendben. Ez nagy változás a múlthoz, és annak ma is élő beidegződéseire képest.

A termőföld terméshozama a köztudatban, valamint a közgazdasági gyakorlatban még ma is kizárólagos helyet foglal el. A földek közötti minőségi különbséget és vele az árat még ma is a XIX. századból származó aranykorona érték határozza meg. A manapság megjelenő szakkönyvek is a földjáradék-számítás alapjául a terméshozamokat jelölik meg, s bennük szerepet kapnak olyan elavult tényezők, mint az I. számú és II. számú különbözeti földjáradék.

Az erdők esetében a helyzet némileg kedvezőbb, mert általában azok ún. jóléti szolgáltatásait is értékképzőnek tekintik. E témára még visszatérek, mert ezek részei több évtizedes kutatómunkámnak is.

**A hazai termőföld védelme érdekében módosítani kellene a könyv írása idején még érvényes földtörvényt.**

---

A termőföldről szóló 1994. évi LV. törvény – elődeihez hasonlóan – egyik legfontosabb nemzeti kincsünk, a termőföld elkótyavetyélésére ösztönöz, és nincs tekintettel az élő talaj szerepére ökológiai rendszerünkben. A föld ára töredéke az EU-országok árainak, ugyanakkor törvényeink gyakorlatilag szabad utat engednek a termőföld beépítésének és elhanyagolásának. Ennek tudható be, hogy az elmúlt 30 évben 420 ezer hektár földet vontak ki a művelés alól, ami évenként 14 ezer hektár veszteségnek felel meg. Gyökeres, gyors változásra van szükség, amit nagymértékben elősegíthetne

- a földvédelmi járulék, a földvédelmi bírság és a talajvédelmi bírság emelése, valamint
- a földvédelmi járulék és bírságok kiterjesztése.

A termőföldről szóló törvény által etalonnak tekintett 20 aranykorona nyolcadik minőségi osztályú föld hektáronként 80 ezer forint járulékot jelent, ami 1 év búzatermésének árával egyenlő! Tehát 1 év búzatermésével letudható 1 hektár föld beépítése. Szőlő esetében ötödik minőségi osztálynál a járulék 380 ezer Ft/ha, ami el sem éri az egy évi termés értékét!

Az egy négyzetméterre jutó járulék termőföldnél 8–36 forint, és még védett természeti területen sem haladja meg az 50 forintot. Építési telekként viszont 3000–10 000 forint négyzetméterenként a realizálható bevétel. A termőföld belterületbe vonása így négyszázszoros–ezerszeres haszonnal kecsegtet. A jelenlegi eladási árak tehát nincs semmiféle visszatartó ereje.

Ha a termőföldet nem csupán termelési tényezőként fogjuk fel, hanem pótolhatatlan környezeti elemnek tekintjük, a földvédelmi járulékot a sokszorosára kell emelni. A járulék megállapításánál figyelembe kell venni a fentebb felsorolt, tudományosan meghatározott értéktényezőket, valamint azt a tényt, hogy a termőföld pótolhatatlan erőforrásunk.

Végül még egy megjegyzés: Ha bővében vagyunk a szántóföldnek, akkor nem beépíteni kell azokat, hanem erdősítéssel javítani szegényes ökológiai mérlegünkön. Jó lenne, ha a beton és a növényzet harcában ez egyszer az utóbbiak győznének!

### 3. A víz és a növényzet szimbiózisa

Életünk forrása a vízben keresendő. A tudomány mai állása szerint bolygónk 4,6 milliárd évvel ezelőtt alakult ki a csillagközi tér anyagaiból. 1 milliárd év kellett ahhoz, hogy bolygónk lehűlésével, a körülötte lévő vízgőz kicsapódásával kialakuljanak a tengerek. E folyamat részeként a víz bomlásából némi oxigén keletkezett, ez azonban a mai oxigénszintnek csupán ezredrésze lehetett. A minimális oxigénkész-



letből ózonréteg még nem képződhetett, a roncsoló ibolyántúli (UV) sugarak a földfelszínen és a víz felső 10 méteres szintjén lehetetlenné tették az élet kialakulását.

Az állat- és növényvilág közös ősei a kékbaktériumok (régebben kékmoszatoknak nevezték), amelyek afféle elősejtek, prokarioták voltak. 2 milliárd évvel ezelőtt megjelentek a növényi szintestek; az oxigénszint emelkedett, és a kémiai vegyületek helyét felváltotta a biológiai „revolúció”, megkezdődött a fotoszintézis folyamata. Egyidőben kifejlődtek az állatvilág ősei, az egysejtű lények.

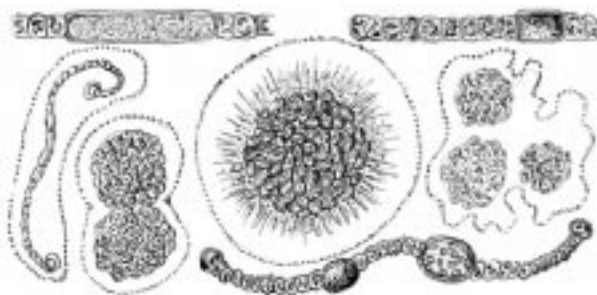
Mai korunkra vonatkozó komoly figyelmeztetés, hogy a **szárazföldi növények** 950 millió évvel ezelőtti megjelenését, és a **szárazföldi állatok** 400 millió évvel ezelőtti létét a dúsuló oxigénből kifejlődött **ózonréteg tette lehetővé**. Az

ózonréteg ( $O_3$  molekula) a 15–50 kilométer magasságú sztratoszférában képez védernyőt az UV sugárzás ellen. A második évezred végén elkezdődött ózonréteg-roncsolásra és annak következményeire a következő fejezetben térek ki.

Vízből való származásunk egyik jele, hogy a testünk zömét kitevő víz és ásványi anyagainak összetétele megegyezik a tengervízével.

A fejlődéstörténet szerint tehát a szárazföldi növényzet 500 millió évvel korábban jelent meg a Földön, mint állatvilágbeli őseink. Joggal feltételezhető, hogy a megsemmisülés fordított sorrendben következik be, bár az emberiség sokat tehet azért, hogy a növényzet pusztításával megelőzze saját elmúlását.

Az élővilág egységének érzékeltetésére álljon itt két „csipkeminta”: a vér hemoglobinjának és a növényi klorofillnak vázlatos szerkezeti képlete.



Hemoglobin



Klorofill

A szénhidrogén csipkerajtóktól ezúttal eltekintettem, csupán azt kívántam érzékeltetni, hogy a hemoglobin főként abban különbözik a klorofilltól, hogy előbbiben **vas** a központi elem, míg utóbbiban a **magnézium**. Ezért kapnak vasat a vérszegény emberek, és ezért adunk magnéziumot a pázsitnak, ha azt akarjuk, hogy színe haragos zöld legyen. A klorofill a fotoszintézis előfeltétele, anélkül nem létezhetne ember, állat. Természetesen hemoglobin sem, amely vérfesték: pontosabban a véráram oxigénszállító fehérjéje.

---

Nehéz eldönteni, hogy az emberiség pusztító tevékenységében a víz felhasználása és szennyezése, vagy pedig a növényzet pusztítása játszik-e vezető szerepet. Következő fejezetet szenteljük a víznek.

### 3.1. A víz mennyisége és felhasználása

Az óceánok vízkészlete

(átlagos vízmélység a tengereken 3 700 m)	1 348 millió km <sup>3</sup>
Talajvizek, tavak és folyók	8 millió km <sup>3</sup>
Hó és jég	29 millió km <sup>3</sup>

Felhasználhatóság megoszlása

Tengervíz	96,50%
Édesvíz-készletek	3,50%

A felhasználható vízkészletek nem egyenlően oszlanak meg a Föld országai között. Vannak vízzel jól ellátott országok, és gyengén vagy erősen vízhiányosak. A gyengén ellátott országok közé az 1 000 m<sup>3</sup>/fő/év alatti vízkészlettel rendelkezők tartoznak. Mi az 580 m<sup>3</sup>/fő/év ellátásunkkal a kellemetlen, vízhiányos kategóriába tartozunk. Mind a mennyiség, mind a felhasználhatóság szempontjából jelentős különbségek adódnak a tengervíz és az édesvíz vonatkozásában.

**Az óceánok** a föld felszínének kétharmadát fedik be. A légkör, az óceánok és a különböző tengerek egymásra hatása jelentős mértékben befolyásolja az éghajlat alakulását is. Az óceáni növényzet ezen kívül a planéta „tüdejének” fontos része, a tengerekben, és óceánokban zajló fotoszintézis biztosítja az atmoszférában lévő szén-dioxid nagy részének elnyelését.

Az, hogy az emberi tevékenység milyen mértékben befolyásolja a tengervíz állapotát, nagy mértékben függ attól, hogy az adott tenger mennyire képes feloldani, szétoszlatni és elnyelni a különféle szennyező és káros anyagokat. A víz öntisztulási képességét befolyásolják a különböző áramlatok, akárcsak a tengerfenék geológiai sokfélesége.

#### A tengervíz szennyezőanyagai

A szárazföldi eredetű okok a tengeri szennyezés 70 százalékát teszik ki, míg a tengeri szállítás és tengeri lerakódás 10–10 százalékkal részesedik. A tengeri környezetre legnagyobb veszélyt jelentő szennyezőanyagok a következők:

- szennyvíz,
- tápanyagok,
- szintetikus szerves vegyületek,
- üledékek,

- 
- szemét és műanyagok,
  - radionuklidok,
  - olaj/szénhidrogének,
  - policiklusos szénhidrogének (PAH-ok).

A tengerparti eredetű szennyezőanyagok többsége különös jelentőségű a tengeri környezet szempontjából, mivel egyidejűleg toxicitást, perzisztenciát és bioakkumulációt is okoznak az élelemláncban.

**Szárazföldi tevékenységek.** Az emberi települések, a földhasználat, a tengerparti infrastruktúra kiépítése, a mezőgazdaság, az erdészet, a városfejlesztés, a turizmus és az ipar egyaránt befolyásolhatják a tengeri környezetet. Különleges jelentőségű a tengerparti erózió és az eliszaposodás.

**Szállítás és tengeri tevékenységek.** Évente mintegy 600 ezer tonna olaj kerül a tengerekbe szabályozott szállítás, baleset vagy illegális kibocsátás következtében. A partközeli olajbányászat és -termelő tevékenységek környezeti hatásainak természete és mértéke a tengeri szennyeződés szempontjából kis jelentőségű. A tengervíz minőségét nem pusztán a szennyezőanyagok mennyisége határozza meg, hanem elsősorban az, hogy ezek az anyagok milyen koncentrációban találhatók meg a vízben, milyen fizikai és kémiai formát öltenek (oldott állapotban, avagy más, sajátos anyagokkal vegyítve kerülnek oda), milyen a tartózkodási idejük, miként viselkednek, milyen mértékű a toxicitásuk.

**Nukleáris kísérletek.** Ezek a radioaktív hulladékok legfőbb okozói, de ilyen anyagok kerülhetnek a tengervízbe a különféle atomerőművekből vagy hulladékfeldolgozó üzemekből.

**Szintetikus anyagok.** A különféle szintetikus anyagok, hálók, kötéllecek, műanyagzacskók rendkívüli mértékben szennyezik a parti területeket. Emiatt emelkedik a halpusztulás szintje.

**Eutrofizáció.** Az eutrofizáció a felszíni vizek növényi tápanyagainak dúsulása által kiváltott biológiai reakció. Elnövényesedést, túlbujánzást (algásodást, hínárosodást, vízvirágzást) okoz, ami természetes és mesterséges hatásokra következhet be. Különféle formákban nyilvánulhat meg, így a nyílt víz növényzetének, a fitoplanktonnak vagy a rögzült fitoktekonnak, valamint a hínárállománynak a bujánzása formájában. Az eutrofizáció folyamán a vízminőség gyökeresen megváltozik, az emberi használat szempontjából romlik.

## Édesvíz

Az édesvízi erőforrások lényeges összetevői a föld vízrendszerének és nélkülözhetetlen részei minden szárazföldi ökoszisztémának is. Az édesvízi környezet jellemzője a víztani ciklus, beleértve az árvizeket és a szárazságokat is, amelyek néhány területen igen szélsőségesek, és hatásukban drámaiak is lehetnek.

---

A globális éghajlatváltozásnak szintén lehet hatása az édesvízi erőforrásokra, ezek elérhetőségére; azonkívül a tengerszint emelkedésén keresztül fenyegeti az alacsonyan fekvő parti területek és kis szigetek ökoszisztémáit.

**Az édesvíz eloszlása.** Az édesvíz egyenlőtlenül oszlik el a Föld felszínén. A világ természetes édesvíztartaléka túlnyomó részben Grönland gleccsereiben, az Antarktiszon, az észak-amerikai tavakban és Oroszországban található. A vízkínálat – a földrajzi szélességtől függően – különböző, nagy része a trópusi csapadékos zónákban található. Brazília folyói például a világ teljes megújuló édesvízkínálatának 13 százalékát hordozzák (az Antarktisz vízkincsét leszámítva). Az édesvízkészletek nem csupán területileg oszlanak el egyenlőtlenül, hanem számos térségben szezonálisan is változik a mennyiségük. Ausztráliában például a vízhozam 65 százaléka januárban, februárban és márciusban keletkezik.

A víz felhasználása rohamosan növekszik. Míg 1900-ban 20 km<sup>3</sup> volt az évi felhasználás, addig 2000-re az évi felhasználás 5000 km<sup>3</sup>-re növekedett, azaz a **XX. században a vízfelhasználás 250-szeresére nőtt!**

A felhasználás mintegy

70 százaléka	a mezőgazdasághoz köthető,
18 százaléka	az ipari vízigény, a fennmaradó
12 százalék	a lakosság vízfelhasználása
	és a tárolási veszteség között oszlik meg.

(Forrás: Shiklomanov, Global Water Resources, 1993, Washington D.C.)

A víz felhasználása elsősorban a mezőgazdasági növényzethez köthető.

Emlékeztetőül idézzük fel, hogy **a fotoszintézis során 1 kg növényi szénhidrát asszimilációjához 1,25 kg vízre van szükség** amelynek fele, **0,6 kg** beépül a növény testét alkotó cukorvegyületbe, míg 0,6 kg transzspirálás. Ez köznapra használatra lefordítva annyit jelent, hogy **víz nélkül nincs búza, rizs, kukorica, legelő és hús sem, mert az állatvilág táplálkozása is a növényzettől függ.**

A világon – a tengereket és szárazföldeket is beleértve – 1 évben 164 milliárd tonna nettó primér növényi produkció képződik, amelyhez 205 milliárd tonna víz szükséges. Ebből azonban mintegy 105 milliárd tonna beépül a növényzetbe, míg 100 milliárd tonna folytatja útját a természet körforgásában.

A vízigényre vonatkozóan vizsgáljunk meg egy hazai példát, amelyet **szántóföldre** kell számítani, mert ez adja hazánk területének több mint felét, 4 711 000 hektárt.

Egy hektár szántóterület világátlaga **6,50 tonna nettó primér növényi produkció**. Kihangsúlyozandó, hogy ez nem azonos a termésátlaggal. Amíg a gabonafélék primér produkciójának mintegy fele épül be a termésbe, addig például a napraforgónál, zabnál és lucernánál a termésarány 10–15 százalékra be-



csülhető. A 6,5 tonnás átlaghozam több mint 8 tonna vizet kíván, amelyből mintegy 4 tonna épül be a növénybe! Ez 800 milliméter évi csapadékot igényelne, amelynek egy része leszivárgás és elfolyás miatt a termésben nem hasznosul. Hazánk középső részén azonban a csapadék átlagban nem éri el a 600 millimétert sem. Például 1990-ben 415 milliméter, **1997-ben pedig 327 milliméter volt!** Magyarországon – évenként változóan – 200–400 milliméter öntözővíz kijuttatása indokolt, a kívánt termésátlag eléréséhez. Hazánkban évente 95 millió tonna primer növényi anyag termelődik (Láng, 1980), ami 118 millió köbméter vízfelhasználást igényel.

A budapesti parkok belterjesen gondozott területein évtizedek átlagában 250 milliméter, azaz  $0,25 \text{ m}^3/\text{m}^2$  vizet öntöznek ki a vegetációs időszakban. A különböző fafajoknak más és más a fiziológiai vízigénye. Járó és Fűhrer adatsora jelentős eltérést mutat a fafajok évi vízigényét illetően. Eszerint:

kocsányos tölgy	441 mm
akác	279 mm
nemes nyár	680 mm
erdei fenyő	205 mm
fekete fenyő	185 mm

Nem vigasztaló, hogy a jövevény akác és a nálunk tájidegennek tekintett fekete fenyők a legmértéktartóbb vízfogyasztók. Az a fényűzés azonban nem engedhető meg, hogy olyan vízhiányos területen mint a Tisza-hátság, nyárfélékét telepítsünk.

### 3.2. Vizeink szennyezettsége

A növények „hadrafoghatósága” érdekében ismerni kell a vízszennyezések formáit. A tengervízről az előbbieken már szó esett, most foglalkozzunk édesvizeinkkel, mert itt adódnak számunkra a legsürgősebb feladatok, főleg medenceként szolgáló hazánk területén. A vizek szennyezése a terhelő tényezők sokaságából adódik. A legfőbb források: az **ipar**, a **mezőgazdaság**, a **kommunális** (lakossági) ágazatok.



*Feketefenyő*

## A szennyezés forrásai és hatásuk:

Anyagok:	Hatásuk:
1./ Biológiaiag bontható szerves anyagok (pl. fekália)	bűz, oxigénfelhasználódás, halpusztulás,
2./ Lebegő anyagok (vatta, műanyag)	lecsapódik, eltömíti a halak táplálékát, eltakarítja a hasznos mikroorganizmusokat,
3./ Korrózív mérgező anyagok (cianidok, fenolok, fémek)	megöli a vízi életet, a baktériumokat, és ezzel a folyók öntisztulását akadályozza,
4./ Patogén mikroorganizmusok (baktériumok, vírusok)	a vízben fürdőzőket megfertőzi, bőrbetegségeket okoz,
5./ Festékek, kohók hűtővizei	A víz elcsúfítása és felmelegítése,
6./ A biológiai egyensúlyt felborító műtrágya- és szerves trágyalevek	eutrofizáció, vízi növények rothadása, bűz, halpusztulás,
7./ Ásványi anyagok, sók	a vízkeménység növekedése, melynek következtében a víz alkalmatlan öntözésre és ipari felhasználásra

(Radó, 1987)

A szennyezések összesített hatását főleg BOI és KOI mutatókkal mérjük. Ismerjük meg ezek tartalmát.

**BOI: biológiai oxigénigény, biokémiai oxigénigény:** az az oxigénmennyiség, mely térfogategységnyi vízben levő oldott, kolloidális és szuszpendált, a bomlóképes szerves anyagok mikrobiológiai **lebontásához** szükséges. Tekintettel az anyagok sokféleségére, minőségére és „hőzáférhetőségére” a lebontó mikroszervezetek számára és természetére, valamint számos külső tényezőre (hőmérséklet, fény, a jelen lévő élővilág tápanyag- és oxigénigénye, mérgező anyagok jelenléte, stb.) a lebontás körülményei rendkívül változatosak. A biológiai oxigénigény megállapításához szükséges méréseket általában 20°C-on, teljes sötétben, 5 vagy 20 napos időtartammal végzik. A vízminta biológiai oxigénigényének megállapítása szennyezett vizek illetve szennyvizek tisztításakor az alkalmazandó technológia megválasztásához alapvető támpontokat ad.

**KOI: kémiai oxigénigény, oxigénfogyasztás:** a vízben lévő anyagok redukálóképességének mérése valamilyen oxidálóanyaggal, mint pl. savas káliumpermanganát, savas kálium-dikromát, szabad klór, jód, jodát, stb. Az eredményt a térfogategységnyi víz által **fogyasztott** oxigén egyenértékében adják. A kémiai oxigénigény adat a vízben található szerves anyagok mennyiségével arányos.

---

### Néhány vizsgálati eredmény folyóinkról:

A felszíni vizek minősítésénél figyelembe kell venni, hogy

- az ország vízkészletének mintegy 96 százaléka a szomszédos országok területéről érkezik,
- kiemelten nagy vízfolyásainknál (Duna, Dráva és Tisza) – a viszonylag nagy hígítóképességük miatt – a víz minőségi állapotát elsősorban nem a fizikai és a kémiai, hanem a mikrobiológiai jellemzők kedvezőtlen értékei határozzák meg,
- a kisebb vízfolyásoknál viszont éppen az elégtelen hígítóvíz mennyiség következtében a viszonylag kis szennyezőanyag terhelések is lényeges mértékben lerontják – a bevezetések alatti szakaszokon – a vizek minőségi állapotát (pl. Ikva, Kenyérmezei-patak, Pécsi-víz ... stb.),
- jelentősebb tavaink, tározóink vizének minőségét azok sekélysege miatt – a mindenkori tápanyag terhelés nagysága mellett – nagymértékben befolyásolják a hidrometeorológiai körülmények.

A Duna vízgyűjtő területén 38 vízfolyás, továbbá 3 állóvíz, valamint azok 30 mellékvízfolyásainak vizéből vettek vízmintákat 1955-ben. Ez összességében 142 vizsgálati szelvényt jelent, ahol 3 644 vízmintát vettek.

**A határszelvényhez érkező Duna vize** viszonylag kevés szervesanyagot tartalmaz. Az esetek többségében kedvező az oldott oxigén mennyisége, valamint az oxigéntelítettség értéke. A nitrogén és a foszfor háztartás (tápanyagháztartás) komponensei közül csak a nitrit-nitrogén ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) és az ortofoszfát-foszfor ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) mennyisége jelzett kisebb mértékű szennyezettséget.

A vízfolyás további szakaszán az oldott oxigén mennyisége mintegy 1 mg/l-rel, az oxigéntelítettség értéke 10 százalékkal nő. **A biokémiai oxigénigény (BOI)** és a **permanganátos módszerrel meghatározott oxigénfogyasztás (KOI)** nagysága a fővárosnál éri el a maximumát, az alsó szakaszon viszont csökken. Ugyanakkor a nehezebben lebontható szerves anyagok mennyisége (KOI) a vízfolyás mentén folyamatosan nő.

A tápanyagok közül a nitrogén-formák mennyisége nem jelentős. Az oldott foszfor ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) tartalom értéke a fővárosig fokozatosan csökken, onnan – kisebb ingadozásoktól eltekintve – közel állandó.

A hidrobiológiai folyamatok erőssége a vízfolyás mentén fokozatosan nő. A hidrobiológiai folyamatok lefolyását a klorofill-a mennyisége mellett az oxigéntelítettség és a pH érték növekedése, valamint a  $\text{PO}_4\text{-P}$  mennyiségének csökkenése is jelzi.

**A Duna** egyes szelvényeiben a coliformszám nagysága meglehetősen széles tartományban ingadozik. A víz szennyezettségét mutatja a fekális (termotoleráns) coliformszám (bélbaktériumok csíraszama), és a fekália streptococcus észlelések eredménye is.

---

A mellékvízfolyások vízmennyisége igen csekély, így szennyezőhatásuk a Duna vízének nagy higítóképessége következtében csak a közvetlen parti sávban érvényesül, illetve mutatható ki.

A Dráva vízgyűjtőterületén lévő nagyobb vízfolyások vízének minőségét meghatározza a mindenkori vízjárásváltozások nagysága. Néhány kisebb vízfolyás vízének minőségét az általuk elvezetett szennyvizek szennyezőanyag-terhelése gyakorlatilag szennyvízzé változtatja.

A Dráva vize – az észlelések többségénél – kevés szerves és szervesetlen anyagot tartalmaz, továbbá kedvező a vízben a nitrogén-, valamint a foszfor-formák mennyisége is. A klorofill-a mérések eredménye erőteljesebb hidrobiológiai folyamatokat nem jelez: a vízfolyás vízének minősége a hosszmentén gyakorlatilag nem változik.

A Tisza vízgyűjtőterületén 35 vízfolyás és 1 állóvíz összesen 90 szelvényében vett 2 509 mintából végezték el a szükséges vizsgálatokat.

A Tisza vize a belépő szelvényben (Tiszabecs) az észlelések többségénél csak kevés szennyezőanyagot tartalmaz. Nagyobb áradások alkalmával a víz szennyezettsége megnő, különösen a lebegő anyagok, a szervesanyagok, továbbá az egyes foszfor-formák és az oldott vas mennyisége.

A Tisza további szakaszain a közel azonos vízmennyiséggel, de nagyobb szennyezettséggel rendelkező Szamos, Maros, valamint a kisebb, de lényegesen szennyezettebb mellékvízfolyások (Kraszna, Lónyai-csatorna, Zagyva) hatására nő a víz szennyezettségének mértéke. A Szamos és a Kraszna torkolata alatt csökken az oldott oxigén, nő a szerves és szervesetlen anyagok mennyisége, valamint a víz bakteriológiai szennyezettsége. A Sajó szennyezettebb vízének hatására főleg a nitrogén-formák mennyisége, továbbá a bakteriológiai szennyezettség mértéke nő nagyobb arányban.

A Tiszafüred és Szolnok közötti szakaszon csökken, ugyanakkor a Maros torkolata, valamint a szegedi szennyvízbevezetések alatti szakaszon nő a szerves és szervesetlen anyagok mennyisége, továbbá a bakteriológiai szennyezettség mértéke.

A Tisza vízében a klorofill-a mérések eredménye a nyári hónapokban jelez nagyobb biológiai produkciót. Ez különösen a Szamos torkolata és a Tiszalöki Erőmű közötti szakaszon érzékelhető.

A Tisza be- és kilépő szelvényeiben mért eredmények átlagértékeinek összevetése alapján megállapítható, hogy az országot elhagyó vízben az oldott oxigén mennyisége mintegy 2 mg/l-rel, oxigéntelítettség értéke 10 százalékkal kevesebb, ugyanakkor nagyobb a szerves és szervesetlen anyagok, a nitrit-N, a nitrát-N és a foszfor-formák mennyisége.

A három folyó szennyezésének mértékét a következő oldalon található 8. táblázat szemlélteti.

## 8. táblázat: A szennyezőanyag terhelésének vízgyűjtőnkénti megoszlása, 1995

Komponens	Mérték- egység	Vízgyűjtő terület						Összesen	
		Duna		Dráva		Tisza			
Szennyvíz mennyiség	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /d	1566	71,80%	77	3,50%	537	24,60%	2180	100%
KÖik	t/d	392	82,00%	7	1,50%	79	16,50%	478	100%
Összes oldott anyag	t/d	1231	67,90%	79	4,40%	502	27,70%	1812	100%
Összes lebegő anyag	t/d	181	85,00%	4	1,90%	28	13,10%	213	100%
NH <sub>4</sub>	kg/d	22932	70,80%	1672	5,20%	7790	12,00%	32394	100%
Extrahálható anyag	kg/d	23139	86,60%	336	1,30%	3232	12,10%	26707	100%

Forrás: KTM, 1997.

Megjegyzés: d=nap

### 3.3. A növényzet tisztítja vizeinket

A növényvilág számos „osztaga” vesz részt a víztisztításban, ilyenek:

- a mikroorganizmusok (baktériumok, algák vagy moszatok),
- lágyszárú vízinnövények,
- fásszárú növények.

A szennyvíztisztítás első lépése a **mechanikai tisztítás**, amely csupán a darabos anyagok kiszűrését jelenti, homokfogóval, előüleptítővel és rácsokkal. A szennyezések zöme viszont a vízben marad, ezért elengedhetetlen folyamat a **biológiai szennyvíztisztítás**.

Tekintve, hogy a biológiai szennyvíztisztítás hazánkban még nem éri el az elfogadható szintet, ennek folyamatát a **követésre érdemes német technológia** ismertetésével kezdjük.

Az eleveniszapos eljárással a tér-idő kihasználás javítását célozzák. Többnyire egy hosszanti átfolyású, négyszögletes alaprajzú, úgynevezett eleveniszapos medencében élnek azok a mikroorganizmusok – kevert populációk –, amelyek a vízben lévő anyagokat felveszik. Technológiai definícióval az **eleveniszapos technológia folyamatosan táplált reaktor**, biológiailag zárt rendszerrel. Ez azt jelenti, hogy az organizmusokat a rendszerben tartják, és folyamatosan tápanyaggal látják el. A tápanyagoldat tartózkodási ideje kisebb, mint az organizmusok tartózkodási ideje.

---

A tápanyagoldat hasznosításából keletkező organizmusnövekményt (fölösiszapként) eltávolítják a rendszerből. A technikai alaptípus reakciótartályból áll, amelyben organizmusok vannak.

A medencébe folyamatosan vezetik a tápanyagoldatot. Az oxigénellátás és az organizmusok lebegésben tartása érdekében a tápanyagoldatot levegőztetik és keverik. A levegőztetés és a keverés funkcióját gyakran ugyanaz a berendezés látja el. A folyamatos táplálás következtében kiszorított reakciókeveréket szeparátorba (utóülepítőbe) vezetik, s ott pihentetik, míg az organizmusok le nem ülepednek.

A tápanyagban szegény folyadékot elvezetik, a kiülepített organizmusokat a szükséges mértékben (recirkulációs iszapként) visszavezetik az eleveniszapos medencébe. A vízágyas reaktorral szemben – amely esetében az utóülepítés csupán a kezelt szennyvíz szilárdanyagoktól való megtisztítására szolgál –, az eleveniszapos eljárásban az utóülepítés a rendszer szerves része.

A tisztítást lényegében az „**eleveniszap**” végzi. A mikroszkopikus elemzés mutatja, hogy nagy felületű 50-200 mikrométer átmérőjű részecskékből áll. A peremzónában baktériumok vannak, alkalmasint egyik faj kifelé, más fajok a központi részekhez közelebb helyezkednek el. A fajválaszték a kisebb terheléssel növekszik, feltörnek a gyakoribb *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Mikrococcus* és *Zooglea* fajok, továbbá a nitrifikáló mikroorganizmusok is. A szervesetlen alkotók elemzése azt mutatja, hogy a részecskék magva ásványi természetű és főként agyagból (Si, Al, Fe), vas-oxidból ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) és kalcium-foszfátból áll.

Az üzemeltetési mód a követelmények függvényében az organizmusok nagyon egyszerű vagy változatos életközösségét alakítja ki. Az oldott tápanyagot egyik oldalról – amennyire csak lehetséges – a biomasszában átalakítják („nagy terhelésű technológia”), vagy más oldalról a szennyvízben lévő tápanyagot a táplálékláncolaton keresztül heterotróf organizmusokkal közel tökéletesen oxidálják („kis terhelésű technológia”).

A reaktorban annál nagyobb az anyagforgalom, minél nagyobb az eleveniszap koncentrációja. A koncentráció értéke általában 3–3,5 kg szárazanyag egy  $\text{m}^3$  reaktortérfogatra vonatkoztatva. Amennyiben ennél nagyobb értékekre törekednének, ezt egyéb technikai mértékek, mint pl. az oxigénellátás vagy a recirkulációs iszap koncentrációja korlátozza. Optimális feltételek között a szerves alkotóanyagok 6–12 óra alatt lebomlanak, ehhez kg  $\text{BOI}_5$ -önként kb. 34–44  $\text{m}^3$  levegő szükséges. Technológiai megfontolásokból a terhelést úgy kell beállítani, hogy az iszapfalók még ne jelenjenek meg, ekkor a lehető legnagyobb iszaptermelést célozzák meg – amely eléri a kb. 1,5 kg szárazanyag-értéket lebontott kg  $\text{BOI}_5$ -önként.

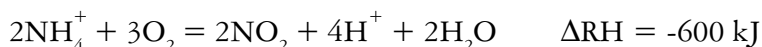
Az eleveniszapos berendezésben a szükséges oxigénmennyiséget kiegészítő energiafelhasználással juttatják a vízbe.

A **foszfor** a természetben a szervezetekben nukleinsav formájában mint oldott glukóz-1-foszfát, vagy mint szervesetlen foszfátvegyület, pl. vas-foszfát fordul elő. A

mosószerrek polimerizált foszfátokat tartalmaznak, illetve tartalmazzak (pl. pentonátrium-trifoszfát), amelyek a szennyvizekben monofoszfáttá hidrolizálnak. A biológiai szennyvíztisztításban a foszfor a szervezetek nukleinsavjainak és foszfolipidjeinek felépítéséhez, továbbá az energiát szolgáltató anyagok cseréjéhez szükséges. Utolsóként az adenzin-difoszfát foszfát és energia felvételével adenzin-trifoszfáttá (ATP) alakul. Az ATP, illetve az energiagazdag polifoszfát granulátum formában történő energiátárolása a baktérium „szükségállapotának” áthidalásához életfontosságú.

Ilyen módon azonban a mikroorganizmusok csak vízminőségi szempontból hasznosítható mértékben és akkor alapoznak energiátárolást, ha ilyen stresszállapotnak periódikusan ki vannak téve. Technikailag a stresszállapot – ami bizonyos baktérium- és gombafajok 6-7 százalékkal való „túlkompenzációjához” vezet – oxigénmentes periódusokkal érhető el. Eközben először foszfátok oldódnak vissza a polifoszfát tárolóból, amelyeket az ezután létrejövő anaerob körülmények között a szervezetek fölös mennyiségben vesznek fel.

A hagyományos biológiai szennyvíztisztító telepen a szennyvíz **nitrogéntartalmát** csak olyan mértékben távolítják el, amely a tápanyagviszonyoknak – főleg a szénvegyületekre vonatkoztatva – megfelel. Az ideális C:N arány települési szennyvizek esetében 12:1, de a gyakorlatban lényegesen ez alatt van. A fölösleges nitrogénrész a befogadóba kerül. A nitrogénterhelés-csökkentés legjelentősebb mikrobiológiai eljárása a **nitrifikáció**, vagyis valamennyi nitrogénvegyület átalakítása nitrít majd nitrát formába. A folyamat oxigénbevitel mellett viszonylag hosszú idejű levegőztetéssel, kb. 5–20 óra alatt zajlik le. A Nitromonas baktériumfaj az ammóniumot nitrít-ionná alakítja:



A nitrít további oxidációját a nitrobacter törzs végzi:



$\Delta\text{RH}$  = a termelődött hő mennyisége

A nitrifikációval ellentétben a denitrifikáció levegő kizárásával megy végbe. A Pseudomonas és Mikrococcus baktériumtörzsek a nitrátot nitrogénné redukálják. A nitrát-oxigént más szennyvízanyagok oxidálására fordítják, amelyeknek adott esetben szerves vegyületek adagolása révén elegendő mértékben kell jelen lenniük.



Két „ökológiailag hangsúlyos” aerob-biológiai tisztítási technológia említhető: a „felületi kezelés” és az „állóvizekben történő kezelés”. A felületi kezelés (talajban való hasznosítás) a többi technológiával szemben viszonylag ellenőrizhető eljárás. Az eljárás során a szennyvízzel az enyhén lejtő, növényzettel benőtt felületet vékony rétegben elárasztják.



*Nád és gyékény*

Arra törekednek, hogy az oxidációval átalakított növényi tápanyagok a növények metabolizmusával szerves anyaggá alakuljanak, amelyet időnként betakarítanak. Szigetelő (vagy mesterségesen szigetelt) talajok megválasztásával a felszín alatti vizekbe szivárgást meg tudják gátolni. Az eljárás előnye főként a trópusi és az arid területeken várható. Az árasztásos módszer és az állóvízben történő (tavas) kezelés között átmeneti forma a vízínövény-szűrés alkalmazása, mint pl. káka, nád, gyékény (mérsékelt éghajlati övön), vízijácint és békalencse (trópusi és szubtrópusi területeken), mindezekkel a „kemény” szerves kemikáliákat is csökkentik. A mikroorganizmusok elszaporodása a gyökérzetben és a szárban biológiai szűrőként szolgál, és funkcióban megegyezik egy olyan csepegtetőtesttel, mint amelyiknél töltőanyagként növényeket használnak fel. Ezt nevezik Rhizoktonia effektusnak.

A lágyszárú növényeknek jelentős szerepük van a gyökérzártatásos módszerben. Sok édesvíz és mocsár parti zónáját édes- és savanyúfüvek uralják. Különösen sikeres faj a csaknem az egész világon elterjedt nád (*Phragmites australis*), amely sok tavon összefüggő nádasövet alkot. Sejtfaikba lerakódott jelentős kavasvartartalmuk jóvoltából egészen fantasztikus szilárdságot mutatnak 4 méter magasságot is elérő, alig 1 cm átmérőjű szárai. A savanyúfüvek, amelyek tulajdonképpen sások, arról nevezetesebbek, hogy hosszú, keskeny leveleiket szintén ez a kiegészítő anyag teszi tartóssá. A kavasvartartalom megvédi a sásokat a túlzott lelegetéstől, mert a nagyobb kavasvartartalmú növények nehezebben rághatók.

A gyakran a víz felől a parti vegetáció legelső frontját alkotó nádnak szilárdan ellen kell állnia a szélnek és a hullámverésnek. A szár terhelése nyár végére különösen megnő, amikor a nagy virágbugák kifejlődnek. Általában csak a téli viharok és a hónyomás töri el a szárait. Ilyenkor a nádas nehezen átjárható sűrűséget képez, ami sok állatnak biztosít kedvező életteret.

A nád is, miként a tündérrózsa, olyan sok oxigént halmoz fel gyökérrendszerében hogy közeli környezetébe is juttat belőle. A nád így a talajszapot oxigénnel látja el. Kicsi, könnyen tovaepülő magvakkal, azaz szemtermésekkel szaporodik.



---

A víz és a szél ezeket messzire hordja, de terjedhet föld alatti **rizómákkal** is, amelyek akár 10 méternél is hosszabbak lehetnek. A nádasok jól mutatják, hogy itt nem egyes, magányos növényegyedekkel állunk szemben, mert egy-egy nádszál csak része a hajtások kiterjedt elágazó rendszerének. A nádasállományok megtartása a tavak partbiztosítása és a **víz tisztántartása szempontjából különösen jelentős**.

A vizes területek növényvilága nagyon gazdag. Számos faj él itt, ilyen például a sulyom (*Trapa natans*) vagy a kolokán (*Stratiotes aloides*), a ritka iszaprojt (*Limosella aquatica*), vagy a vizimájmoha (*Riccia fluitans*), és sok feltűnő virágú faj, mint a mocsári nőszirm (Iris pseudacorus), a virágkaca (*Butomus umbellatus*), vagy Európa atlantikus klímájú területein a bohócvirág (*Mimulus luteus*).

Manapság kétnapi esőzés is árvizet okozhat, mert a folyókat betonágyakba szorították, és **eltűntek a vízparti ligeterdők**. A part gránit vagy beton helyett inkább „élő fallal” legyen megerősítve. Ez hosszú távon lényegesen jobban működik, mint a szilárd fal, mert az éger és a fű gyökerei jól alkalmazkodnak a vízhez, felkészülnek az áramlására. A keletkezett lyukakat gyorsan betömik maguktól, miközben a kőépítményeknél a folyóvíznek kell állandóan alkalmazkodnia, ami legtöbbször egyáltalán nem sikerül.

A patakparti égerliget a patakok és kisebb folyók vegetációjának természetes és legállandóbb formája. A vegetációs periódusban sűrű árnyékukkal megakadályozhatják a patak vízinnövényeinek burjánzó növekedését.

A víz szabadon folyhat a mederben, a karbantartási költségek ezzel minimálisra korlátozódnak.

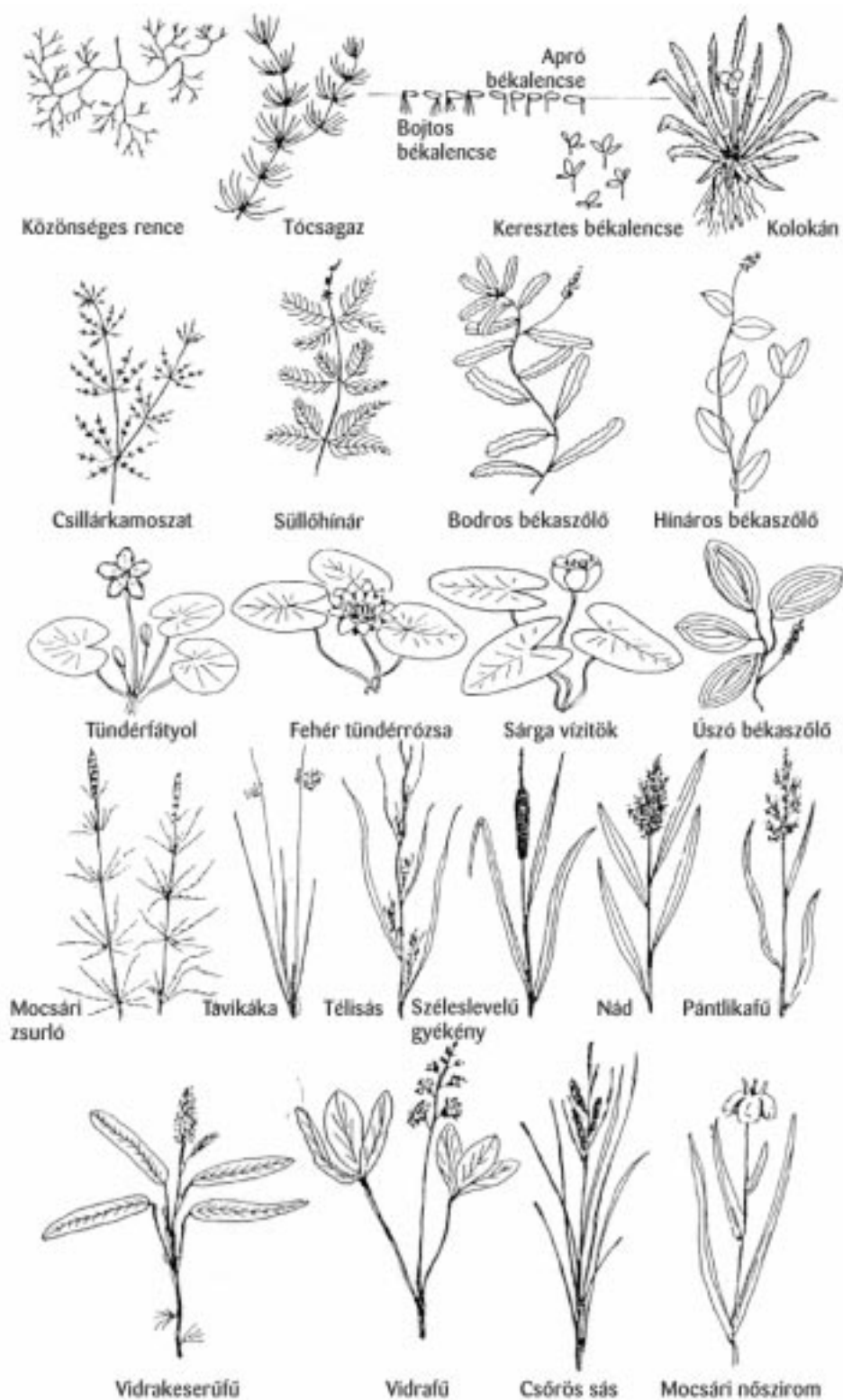
A növényzet kiszorul a vízfolyásból, a két partot lepi el, megakadályozva ezzel a tápanyag-kimosódást. A mélyre hatoló gyökerek felfogják a tápanyagokat, a felszíni dús növényzet pedig megfogja a talajt. **A jól kifejlődött parti növényzet fékezi a kisebb árvizeket, a sebes folyás romboló erejét lényegesen csökkenti.** A holtágak és árterek újra aktivizálódnak, ha még egyáltalán léteznek, vagy kis ráfordítással újra helyreállíthatók. A nagy fölöslegben érkező víznek újra természetes tározói és szabályozói lesznek az aszályos időszakokban. Ezáltal a lefolyás is egyenletesebbé válik. Kedvezőbb élőhelyek várják az állatokat és a növényeket. Lesz ikrázóhelyük a folyóvölgy békáinak, halainak. A tömegesen betelepülő kishalakból a jégmadár táplálkozhat, s a táj a vízimadarak számára nagyszerű költőhelyet teremt. A parti fák erős gyökérzete alatt a halak biztos búvóhelyet találnak, úgyhogy újra kialakulhatnak a folyók és a patakok állandó és termékeny halállományai.

A természet elpusztítása, a vizek lecsapolása olyan károkat okoz, amelyeket csak sokszoros ráfordítással, nagyon sok pénzzel és munkával lehet helyrehozni. Kellemetlen példa erre a Kis-Balaton lecsapolása. Az eredetit megközelítő állapot

---

helyreállítására hatalmas összegeket kell áldozni, hogy újra elfogadhatóvá tegyék a Balaton vízminőségét. A Balatont elsősorban a Zala folyó terheli, amely állattartó telepek, húsüzem és a földekről lefolyó vegyszermaradékok miatt súlyosan szennyező hordalékot szállít a befogadóba. A víz csak akkor lesz újra elfogadható minőségű, ha a Kis-Balatonba újra betelepítik a szűrő nádist. A nádist gondosan agyagkazettába kell ültetni, a vizet pedig lassú áramlással kell a Zalából a Balatonba vezetni. Reméljük, hogy a sok milliárd költséggel elvégzendő művelet a következő években befejeződik.

A következő oldalon Josef Reichholt rajzai láthatók a vízínövényekről.



---

## 4. A növény az élővilág meghatározó szereplője

Természeti környezetünkben a növényzetnek kettős szereposztása van. A levegő-, talaj- és vízvédlemben és majd a települési környezetben **eszközként funkcionál**. A környezeti elemként számontartott élővilágban viszont a növény a védelemnek nem elsősorban eszköze, hanem **tárgya**. Az élővilág azonban sokrétű, egyedeinek száma nehezen becsülhető meg, ezért sok tudós annak szentelte életét, hogy megalkossa az élővilág – benne a növények és állatok – rendszertanát.

E könyvnek nem tárgya elmerülni a rendszerek bő tengerében, de fejezetünk tárgya az **élővilág**, amely a sejtjes szerkezettel rendelkezők három csoportjából áll: a **növények**, a **gombák** és az **állatok** országából.

Az „országokon” belül vannak kisebb egységek, a növényeknél például

- a törzs (Phylum),
- osztály (Classis),
- sorozat vagy rend (Ordo),
- család (Familia),
- nemzetség (Genus),
- faj (Species),
- alfaj (Subspecies),
- változat (Varietas).

A leggyakrabban használt fogalom a faj, mert ez ad lehetőséget a növény- vagy állategyedek hovatartozásának egyértelmű meghatározására.

Az élővilág, mint környezeti elem azonban nem egyedeiben és fajaiban, hanem a természet együttélésében, egymásra való kölcsönhatásában jelenik meg. Kulcsfogalmunk tehát az **ökológia**, amely az élőlénycsoportok és környezetük kapcsolatát elemzi.

Az **ökológia** tehát pontosabban azt vizsgálja, hogy egyes élőlénycsoportok, társulások milyen környezetben alakulnak ki, és milyen hatások következtében, hogyan változnak. Az élőlények ökológiai környezete azon tényezők összessége, amelyek befolyásolják életműködésüket. Ezek a tényezők lehetnek **élettelenek**, mint például a fény, hőmérséklet, levegő, víz stb., vagy **élők**, amely az adott területen lévő **élőlények kapcsolatai**. Utóbbira példa az erdő és annak vadállománya közötti együttélés.

Az ökológia tehát az **élővilágot** nem a leíró természettudomány módszerével vizsgálja, hanem egymásra való hatásuk folyamatában, mint a környezet egyik elemét. Ezek után az élővilágra alkalmazva fogalmazzuk meg az **ökológia törvényeit**.

---

## 1.) Az életfontosságú tényezők egyenrangúak

Nincs értelme „fontos” vagy „kevésbé fontos” tényezőket megkülönböztetni. Előfordulhat, hogy adott esetben – a természetet kimeríthetetlen hordónak tekintve – pazarlóan bánunk a fával, a termőfölddel, és pótlás nélkül fogyasztjuk azokat.

A következmények beláthatatlanok. Vegyük példának a Húsvét szigetek történetét Lester R. Brown leírásából. „A Húsvét-sziget volt a Föld egyik olyan pontja, amelyet az ember utoljára népesített be. Először a polinéziaiak jutottak el 1500 évvel ezelőtt erre a Dél-Amerikától 3200 kilométerre fekvő kis szigetre, amely a XVI. századra már fejlett mezőgazdasági társadalmat tartott el. A Húsvét-sziget félszáraz éghajlatán a **vízet tartalékoló zöldellő erdők javítottak**. Kis falvakban élő 7000 lakosa gabonát termesztett, baromfit tartott és halászott. A régiek örökségét azok a nagy, 8 méteres kultikus obszidián szobrok képviselik, amelyeket görgöként használt fatörzseken húztak keresztül a szigeten.

Mire az európai telepesek elérték a szigetet a XVII. században, ezek az ahu nevű kőszobrok voltak egy valaha virágzó és mindössze néhány évtized leforgása alatt összeomlott civilizáció egyetlen fennmaradt emlékei. Ahogyan a régészek rekonstruálták, a sziget társadalmának széthullását a korlátozott források megcsappanása indította el. Ahogyan a **húsvét-szigeti népesség növekedett, egyre több földet, erdőt taroltak le a növénytermesztés számára, a megmaradt fákat pedig tüzelőnek** és az ahu szállítására vágták ki. A fahiány lehetetlenné tette halászhajók és házak építését, ezzel egyrészt megvont egy fontos fehérjeforrást, másrészt az embereket arra kényszerítette, hogy barlangokban lakjanak. **Az erdők elvesztése talajerózióhoz is vezetett**, ami tovább csökkentette az élelmiszer termelését. Ahogyan a társadalomra nehezedő nyomás növekedett, a falvak között fegyveres összetűzések törtek ki. Általánossá vált a rabszolgaszerzés, és néhányan még kannibalizmusra is vetemedtek, hogy életben maradhassanak.

A Húsvét-sziget, mint olyan izolált terület, amely saját forrásai kimerülésekor sehová nem tudott fordulni támogatásért, különösen éles képet nyújt arról, mi történhet, ha egy emberi gazdaság a korlátozott források ellenére terjeszkedik. A megmaradt határok végleges lezárulásával és a teljesen összefüggő globális gazdaság kiépítésével az emberi faj egésze olyan fordulóponthoz jutott, amilyent a Húsvét-sziget a XVI. században ért el.”

A természet egyenrangú tényezői nem egyenrangúan osztódnak szét az emberek között. Ez a folyamat jól megfigyelhető a **városiasodásban**.

Napjainkra megvalósult Platonnak i.e. 400-ban tett észrevétele, hogy „még a kisvárosok is két részre oszlanak: az egyik a szegényeké, a másik a gazdagoké.” A városi szegényeknek még a legalapvetőbb igényei sem elégülnek ki, főleg a fejlődő világban. Legalább 1,1 milliárd ember szenved a levegő egészségre ártalmas szennye-

---

zettségétől, 220 milliónak nincs tiszta ivóvize, 420 millió ember még a legegyszerűbb árnyékszékkel is nélkülözi, és 600 millióan élnek megfelelő lakás nélkül.

Ugyanakkor a gazdagok oly pazarlóan használják fel a természet erőforrásait, hogy az a jövő nemzedékek biztonságát veszélyezteti. Bár a városok mindig is a háttérükre támaszkodtak, ma a jómódú városi polgárság még erőteljesebben függ a távoli erőforrásoktól, ezáltal felgyorsítva **az éghajlatváltozást, az erdőpusztulást, a talajeróziót, világszerte csökkentve a biológiai sokféleséget**. London lakosságának élelemmel és fával való ellátásához például területének 58-szorosára van szüksége. Ahhoz pedig, hogy a világ összes lakosainak szükségleteit a londoniak szintjén elégítsék ki, legalább még három Földre lenne szükség.

Napjainkban tehát még sürgetőbb, hogy új képet alakítsunk ki a nagyvárosokról. 1900-ban a világ lakosságának csak egytizede, 160 millió ember volt város lakó. Nem sokkal 2000 után viszont a világ lakosságának fele (3,2 milliárd ember) városi környezetben fog élni – és ez hússzoros növekedést jelent. Az új évszázadban nagy kihívást jelent majd az a feladat, hogy a városok megjavítsák saját környezeti feltételeiket, de egyidejűleg csökkentsék igényeiket a Föld véges erőforrásaira.

Hazánkban a városiasodás folyamata a világtátlagnál is jobban felgyorsult. Jelenleg a lakosság 64 százaléka – azaz közel kétharmada – él városokban.

Budapest kiterjedése 52 500 hektár, az ország területének alig több, mint fél százaléka. Élelmiszer fogyasztásához 551 000 hektár szántó szükséges, azaz területének tízszerese. A fél százalékon keletkezik az ország levegőszennyezésének 22 százaléka és a települési hulladék 24 százaléka. **A természet javainak egyenlőtlen elosztásából következik a természet ártalmainak egyenlőtlen eloszlása. A természet javainak egyenlőtlenségére vegyük példának a kitermelt fa elosztását országok között, Korten (1996) számítására alapozva.**

A fa megengedett felhasználásának mennyisége – azzal a feltevéssel, hogy nincs további őserdei fakitermelés, és a meglévő telepített erdőkkel is fenntartható alapon gazdálkodnak – 0,4 köbméter lenne évenként és személyenként, beleértve a papírgyártáshoz használt fa mennyiségét is. Ha igazságos módon kívánjuk összhangba hozni a fogyasztást a fenntartható használattal, akkor Hollandiának 60 százalékkal kellene csökkentenie fogyasztását, az Egyesült Államoknak pedig 79 százalékkal.

Korten számítása arra épül, hogy csupán az évi fanövedéket szabad felhasználni, ami kemény lombos fák esetében alig haladja meg a 2–2,5 százalékot. E szerény növekedési ütem az oka, hogy szakszerű – szaknyelven tartamos – erdőgazdálkodás esetében 200–300 hektár erdő kellene ahhoz, hogy abból a tulajdonos megélhessen. Ez az egyik magyarázata az ezerszeres haszonnal kecsegtető folyamatnak, amelynek eredménye, hogy a volt erdőterület építési telekként jelenik meg.

---

## 2.) Az ökológia második törvénye, hogy a tényezők nem helyettesíthetik egymást

Például a növénytermesztésben az egyik tápelem a másikat, a tápanyag a vizet, a hóhatár a fényt, vagy fordítva. Adódnak néha megtévesztő jelenségek, mintha az egyik elem helyettesítené a másikat. A bonyolult komplex hatások behatóbb vizsgálata után azonban mégis kiderül, hogy a „helyettesítés” csak látszólagos, és csupán valamelyik ökológiai törvényt vagy valamely fizikai, kémiai hatást hagytunk figyelmen kívül. Műtrágyázási kísérletek például azt mutatják, hogy nagyobb adagú nitrogén hatására kevesebb öntözővízzel is elérhető ugyanaz az eredmény a termés vonatkozásában.

Látszólag tehát csökken a vízfogyasztás, mintha a nitrogén pótolta volna a vizet, holott egyszerűen arról van szó, hogy a nitrogén hatása következtében bujaabb, sűrűbb növényállomány a talaj fokozott beárnyékolásával és nagyobb szélvédelmével jobban mérsékli a talajfelszíntől való elpárolgást (evaporációt), s így az állomány vízgazdálkodása kedvezőbb.

A nem helyettesíthető tényezők tágabb értelemben azt is jelentik, hogy a környezet kirablásának leállítása egyik országban sem helyettesíthető azzal, hogy a pazarló felhasználást áthelyezzük egy másik országba. Az erőforrások kitermelésébe fektetett nemzetközi tőke ma gyorsan áramlik a fejlődő országokba, amelyeket a természet sok kincssel áldott meg, többek között őshonos erdőkkel, ásvány- és kőolaj-készletekkel és biodiverzitással. Ez a befektetési tendencia egyebek között arra utal, hogy a tőkés országokban nagyon leromlott a környezet állapota, és hogy a környezet védelmében hozott törvények ezekben az országokban elejét kívánják venni a további károsításnak.

A természeti erőforrások kitermelésével foglalkozó ágazatok közül különösen a bányáiparba áramlik sok pénz. A színesfémkutatásra fordított összegek 1994 és 1997 között Latin-Amerikában megkétszereződtek, a csendes-óceáni térségben csaknem megháromszorozódtak, Afrikában pedig több mint háromszorosára nőttek, miközben változatlan szinten maradtak az olyan nagy bányászati múltta tekintetű országokban, mint Ausztrália, Kanada és az Egyesült Államok. Az aranymezők felkutatására fordított összegek különösen gyors ütemben növekedtek, és az elmúlt években a fémlelőhelyek feltárására költött pénzek több mint felét tették ki. Mi is megszenvedtük, hogy keleti szomszédunknál kíméletlen mérgek alkalmazásával a meddőkből nyerik ki az aranyat.

Az Egyesült Államok bányáipara a környezetvédőket vádolja amiatt, hogy az érdeklődés fókusza máshová helyeződött. Ennél sokkal valószínűbb az, hogy a folyamatot az új célországok idézték elő, amelyek tárt karokkal várják a befektetőket – ugyanis mintegy 70 ország fogalmazta újra bányászatot szabályozó törvé-

---

nyeit a közelmúltban azzal a céllal, hogy bátorítsa a befektetőket. Sajnos, ezeknek az országoknak csak egy töredéke fordít ehhez fogható mértékű energiát arra, hogy megerősítse a környezetvédelmi szabályozást, és érvényt szerezzen az ilyen tárgyú törvényeknek.

Azonban bármily jók is a törvények, a környezet mindenképpen súlyos árat fizet a bányászatért. Minden kilogramm arany kitermelése meddő kőzet felszínre hozatalával jár még az Egyesült Államokban is, ahol pedig viszonylag erős a környezetvédelmi ellenőrzés.

A természeti tényezők nem helyettesíthetők pénzzel sem. A környezetvédelemben elterjedt indián mondás alapvető igazságot fogalmaz meg: „Ha kivágta az utolsó fát és elszennyezte az utolsó folyót, rájössz majd, hogy a pénz nem ehető!”

### 3.) A kölcsönhatások törvénye

A környezeti tényezők elemei egymásra is hatást gyakorolnak. Az egyik megváltozása maga után vonja a másik változását, illetve új feltételeket hoz létre a többi faktor érvényesülése számára. A csapadék is például megváltoztatja a talaj hőmérsékletét, levegőtartalmát, és számos fizikai tulajdonságát. A benedvesedett talajról intenzív párolgás indul meg, ezáltal növekszik a levegő nedvessége, ami viszont csökkenti a transzspiráció ütemét.

Az egyes ökológiai tényezők hatása tehát módosulhat attól függően, hogy a többi tényező milyen kombinációban, illetve milyen mértékben van jelen. A talaj tápanyagai is mérsékeltebben képesek hatásukat kifejteni, ha a talaj hideg vagy száraz.

**A növény és környezete közötti kapcsolat is kölcsönös.**

A növény már pusztán jelenlétével is hatást gyakorol környezetére: például beárnyékolja, hűvösebben tartja a talajt, szélvédelmet nyújt, felfogja a hulló csapadék egy részét. Az anyagcsere is nyomban kihat a növény környezetére: a fogyasztás miatt azonnal megváltozik a talaj víz- és tápanyag készlete, a környező levegő szén-dioxid koncentrációja.

Az agrometeorológia széleskörűen alkalmazza a kölcsönhatások törvényét (Szász–Tőkei, 1997.). Ám a kölcsönhatások törvénye **az egész élővilágra alkalmazandó**. Ugyanis a természeti erőforrások fokozott felhasználása **az állat- és növényfajok létét veszélyezteti**. Ebben a vonatkozásban három fogalmat kell megismerni:

- a fajok természetes kipusztulását,
- a kipusztulás felgyorsulását, és
- a fajok csökkenésének okait.



---

## A természetes kipusztulás sebessége

A földtörténet során nagyon sok kipusztulási periódus volt. A legutóbbi ilyen nagy időszak a Kréta korszak végére esett, amikor a dinoszauruszok is eltűntek a föld színéről. Akkor azonban a Föld a maitól teljesen eltérő bolygó volt. Grönlandon például pálmafák nőttek, a tengervíz hőmérséklete bizonyos mélységben mintegy 5–10-szer magasabb volt, mint a mai tengervizeké. A mai trópusokénál is melegebb, páradúsabb volt az éghajlat. Az ember kifejlődését talán éppen az tette lehetővé, hogy kipusztultak ezek az állatok, köztük a valaha élt legnagyobb testű szárazföldi lények. Mellettük már akkor is ott éltek éjszakai életüket a patkány nagyságú kis emlősök, amelyek egyebek között dinoszaurusz-tojásokat raboltak. Bizonyos fajok megmaradásához, robbanásszerű fejlődéséhez tehát sokszor arra volt szükség, hogy a szaporodásukat korlátozó más fajok kipusztuljanak.

A földtörténet alatt tapasztalt kipusztulások időtartama (azaz a faj élettartama) évmilliókban mérhető, ez vonatkozik a dinoszauruszokra is. A különböző fossziliákból (a földtörténet során élt élőlények maradványaiból) megállapítható, hogy egy-egy faj élettartama átlagosan 5–10 millió év. Az egyes csoportok között azonban különbségek vannak, így az emlősök élettartama ennél rövidebb.

## A kipusztulás felgyorsulása.

Az emberiség létszámának fokozatos, és az utóbbi időszakban robbanásszerű növekedése egyre gyorsabb ütemben foglalja el a teret más fajok elől, megszüntetve, feldarabolva élőhelyeiket, átalakítva az ökoszisztémákat.

A fajok természetes kipusztulási üteme a tudósok becslése szerint 3000 évenként egy faj. A Föld élővilága egyes becslések szerint naponta, mások szerint óránként tíz fajjal lesz szegényebb. Az elmúlt száz évben Magyarországról 53 állat- és legalább 40 növényfaj tűnt el. A kihalt fajok egyszer és mindenkorra eltűnnek.

Miért nem tudjuk megmondani, mennyi fajt vagyunk képesek kipusztítani? Azért, mert azt sem tudjuk, mennyi van. A kipusztult, kiirtott fajok többségéről semmit sem tudunk – és már nem is fogunk megtudni. Hiányuk azonban nem marad következmények nélkül! Ha az élelmi hálózatokból egy-egy faj kiesik, jobb esetben csak átrendeződik a hálózat, megváltozik a fajok aránya. Rosszabb esetben a fajok nagyobb része nem képes alkalmazkodni a megváltozott viszonyokhoz, s a rendszer összeomlik.

E kipusztulások legnagyobb része a szigeten élő fajokat és az édesvízi ökoszisztémákat érintette, elsősorban a csendes-óceáni szigetvilágot, amelyet az ember már a történelem előtti időkben benépesített. Magával vitte akkori háziállatait (a ku-

tyát, a macskát, a sertést, és a nem kívánt patkányt is). Az ottani, elszigetelten élő állatvilágot ezzel nagymértékben károsították.

Az utóbbi évtizedekben észlelt kipusztulások sebessége még inkább meghaladja a földtörténet során észlelt sebességet: ezerszer, tízezerszer gyorsabb lehet. Egy 1997-es átfogó elemzés szerint, amelyben a Nemzetközi Természetvédelmi Szövetség (IUCN) koordinálásával 240 ezer növényfajt vizsgáltak meg, minden nyolcadik növényt potenciálisan a kihalás veszedelme fenyeget.

Ez a leltár már magában foglalja a veszélyeztetett, vagy már nyilvánvalóan a veszélyeztettség határán lévő fajokat, és azokat is, amelyek természettől fogva ritkák (és így az ökológiai összeomlás fenyegeti őket), valamint amelyekről különlegesen keveset tudunk. Ezeknek a veszélyben lévő fajoknak több mint 90 százaléka csak egy-egy országban honos – azaz sehol másutt a világon nem található meg.

### 9. táblázat: Veszélyeztetett növényfajok, 1997.

Helyzet	Összes (szám)	Arány (százalék)
A vizsgált fajok száma	242.013	100
A veszélyeztetett fajok száma	33.418	14
A kihaláshoz közel	7.951	3
A kihalás közvetlen veszélye	6.893	3
Természettől fogva ritka	14.505	6
Meghatározatlan helyzetű	4.070	2
Kihalt fajok összesen	380	1

Forrás: Zöld Tények, 1998.

Egyre gyakoribb, hogy nemcsak egyes fajoknak, hanem egész növényi társulásoknak és ökológiai rendszereknek kell szembenézniük a kihalással. Kolumbiának az Andokban található babér- és tölgyerdői, Nyugat-Ausztrália füves pusztái, Új-Kaledónia csendes-óceáni szigetének időszakosan kiszáradó erdői – mind olyan helyszínek, amelyeket az ember nagyrészt előzőnlött. Az Egyesült Államokban Florida délkeleti csücskében az őshonos növénytárulások, mint például a szubtrópusi fákkal borított alacsony dombok és a mészkőhegységek fenyevesei kicsiny szigetekké váltak a külvárosi házak, cukornádföldek és citruskertek tengerében. Ezek a pótolhatatlan maradványok képviselik mindazt, ami megmaradt a régi Délkelet-Floridából – és ma csak az állandó emberi éberség tartja őket össze, ami visszaveri a betolakodó növények, például a brazil bors és az ausztráliai kazuárfa támadásait.

---

## A fajok kipusztulásának okai

- **Az emberiség létszámnövekedése.** Az emberiség fogyasztja el ma a Föld nettó primer produkciójának (a növények, illetve a fotoszintézisre képes szervezetek által a napenergia segítségével előállított szerves anyagok) 40 százalékát.
- **Az élőhelyek fölszabdalása, átalakítása, elpusztítása.** Az ember a kőkorszak óta irtotta az erdősegeket, helyükön szántóföldeken termeszt a növényeket. Napjainkban a meleg égtáji őserdők vannak soron, amelyek a legnagyobb biodiverzitású ökoszisztémák. Felégetésük, átalakításuk a legtöbb – zömében ismeretlen – élőlény kipusztulásához vezet. A települések, betonutak, városi körzetek építése révén az eredetileg ott élő legtöbb élőlény számára az adott környezet megszűnik élőhelynek lenni. Túl azon, hogy a közlekedés rengeteg élőlényt közvetlenül elpusztít (széttaposott gyíkok, békák, a szélvédőn szétlapult rovarok tömege), az autópályák elvágják egymástól, felszabdaltják az élőhelyeket. Megszüntetik kapcsolataikat, ezáltal az ottani élővilág összetételét, életlehetőségeit, szaporodását alapvetően megváltoztatják, hosszú távon egy-egy adott élőlény ki is pusztulhat.
- **Túlhasználat.** Jellemző példa erre a tengerpartokon folytatott rablóhalászat. Például Indonéziában a lakosság minden tilalom ellenére „méreggel” halászik, vagy a robbantással felszínre vetődött halakat szedi össze (de csak az értékesíthetőket). Ennek következtében jóval nagyobb pusztulást okoznak, mint kellene. A parti vizek halállománya kimerült, s ma már illegálisan átjárnak Ausztrália parti vizeire halászni.  
Közismert az irtószerek okozta pusztulás a különböző ökoszisztémákban. Ugyanígy jellemző a talaj túlhasználata is. A modern termesztési technológiák külső energiabevittel (műtrágya, rovar- és gyomirtószerek, növekedésserkentő szerek) növelik a termésátlagot, de ezek ellenőrizetlen alkalmazása ahhoz vezet, hogy elpusztul számos, a talaj termékenysége szempontjából fontos élőlény. Emiatt pedig csökken a termékenység, roncsolódik a talajszerkezet. Az afrikai szavannán a túllegeltetés okoz gondot, részben ez is az oka annak, hogy a Szaharától délre eső területek erőteljesen sivatagosodnak.
- **Orvvadászat.** Emiatt csökken a fajállományok azon képessége, hogy ellenálljanak a káros hatásoknak, hiszen csökken létszámuk, genetikai diverzitásuk. Jellemző ez például a nagytestű állatokra, így az elefántra vagy orrszarvúra (az utóbbiak száma az elmúlt 20 évben Afrikában 70 ezerről 3 ezerre csökkent).
- **Nem őshonos fajok megjelenése, túlzott elszaporodása.** Ezek elsősorban az emberhez kapcsolódnak. (Disznó és patkány jelent meg a Csendes-óceáni szigetvilágban, Európában pedig a vándorpatkány terjedt el, amely ázsiai eredetű.)

---

tű faj és a középkor óta az emberhez kapcsolódóan különös mértékben szaporodott el a nagyvárosokban, és ma már a nem lakott területeken is.)

- **a modern biotechnológia veszélye.** A génsebészettel az ember különböző, egymástól távol álló élőlények tulajdonságait képes bevinni más fajokba. Olyan tulajdonságokat, amelyekre természetes úton nem tehetnének szert. Például a burgonyába bele lehet vinni olyan toxintermelő tulajdonságot, amellyel a burgonyabogár elpusztul. Ez azonban egyéb ökológiai aggályokat vet fel: e tulajdonság átadódhat a gyomoknak is, így azok is védelmet szereznek a rágó rovarok ellen.
- **Szennyezések.** A légkör-, talaj- és vízszennyezés szintén hatást gyakorol a biodiverzitásra. Megmutatkozik a szennyezés káros hatása a **vízpartok övezetében**, a part menti régiók degradálódásában.

A világ népességének mintegy 60 százaléka part menti övezetben él, a parttól 100 kilométer távolságon belül. Több mint 3 milliárd ember függ valamilyen módon a part menti és tengeri élőhelyektől. A világ part menti régióinak körülbelül egyharmada van kitéve a jelentős pusztulás veszélyének, különösen a szárazföldről származó szennyezési forrásnak, valamint az infrastruktúra fejlődésének tulajdoníthatóan. A legnagyobb mértékben (80 százalékbán) az európai part menti övezetek vannak kitéve a kockázatnak. Ezt követik sorrendben az ázsiai és csendes-óceáni part menti övezetek (70 százalékos veszélyeztetettséggel). A part menti területek állapotára hátrányosan hat a rabló erdőgazdálkodás és a vízikultúrák tevékenység. Latin-Amerikában a mangrovetek mintegy 50 százaléka van ez kihatással. Az olajkiömlés különösen Nyugat-Ázsiában és a Karib-tengeri térségben jelent veszélyt, míg a turizmus érdekében végzett infrastrukturális fejlesztés jelentős nyomást gyakorol a természetes part menti területekre, különösen a kis szigetek fejlődő államaiban. A túlzott mértékű tengeri halászat révén jelentősen csökkent a halállomány Ázsiában, a csendes-óceáni térségben, Észak-Amerikában.

A világ part menti régióinak körülbelül egyharmada van kitéve a pusztulás kockázatának, ezen belül Európa a legvesélyeztetettebb. Ázsia és a Csendes-óceáni térség, a karib-tengeri térség és Nyugat-Ázsia szintén szembesül a települési hulladék, a károsanyag-kibocsátás és az ipari szennyezés szárazföldi forrásaihoz kapcsolódó problémákkal.

Kiegészítés kívánczik még a szennyezés és éghajlatváltozás **hazai hatásairól**.

**A rendezetlen szemét-elhelyezés, az ún. vadlerakók** esetében élőlénypusztulás mellett a kártékony rágcsálók elszaporodásával is számolnunk kell, amelyek betegségek és járványok terjesztői.

A másik említésre méltó jelenség, hogy a turizmus jövedelemtermelő képességével szemben nem számolnak annak kedvezőtlen hatásával. Ugyanis az ide érkező

turisták nem csupán pénzüket hozzák ide, hanem **hulladékaikat** is. E tény megállapítása nem turizmus-ellenesség, hanem igény a folyamat teljeskörű elemzésére.

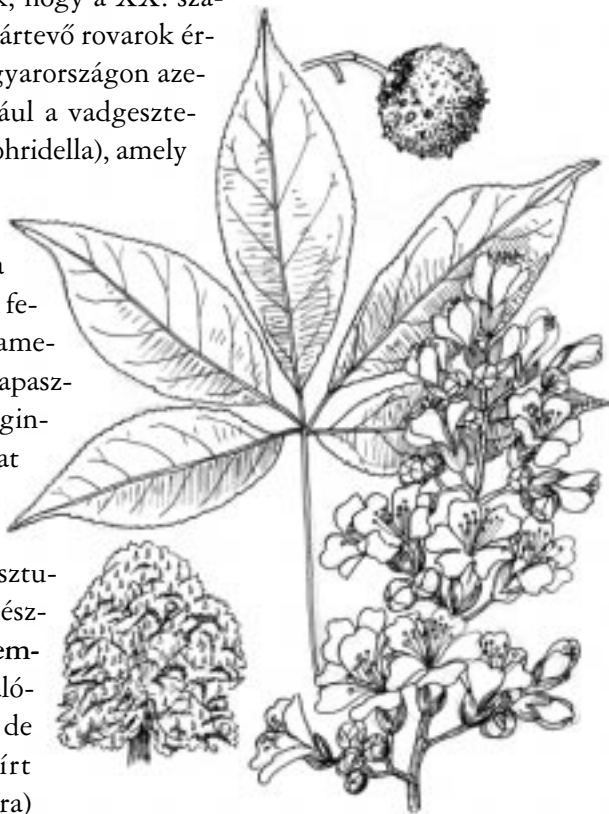
**Az éghajlatváltozás** szintén csökkenti a biológiai sokféleséget – erről már említést tettünk a vizes élőhelyek csökkenése kapcsán. A folyamat azonban széleskörű, és kiterjed a tengerek és szárazföld egész növény- és állatvilágára.

A kertészek például megfigyelték, hogy a XX. század utolsó évtizedében olyan növénykártevő rovarok érkeztek hazánkba délről, amelyek Magyarországon azelőtt nem voltak ismertek. Ilyen például a vadgesztenyét támadó aknázó moly (*Cameraria ohridella*), amely Macedóniában honos. Az 1993–98-as években fokozatosan haladt hazánk felé, míg 1997-ben megtámadta egész vadgesztenye-állományunkat. A fenyőféléket is rovarok támadták meg, amelyek szintén délről érkeztek. Köznapi tapasztalat a nedves időkben támadó szünnyoginvázió (ennek az is oka, hogy a békákat betonakadályok zárják el természetes élőhelyüktől, a vizektől).

A fajok veszélyeztetettsége, kipusztulásuk felgyorsulása már cselekvésre készítette az emberiséget. A cselekvés főleg **nemzetközi egyezmények** formájában valósult meg. Az 1992. július 15-én Rio de Janeiroban, 151 ország által aláírt **Agenda 21** (Feladatok a XXI. századra) nyilatkozat így ír a biológiai sokféleség megőrzéséről:

„Az utóbbi 20 év növekvő erőfeszítései dacára, a világ biológiai diverzitásának rohamos csökkenése – amit főleg az élőhelyek eltűnésének, túlfogyasztásnak, környezetszennyezésnek, valamint a különféle növény- és állatfajták nem megfelelő bevezetésének köszönhetünk – tovább folytatódott. A biológiai források olyan tőkét jelentenek, amelyek olyan hatalmas potenciállal rendelkeznek, hogy fenntartható hozadékok legyenek.

Sürgős és határozott cselekvésre van szükség ahhoz, hogy géneket, fajokat, ökoszisztémákat őrizzünk meg a biológiai erőforrások fenntartható használatának és kezelésének reményében. A biodiverzitás felmérésének, becslésének, tanulmányozásának és rendszeres megfigyelésének lehetőségeit nemzeti és nemzetközi szinten egyaránt erősíteni kell. Hatékony nemzeti erőfeszítésre és nemzetközi együtt-



*Vadgesztenye*

működésre van szükség ahhoz, hogy ökológiai rendszereket in situ, létezésük helyén megőrizzük, a biológiai és genetikai erőforrásokat kiemelve, ex situ konzerváljuk az ökológiai funkciók megerősítése érdekében. A helyi közösségek részvétele és támogatása életbevágóan fontos eleme az ilyen megközelítés sikerének. A biotechnológia legújabb eredményei a növényekben, állatokban és mikroorganizmusokban található genetikai anyagnak a mezőgazdaságban, egészségügyben, környezetvédelemben lehetséges felhasználási módjait tárták fel számunkra.”

**10. számú táblázat: Védett természeti értékek, 1998. január 1.**

Védett természeti érték	Szám (db)	Terület (ezer ha)	Ebből: fokozottan védett
Nemzeti parkok	9	422,8	75,4
Balaton felvidék	1	57	11,1
Duna–Ipoly	1	60,3	16,1
Hortobágyi	1	74,8	0
Duna–Dráva	1	49,5	14,1
Kiskunsági	1	56,8	12,5
Körös–Maros	1	41,7	6,4
Bükk	1	43,1	3,8
Aggteleki	1	19,9	3,9
Fertő tavi	1	19,7	7,5
Tájvédelmi körzetek	35	319,8	30,4
Természetvédelmi területek	138	25,4	1,4
<b>Országos jelentőségű védett természeti értékek összesen</b>	<b>182</b>	<b>768,1</b>	<b>107,2</b>
Helyi jelentőségű védett természeti értékek	1067	35,8	–

Forrás: KSH

Magyarországon a **természetvédelem** a környezetvédelem alrendszerként működik, mivel működési területe kisebb a környezetvédelemnél. Amíg a környezetvédelem minden környezeti elemre (talaj, levegő, víz, élővilág, települési környezet) kiterjed, a természetvédelem a leginkább veszélyeztetett állat- és növényfajokra nézve jelent védelmet.

A kölcsönhatások érvényesülése miatt a védelem kiterjed tájakra is, védőövezeteikkel, pufferzónáikkal együtt.

A hazai természetvédelem területi és élővilágra kiterjedő adatait a 10–11. táblázat foglalja össze az 1998. január 1-i állapot szerint.

---

### 11. számú táblázat: Védett természeti értékek, 1998. január 1.

Védett természeti érték	Szám (db)	Ebből fokozottan védett (db)
Bárlangok	3263	125
Védett állatfajok	855	84
Gerinces	466	84
Emlős	59	11
Madár	348	70
Hüllő	15	2
Kétéltű	16	–
Hal	26	1
Kórszájú	2	–
Gerinctelen	389	–
Védett növényfajok	515	52
Zárvatermő	454	50
Haraszt	39	1
Nyíltvaermő	2	1
Moha	20	–

Forrás: KSH

#### 4.) Az ökológia negyedik törvénye a komplexitást fejezi ki

Az ökológiai tényezők egyidejűleg hatnak. Ez a növény esetében azt jelenti, hogy a ráható együttes hatások határozzák meg a növény produkcióját. Idejétmúlt felfogás, amely a növény produkcióján csak a termést érti. Az eddig leírtak már világossá tehettek, hogy a **produkció fogalmába az asszimiláló felület is beletartozik!** Az asszimiláló felület a növényen a fotoszintézis területe; az **emberiség sorsa pedig egyenlő mértékben függ a terméstől és a fotoszintézis méreteitől.**

A különbség abban áll, hogy a világ éhezőinek a **termés azonnali létszükséglet,** az asszimilációs felületek gyors csökkenése viszont az **emberiség hosszú távú létét veszélyezteti.** A növényzet tehát egyidejűleg ad termést és teljesít környezeti szolgáltatásokat.

---

A légkör összetételéből az is kikövetkeztethető, hogy minden növénypusztításunk ellenére az emberiség előbb tűnik el a Földről, mint a növény. Még ha megszűnik is az ember által termelt szén-dioxid, a növény akkor sem „hal éhen”, mert a természetes CO<sub>2</sub> (kőzetekből és korhadási folyamatokból) elegendő számára. A növényzet „elégtetele” tehát abban áll, hogy bizonyosan túlél bennünket.

E kiegészítő megjegyzés után térjünk vissza a komplexitás, azaz az egyidejű hatások törvényére. Minden mezőgazda, erdész és kertész jól ismeri növényeit, és tudja, hogy például a csapadék vagy szárazság milyen mértékben befolyásolja az ember vegykeházát (műtrágyák, növényvédőszer) a termésre gyakorolt hatását. Ezek a kölcsönhatások régóta ismertek, van azonban egy új hatás, amely az egész élővilágot érinti, ezért ez fokozott figyelmet érdemel. Ez a jelenkori folyamat nem egyéb, mint a négy milliárd év alatt kialakult ózonréteg sérülése nyomán földre jutó UV sugarak roncsoló hatása. Ezek a kártékony sugarak 200–340 nanométer hullámhosszúak. (nanométer =  $1 \times 10^{-9}$  hatványon méter, azaz a méter milliárdod része) Amíg nem volt ózonréteg, fotoszintézis nem jöhetett létre, mert ehhez csak a 380–740 nanométer sugárzás szükséges, és nem ártalmas.

Ismerkedjünk meg ezután az ózonnal és károsítóival.

## Ózon

Az ózon az oxigén háromatomos módosulata, a légkör felszínközeli (troposzférikus ózon) és magaslégköri (sztratoszférikus ózon) rétegeiben egyaránt jelen van. Rendkívül hatékony üvegház hatású, rövid tartózkodási idejű gáz. Emiatt mind térben, mind időben igen nagy a változékonysága. A klasszikus elmélet szerint a napsugárzás hatására a légkörben lévő kétatomos oxigénmolekula felbomlik. Így szabad oxigén keletkezik, amely összekapcsolódik egy kétatomos molekulával, s így jön létre a három oxigénatomból álló oxigénmolekula.

Ezzel a több évtizeddel ezelőtti elmélettel sok kutató foglalkozott, és arra a megállapításra jutott, hogy bizonyos egyéb nitrogénvegyületek is részt vesznek az ózonképződés folyamatában. De általános a vélemény, hogy az ózon döntő többsége a sztratoszférában keletkezik.

Az ózon átlagos koncentrációja a troposzférában (0–10 km légköri övezet) 10–200 ppb (milliárdod rész), a sztratoszférában (10–50 km légköri övezet) pedig 200–10 000 ppb között ingadozik. Az ózonréteg a Föld légkörében diffúz módon, szétszórva található. Ha felszíni légnyomásra összenyomnánk, mindössze 3 mm-es rétegben borítaná földünket. Ez oszlik el a talaj felszínétől mintegy 40–50 km magasságig.

## Sztratoszférikus (magaslégköri) ózon

Az ózon a legnagyobb koncentrációban kb. 20–25 km magasságban a sztratoszférában található. Egy függőleges légoszlopban lévő ózon mennyiségének döntő



---

része (mintegy 80 százaléka) helyezkedik el ebben a légköri rétegben. A sarkokonál alacsonyabban van (a sztratoszféra és a troposzféra határán), míg a trópusokon magasabban találjuk.

Komoly szerepet játszik a Föld hőháztartásának szabályozásában, illetve annak megakadályozásában, hogy a káros rövidhullámú sugarak elérjék a földünket, amelyek roncsoló hatással vannak az élővilágra, az emberi egészségre. Az ózon védő hatása nélkül megnő az ultraibolya-B sugárzás az atmoszféra alacsonyabb rétegeiben, és ez bőrrákot, szürkehályogot idéz elő. Csökkentheti az immunrendszer hatékonyságát, káros hatással van a szárazföldi és vízi ökoszisztemekre (amennyiben csökken a fajok túlélési és szaporodási esélye).

Az elmúlt 20 év mérései szerint – elsősorban a freon kibocsátása miatt – a sztratoszférikus ózon mennyisége földi átlagban évtizedenként 2–3 százalékkal csökkent. Csökkenési üteme a magasabb szélességeken és az őszi évszakokban az évtizedenkénti 5–15 százalékos értéket is eléri.

Nem tanulság nélküli az **ózonréteget károsító anyagok** elterjedésének története. Amikor a huszas évek vége felé feltalálták a CFC-ket (klór- fluor-szénhidrogének angol kezdőbetűikkel), csodaszereknek számítottak – nem voltak mérgezőek, nem voltak gyúlékonyak, nem okoztak korróziót, és nem bomlottak le. Ezért lettek népszerűek, mint hajtógázok az aeroszolos palackokban, mint habosítószer, mint oldószer, mint hűtőfolyadék a hűtőszekrényekben és a légkondicionálókban. Ennek köszönhető, hogy világpiaci termelésük öt évente durván megkétszereződött, egészen 1970-ig. A nyolcvanas évek végén újabb lökést kapott a gyártásuk, amikor felfedezték, hogy másra is használhatók, például nyomtatott áramkörtáblák és számítógépes chipok tisztítására Kalifornia virágzó Szilícium-völgyében.

1974-ben két vegyész, Mario Molina és Sherwood Rowland az irvine-i Kalifornia Egyetemről korszakalkotó cikket publikált a Nature című tudományos folyóiratban. Azt a hipotézist állították fel, hogy a CFC-k stabilitása, ami nagyon jó tulajdonság az ipari alkalmazás szempontjából, pusztító hatással lehet az ózonrétegre, mert a földi forrásokból kiszabaduló CFC-k eredeti formájukat megőrizve feljuthatnak a sztratoszférába. Ott a napsugárzás szabad gyököket, erősen reagáló klóratomokat hasíthat le belőlük, amelyek láncreakciót katalizálva nagy pusztítást végezhetnek az ózonban.

A későbbiekben bebizonyosodott, hogy Dolinának és Rowlandnak igaza volt. 1995-ben meg is kapták munkájukért a kémiai Nobel-díjat, Paul Crutzenal együtt, aki a német Max Planck Intézetben dolgozott. 1970-ben Paul Crutzen vetette meg Molina és Rowland munkájának alapját, amikor kimutatta, hogy az emberi tevékenységből felszabaduló gázok – nevezetesen a nitrogén-oxidok – szerepet játszanak az ózontörésben.

A történet azzal folytatódott, hogy 1987. szeptember 16-án Montrealban nemzetközi egyezmény született az ózonréteget károsító anyagok gyártásának korlátozá-

---

sáról, majd megszüntetéséről. A 24 ország és az Európai Közösség által aláírt egyezményt 150 ország ratifikálta. Kiderült azonban, hogy az egyezmény nem érte el a kívánt hatást. 1991 áprilisában a NASA jelentése megint csak azt mutatta ki, hogy a fogyás kétszerese a vártnak az északi félteke egyes területei felett, s jelezte, hogy az ózontfogyás miatt 200 ezer bőrrákos halálra lehet számítani csupán az Egyesült Államokban a következő 50 évben. 1992 februárjában még nyugtalanítóbb hírek érkeztek, amikor a NASA jelentette, hogy New England és Kanada fölött nagyobb a klór koncentrációja, mint valaha is volt az Antarktisz fölött.

Az egyezmény után az ipar gyors fejlesztésbe kezdett a CFC-k helyettesítésére. A vegyipari vállalatok zömében két vegyületcsoporttal próbálkoztak: a HCFC-kkel és a hidrogén-fluor-szénhidrogénnel (HFC-k). A HFC-k különösen vonzóknak tűntek, mivel már jelentős gyártókapacitásuk volt. Sajnos, mindkét csoport számottevően terheli a környezetet. A HCFC-k maguk is károsítják az ózonréteget, jóllehet jóval kevésbé, mint a CFC-k. Ám a HCFC-k sokkal hamarabb lebomlanak, ami azt jelenti, hogy a ma kibocsátottak a következő 10–20 éven belül nagyjából mindazt a rombolást elvégzik, amelyre számítani lehet. Ez éppen az az időszak, amikor az előrejelzések szerint az ózonréteg a leggyengébb lesz.

A CFC-khez hasonlóan a HCFC-k és a HFC-k **üvegházhatása** is jelentős. Léggörbe kerülése után 1 tonna CFC-11 például 100 éven keresztül 4 000-szer annyival járul hozzá a globális felmelegedéshez, mint ugyanennyi szén-dioxid ( $\text{CO}_2$ ); egy tonna HCFC-22-nek 1 700-szoros a felmelegítő hatása, s az ezzel összevethető mennyiségű HFC-134a-nak 1 300-szoros. Azon túl, hogy kiveszik részüket a globális felmelegedésből, a HCFC-knek és a HFC-knek van egy másik, aggodalomra okot adó tulajdonsága is: a jelenlegi tanulmányok feltételezik, hogy mindkettő savakra, például trifluor-ecetsavra bomlik le a légkörben, s ezek a csapadékkal lehullanak a földre. Egyes helyeken akkora koncentrációban halmozódhatnak fel, hogy az már mérgező a növényekre.

Jóllehet az előállított HFC-k mennyisége elenyésző az évente kibocsátott szén-dioxidéhoz képest, használatuk gyorsan terjed, ahogy a CFC-ket kezdik kivonni a forgalomból: 1990-ben még alig 200 tonna fogyott belőlük, 1994-ben már több mint 50 000 tonna. Az IPCC előrejelzése szerint az éves HFC-kibocsátás 2000-re elérheti a 148 000 tonnát. A globális felmelegedésben ez a mennyiség nagyjából akkora szerepet játszana, mint az a szén-dioxid, amely manapság szabadul fel a fosszilis energiahordozók elégetéséből Franciaországban, Németországban, Olaszországban és az Egyesült Királyságban összesen. Ez azt jelenti: hogy elterjedten használják ezt a helyettesítőt, azzal megoldják az egyik környezeti problémát, de súlyosbítanak egy másikat. Gyakran ez történik, ahányszor csak a világ igyekszik megbirkózni a különféle környezeti bajokkal.

A vegyipar következő támadása a **metil-bromid** volt. Mivel az ózonréteg érdekében a következő lépésnek a metil-bromid betiltásának kellene lennie, helyettesítő-

inek kutatása valóban sürgőssé vált. Egyetlen olyan vegyszer sincs, amellyel ez a növényvédőszer minden alkalmazási területen pótolható lenne, vagyis mindegyikre más-más stratégiát kell találni. Ahogy a CFC-k HCFC-kkel és más, üvegházhatást okozó gázokkal való helyettesítése megoldhat ugyan egy problémát, de súlyosbít egy másikat, úgy a metil-bromid más, mérgező anyagokkal való felcserélése is veszélyeztetheti az ember egészségét. Egyes országokban, például Hollandiában és Dániában úgy szabadulnak meg a metil-bromidtól, hogy a kártevők elleni védelemben növelik a nem vegyi módszerek arányát, például a hókezelést és a vetésforgót.

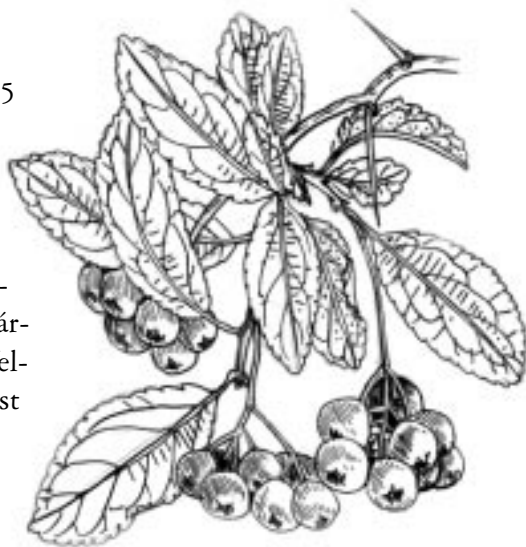
Mivel a CFC-k – közhasználatú szóval **freonok** – tartózkodási ideje a légterben 50–150 év közötti időre tehető, csupán utódaink győződhetnek meg arról, hogy megmenthető-e még az ózonréteg.

### Troposzférikus (talajközeli) ózon

A talajközeli ózonrétegnek csak 10–15 százaléka található. „Rossz” ózonnak is nevezik (ellentétben a magas légköri „jó” ózonnal), mert a belső égésű motorokkal rendelkező gépjárművek kipufogógázaiból keletkezik a napsugárzás hatására. Mivel erős oxidálószer, káros egészségügyi hatásai vannak. Például irritálja a nyálkahártyát, szembetegségeket okoz. A folyamatos ózonfel-dúsulás károsítja a növényzetet, terméscsökkenést okozva.

Olyan vegyületek is részt vesznek az ózonképződésben, mint a különböző nitrogénvegyületek, illékony szerves vegyületek (VOC) és a peroxi-acetil-nitrátnak nevezett szennyezőanyag.

A felszínközeli ózon mennyisége az iparosodott területek felett évtizedenként 5–20 százalékkal nőtt, elsősorban a légköri oxigén és az antropogén eredetű nitrogén-oxidok kölcsönhatása révén.



*Tűztövis*

## 5.) Az optimum és a tolerancia törvénye az ökológiában

Főszereplőnk, a növény esetében ez azt jelenti, hogy a növényeknek minden környezeti tényezőtől meghatározott, számszerűen is kifejezhető mennyiségére van szükségük. Ez érvényes **tápanyagra, vízre, sugárzásra**, és akár **életközösségre** is.

Ezek könnyen belátható összefüggések, de mert fajonként változó igények jelentkeznek, ezért az adott növény- és állatfajok optimális igényeit a szakágak (nö-

vénytermesztés, állattenyésztés, erdészet, kertészet, biológia) feladata meghatározni. Az élővilág gazdagságát tekintve ez nem kis feladat. Az optimum törvényének alkalmazása néhány példával érzékeltethető.

A tápanyagot illetően bizonyos küszöbérték alatt és bizonyos küszöbérték felett az adagolás nem vezet eredményre, mert az életfolyamatok még vagy már nem működnek. Az alsó és felső küszöbérték közti területet nevezzük tűréssávnak. A tűréssávon belül érvényesül a növény vagy állat toleranciája, amely még a faj fejlődését szolgálja, az optimum tartomány pedig a legjobb eredményt ígéri. Egyszerűsített görbével ábrázolva ez minden növény- vagy állatfaj esetében (műtrágya, illetve takarmány adagolásnál) alkalmazható, számértékek beiktatásával.



<b>Pessimum (P)</b>	<b>Tűrhető (T)</b>	<b>Optimum (O)</b>
eredmény nem várható	alkalmazkodó képességtől függő eredmény	kedvező eredmény várható

Az adagolásoknál nem csupán a mennyiségnek van szerepe, hanem az adott **fiziológiai jellemzőknek** is. Példaképpen utalok a növényeknél előforduló **plazmolízis** vagy **plazmoptízis** jelenségére. Mindkét hatás az adott táplálék sejtnedvhez viszonyított sűrűségével vagy hígultságával függ össze.

**Plazmolízis** akkor következik be, ha túl sűrű tápanyagot kap a növény. A sűrűbb anyag nagyobb szívóerőt képvisel, mint a hígabb sejtnedv, ezért a sejt-magból kiáramlik a hígabb anyag, és a sejtplazma elválik a sejtfalettől. Virágkertészetben talákoztunk olyan esettel, hogy túl sűrű trágyalével táplálták a növényállományt, s ennek következtében plazmolízis miatt egy növényházi szegfű-állomány teljesen tönkrement.

A **plazmoptízis** a plazmolízis ellentéte. Ez esetben a túl híg folyadék – például a desztillált víz – a sejtekbe áramlik; sejtduzzadást vagy szerencsétlenebb esetben sejtfaledést okoz.

A **vízadagolás** esetében sűrűn előfordul, hogy elégtelen öntözés következtében a fa kiszárad. Előfordul azonban olyan eset is, hogy túlöntözés miatt a hajsza-

---

gyökérzet elrohad és a fa elpusztul. A növények között vannak vízkedvelő (hidrofil) és szárazságtűrő (xeroform) fajok és fajták.

A **növényi életközösségre** jó példa a parkok pázsitfüveinek fajösszetétele. A két fő fajcsoport: a perjefélék és a csenkeszfélék. A perjefélék adják a pázsit üde, zöld színét. Szélesebb szálaik ernyőjének védelmében erednek meg a csenkeszfélék, amelyek viszont a pázsit taposás-tűrését adják hozományként a fűkeverékhez.

Az élővilág együttélését (szimbiózisát) jól példázza az erdők vadeltartó képessége. Ha vadállomány túlszaporodik, kilövessel biztosítják az egyensúlyt.

A legalapvetőbb egyensúlyt az emberiség növekvő igénye és a természet rohamosan fogyó erőforrásai között, sajnos, egyre nehezebb biztosítani. Itt a „kilövés” módszerét – amely ez esetben a háború szinonimája – nem kellene alkalmazni. Maradna a természeti erőforrások ésszerűbb felhasználása.

Ez a gondolat elvezet bennünket az ökológia egyik alapvető törvényéhez, a minimumtörvényhez.

## 6.) A minimumtörvény

**Sarkalatos ökológiai törvény, amelyet még Liebig fogalmazott meg 1840-ben.** Eszerint hiába áll rendelkezésre a növényeknek kellő mennyiségben minden szükséges tápanyag, ha pl. kevés a víz a talajban (az élettényezők közül a többihez képest ekkor a víz van minimumban), akkor a növény teljesítménye visszamarad, mert mindig a minimumban lévő elem határozza meg a teljesítményt.

Ezt a törvényt Taylor (1943) is megerősítette azzal, hogy kiterjesztette az ásványi tápanyagokon túl valamennyi életfontosságú környezeti tényezőre. S valóban: bármelyik környezeti hatás egymagában eldöntheti, vagyis minimalizálhatja a terméseredmény nagyságát. Korlátozó tényező lehet a fényhiány, a nem megfelelő hőmérséklet, de bármelyik biotikus tényező, pl. kártevő rovar vagy gombás betegség is.

A minimumszabály természetesen nem értelmezhető olyan mereven, mint ahogy az eredeti megfogalmazásban szerepel. A komplexitás törvénnyel összhangban ugyanis az állapítható meg, hogy a minimumban lévő elem szintjétől (az ellátottság mértékétől) is függ a növénynek a többi elemmel szembeni egyidejű igénye, és végső soron a produkciója is. A minimum törvény értelmezésében tehát hangsúlyt kap a viszonyítás, a relativitás.

A növények teljesítményét azonban nem csak a minimális mennyiségben jelen lévő ökológiai faktor minimalizálhatja, hanem a túlzó mennyiségű is. Ennek megfelelően a törvény általánosított megfogalmazása: **a növény teljesítményét az optimumtól legnagyobb eltérésben lévő ökológiai tényező korlátozza, illetve determinálja.**

A legnagyobb növényi produkció érdekében tehát egyidejűleg minden tényezőnek optimumban kellene lennie, ami a gyakorlatban sohasem érhető el. Törekedni

---

kell azonban **harmonikus arányukra**, mert különben a minimum törvény jut érvényre. Minél nagyobbak az eltérések a harmonikus optimumtól, annál nagyobb mértékű egyes elemek feleslegessé válása, a pazarlás, vagyis romlik a gazdaságosság.

Liebig és Taylor ezt a törvényt a növénytermesztésre vonatkozóan fogalmazta meg. Ám ezt a törvényt értelmezhetjük az összes természeti tényezőre, ami által eljutunk a fenntartható fejlődés követelményéhez.

### **A környezeti fenntarthatóság elve**

Az egészséges társadalmak környezetileg fenntarthatóak, ami azt jelenti, hogy gazdaságaik három feltételnek tesznek eleget.

- 1.) A megújuló erőforrások felhasználásának üteme nem haladja meg azt az ütemet, amellyel az ökoszisztéma képes újratermelni őket.
- 2.) A nem megújuló erőforrások fogyasztásának vagy újra nem hasznosítható hulladékká alakításának üteme nem haladja meg annak ütemét, ahogy az ember helyettük megújuló erőforrásokat fejleszt ki, és vesz fokozatosan használatba.
- 3.) A környezetszennyezés kibocsátási üteme nem haladja meg az ökoszisztéma feldolgozó kapacitását.

A környezeti erőforrásoknak, vagy a természet szennyezés feldolgozó kapacitásának ezeknél nagyobb ütemű kihasználása a definíció szerint fenntarthatatlan és csökkenti a jövő nemzedékek lehetőségeit. Ez az elv a jövőbeli generációk kollektív tulajdonjogát fogalmazza meg, amely természetesen magasabb rendű, mint az egyéni tulajdonjogok.

Nem nehéz megállapítani, hogy a fenntartható fejlődés által megkövetelt **egyensúlyrendszer felborult**. Ezt először az ún. Bruntland Bizottság állapította meg 1987-ben, ám 10 évvel később, 1997-ben az ENSZ Környezetvédelmi Szervezete, az UNEP végzett új elemzést.

Idézzünk ebből az utóbbi helyzetelemzésből.

#### **Globális környezeti problémák:**

- A megújítható erőforrások (a föld, az erdő, az édes víz, a part menti területek, a halászat és az urbanizálódó területek levegőminősége) felhasználása már meghaladta annak természetes önregeneráló képességét, ezért ebben az állapotban fenntarthatatlan.
- Az üvegház hatású gázok kibocsátása még mindig magasabb szintű, mint amit az ENSZ éghajlatváltozásról szóló keretegyezményében stabilizációs célként nemzetközileg elfogadtak.
- A természetes területek és az azon tapasztalható diverzitás a mezőgazdasági művelésbe vont területek és az emberi települések terjeszkedése folytán folyamatosan csökken.

- 
- A gazdasági fejlődés során alkalmazott vegyi anyagok felhasználása és terjesztése növekszik, mindenre kihat, ez pedig jelentős egészségügyi kockázatok megjelenését, a környezet szennyezését jelenti.
  - Az energiaszektorban tapasztalható globális fejlesztések fenntarthatatlanok.
  - A gyors, tervezés nélküli urbanizáció, különösen a part menti területeken, jelentős nyomást gyakorol a szomszédos ökörendszerekre.
  - A globális bio-geokémiai ciklusok közötti komplex és gyakran csak kevésbé értett kölcsönhatások széleskörű elsavasodást, az éghajlat változékonyságát, a hidrológiai ciklusok megváltozását, a biodiverzitás, a biotömeg és a biotermelékenység elvesztését jelenti.
  - Bizonyos társadalmi folyamatok is kedvezőtlen hatással vannak a környezetre, nevezetesen a nemzetek közötti és a nemzeteken belüli egyenlőtlenségek növekedése, az éhezés és a szegénység további fennmaradása annak ellenére, hogy globálisan elegendő élelmiszer áll rendelkezésre.
  - Az erőforrások további pusztulása és a vegyi szennyezés következményeként az emberi egészség továbbra is nagy veszélyben van.

Ha elemezzük a tényeket, meghatározhatjuk a Liebig-féle minimum törvény kiinduló példáját, a hordót, azaz annak legrövidebb dongáját. A tényezők szintjét a folyadékhoz hasonlítva: a legrövidebb dongánál minden kifolyik, azaz annak szintje felett a többi tényező sem hasznosul.

A tények arra utalnak, hogy a legrövidebb donga (a meghatározó minimum tényező) a növényzet, ezen belül főleg az erdők fogyása. Az éghajlat változása és ennek minden következménye annak is tudható be, hogy a növényzet fogyása és romló állapota miatt egyre kevesebbet képes feldolgozni a szaporodó széndioxidból, amely más vegyi anyagokkal együtt a globális felmelegedés okozója. Ráadásul a kitermelt fa egyre nagyobb hányada először papírrá válik – klór- és furánvegyületek segítségével –, végül elhasználtan a szeméthegeyeket növeli.

Az erdők helyére jobbik esetben szántóföld kerül, amelynek fotoszintetikus teljesítménye az erdők átlagának felét éri el. Ám ez a jobbik eset, mert az erdők helyére sok esetben épület vagy út kerül, ami véglegesen megszünteti az adott helyen a fotoszintézist.

## 7.) A csökkenő hatékonyság törvénye

Mitscherlich (1955) abból indult ki, hogy a terméseredmény (vagy valamely fiziológiai folyamat intenzitása) nem növelhető a végtelenségig, minden esetben van egy maximális határértéke. Ehhez a felső határértékhez közeledve az ökológiai tényezők (tápanyag, víz, fény stb.) egységnyi adagjai nem lineáris, hanem csak logaritmikus arányban növelve emelik a produkciót.

A csökkenő hatékonyság az egész modern társadalmat jellemzi. A legszemléletesebb példa erre a csomagolóanyagok elterjedése, amelyek hatalmas fémipari, műanyagipari, papíripari kapacitást kötnek le, csupán azért, hogy a fogyasztási termékeket megfelelő ruházattal lássák el. **A többutas csomagolóanyagok** (üvegpalackok, kannák, kosarak) eltűnnek, hogy átadják helyüket az egyutas, eldobható csomagolóanyagoknak, mint a műanyagpalack, a fém italos doboz, a tej-, tejtermékek, édességek, fűszerárak műanyag csomagolásának. Már elterjedtek az egyszer használatos borotvák, fényképezőgépek, evőeszközök, poharak és egyéb használati tárgyak. Ez a folyamat leginkább az Egyesült Államokban indult meg. Ha a fogyasztás mindenütt az USA szintjére növekedne, akkor a Földön

- hétszer annyi ásványi anyagra,
- kétszer annyi fémre,
- ötször annyi fatermékre,
- tizenegyszer annyi szintetikus anyagra felhasználására lenne szükség.

Forrás: UNW Population Prospects, The Revision, 1996. New York.

A Worldwatch Institute „A világ helyzete, 1999” című jelentéséből kiderül, hogy az USA-ban milyen eredményekkel és milyen kudarcokkal jár az **anyaghatékonyságról** folytatott tevékenység.

## 12. táblázat: Eredmények és kudarcok az anyaghatékonyságban

Termék	Eredmények	Kudarcok
Műanyagok a gépkocsikban	1960–1994 között 26%-kal nőtt az USA-ban a gépkocsikhoz az acél helyett használt műanyagok mennyisége, és 6%-kal csökkent az autók súlya.	Az autótól 25 fele végleg inkompatibilis, nehezen újrafeldolgozható műanyagot tartalmaznak. Így a műanyagok zöme a szemétre kerül.
Palackok és fémdobozok	Az alumínium dobozok ma 30%-kal könnyebbek, mint 20 éve voltak.	A környezetbarát, újraölthető palackok helyett, fémdobozokat használnak. 1960-ban a szódavizes üvegek 95%-a újraölthető volt.
Ólom-akkumulátorok	Egy átlagos autó-akkumulátorban 1974-ben kb. 1,35 kg ólom volt, ma mindössze kb. 0,95 kg, és nagyobb a teljesítménye.	Az USA hazai akkumulátor felhasználása ugyanebben az időszakban 76%-kal nőtt, ez több mint a teljes megtakarítás.
Radiál gumiabroncsok	A radiál broncsok 25%-kal könnyebbek és kétszer akkora élettartamúak, mint a hagyományos broncsok.	A radiál broncsokon nehezebb a fu-tófelület felújítása. 1970 és 1977 között 2%-al csökkent az USA-ban a személyautók újrafutóztatása.
Mobiltelefonok	1991 és 1996 között egytizedére csökkent a mobiltelefonok súlya.	Egyidejűleg nyolcszorosára ugrott a szolgáltatásokat igénylők száma, majdnem megemmelítve a kisebb súly előnyét. Ráadásul a mobiltelefonok nem helyettesítették a régebbi típusokat, hanem csak növelték az otthoni telefonok számát.



---

Ami az előre csomagolást illeti, az egyre inkább teret nyer hazánkban is, elsősorban az önkiszolgálás és a bevásárlóközpontok térnyerése miatt. Ezek eredményeképpen 1998-ban minden lakosra 10 ezer forint értékű csomagolóanyag jutott, amely duplája a kultúrára fordított fejenkénti kiadásnak.

## 8.) Kritikus időszak, kritikus elem.

### Növényeink ökológiai igényei az egyes életszakaszokban különböznek

Más az igénye a vízből, a különféle tápelemekből a csíranövénynek, mint később, a virágzás vagy a termésérés fázisában lévő egyedeknek. Egy-egy elemre nézve az a kritikus időszak, amikor a növény fokozott igényt támaszt az illető tényezővel szemben, amely ekkor kritikus elemmé lép elő.

Hazánkban szabadföldön és nyáron leggyakrabban a víz a kritikus elem, főleg júliusban, augusztusban. Addigra már megcsappan a talaj vízkészlete, a fokozott vízfogyasztás pedig tovább növeli a különbséget az igény és az ellátás mértéke között. A víz a többi tényezőhöz képest relatív minimumba kerül, vagyis a víz lesz a terméseredmény szempontjából is a meghatározó, azaz a kritikus elem.

A növény vízforgalmát, és tágabb összefüggésként Földünk vízgazdálkodását az előző fejezetben már elemeztük. Kritikus **időszakok** azonban másképp is jelentkezhetnek: a modern, városlakó társadalmakban például nem vegetációs periódusokhoz, hanem adott esetben **napszakokhoz kötődnek**.

Gondoljunk például a reggeli és esti csúcsgazdálkodásra, amikor **megnövekszik az igény**

- a hely,
- a tiszta levegő,
- az energia, és
- az emberi koncentrálóképeség iránt.

Ezzel párhuzamosan **növekszik a terhelés**

- a zaj,
- a levegőszennyezés, és
- a zsúfoltság, helyigényesség formájában.

Az esti órákban fokozott **energiaigény** jelentkezik a főzés, a híradástechnikai eszközök használata miatt, majd ezt követően növekszik a **vízellátó rendszerekre és csatornahálózatokra nehezedő nyomás**.

Az energetikai fejlesztések már lehetővé tették az **ember eltávolodását a természettől**. Ez legszemléltetőbb módon a légkondicionáló rendszerek használatában mutatkozik meg. A légkondicionálás a XX. század első harmadában fejlődött

---

ki, először csak a mozikban. Ma már egy átlagos USA-polgár légkondicionált autójával légkondicionált munkahelyére megy, és ha munka után mozikba, vendéglőt vagy áruházat keres fel, e helyeken is mesterséges, „konzerv” levegő várja, akár csak otthonában. A légkondicionálás azt jelenti, hogy csak gépezeten keresztül jut oxigénhez, mint a betegek a kórházak intenzív osztályain.

A természetből kiszakadt városi ember számára kritikus hiányjelenségként lép fel a **természetes friss levegő**. Azonban ennek még a „beszerzése” is megváltozott: Ha egy négytagú városi család friss levegőre vágyott, régebben kirándulást tett a közeli hegyekbe, vagy vonattal, autóbusszal elérhető vízpartokra, dombvidékekre. A gépkocsi-korszakban a négytagú család beül a járműbe, és példának okáért Budapestről Visegrádra utazik egy kis friss levegőt szívni. A nap folyamán négyen elfogyasztanak **1,2 kg oxigént**. Az oda-vissza megtett úton a motor elhasznál

**10 liter üzemanyagot,**

**35 kg oxigént,** és kibocsát

**170 kg szennyezőanyagot** (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, korom és porszemcsék stb.).

Tömegközlekedéssel a környezeti terhelés ennek egyhatoda.

A kritikus időszak ökológiai törvénye az élővilág egészére is érvényes, **fejenként, helyenként, időszakonként és körülményekként** változó módon és mértékben. Nem érvényesül a kritikus időszak törvénye **az élővilág pusztítására, amely állandó folyamat** a befektetők és tervezők külön, profitorientált, a természettől elszakadt világában.

## 9.) Adaptáció

**A növények ökológiai igényei a törzsfajlás során** – éppen a változó környezeti hatások következtében – **folyton változnak: a növények adaptálódnak**. Ez a folyamat azonban rendkívül lassú, szórt termesztett növényeink alapvető ökológiai igényei még nagyban hasonlóak az eredeti termőhelyük (származási helyük) éghajlati- és talajadottságaihoz.

Nagyobb mértékű és gyorsabb változást a nemesítés hoz létre, de még az új fajták ökológiai igényei sem különböznek lényegesen a szülőktől, legfeljebb kombinálódnak, és úgy tükrözik a szülők eredeti származási helyének ökológiai viszonyait.

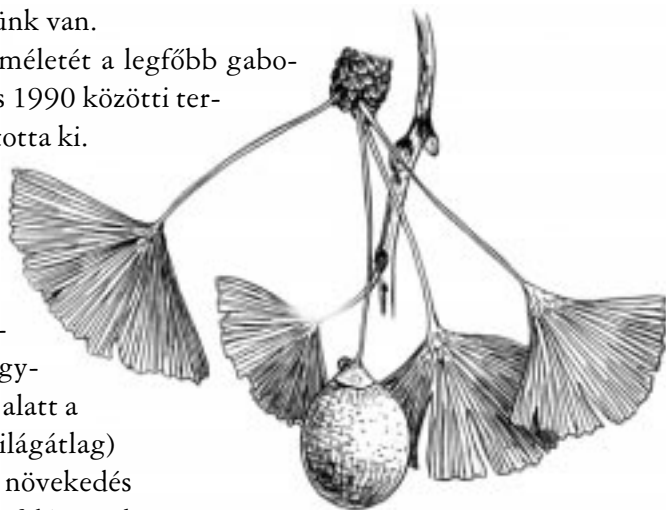
Az adaptáció ökológiai törvényéből sokan azt a téves következtetést vonták le, hogy a folyamat korlátlan, mindenütt megvalósítható, és **a nemesítés** arra is képes, hogy a hozamokat tetszés szerint növelje. Hazánkban például az 1950-es években gyapotot kívántak termesztetni, ami – a mienktől eltérő ökológiai igényei

miatt – kudarccal végződött. Ausztráliában, ezen a száraz, csapadékmentes területen, minden erőfeszítés ellenére csak 1,7 tonna/hektárra tudták növelni a búza-termést 1995-ben, az 1950. évi 0,9 tonna/hektárról.

Az éghajlati adottságokból adódó különbségeket a nemesítés és az agrotechnika csak bizonyos határokon belül tudja kompenzálni. Korábbiakban már utaltunk arra, hogy a növényi fotoszintézis folyamata nem befolyásolható, de eredményének eloszlására a termés és a növény egyéb részei között 60 százalékos élettani határig lehetőségünk van.

A lehetőség végtelenségének elméletét a legfőbb gabonafélék (búza, kukorica, rizs) 1950 és 1990 közötti terméshozam-növekedésének ténye váltotta ki.

E negyven év alatt a búza termés-hozama kétszeresére, háromszorosára növekedett. Ezen belül Franciaországban a hozam négyszeresére, Kínában három és félszeresére, Indiában háromszorosára, hazánkban négyszeresére emelkedett. E sikeres 40 év alatt a gabonafélék évi növekedési üteme (világátlag) 2,1 százalék volt, ám 1990 után a növekedés lelassult; az ütem 1,1 százalékra, azaz felére csökkent.



*Páfrányfenyő*

Abból, hogy az 1990-es évek során lassult a növekedés, adódik a következő kérdés: vajon a biotechnológia visszaadhatja-e az elvesztett lendületet. A fejlődés azonban itt sem ígéretes. Húsz évi kutatás után a biotechnológusok nem állítottak elő egyetlen nagy hozamú búza-, rizs- vagy kukoricafajtát sem. Hogyan lehetséges, hogy egyetlen nagy vetőmag-termelő cég sem dolgoztatta ki a biotechnológusokkal a fajták olyan második generációját, amely ismét két-háromszorosára növelné a termést?

A válasz az, hogy a hagyományos technikákkal dolgozó növénytermesztők, növénynemesítők már nagyjából kimerítették azokat a genetikai lehetőségeket, amelyek a magba jutó fotoszintézis-termékek arányát megnövelhetik. Ha ezt eltolták a határértékig, viszonylag kevés lehetőség marad, az is főleg azon a téren, hogy növeljék a növény ellenálló képességét a különböző hatásokkal, például aszályal, vagy a szikesedéssel szemben. Az egyetlen nagy lehetőség, ami még a tudósok előtt áll az, hogy magának a fotoszintézisnek a hatékonyságát növeljék – ezt azonban mindeddig nem sikerült elérni, és erre a jövőben sincs remény.

A biológia tartalékai tehát kimerültek, és fel kellett ismerni az adaptáció éghajlati és növekedési határait.

---

## 5. Növényzet a települési környezetben

Ebben a fejezetben ismertetjük

- a települési környezet sajátosságait,
- a települési növényzet különleges szerepét, valamint
- azt a lehetőséget, hogy a növényzet bekerüljön értékrendünkbe.

### 5.1. A települési környezet sajátosságai

#### a.) Zsúfoltság

A városi lét eredendően zsúfolt életteret jelent. Visszaulunk arra, hogy a Föld lakosságának jelenleg már több mint a fele városokban él, amelyek a szárazföld mintegy 2 százalékát foglalják el. Ez megközelítően 3 millió km<sup>2</sup>. A ténylegesen beépített terület azonban 10 millió km<sup>2</sup>, azaz a szárazföld 6,7 százaléka.

A városokon kívül ugyanis a beépítések kiterjednek az utakra, repülőterekre, iparterületekre, üdülőövezetekre, sportlétesítményekre, katonai létesítményekre, védőművekre (töltések, támfalak), kereskedelmi- és raktárközpontokra, vasúti- és hírközlési létesítményekre, kikötőkre stb.

A városokban az 1 főre jutó terület világátlaga megközelíti az 1000 m<sup>2</sup>-t. Ám tudni kell, hogy ennek csupán kis hányada lakóterület, mert beszámítandók az utcák, belterületi erdők, mezőgazdasági területek, folyók, patakok, köz- és magánintézmények, iskolák, középületek és mindenfajta közterület. Az emeletes házak számától és magasságától függően az egy főre jutó bruttó terület a világátlagtól jelentősen eltérhet. Budapesten például az 1 főre jutó terület 260 m<sup>2</sup>, ami alig több, mint az átlag negyede. New-Yorkban csak 95 m<sup>2</sup> jut egy főre a felhőkarcolók laksűrűsége miatt. Debrecenben – a sok földszintes ház okán – mintegy 4500 m<sup>2</sup> terület jut a város 1 lakosára. A városok eredendő zsúfoltsága, párhuzamosan a közlekedés mind nyomasztóbb helyigényével, egyre növekvő terhet ró a település környezetre.

#### b.) A városklíma sajátosságai

A városi éghajlat legfontosabb tulajdonságai, amelyek a makroklímától megkülönböztetik, elsősorban a sugárzási viszonyok módosulásában, másodsorban a levegő fokozott szennyezettségében, harmadsorban légáramlatainak különleges voltában jelentkeznek. Természetesen a többi elem (a hőmérséklet, a légnedvesség, a párolgás) hasonlóképpen eltér a városban a szabad környezettől. Ezek azonban csak következmények, amelyek létrejöttére a fent említett tulajdonságok vannak lényeges hatással.

---

Ami a városi levegő szennyezettségét illeti, erről az 2.3. fejezetben már említést tettem. Teljesen nyilvánvaló, hogy ha az emberiség fele városokban él, akkor sokszorosan nagyobb szennyadagban részesül, mintha a vidéken élne (Bár esetenként vidéken is előfordulnak jelentős szennyezést kibocsátó ipari létesítmények.) . Magyarországon például a legártalmasabb szennyező anyagokból (kén-dioxid, nitrogén oxid, szilárd szemcsék, szén-monoxid) 1995-ben 180 kg jutott minden magyar lakosra, ám abból a városlakókra mintegy a háromszorosa. Van azonban olyan város is, mint Ajka, ahol több mint 1 tonna jutott egy főre a felsorolt anyagokból.

Az Egészségügyi Világszervezet, a WHO 1997-es adatai szerint a gépkocsik szennyezése évente legalább 3 millió emberi életet követel.

A városklimatológiát meghatározó tényezők közül **a szélviszonyok módosulásáról** már említés történt, de jelentősége miatt említést kell tenni **a felhő- és csapadékkeltő hatásokról**.

A városok csapadéknövelő hatására vonatkozó irodalmak meglehetősen ellentmondásos eredményekről tanúskodnak. Volt olyan célzott kísérlet, amikor sűrűn telepített csapadékmérő hálózattal sem sikerült a városi hatást kimutatni. Ezzel szemben pl. az Amerikai Egyesült Államok négy nagyvárosában végzett vizsgálatok az évi csapadékösszeg 5–10 százalékos, a zivataros napok számának pedig 13–21 százalékos növekedését mutatták ki. Sőt, arra is van példa, hogy a csapadék mennyiségében – hétvégi minimummal – heti ritmust állapítottak meg (Párizs).

A város csapadékkeltő hatásának értékelésekor nem szabad figyelmen kívül hagyni a jellemző alapáramlás, az uralkodó szélirány jelentőségét. Ez ugyanis a városmag felett keletkezett, csapadékot hordozó felhőtömbök áthelyeződését és így a csapadék eloszlásának jellegzetes, olykor vonalszerű átrendeződését okozhatja. Erre hívják fel a figyelmet a Moszkva és környéke csapadékeloszlásával foglalkozó elemzések. Az orosz főváros központjától kelet felé húzódó sáv kapja a legtöbb csapadékot, a téli félévben kb. 50 százalékkal többet, mint a várostól nyugatra fekvő területek.

A kiváltó fizikai tényezők érvényesülésének mértéke szerint, a környezet geomorfológiája következtében, és nem utolsósorban az adott régió makroklímájával összefüggésben, a városklíma egyes sajátosságai jelentős különbségeket mutatnak. Jó példa erre Budapest a csapadékkeltő hatás vonatkozásában is, mivel a csapadékeloszlás fő meghatározója a domborzat. A Budai-hegység befolyása a Pesti-síkságon is érvényre jut, így a város sokkal csekélyebb csapadékkeltő szerepe háttérbe szorul. A jelenleg rendelkezésre álló adatok birtokában a városhatás gyakorlatilag nem mutatható ki.

A tapasztalatok tehát – a városok fekvésétől és makrometeorológiai helyzetétől, valamint nagyságától is függően – eltérőek. Egyértelmű tapasztalat, hogy a város közepén található hősziget szárazabb mikro- és makroklímát teremt a városzéli helyzethez képest.

---

### c.) A zaj

A zaj a városban halmozottan jelentkező ártalom, amelynek veszélyessége abban áll, hogy az emberi szervezet nem adaptálódott hozzá, mint a hideghez vagy meleghez. (A klímához alkalmazkodni volt időnk kb. 10 ezer év óta.) A zaj hatása új, a zajkeltő források többségét az ember a XX. században találta fel (rádió, tévé, magnó, hangerősítő, gépjármű-áradat, és gépek tömege a munkahelyeken).

A zaj a legalattomosabb ártalom, mert nem biztos, hogy minden kellemetlen zaj ártalmas, viszont az elviselhető zajok is veszélyesek lehetnek. Meghatározott intenzitás-szint feletti zajok okozhatnak fiziológiai (hallószervre gyakorolt), pszichés és pszichoszomatikus (élettani és idegi funkciókat befolyásoló) hatásokat, károkat.

Az erős zaj a szervezet fontos szabályozó központjait támadja. Ennek oka a hallószerv csekély adaptációs képessége. A zajjal szemben a szervezetnek specifikus védekezési formája nem alakult ki, ezért bekövetkezik az idegrendszer rendellenes működése. Az erős, kellemetlen zaj hatással van az ember általános idegállapotára, erősen megnöveli az ember ingerlékenységét.

A zajhatás rendszerében a hang fizikai jellemzőit és a hallás szubjektív jellemzőit (a hallási rendszer reakcióját a hangra) együttesen vizsgáljuk. A környezet zajából csak a meghatározott intenzitású (a már észlelt hangerősség a hallásküszöb, a szúrós fájdalomérzetet kiváltó zajhatás a fájdalomküszöb) és frekvenciatartományú (20...20 000 Hz rezgésszámú intervallum) hangokat érzékeljük.

A környezet zaja annyira kifárasztja hallási rendszerünket, hogy erős és tartós zaj hatására (pl. zajos munkahelyen) jelentősen megemelkedik a hallásküszöb, vagyis halláskárosodás jön létre. Ezt a küszöbemelkedést nevezzük hallási fáradtságnak, vagy átmeneti halláscsökkenésnek. Kevésbé zajos környezetben (pl. lakás, park stb.) ezt a hallási fáradtságot kipihenheti a szervezet, a feléledési idő alatt a szervezet regenerálódik, hallószervünk is regenerálódik. Az átmeneti halláscsökkenés mértéke a hangosságtól, a feléledési idő viszont a hallásküszöb-emelkedéstől és a pihentető környezet zajszintjétől függ. Ha a feléledési idő nem elegendő a hallási fáradtság kipihenésére, akkor az újabb zajbehatáskor (pl. munkába álláskor) erre halmozódik az újabb hallásfáradás.

A zaj idegesítő tényező, ami fokozatosan súlyosbodó tüneteket (fejgörcs, álmatlanság, idegkimerültség, depresszió stb.) válthat ki. Az idegrendszer útján az élettani működést (gyomornedv-kiválasztás csökkenése, lesóványodás, gyomorfekély) is befolyásolja. A zaj gyorsítja az elfáradást, csökkenti a koncentráció képességet, a figyelemösszpontosítás kompenzálása növeli a pulzusszámot és a vérnyomást, a szervezet anyagcseréjét.

A zaj határértéke a forgalmas autópályák és autóutak, valamint a városi utak mellett Magyarországon nappal 65 dBA, éjjel 55 dBA, (A zajt egyezményesen „A” hangnyomásszinten mérik.) de ezt csak az 1984. után épült utak esetében kötelező betartani.

---

A WHO 1994-ben egy tanulmányában a 65 decibel feletti környezeti zajt egészségkárosító, mindenekelőtt alvászavaró hatásként értékelte. Más vizsgálatok azt mutatják, hogy az éjszakai nyugalmat már egészen kicsi, akár 30 decibel erősségű zajszt is károsan befolyásolhatja. A zavarási küszöb az egyéni érzékenységgel mellett a háttérzajtól és a hangfrekvenciától is nagyban függ. A WHO ezért éjszakai folyamatos belső zajra 30 dBA határértéket javasol. Kísérleti eredmények szerint a tartós erős zaj a káros szociálpszichológiai hatás mellett például vérnyomás-emelkedést is kiválthat. Munkahelyi vizsgálatok szerint nagyobb zajban csökken az emberek teljesítménye és aktivitása.

A kisfrekvenciás és impulzív zajok a legbántóbbak.

A Közlekedéstudományi Rt. 1997-ben befejezett, két éven át végzett felmérései alapján a közelmúltban készült el Budapest zajvédelmi térképe. Az adatok egyértelműen igazolják: Budapesten is a közlekedés a legjelentősebb zajforrás. A legmagasabb értékeket a legforgalmasabb bevezető útvonalak (Budaörsi út, Nagykőrösi út, Soroksári út, az M3-as bevezető szakasza) mentén mérték. Különösen rossz a helyzet a Rákóczi úton és a Kossuth Lajos utcában, ahol éjjel-nappal határértékek feletti zajszt mérnek.

A budapesti utak mellett 1995-ben végzett mérések szerint 100 mérés közül 98 esetben határérték túllépést állapítottak meg, míg a vidéki városokban 63 százalék volt a túllépési arány.

#### d.) Hulladék

A Földünket egyre nagyobb mennyiségben elárasztó **hulladéktömeg elsősorban a városokban keletkezik**. A falvak – különösen a gépesítés és vegyszerezés előtti időszakban – szinte teljes mértékben felhasználták hulladékaikat a parasztgazdaságokban. A növény zöld részeit állatokkal etették meg vagy komposztálták, a száraztermékeket (szőlővenyige, kukorica-csutka) főzésre, fűtésre használták, a kukorica csuhából kosarat fontak, a kalászos gabona szárát az istállóban használták, s még a tej írómaradékát is, répával keverve, takarmányozásra használták növendék állatok etetésére. Így jártak el a konyhai maradékokkal is, amelyek a sertések táplálékául szolgáltak.

1992-ben a Riói Konferencia titkársága 800 milliárd USA dollárra becsülte a városi hulladékok begyűjtésével és ártalmatlanításával évente felmerülő költségeket.

Ezúttal elsősorban a **hazai települési szilárd hulladékokkal** foglalkozunk, a **termelési és veszélyes hulladékokkal** majd a továbbiakban. Ám már itt megjegyzendő, hogy a lakossági hulladék is tartalmaz veszélyes szennyezéseket.

Hazánkban 1998-ban átlagosan 1,26 m<sup>3</sup> települési szilárd hulladék jutott egy főre évente, ezen belül Budapesten 1,48 m<sup>3</sup>.

Ha az intézményeknél (üzletek, vendéglők, szállodák, közterületek, építési törmelék) keletkező mennyiséget is hozzászámítjuk, akkor az országos átlag 1,90 m<sup>3</sup>/év, ezen belül Budapesten 2,22 m<sup>3</sup>. A begyűjtött települési hulladékok mennyiségét az alábbi táblázat szemlélteti.

**13. táblázat: A települési szilárd hulladék gyűjtése**

Megnevezés	1990	1995	1996	1997	
				összesen	ebből Budapest
Elszállított és ártalmatlanított hulladék, 1000 m <sup>3</sup>	16685	17322	17882	18925	4442
– lakosságtól	9874	11558	12074	12679	2874
– üzemektől, intézményektől	6811	5764	5808	6245	1568
A hulladékgyűjtésbe bevont lakások aránya százalékban	64,9	73,2	76,7	79,4	99,8
Hulladéklerakó helyek száma	299	602	691	726	3

Forrás: KSH

A táblázat címében a „gyűjtése” szónak jelentősége van, mert sajnálatosan sok – mintegy 2 700 – úgynevezett vadlerakót számoltak össze az országban. Ezek többnyire engedély nélkül, kocsikról leborított szeméthegek, melyek káros környezeti hatására már utaltunk.

A 14. táblázat adatai a hulladékok összetételében 8 év alatt bekövetkezett változásokról adnak tanulságos képet.

Figyelemre méltó, hogy a műanyagok részaránya 2,5-szeresére növekedett, míg az üvegeké felére, a fémeké harmadára csökkent 8 év alatt. A papír részaránya változatlan. A szerves hulladék jelentős arányáról megjegyzem, hogy az évezredes technika, a komposztálás, visszajuttathatná a képződött anyagot a talajba, fokozva annak termőképességét. A szervesetlen anyagok (hamu, sirt) sétáló és szánkózó dombok létesítését tenné lehetővé.



A veszélyes hulladékok megjelenése a szárazelemek és gyógyszerek használatával függ össze. Csupán címszavakban utalok a települési szilárd hulladék növekedésének lehetséges csökkentésére:

- többutas csomagolórendszerek „visszahonosítása”,
- az újrahasznosítás elterjesztése,
- a hulladékok elkerülésére és hasznosítására vonatkozó jogszabályok és gazdasági ösztönzők bevezetése, valamint felvilágosító munka végzése, oktatási programok elterjesztése.

A települési szilárd hulladékon kívül jelentős terhelésként jelentkezik a városban a szennyvizek elvezetése és korszerű tisztítás. Ezekre vonatkozóan utalok a 3. fejezetben leírtakra.

#### **14. táblázat: A települési szilárd hulladék összetétele Budapesten (százalékban)**

Hulladék	1990	1995	1996	1997
Papír	19,6	17	19	19,2
Műanyag	4,6	3,5	4,5	11,5
Textil	6,8	4,3	3,4	5,8
Üveg	5,3	3,1	3	2,8
Fém	6	4,2	3,8	2,2
Veszélyes hulladék	–	–	1,2	0,8
Bomló szerves	32	35,1	32,3	28,4
Egyéb szervesetlen	25,7	32,8	32,8	29,3
Összesen	100	100	100	100

Forrás: KSH 1997. évkönyv

Kiegészítésül megjegyzem, hogy amikor – az éghajlatváltozás valószínű hatásaként – 1999 nyarán trópusi záporok hullottak hazánk területére, megismerkedhettünk kiépületlen csatornarendszerünk hátrányaival. A száraz évek alatt elhanyagolták falvainkban a legkezdetlegesebb csatornák, a vizesárok és átereszek karbantartását, a házi szikkasztókból és derítőkől a felszínre ömlött a szennyvíz. A szikkasztón, amely nincs kibetonozva, mint a derítő, a házak alá áramlott a csapadékkal együtt megduzzadt szennyvíz – rongálva a házak alapzatát és fertőzve a talaj felszínét.

A csatornák hiányánál csak a biológiai szennyvíztisztítókat kell még jobban nélkülözni. Ezek hiányában a folyók – amelyek ivóvízforrások és szennyvíz-befo-

---

gadók – jórészt elszennyeződnek. Íme egy 1999. júliusi helyzetkép a Ráckeve-Soroksári Dunaágról:

*„A ráckevei-soroksári Duna-ág (RSD) vízszennyezésének hetven százaléka Csepel északi részén, a Kvassay-zsilipnél átbocsátott vízzel a Nagy-Dunából érkezik. A fő Duna-ágba kerülő budapesti szennyvíz megtisztítása, a csatornahálózat kiépítése mintegy százmilliárd forintba kerül, erre viszont egyhamar nem lesz pénz.*

*A Vituki tavalyi mérései szerint a folyó iszapjából kioldódó szennyezőanyag kilenc, a dél-pesti szennyvíztisztító pedig 15 százalékkal részesedik az RSD vízszennyezéséből. A várhatóan az idén szeptembertől működő dél-pesti szennyvíztisztító a foszfor és a nitrogén jelentős részét eltávolítja majd a vízből. Ez azért fontos, mert ezek a növényi tápanyagok felelősek elsősorban az algák elszaporodásáért, az állóvíz oxigén-tartalmának feléléséért és a halpusztulásokért. A korszerűsített mű beüzemelése után egyébként ötödére csökken majd a szennyvíztisztító károsanyagkibocsátása. Mivel a szennyező anyagok túlnyomó többsége a Nagy-Dunából érkezik a mellékágba, ezért számottevő vízminőség-javulás ezután sem várható.”*

(Forrás: Népszabadság, 1999. július 3.)

#### e.) Kémiai bizonytalanság

A városokban egyre jobban terjednek a vegykonyhák mérgező termékei. Megtalálhatók ivóvizünkben, ételeinkben (különösen a zsírokban), csomagolóanyagokban, tisztítószerekben, kozmetikumokban, rovar- és gyomirtószerekben, a gépjármű-közlekedésben, papír- és írószerekben, háztartási eszközökben (nem fémes anyagokban), híradástechnikai készülékekben.

Az ENSZ égisze alatt 1998-ban Nairobiban tartott konferencián megegyeztek a legveszélyesebbnek tartott 12 vegyület csökkentésében és fokozatos kizorításában. Ezek a vegyületek a következők:

- dioxinok,
- furánok,
- poliklórozott bifenilek,
- DDT,
- aldrin,
- dieldrin,
- endrin,
- klórdán,
- heptaklór,
- toxafén,
- mirex,
- hexaklórbenzén.

---

Ha figyelembe vesszük, hogy a kereskedelmi forgalomban több mint 100ezer vegyi anyag fordul elő, akkor ez a tucat vegyi termék nem tűnik soknak. Hazánkban a 102/1996. számú kormányrendelet 350 veszélyes hulladék minősítéséről, bejelentéséről, kezeléséről, tárolásáról, szállításáról és ártalmatlanításáról rendelkezik.

Ezek a veszélyes vegyi anyagok nem csupán önmagukban veszélyesek, hanem azáltal is, hogy reakcióba lépve egymással, újabb veszélyforrást idéznek elő. Néhány közismert példa:

- A hőmentesítésre használt konyhasó a vizes hólében a gépjárműből áramló nitrogén-oxiddal salétromsavat, majd maró sósavat képez. Tönkreteszi a növényzetet, szétmarja az útfelületet, sőt, az alatta lévő csöveket is.

- A gyárakból vagy a gépjárművekből kiáramló kén-dioxid esőben kénsavvá, majd kénsavvá alakul. hatásterületén szétmarja a növényzetet.

A gépjárművekből, az üzemanyag-töltő-állomásokról, az iparból (pl. oldószerek) kikerülő illékony szerves vegyületek a napfény hatására káros ózont hoznak létre. Ezt a folyamatot nevezik fotokémiai vagy Los Angeles típusú füstködnek. (A londoni típusú szmog a vastag felhőtakaró alatt a földközelségben kialakuló füstköd.) A füstködök légúti megbetegedéseket okoznak, amelyek tüdőrákká fejlődhetnek.

## 5.2. A városi növényzet környezeti szolgáltatásai

Az első fejezetben már szó esett a növényzet hatásairól a levegő összetételére, a klíma alakítására és a szennyezések elleni védelemre vonatkozóan.

A városokban azonban a növényzet különleges helyi értékekkel bír, mert a városlakó számára az utolsó kapcsolatot jelenti a természettel, ezenkívül pótolhatatlan eszköz a halmozottan jelentkező ártalmas városi hatásokkal szemben.

Első lépésként foglaljuk össze a városi növényzet szolgáltatásait:

- **Asszimilációs folyamat**, amely egyben oxigéntermelés és szén-dioxid feldolgozás. E két „szolgáltatás” egyidejűen az asszimilációs folyamat során keletkezik. A szén-dioxid és víz felhasználásával, fényenergia segítségével növényt gyarapító cukorvegyület és oxigén képződik. Éjszaka a folyamat fordított; oxigént fogyaszt és szén-dioxidot bocsát ki. Számítások szerint egy lombköbméter asszimiláló felület egy évben, a vegetációs időszakban 650 gramm oxigént termel és 590 gramm szén-dioxidot dolgoz fel. (1 lombköbméter átlag 4 m<sup>2</sup> asszimiláló felületnek felel meg.) A közfigyelem általában a fák oxigén-termelő képességére irányul. Ennél azonban hatszázszor nagyobb szerepet játszik a szén-dioxid feldolgozó képessége.

---

Korábban tárgyalt folyamat az üvegház-hatás, amely a szén-dioxid feldúsulását, és emiatt a globális éghajlat változását okozza. A városokban fokozottan érvényesül, hogy a növényzet csökkenő CO<sub>2</sub> feldolgozó kapacitása áll szemben az égési folyamatok rohamos CO<sub>2</sub> növelő hatásával. (Egy 50 éves fa 57 kg oxigént termel, és 53 kg CO<sub>2</sub>-t dolgoz fel egy vegetációs időszakban.)

- **Szennyező anyagok lekötése.** A légszennyező anyagok egy részét a fák lombtömege képes lekötni. A szűrő úgy működik, hogy a szilárd szennyező anyagok (porszemcsék a hozzájuk tapadó nehézfémekkel, a korom, az olajszármazékok, az azbeszt stb.) megülednek a leveleken. Az esővíz a szennyeződést időnként lemossa, és a szűrő levélfelület újra üzemképes. A kapacitás függ attól, hogy a fák milyen távolságra vannak a szennyező forrásoktól. Emiatt az utak melletti fasorok és az üzemekhez közeli erdők bírnak nagy jelentőséggel. Egy 40 éves erdő hektáronként évente 70 tonna szennyező anyagot képes kiszűrni a levegőből. Kutatások szerint 1 lombkőbméter levélfelülettel 4 500 gramm szennyező anyagot lehet kiszűrni a levegőből egy vegetációs időszak alatt. (Egy 50 éves fa kapacitása 405 kg szennyezés kiszűrése 1 év alatt.)

- **A klíma javítása.** A fák transpirációjukkal (párolgásukkal) hatnak környezetükre. A nyári melegben transpirációjuk folytán lehűtik a levegőt, amely nehezebb a házak között felizzott levegőnél, így azzal kicserélődik. Ez a kicserélődés a jótékony szél, amely lehűti a várost, kifújja levegőjéből a port és az egyéb szennyeződések (átszellőzés).

Számítások szerint egy lombkőbméter asszimilációs felület 47 liter vizet párologtat el egy vegetációs időszakban. Egy 50 éves fa produktuma 4 230 liter azaz 4,2 m<sup>3</sup>, tehát ennyivel javítja a környező mikro- vagy mezoklímát. (Ez a tény nélkülözhetetlenné teszi Budapestnek a budai hegyeket, Pécsnek a Mecseket, Miskolcnak az Avast.)

Itt kell megemlítenünk az árnyékhatást, mint a fák közismert szolgáltatását.

- **Védelem a zaj ellen.** Különösen a városokban, vagy a forgalmas utak mellett élő embert semmi sem képes olyan hathatósan védeni a zaj ellen, mint a növényzet. A zaj – mint említettük – a mai kor ártalma, amelyhez a szervezet nem szokhatott hozzá. A közlekedés zaja, a hangkeltő eszközök tömeges elterjedése, a gépek lárma, a reklám- és szórakoztató-ipar „ordítóversenye” fokozódó támadást jelent az ember ellen.

Műszeres mérések igazolják, hogy a háromszintes növényfal (pázsit, cserjék és fák) jobban véd a zajtól, mint a téglafal. Ennek oka a növény tulajdonságaiban rejlik. A levelek közti légréteg maga is szigetel, a levelek rugalmas ellenállása hangtompító. Ezen felül létezik az elfedő zaj, vagyis a levelek zizegése, amely pihentető hatású zajcsökkentő tényező.

A növényfal zajvédő képessége függ annak szélességétől. A növényfal szélességét általában a zajterheléshez kell igazítani, amely a forgalom függvénye. 800

---

gépkocsi/óra forgalomnál 20 méter; 2 000 gépkocsi/óra esetén 30 méter; 3 000 gépkocsi/óra esetén 50 méter, e felett 80 méter széles erdősáv szükséges mindkét oldalon.

Az erdősávban a pázsitfűfélék, sarjak, illetve cserjék nem nélkülözhetők, mert azok a zajforrást jelentő kipufogó csövek magasságában nyújtanak elsődleges védelmet.

Fontos megjegyezni, hogy a védősávok nem a zaj teljes kiszűrését jelentik, hanem a zajhatást a megengedett határérték elé szorítják.

Ha a legmagasabb forgalomhoz tartozó növényssávot, a 80 métert vesszük figyelembe, úgy az a növényanyag 50 éves korában már pótolja az útépités során elvesztett oxigéntermelést és szén-dioxid feldolgozást. Ekkor az asszimiláló felület produktuma már meghaladja a mezőgazdasági ültetvényekét. 50 éves korban az adott méretű ültetvény már közömbösíteni képes a keletkezett légszennyezés azon hányadát, amelyet a felszálló légáramlás nem sodor a fák koronaszintje fölé (340 kg/nap/km, 124 tonna/év/km).

Ami a városi környezetet – különösen az iskolák és az óvodák környékét – illeti, elsőrendű fontosságú a sövények alkalmazása, mert azok a kipufogóhoz közeli gyermekeknél a légzőszervek védelmét szolgálják.

- **Védelem a rázkódások és rezgések hatásai ellen.** A városi utak forgalma rázkódásokkal, rezgésekkel jár, amelyek a kemény burkolatú utak esetén áterjednek a házakra, és azok vakolatát, majd falát megrepesztik. Az utak melletti fák gyökérzete a burkolat folytonosságát megszakítja, ezáltal csökkentve a házak állagromlását. Létező, nem vitatható ártalomról van szó, amelynek kiszámítása csak közvetett módszerekkel lehetséges. Szabad szemmel is látható azonban a csupasz és fásított utcák közötti állapot különbsége.

- **Talajvédelem.** Ahol a növényeket kipusztítják, ott elpusztul a termőföld, és kezdetét veszi az erózió, a defláció és a sivatagosodás. (Ezt a folyamatot a 2. fejezetben elemezzük.) A termőtalaj védelme és vízháztartásának megóvása egyaránt megkívánja a fák, a növényzet jelenlétét. A településeken komoly szakmai feladat a rézsűk, lejtők kertészeti eszközökkel történő kialakítása és fenntartása.

- **Műtárgyvédelem.** Az ún. vonalas létesítmények (utak, vasutak) egyaránt ki vannak téve a szél, a hóiharok hatásának. Ugyanez a helyzet a hidakkal, valamint az egyéb közlekedési, ipari, honvédelmi és közösségi- vagy lakólétesítményekkel. Az időjárás viszonyosságai ellen hatásos védelmet nyújt a növényzet, különösen a cserjékkel kombinált fasor, amely egyben a közlekedők biztonságát is szolgálja.

- **A növény az élővilág helyszíne, azaz biotop.** Ebből a felismerésből származik, hogy 1906 óta megünneplik iskoláinkban a madarak és fák napját. A növényirtással fajok tömege tűnik el környezetünkől és teszi sivárrá életünket. Az ember által bányászattal vagy más beavatkozással megsebzett tájat fákkal, cser-

jékkal és gyeptelepítéssel rekultiválják. Növényekkel lehet humanizálni az otromba betonépítményeket, tetőkertekkel a kockaházak lényegi egyhangúságát. Előnyös esztétikai és hőkiegyenlítő hatást fejt ki a falfelületek növényvel való befuttatása. Az EU értékelési sorrendjében a táji érték kiemelt helyet foglal el.

Bonyolultan ható tényezők összessége a **rekreáció**. A rekreáció újjáteremtés, vagyis az idegileg, fizikailag fáradt ember felfrissülése. (Angolszász országokban a parkokat, parkerdőket rekreációs területeknek nevezik.)

A rekreáció folyamata érzékszerveinken keresztül hat ránk. Szemünk a művi

környezet függőleges-vízszintes vonalrendszere helyett az ágak szabálytalan vonalait látja, és megnyugtató a növények zöld színe is. Hallásunkra nem a város lüktető zaja hat, hanem a lombok zizegése, a vizek csobogása, a madarak éneke. A virágok és a pázsit illatát szaglószerünk érzékeli, míg a klimatikus hatásokat helyzetértékelő szerveink fogják fel.

E passzív rekreációs hatásokat kiegészíti az aktív rekreáció: a séta, a játék vagy a sport. E bonyolult összhatások eredménye, hogy az a néhány óra, amelyet növények között töltünk, mind szellemileg, mind fizikailag felfrissít bennünket.

A városi növényzetnek, különösen a fáknek a pótolhatatlan szerepe arra kényszerítette az **Európai Unió** országait, hogy fokozott figyelmet fordítsanak a **fák állapotára**. A következőkben a kül- és belterületi fasorok értékelésére kidolgozott EU-módszerek hazai viszonyokra alkalmazott változatát ismertetem.

Abból a felismerésből kiindulva, hogy adott korú fa csak életkorának megfelelő évek alatt pótolható, nagy figyelmet fordítanak a kiültetett fák ápolására és állapotuk alapos vizsgálatára. A fasorok állapot-felmérésének módszere az Európai Unió Erdészeti és Fagazdálkodási Bizottságának 1984-ben elfogadott ötlépcsős modellén alapszik, amellyel a mérsékelt égöv fafajait vizsgálják. Az ötlépcsős modell azt jelenti, hogy 1–5 értékszámmal látják el a **fasorok egyedeinek részeit** (gyökér, törzs, korona, az ápolás mértéke, életképesség), és ezen értékszámok számtani átlagából állapítják meg a **faegyed állapotát**, míg a faegyedek súlyozott számtani átlagából az **egész fasor állapotát**.

A vizsgálat természetesen nem öncélú. Az állapotfelvelet szöveges kiértékelés, és a fasor jövőjére vonatkozó **javaslatok** egészítik ki.



*Vadszőlő*

---

Az EU-módszer hazai alkalmazását néhány – a lényegét nem érintő – változtatással oldottuk meg. Így például az osztályozás nálunk fordított – míg az EU országaiiban az 1-es számít a legjobb jegynek, az 5-ös a legrosszabbnak. Változtatást eszközöltünk a kiértékelésnél is, amennyiben összevontuk a koronaalap és a korona állapotát. Mesterkéltnek érezzük e két el nem választható elemet külön értékelni. Egyebekben hűen követtük az EU-módszert, amelynek alkalmazása mind a belterületi, mind az országúti fasorok tervszerűbb gondozását szolgálja. A vizsgálat vizuális megfigyelés módszerével készül, amelyet helyszínrajz, fénykép egészíthet ki.

### **A vizsgálat módszere**

A fa élettanilag egységes egészet alkot, ám egyes részei és termőhelyi körülményei részletes vizsgálatot igényelnek, mert az egyes elemekre gyakorolt hatás az egész fa életlehetőségeit befolyásolja.

Az 5 vizsgálati elemet A, B, C, D, E betűkkel jelöljük, az alábbi jelentéstartalommal:

- A: a gyökérzet, termőhely állapota
- B: a törzs állapota,
- C: a korona állapota,
- D: az ápolás mértéke,
- E: az életképesség vizsgálata.

Mindegyik tényező 5 skálás bonitálással értékelendő. Következzék egy rövid áttekintés a fák vizsgálati elemeiről:

#### **A: A gyökérzet, termőhely állapota**

A fa gyökere (radix) két alapfeladatot lát el: egyrészt a fa rögzítését szolgálja, másrészt a talajból való víz- és táplálékfelvételt biztosítja. A megvastagodott karógyökerek alkotják a fa támasztékrendszerét, míg a víz- és táplálékfelszívást a vékony, úgynevezett orsógyökerek látják el. Az orsógyökerekből sejtgyűrűk, úgynevezett gyökérszőrök fejlődnek ki. A gyökérzet legfontosabb tulajdonsága a mozgékonyosság, melynek révén a fa gyökerei lefelé 4–6 métert is meghaladnak (geotropizmus), oldalirányban pedig a koronaalapot meghaladó szélességet is elérhetik. A gyökér nagyon céltudatos módon a fa fő tápláléka, a víz után halad, és annak útját több méteren keresztül is követni tudja.

A különböző növényfajok – így ezen belül a fafajok – más és más vízigényűek. Megkülönböztetünk vízkedvelő (hidrofil), közepes vízigényű (mezofil) és szárazságtűrő (xerofil) fajokat.

A fa – a vízen kívül – a talajból veszi fel szerves és ásványi anyag táplálékát is. A növények léte önmagában is bizonyíték arra, hogy a talaj rendelkezik a

---

szükséges ásványi sókkal. Anélkül, hogy belemélyednénk a talaj bonyolult világába – amelyben jelentős biokémiai folyamatok játszódnak le –, jegyezzük meg a fák szempontjából legfontosabb tényeket, amelyek a talaj szerkezetére, víz-, levegő- és ásványianyag tartalmára vonatkoznak. A talaj a kőzeteknek a földkéreg felszínén történt mállása, az élővilág és a felszín formáló egyéb tényezők hatására kialakult képződmény. Legfontosabb részei az ásványi vázrészek (homok, vályog, kavics stb.), a szerves anyagok (agyag stb.) és a szerves anyagok (humusz). E magyarul televénynek nevezett képlet a talajon vagy a talajban elhalt növényi és állati maradványokból a talajlakó élőlények életműködése folyamán keletkezik. Az ásványi vázrészek, a szerves anyagok megfelelő eloszlásától és elrendeződésétől függ a talaj kellő víz-, levegő- és tápanyagtartalma, azaz a talaj termékenysége.

A fák számára legfontosabb tápanyagok a nitrogén (N), a foszfor (P), a kálium (K), a vas (Fe), de szükségük van még magnéziumra (Mg), molibdénre (Mo), rézre (Cu), cinkre (Zn), mészre (Ca), mangánra (Mn), bórra (B), és a legújabb felfedezések szerint kis mennyiségben klórra, klorid ( $\text{Cl}_2$ ) formájában.

Itt helyénvaló megemlíteni, hogy a víznek jelentős szerepe van azáltal is, hogy a talaj szilárd elemeiből talajoldatot képez, amely a tápelemeket tartalmazza, és diffúzióval, valamint áramlással a gyökérsejtek felületére juttatja. Tekintve, hogy a gyökerek egyidejűleg vizet is felvesznek, a közelben levő talajoldatot is mozgásba hozhatják. A tápanyag áramlásában jelentős szerepet játszik a gyökérnyomás (turgor), amelynek mértéke fák esetében a 6–8 ezer hektopascalt (rég mértékegységben 6–8 atmoszférát) is eléri. Ez egyben magyarázat a gyökérzet feszítőerejére is.

A víz mellett nagyon fontos a gyökérzet számára levegőt biztosítani, mert ellentétben a lombzat oxigén produktumával, a gyökérlégzéshez oxigén szükséges. Ha a gyökérzet a felszínről nem jut elegendő levegőhöz, akkor a fa légzésintenzitása csökken. Ez különösen erősen kötött vagy tömörödött talajban fordulhat elő. Ha a talajlevegő oxigéntartalma a gyökérzónában a normális 21 százalékról 16 százalék alá csökken, a szén-dioxid pedig 0,03 százalékról 3 százalékra feldúsul, a fa hamarosan legyengül, megszűnik ellenállóképessége a külső kártevők és kórokozók ellen s így hamarosan elpusztul.

A fa víz- és levegőellátottsága függ a termőhelytől, és – majd a D.) pontnál tárgyalandó – ápoltság mértékétől. Nyilvánvaló, hogy a belterületi fasorok termőhelyi feltételei rosszabbak a külterületi fasoroknál, így az utóbbiak életlehetőségei is kedvezőbbek.



---

A feltárás nélküli vizuális osztályozást az alábbiak szerint végezzük:

Láthatóan fejlett gyökérzet, optimális termőhelyen: . . . . . 5

A gyökérzet fejlődése kismértékben gátolt, elfogadható termőhelyen: . . . . . 4

A gyökérzeten látható károsodások (sebek és korhadások, csekély hibákkal rendelkező termőhelyen): . . . . . 3

A gyökérzet látható erős felszíni károsodása, jelentősen kedvezőtlen termőhelyen: . . . . . 2

A gyökérzet erős, legalább 50%-os károsodása, nagyon rossz feltételekkel rendelkező termőhelyen: . . . . . 1

## B.) A fatörzs állapota

A fatörzs a gyökérzet felszíni folytatása, azaz a fás szár. A fás szár a növény másodlagosan vastagodott tengelyképlete.

A növények hajtásainak elsődleges szövetei csak rövid ideig képesek ellátni a szükséges anyagforgalmat, szilárdítani a hajtást, védelmet nyújtani az időjárás viszontagságai ellen. Ezért a növények nagy részében a hosszanti növekedés mellett végbemegy a növények vastagodása, azaz kialakul a fás szár. Ezt a vastagodást az osztódó szövetek, a kambiumok végzik, amelyek úgy működnek, hogy kifelé hánctestet, befelé fatestet hoznak létre. A kambium működése az éghajlattól függően lehet egyenletes és időszakos. A mi éghajlatunknál időszakos, csak tavasztól ősziig működik.

A fás szár részei: a fatest, a hánctestet, a bélsugarak, a héjkéreg.

A **fatest** fejlődése akkor kezdődik, amikor tavasszal megindul a fákban a nedvkeringés, amikor is tág üregű vízszállító elemek alakulnak ki. Ez a tavaszi pászta. Nyáron aztán a szilárdítást szolgáló, szűkebb üregű, de vastagabb falú farostokból és rost-tracheidákból álló késői, vagy őszi pászta jön létre. (A rost-tracheidák szűk üregű, vastag falú szállító szövetsejtek.) A tavaszi és az őszi pászta együtt alkotja az évgyűrűket. Ezek azért különíthetők el egymástól, mert a tágabb üregű – elsősorban szállítást szolgáló – tavaszi rész színében és anyagában is elüt az előző év, elsősorban a szilárdítást szolgáló késői pásztájától. A fatest egyik fő funkciója a szállítás, mégpedig a gyökértől felfelé.

Az ellenirányú, levelektől lefelé irányuló szállításra a fás szár egy másik része, a **hánctestet** hivatott. A fatesthez hasonlóan a hánctestet is részt vesz a szállításon

kívül a szilárdításban is. A hánctestest főleg lágy hánccselemből áll, melyek az idők folyamán összenyomódnak, vagy részt vesznek a héjkéreg kialakulásában. Ezért vastagságuk a legidősebb fák esetében sem több néhány centiméternél.

A **bélsugarakban** történik a tápanyagok harántirányú szállítása, és mivel kapcsolatban vannak a fatest és hánctestest szállító elemeivel, ezért vastagságuk a legidősebb fák esetében sem több néhány centiméternél.

Végül a **héjkéreg** a fatörzs külső, látható része, mintázata jellemző ismertetőjele a különböző fafajoknak.

Mint látható, a fás szár külső, 1-2 cm vastagságú elemeiben történik a tápanyagforgalom és a sejtosztódás. Egyben ez a fa legsérülékenyebb része. A fatörzs hánccsrésze van leginkább kitéve a külső hatásoknak, az emberi, az állati és a mechanikai kártételeknek. Ám az egyébként egészséges fák esetében is előfordulhat a kéreg és hánccs repedése, amely nyilvánvalóan a táplálkozás egyensúlyának felbomlásából adódik. Előfordulhat, hogy jó víz- és levegőellátású talajból a táplálkozás a gyökértől zavartalan, de a hánccsban a lomboatból lefelé irányuló tápanyag-utánpótlás nem tud lépést tartani, így a fatest szétrepeszti a hánccs- és kéregszövetet. Ezen permetező trágyázással (helytelenül elnevezve: lombtrágyázással) lehet segíteni.

A törzsállapot osztályozása:

A törzs nem károsult: . . . . . 5

A törzs kisméretű károsodása (néhány felszíni seb): . . . . . 4

A törzs egyértelmű károsodása (néhány felszíni seb és rothadási helyek): . . . . . 3

A törzs erős károsodása (több nagyfelületű vagy mély rothadási seb, korhadások): . . . . . 2

A törzs előrehaladottan károsult, elhalt, korhadt (a törzs oly mértékben károsult, hogy statikai vagy tápanyagellátási funkcióját nem képes ellátni): . . . . . 1

### C./ A korona állapota

Az EU-országokban a faszorokat nem fatömegük alapján értékelik, hanem **táji elemként**, és a **lombkoronához kapcsolódó előnyös tulajdonságaik** alapján, amelyeket mi a fák szolgáltatásainak gyűjtőfogalmával jellemzünk. Ezek a szolgáltatások a fák asszimiláló, azaz lombfelületével arányosak. A lombfelület nagysága viszont a fák korától és lombfelületük állapotától függ.

---

Az eddigiekből következően elsőrendű jelentőségű a korona állapotának osztályozása:

A korona formája (a fajra jellemzően) ép;  
a lombvesztés nem haladja meg a 10 százalékot: . . . . . 5

A lombvesztés 11–25 százalék között: . . . . . 4

Jelentős lombvesztés: . . . . . 3

Erős koronakárosodás: . . . . . 2

Elhalt korona, teljes lombvesztés: . . . . . 1

#### D.) Az ápolás mértéke

Tekintettel arra, hogy az EU-módszer már létező fasorok vizsgálatára terjed ki, a kiültetéssel és az azt követő fokozott gondozással nem foglalkozunk.

Tételezzük le, hogy kiültetett fánk megmaradt, szaknyelven szólva „megeredt”. Ezután további fejlődéséhez rendszeres faápolásra van szükség. A rendszeres munka a **fatányérozás**, melyet már az ültetés utáni tavaszon el kell végeznünk. A fa töve körül kialakított „tányér” vezeti a csapadékvizet a fa gyökérzónájához.

Fatányér híján a lehulló csapadék nagy része nem kerül a gyökérzónába, hanem elfolyik a környező területekre, a vízgyűjtő csatornákbá. A már elkészült fatányérok idővel megülednek, eltömődnek. A talaj szellőzését a fatányér kapálásával állítjuk helyre.

Ezzel azt is elérjük, hogy mesterségesen megnövelve a talaj felszínét (a felaprózott rögök révén) nagyobb felület vezeti a vizet és a levegőt a fa gyökérzónájába. A sűrű forgalmú belvárosi utcákban a fa körüli területet azzal is megvédhetjük, hogy **faveremrácsokat** alkalmazunk. A rácsokat a járda szintjében helyezzük el, hogy megakadályozza a talaj tömörödését, és a járókelők ne juthassanak hozzá a fatányérhoz. A faveremrácsokat időnként fel kell emelni, meg kell tisztítani, mert



*Kőris*

---

a faveremrács alatti tányér szinte „derítőként” nem csak a csapadékvizet, hanem az utca szemetét is összegyűjti. Ennek a munkának a nehézsége és nagy munkaigénye készítette a kertészeti vállalatokat, hogy kevesebb műveletet igénylő megoldásokat találjanak. Megnyugtató eredmény nem született, a kísérletezések jelenleg is folynak. Megpróbálták például különböző műkö elemekkel helyettesíteni a faveremrácsot. Ez azonban nem vált be, mert a műkö elemek nyílásai ugyanúgy eltömődtek, elszennyeződtek, mint a faveremrács alatti területek. Sikeresebb megoldásnak bizonyult a **fatányérnak kavicssal való feltöltése**, ugyanis a kavicsok között a víz lefolyása a gyökérzónába akadálytalan volt, s a talaj átlevégőzése is megoldottá vált. Hátránya azonban az volt, hogy a kavicszemcséket a járókelők széthordták a járdákra.

Találkoztunk még olyan megoldásokkal is, hogy makadámkövekkel rakták ki a fatányér területét. Ez sem vált be, hiszen a makadámburkolat kötőanyagot kíván, mely – akár vizes makadám esetében, akár cementhabarcsos megoldással – vízzáró réteget képez, tehát a célnak mégsem felel meg.

Tehát nem sikerült megtalálni a jó megoldást. Külföldön is sok kísérlet történt, amelyek közül ismertetem a legsikeresebbet.

Mannheim városában a fák gyökérzónájába perforált csőrendszert építettek be, hogy az abba betáplált vízmennyiséggel a talajba, a fák gyökérzónájába csapadék és tápoldat jusson. **A mannheimi kísérlet** lényege, hogy a fasorokban egy külön vezetékrendszert alakítanak ki, mely a talajfelszínnel van összeköttetésben. **A stuttgarti faöntözés rendszere** ennek a módszernek a továbbfejlesztése. Lényege: a beömlő nyíláson keresztül lehet a fákat öntözni. Először függőleges, majd vízszintes csővezeteket vezetnek a fák gyökérzónája közé. A perforált csövek továbbítják a vizet, kötik össze a rendszert a befolyó nyílással és az egyes fák tápláló részegységeivel. A fákhoz csatolt bevezető nyíláson a tápoldattal dúsított víz az öntözőkocsiból a vezetékrendszerbe juttatható.

A stuttgarti faöntözés rendszere tehát nem más, mint külön vízvezető hálózat, kifejezetten a fák öntözésére. Ez a hálózat természetesen nagy beruházást igényel, de ha egyszer megépítették, üzemeltetése gazdaságos. Új fasorok telepítése vagy a régiék cseréje során már hazánkban is több helyen alkalmazzák kísérő öntözőhálózat kiépítését.

A stuttgarti módszer kombinálódik egy másik védekezési formával; nevezetesen azzal, hogy a hólével kevert csapadékvíztől a fát meg kívánják óvni. Ugyanis a hólében az utak sózására használt sós homok felgyülemlik, és ez fákat fizikailag, kémiaiilag károsítja. Az említett stuttgarti módszer ezért a vezetékrendszer kiépítésével egybeköti a **fák talajszintjének a megemelését**.

Ezáltal a hólé, amely sót tartalmaz, nem juthat a fák gyökérzetéhez. Megítélésem szerint ez a fajta védekezés már költségessé teszi a módszert. Célszerűbb lenne a sóval kevert hólé ellen a **fasorok és az utca közé sövénykort telepíteni**.

A sövény sor a föllapátolt hó nagy részét fölfogná, és így kevesebb jutna el a fákhöz. Igaz, ilyenkor a védő sövény sor károsodna, de ennek az eljárásnak az értelme éppen abban mutatkozna meg, hogy a védő sövény sor szenvedné el – a fasor helyett – a károsodást. A sövény pótlása, a kisebb tenyészidő és a kisebb költségfordítás miatt sokkal olcsóbb, könnyebben megoldható, mintha a megsérült, idős fákat kellene kicserélni.

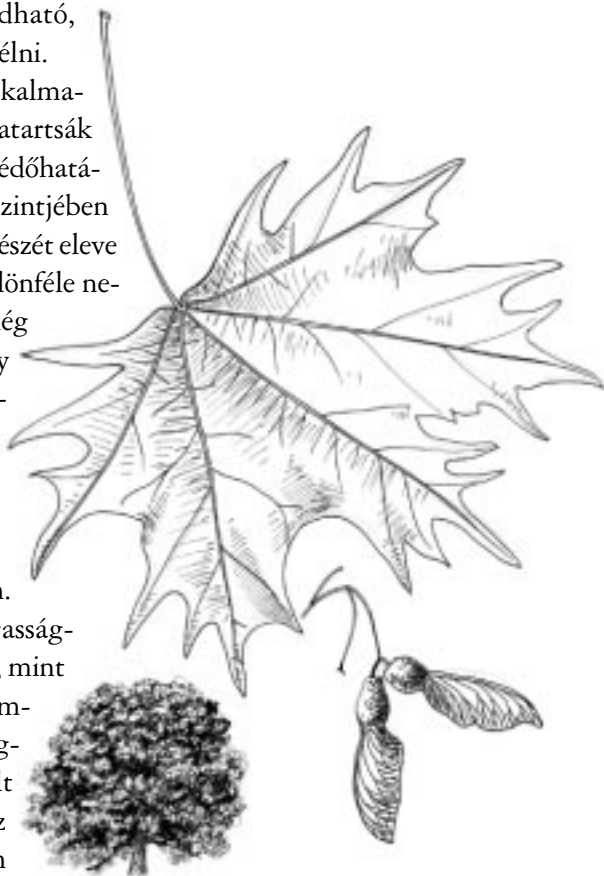
A sövények nem csak arra lennének alkalmasak, hogy a hólében oldott só egy részét visszatartsák a fák gyökérzetétől, hanem egyéb jótékony védőhatásuk is lenne. A sövények a kipufogócsövek szintjében helyezkednek el, tehát a kipufogó gázok egy részét eleve távol tartják a fáktól. Hasonló a helyzet a különféle nehézfémekkel is, amelyek a növénycserjékkel még védett körzetben áramlanak. Ezért a sövény nem csak a hólétől, hanem a kén-dioxid és nehézfémek egy részétől is megvédi a fákat.

1971-ben a kaliforniai egyetem mezőgazdasági karán Al. Page, T. Ganje és N. Joshi tanárok vizsgálták az ólom-származékok előfordulását a forgalmas autószeradákon. Megállapították például, hogy 3 méter magasságban lényegesen kisebb az ólom-szennyeződés, mint az alatt. Azt is megállapították, hogy az ólom-szennyezettség mértéke az úttól mért távolsággal csökken. A kutatók az adott helyen talált növények száraz anyagában vizsgálták az ólom-szennyeződést, és azt mikrogrammban ( $1 \mu\text{g} = 1 \times 10^{-6} \text{ kg}$ ) határozták meg 1 gramm ( $\text{g} = 1 \times 10^{-3} \text{ kg}$ ) szárazanyaghoz viszonyítva.

Így például az út mellett 8 méterre még  $80 \dots 115 \mu\text{g/g}$  töménységben volt található az ólom, de 153 méterre az úttól ez az érték már  $20 \mu\text{g/g}$ -ra csökkent. Hasonló eredményeket mutattak az 1992-ben végzett hazai méréseink is.

Megjegyzendő, hogy hazánkban 2000-től tilos az ólomtartalmú benzin forgalmazása, így a levegő ólomszennyezettsége a korábbinak töredékére csökkent. Sajnos ez még nem minden országban van így, ezért a külföldön tankoló gépkocsik számos esetben ólmozott benzinnel lépnek be a magyar határon. Ezen kívül a gépjárművekről egyéb mérgező nehézfémek is kerülnek a környezetbe.

Szó volt már a növényzet **zajcsökkentő** hatásáról. A falomb koronája alatti területen található cserjeszint a zaj elleni védekezés eszköze is lehet. Elegendő okunk van tehát arra, hogy a fasor és az úttest közötti sávban sövényt alakítsunk ki.



*Jubar*

---

A fák ápolásának nagyon fontos mozzanata a **fák metszése**.

Tanulmányunkban csak azokról a metszési munkálatokról teszünk említést, amelyek a városi fák esetében különösen indokoltak, és ezért rendszeresen ismétlődnek. Ilyen például a **gallyazás**, vagyis különböző ágak eltávolítása a törzsről vagy koronából. Ezek az ágak rendszerint elszáradtak, betegek vagy valamilyen módon zavaróak, s ezért kell azokat eltávolítani. A fák ápolásának a gallyazás rendszeres velejárója, és ezt a városokban még egy különleges művelet kíséri, amelyet a kertészek „elektromos gallyazásnak” neveznek. Az elektromos gallyazásra azért van szükség, mert a fák megnövekedett ágai beleütközhetnek az elektromos vezetékekbe. Ennek elkerülésére azokat az ágakat, amelyek elérhetik vagy túlnővéssel fenyegetik az elektromos vezetékeket, el kell távolítani.

A gallyazást más kényszerítő körülmények miatt is végezhetnek. Például, ha a fák ágai belelőgnak a ház erkélyére, vagy az alacsony házak tetejére, és veszélyeztetik a házak állagát. Gyakran lehet szükség városokban a gallyak eltávolítására a közlekedés biztonsága érdekében. Kereszteződésekben az úgynevezett úrszelvénybe belógó ágak zavarhatják az út beláthatóságát, ezért ezeket az ágakat is el kell távolítani. Ezek a speciális gallyazási munkák csak a városi fák esetében váltak szükségessé.

A fák metszésének egy másik módszere az **ifjítás**, amely lényegében a korona erőteljes visszametszését jelenti. Nem az egyes ágakat metsszük vissza, hanem visszavágjuk az egész koronát, az elágazásokhoz közeli távoli ágig. Erre különleges esetekben kerül sor, ha ezáltal a fa életét meghosszabbíthatjuk. Az ifjítás azért válhat szükségessé, mert például a platánokat a Gnomonia nevű gombabetegség támadta meg, amely elsősorban a csúcson kezd terjeszkedni, és fokozatosan hatol a fatörzs felé.

A beteg, megtámadott ágak eltávolítása után a fa új, egészséges koronát fejleszthet. Érdekes, hogy amíg Párizsban és Franciaország más városaiban a platánok rendszeres visszavágása megszokott jelenség, addig nálunk, Budapesten ezt a tevékenységet a lakosság felháborodása kíséri. Talán ez annak tulajdonítható, hogy nem ismerik ennek a beavatkozásnak a szükségességét. Vandalizmusnak, erőszakos fapusztításnak minősítik, noha az ifjítás hatására hosszabbítható meg a fák élete.

Nagyon fontos tevékenység a **fák növényvédelme**. Védekezni kell a kórokozók, a gombabetegségek, a rovarkártevők ellen. A **gombakártevők** közül már megismertük a Gnomoniát, de még sok egyéb gombabetegség is megtámadja a fákat. Ezek közül nagyon sok az egy fafajra jellemző betegség. Ilyen például a szilfa-vész (*Ophiostoma ulmi*), amely rendkívül gyorsan terjed, rendszerint az ágaktól lefelé, s még a rovarok is segítik a kórokozó gomba széthurcolását. A szilfavész az 1960-as években teljesen tönkretette az Országház előtti gyönyörű szilfasort, akkor kellett azt felváltani a jelenlegi hársfasorral.

A **rovarkártevők** közül különösen a pajzstetvek okoznak sok kárt, amelyek a Malus, Prunus, Sorbus és Crataegus fajokat bántják. Hasonlóan nagy gondot okoz-

---

nak az előbb említett fajoknál a levéltetvek károsításai. Egyes években tömeges az amerikai szövőlepke, amelynek kártétele szinte az összes fafajra kiterjed. A felmelegedés hatására, Dél-Európából áttérjedve megjelent nálunk a vadgesztenye aknázómoly (*Cameraria ohridella*), amely különleges permetezést és biológiai védekezést igényel.

Mind a gombabetegségek, mind a rovarkártevők ellen a leghatásosabb védekezési mód a **permetezés**.

A városi kertészek munkájában a permetezés nagyon fontos helyet foglal el – és mind nagyobb nehézségekbe ütközik. Az utcai fasorokat ugyanis az autók számának gyarapodása miatt egyre nehezebb megközelíteni a permetezőgépekkel. A forgalom miatt csak az éjszakai órákban lehet elvégezni a permetezést. E műveletet igen gondosan, a közegészségügyi hatóságokkal együttműködve kell megszervezni. Ugyanis a fákra permetezett permetlé nagyobb töménysége vagy a meg nem engedett vegyszer emberre, állatra káros lehet.

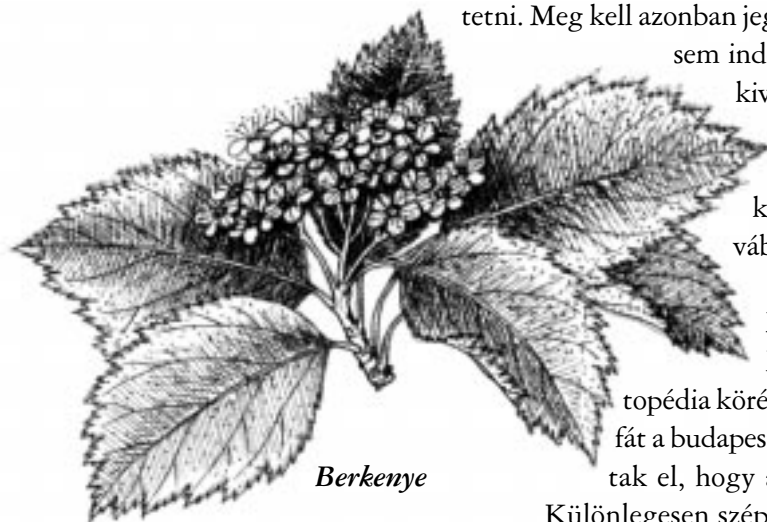
A városi fák ápolásának vannak olyan jellegzetes feladatai, amelyek kifejezetten a város és a növény szimbiózisából (együttéléséből) adódnak. **Meg kell védeni például a fákat ott, ahol építkezés folyik.**

Mód van a meghagyásra, a kijelölt fák megvédésére akkor, ha erről a kertészek tudomást szereznek, és ezt a tevékenységet náluk megrendelik. Ilyenkor speciális fakalodával veszik körül a meghagyandó fákat. A tapasztalatok szerint az építkezések körzetében a kalodázással a fák nagy része megmenthető, megvédhető a gépek és a járművek okozta sérülésektől. Nem szabad azonban megfeledkezni arról, hogy a kalodázás csak a fa törzsét védi, de nem menti a fa gyökérzónáját. Ha tehát vezeték-építés vagy más ok miatt a gyökereket elvágják, a kalodázás sem segít.

Fontos tevékenység, amellyel az egyébként kivágásra ítélt fák megmenthetők, **a fák áttelepítése**. Az áttelepítés csak akkor lehet sikeres, ha az építkezést megelőző egy-két évben a kertészek már tudnak az építkezési szándékról. Ekkor lehetőség van arra, hogy a fákat szakszerűen előkészítsék az áttelepítésre. Az átültetést megelőző években ugyanis a fák gyökereit körülszurkálják, és ezzel a fákat új gyökérzet fejlesztésére készítetik. Ez az új gyökérzet sokkal kisebb sugarú – a fa törzsétől számítva –, és így, két esztendei előkészítés után a fa viszonylag kis földlabdával kiemelhető és átültethető. A tapasztalatok azt mutatják, hogy az előzetesen kezelt fák új környezetükben is teljes értékű növényé válnak.

A fákkal foglalkoznunk kell, ápolnunk kell őket „születésüktől halálukig”. Nos, az utolsó aktus **a száraz fák kiszedése**, azaz a fák temetése. Az elszáradt fákat ki kell vágni, fel kell darabolni és el kell szállítani. Ha például egy fasorban egyes fák kipusztulnak, a kertészek gyakran folyamodnak ahhoz a megoldáshoz, hogy – betartva az alapvető követelményt –, ugyanabból a fafajból megpróbálják az elpusztult egyedet pótolni.

Ez a beavatkozás szükségmegoldás, mert így egy aránytalan fasor alakul ki, ahol egymás mellett lehet megtalálni egy 40 éves fát és a 4 éves facsemetét. Az ilyen fasor nem felel meg az egyöntetűség követelményének. A helyes megoldás tulajdonképpen az, amikor az egész fasort egyszerre váltják le, megvárva természetes kiöregedését vagy esetleges pusztulását. Az igazán tervszerű tevékenységnek azt kellene tekinteni, ha a kertészek úgy járnának el, hogy előre számolva a fasor pusztulásával, a faiskolákban felnevelnék a teljes fasor leváltására alkalmas egyedeket. Így azokat már idősebb példányokként lehetne a tervezett helyre kiültetni. Meg kell azonban jegyezni, hogy az egyöntetűség



*Berkenye*

sem indokolhatja a még egészséges fák kivágását. Ezért szükségmegoldásként meg kell elégednünk a foltozással, vagyis hogy az egyes kiesett fák helyére lehetőleg továbbnevelt példányokat ültessünk.

A fák ápolásának vannak **különleges esetei**, amelyek leginkább a sebészet vagy ortopédia körébe vágnak. Így pl. egy 190 éves fát a budapesti Roosevelt téren mankóval láttak el, hogy az összeroskadástól megóvják.

Különlegesen szép egyedi példányok esetében ez az eljárás indokolt. Szükség lehet más megtámasztásra vagy kikötözési munkálatokra is. Így például a Városligeti tó partján és más helyeken egyes fák egyenetlen korona-fejlődésük következtében egyensúlyukat veszítve kidőlnének, ha nem kötöznék ki őket, vagy nem gondoskodnának számukra valamilyen támasztékról. Nagyon sok szép fapéldány megmentése vált lehetővé azáltal, hogy a kikötés és kitámasztás munkáját gondosan elvégezték.

Veszélyek fenyegethetik a fákat a föld alatt is. Az egyik legalattomosabb károsító a **földgáz**.

A leghathatósabb intézkedés a földgáz károkozással szemben, ha a városi gázművek a régi vezetékrendszert kicseréli, és a tömítéseket teljesen biztossá teszi. Ha úgy tapasztaljuk, hogy a talajban megnövekedett a gáz, vagy észrevehetően csökken a gyökérzónában az oxigéntartalom, akkor először szellőző nyílásokat kell a veszélyeztetett fák gyökérzónájában létesítenünk, hogy a földgáz eltávozzon. Más a helyzet, ha a földgáz hatására már szén-dioxid felhalmozódás történt a talajban. A szén-dioxid ugyanis nehezebb a levegőnél, ezért eltávolítása csak kompresszorral lehetséges, 7–8 bar (7–8 at.) nyomással. Ezt a módszert pl. Hollandiában 1968 óta alkalmazzák, a 70-es években pedig német városokban is.

Nagyon sok gondot okoz a város útjainak sózása.



---

A köztisztasági vállalatoknak, intézményeknek lehetőségük van arra, hogy megkíméljék a fákat a sózás okozta károsodásoktól. E lehetőség: **a sózás megszüntetése**. Európa több városában megtiltották a sózást, és homokkal vagy más csúszásgátló anyaggal engedélyezik az utak felszórását.

A talajvízszint változását csak úgy tudjuk ellensúlyozni, hogy **öntözéssel** akadályozzuk meg a kiszáradást. Intézkedések hozhatók **a talajtömörödések** megszüntetésére. A talaj megfelelő levegő- és vízháztartása csak laza talajszerkezet esetén lehetséges, ezért a fák körzetében a talaj tömörödését el kell kerülni. Ennek érdekében **meg kellene tiltani az autók parkolását** a gyökérzóna közelében, mert az új fák megeredése csak így garantálható. A fiatal fák képtelenek megeredni, mert az autók tönkreteszik azokat. Némi biztonságot jelent a már említett kalodázás, ami nem csak a fák sérülését akadályozza meg, hanem elkerülhető a gyökérzóna közelében a talajtömörödés is. Jó védelemnek tekinthető a járdák szélén a parkolást gátló fémoszlopok alkalmazása.

A talajtömörödések ellen az egyik legfontosabb, és – az útépítő, útjavító szervezetekkel közösen kialakítandó – intézkedés, hogy **a fák gyökérzónáját nem szabad beaszfaltozni**. Ha ez már megtörtént, akkor az aszfaltot el kell távolítani, faveremrácsokkal, vagy a fák számára előnyösebb kőfelülettel kell helyettesíteni.

A védelmi intézkedések között talán a legfontosabb a fa gyökérzetének védelme **közműárkok létesítése közben**. Az elkerülhetetlenül szükséges közmű nyomvonalakat úgy kell kijelölni, hogy minél messzebb kerüljenek a fa gyökereitől. Ha ez elkerülhetetlen, és a fa gyökérzónájába kerülnek, akkor a kertészeti vállalatok szakembereinek jelen kell lenniük a közműárkok kialakításánál, hogy szakszerű tanácsaikkal megakadályozhassák a fa számára nélkülözhetetlen gyökerek elvágását, illetve megsértését.

Az ápolás mértéke a fatányér, fatörzs, főleg pedig a korona állapotára vonatkozóan:

Optimálisan ápolt fa: ..... 5

A fa kismértékű ápoláshiányt mutat: ..... 4

A fa egyértelmű ápoláshiányt mutat: ..... 3

A fa ápolatlan: ..... 2

A fa elhanyagolt állapotban van: ..... 1

---

## E./ Az életképesség vizsgálata

Az életképesség alapján véve az eddigi tényezők függvénye, és a fásorok tervszerű ápolásának legfontosabb tényezője. Az életképesség ismeretében nyílik mód évekre előre tervezni a fásorok felújítását vagy ápolását, esetleg cseréjét.

Az EU szakemberek elemzéséből azonban megállapítható, hogy a legnehezebben érzékelhető tényezőről van szó. Az életképesség a fák egészségi állapotának egy komplex értékelési kritériuma, amelyre vonatkozóan még nincs általánosan érvényes definíció, mely azonban – a relatíve egységes szakvélemény szerint – jól észlelhető kinyilvánítása a fa sajátos kapacitása és a beható megterhelés között végbemenő kölcsönös összjátéknak.

**A fakorona életképesség értékelésének előterében** ma már (költségtényezők miatt) vizuális módszerek állnak, olyanok mint a koronaforma, a hajtásmorfológia, a növekedési teljesítmény, a lombosodás mértéke, a törzs- és gyökérkárosodás, és más kritériumok, melyek a fás állomány állapotának értékeléséhez felhasználhatók. Az erdőkárosodás és a közterületek faállományának vizsgálatai azt mutatták, hogy az életképesség, mint kritérium a faegyedek és állományok állapotának meghatározásához alkalmas.

**A törzs és a gyökér vitalitás vizsgálata** nem csupán műszeres és kémiai módszerekkel lehetséges. Az életképesség ehhez felhasználható ismertetőjelei a következők: a levélben található anyagok, a tavaszi nedv alkotóanyagai, faképződés, évgyűrű szélesség, parazita szervezetekkel való fertőzöttség, gyökérnövekmény, a vegetációs időszak hossza, anyagmérleg, a termés súlya, a tárolt gyűjtő- és tartalékanyagok mennyisége stb.

**Az életképesség fogalma** az általános biológiában és növényélettanban hasonlóképpen definiált. A vitalitás az élő szervezetek élettani teljesítőképessége. Általános érvényű kritériumok nem ismertek, esetleg az RNA- és fehérje-bioszintézis képessége vagy a felépítő és lebontó folyamatok aránya alkalmazható az életképesség mértékeként. A növekvő korrallal előbb vagy később csökken a vitalitás mértéke. Az életképesség gyengülése a stresszel szembeni ellenállás csökkenését és a parazita fertőzésre való nagyobb fogékonyságot jelenti.

Vitalitás, életképesség, életerő, átlagos élettartam. Még az általános biológia sem tud az általános érvényű kritériumokra vonatkozó kérdésekre válaszolni. Így az utcai sorfák életképességének megbecsülésekor a fehérje-szintézis mérlege (a fellépő költségek miatt) nem alkalmazható módszer. Ésszerűnek csak a **vizuális módszerek** segítségével történő jellegzetességek felismerése és a fák vitalitására vonatkozó hatásuk értelmezésének megkísérlése tekinthető. A vitalitás megbízható, látható „megszólalása”, különösen a fásorok és az útfák esetében megköveteli a **faj, kor, klíma, termőhely stb.** alapos ismeretét, amelyek a fás növények megjelenésére befolyással lehetnek.

---

Ebből kiindulva az eredmények gondos vezetése szükséges és segítő lehet, mert a gyökérrendszert ért károsodás, továbbá a termőhely és talajviszonyok megváltozása csak az idő múlásával vezetnek felismerhető, a fakoronában jelentkező zavarokhoz, de a fák életképességére tartós kihatással vannak.

A fák életképessége a fajra jellemző genetikai kapacitás tényezőinek kombinációja és a rájuk ható stresszorok összegének a függvénye. A fa akkor életképes, ha a ráható stresszor tényezők a fát saját terhelhetősége határa alatt veszik igénybe. Ezzel szemben egy fa genetikai képességében akkor korlátozott, ha genetikai kapacitásának felső határát – a környezeti hatások miatt – nem éri el.

A túlterhelés hatására a fában beindult védekezési reakciók megnövelt energiavesztéshez vezetnek. Ennek következtében a fa regenerálódó képessége lecsökken, amely azt jelenti, hogy ezáltal az energiahány által a genetikai kapacitás kihasználása lecsökken. Így a visszacsatolási és felügyeleti mechanizmus a lényeges, élettani gátlásokat okozó beavatkozásokat (pl. többéves száraz periódus utáni körülárlás) nem tudja kivédeni. Minél több energiát kell a fának a hátrányos környezeti hatásokkal szembeállítania, annál nagyobb a veszélye annak, hogy a lecsökkent életképesség miatt károkat szenved, és részben vagy egészben elhal.

Időközben próbálkozás történt a fák vitalitásának ökológiai szempontból történő definiálására. **Egy fa akkor életképes, ha növekedése és életerije a termőhelyi viszonyokkal, a fa funkciójával és a környezetével egyensúlyban van.**

A fák életképességének vizuális vizsgálati módszerei között a koronafelépítés, mint lényeges értékelési módszer jutott érvényre. Más, vizuálisan megragadható ismertetőjelek a többé-kevésbé erős évszakos és évenkénti ingadozások hatása alatt állnak.

Az értékelés teljesebbé tételéhez kétes esetekben az alábbi szempontok vonhatók be még a vizsgálatba:

- a lombozódás intenzitása,
- a levélnagyság, levélszíneződés,
- a hajtásnövekmény,
- a termésfejlődés,
- a terméssel való berakottság,
- a levélhullás.

Az útmenti fasorok életképessége a fasort alkotó fák egyedi életképességétől függ. Különösen az idős fasorok esetében nagyon eltérő az állományon belüli életképesség.

Magyarországi tapasztalataink alapján azt állathatjuk, hogy az alkalmazott fajok is figyelembe véve, **városi fasoroknál 70 éves kort, külterületi fasoroknál 90 éves kort lehet életképességi határnak tekinteni.** A fent vázolt kedvezőtlen hatások ezt az életkort megrövidítik, míg a virulens egyedek – kedvező

körülmények között – ezt a kort meghaladhatják. Minden tapasztalati átlag feltételezi az attól való plusz-mínusz eltérést.

**Az életképesség értékelése:**

- Jó. Élettartama vágásérettségig becsülhető (70, illetve 90 év): . 5  
 Kevésbé jó. Beavatkozással megközelítheti a vágásérettséget: . 4  
 Közepes. Egy évtizeden belül lecserélendő: . . . . . 3  
 Gyenge. Rövidesen lecserélendő (3–5 éven belül.): . . . . . 2  
 Rossz. Sürgősen lecserélendő állapota vagy károkozása miatt  
 (baleset vagy építmény rongálás veszélye): . . . . . 1

**A felvétel módszere**

Ha van helyszínrajz, úgy annak alapján; ha nincs, az utcához és házszámhoz kapcsolva azonosítani kell a **fa helyszínét és a fa fajtát**. A fa életkilátásaihoz egy hozzávetőleges **kormeghatározás** is párosul, amely az EU szempontok szerinti **állapotvizsgálattal** együtt alkalmas a fa várható élettartamának meghatározására.

Az alábbiakban bemutatunk egy **felvételi lapot**, amely mind az állapot-felvételhez, mind annak kiértékeléséhez felhasználható.

**Hazai viszonyokra alkalmazott,  
 EU kompatibilis felvételi lap**  
 (Zöldfa utca vagy X út 73–74. kilométer között)

Sor vagy szám	A fa botanikus neve	A	B	C	D	E	Átlag	Várható élettartam/év
27.	Sophora japonica	1,5	2	3	2	2	2,1	15
28.	Sophora japonica	1,5	1,5	2	2	2	1,8	8
29.	Tilia argentea	1,5	1	1,5	1	1	1,2	2

Idézzük fel, hogy az

- A:** a gyökérzet, termőhely osztályzata,  
**B:** a törzs állapota,  
**C:** a korona állapota  
**D:** az ápolás mértéke  
**E:** az életképesség osztályzata

A felsorolt 3 példából látható, hogy a két Sophora és a fásorba került Tilia kedvezőtlen termőhelyen vannak, gyökérzetük ápolásra szorul. A fákat esetleg metszeni kell; a Tiliát már nem érdemes. Pótolni kell az elmaradt növényvédelmet, így a két Sophora 8–10 évig megmenthető, a Tiliát azonban rövidesen ki kell vágni.

Látható tehát, hogy a felvételi munka szakembert igényel, aki az EU rendszerben meg tudja ítélni a fa állapotát, majd később dönthet, vagy döntésre javaslatot tehet a megvizsgált fasori fák sorsára vonatkozóan.

Egy felvételi lapra 15 fa adatait célszerű felvezetni, hogy a lap aljára a későbbi kiértékelés céljait szolgáló megjegyzést lehessen írni. Például ilyeneket:

- Házak, építmények gátolják a fák növekedését.
- Elmaradt a metszés vagy növényvédelem.
- Víz és oldott műtrágya bejuttatása a gyökérzónába indokolt.
- Növénykórtani vagy növénykártevő vizsgálat indokolt.
- Balesetveszélyes fák vagy ágak eltávolítása indokolt, szükséges.
- A gyökérzónába levegőt kell juttatni.
- A sebkezelés indokolt stb.

### Kiértékelés:

Igazodva a kertészetek és az útügyi igazgatóságok nyilvántartásához, a fasorokat **belterületen utcánként; külterületeken** – az utak számozását követve – **kilométer-szelvényenként** célszerű elvégezni.

#### A.) *Kiértékelés a számok nyelvén*

Az EU kiértékelés a standardizált mutatószám meghatározásával történik, ami nem más, mint a felvételi íveken szereplő **átlagokból** – a súlyozott számtani átlag módszerével – az adott fasor állapotát meghatározó egyetlen adat.

Példa: A 87 egyedből álló Zöldfa utcai fasor mutatószáma

$$(27 \times 1) + (32 \times 1,5) + (18 \times 2) + (10 \times 3) = \frac{141}{87} = 1,62$$

A példa szerinti fasor tehát **összességében** az elégtelenhez közeli állapotot mutat.

A további elemzéshez azonban szükségünk van részletesebb információra is. Ennek lehetőségét a felvételi lapok megfelelő adatai biztosítják. Ha például az ápolás mértékét akarjuk értékelni, a D oszlop rovataiból kell – az előbbiekhöz hasonló módon – súlyozott számtani átlagot számítani. Ez kiadhat akár



*Japánakác*



*Keleti ostorfa*

$$\frac{87}{87} = 1$$

azaz elégtelen eredményt, de a

$$\frac{217}{87} = 2,49$$

számértéket is.

Az első esetben a fásor rossz állapotáért az ápolást okolhatjuk. Más esetben egyéb tényezőt, például a rossz termőhelyet (A), vagy a fák hánccsszövetének tömeges sérüléseit (B).

Az osztályzatok választ adnak a fásor állapotának lényeges ismérveire.

### **B.) Szöveges kiértékelés**

Az állapotmeghatározást a számokkal nem jellemezhető megfigyelések összefoglalása teszi teljessé. Forrásként felhasználhatók a felvételi lapok aljára írt széljegyzetek, valamint egyéb vizuális megfigyeléseink. Itt nyílik mód arra, hogy elemezzük a fásor állapotát befolyásoló külső körülményeket. Például építkezés, vagy tömeges gépkocsi-parkolás, az utak sózása, közműépítkezések miatt a gyökerek elvágása, és sok egyéb körülmény gátolhatja a fásor fejlődését. Előfordulhatnak olyan körülmények is, amikor a fásor válik gátló tényezővé. Ilyen lehet a fa épületet rongáló túlnövekedése, a gyökérnyomás épületet veszélyeztető mértéke, vagy a fák elöregedése és ezzel balesetveszélyessé válása.

A számszerűen és a szövegesen elkészített kiértékelés elvezet a munka utolsó fázisához: a döntés előkészítéséhez.

### **C.) Javallatok**

A javaslatok kiinduló pontjai: az **elvégzett állapotfelmérés** és a **fásor várható élettartama** az EU felvételi lap szerint. Ez utóbbi tényező a felvételi lapok utolsó rovatából kikövetkeztethető az adott fafajt is figyelembe véve.

A várható élettartam becslését a már megnevezett és más fákön található ismertetőjelek, károsodás és a termőhelyi befolyások alapján végezhetjük el. Az előrejelzés alapján a későbbi baleseti károkat és hatásokat – amelyek a termőhely változásaiból adódnak – nem vesszük figyelembe, és a következő évekre vonatkozólag az előrejelzésnél az átlagos éghajlati feltételükből indulunk ki.

Az extrém hőmérsékletű, csapadéku vagy szárazságú évek sokasága a fák életképességét ugyanúgy lecsökkenti, mint a gyökérzónába történő beavatkozás, vagy

---

a nem szakszerűen elvégzett ápolási és fenntartási munkálatok, a betegség, a kórokozók. Különösen a gombák ellen szükségessé vált, de el nem végzett növényvédelmi beavatkozások csökkentik jelentősen a várható élettartamot.

A várható élettartamnál utalunk arra a korábbi megjegyzésünkre, hogy beltérszinten 70 év, külterületeken 90 év a fasorok életben maradási esélye.

A javaslatok végül **naptári beosztási intézkedéseket** foglalnak magukba, célszerűen az A, B, C, D, E pontokba foglalt állapotjelző kategóriák szerint. Például:

- A. Víz és tápanyag eljuttatása, ennek érdekében a fatányér talajlazítása (faveremrács, stb.).
- B. Sebkezelés a törzsén, vagy védelem a törzs sérülései ellen. Fák mechanikai védelme (kaloda, a fán hirdető kürtő, parkolást akadályozó oszlop, stb.).
- C. Száraz ágak eltávolítása, növényvédelem (kór vagy kártevők ellen), metszés, ifjítás, koronaalakítás.
- D. Ápolási munkák eszköz- és anyagigénye, valamint időzítése.
- E. Életképességet javító intézkedések, például makró- és mikroelemek pótlólagos adagolása, fiatal fáknál támrudazás stb. Esetleg cserjék telepítése a szózás és kipufogó gázok elleni védelem céljából.

A javaslatok végén – évekre szóló beosztással – ütemezni kell

- a fasor esetleges pótlását,
- fokozatos cseréjét,
- teljes leváltását.

Az utóbbi esetben a helyhez leginkább alkalmazható, a környezeti körülményeket jól tűrő fafajokat kell kiválasztani.

A tervszerű faállapot-vizsgálat a faiskoláknak is lehetőséget ad a fasorok továbbnevelt utánpótlásának termesztéséhez.

## 6. A városi növényzet ökonómiai értéke

A fák értéke, a fákkal kapcsolatos kártérítési problémák a 60-as évektől kezdve egyre inkább foglalkoztatják a nemzetközi szakirodalmat. Ennek oka az urbanizáció fokozódása. A fákat meg kell védeni, és ennek egyik leghathatósabb módszere, ha olyan értékmegállapítást alkalmaznak, amely arányban áll a valóságos értékével, s amely egyben fékezheti a fakivágás szándékát is.

Egy adott beruházás megvalósítása esetén reális költségtényezőként kell figyelembe venni a fákat, hiszen a jövő útja az, hogy legalább akkora, ha nem becsesebb értéket képviselnek majd, mint a szanálendő épületek, melyeket le kell bontani az új építkezés kedvéért.

Nem felejtendő, hogy a fák szaporítására, nevelésére, kiültetésére és gondozására munkát fordítottak, amely **értéket** jelent, s ez az érték nem megy veszendőbe, ha-

nem a kiültetés után az asszimiláló felülettel arányosan növekszik. A fák mérhető és nem mérhető – az előző fejezetben tárgyalt – szolgáltatásai az asszimiláló felülettől függenek. Mivel szilárd meggyőződésem, hogy a tudomány a mérhető jelenségeken alapszik, több évtizede foglalkozom az asszimiláló felületek mérésével. Húsz éven keresztül több száz levélszámlálást végeztem különböző korú és nemzetségű fákon. A számlálás módszereként azt választottam, hogy egy előzőleg négyzetre osztott papírlapra sematikusan felvázoltam a megszámlálendő fa ágrendszerét, és a számlálást négysszögenként végeztem el. Nagyobb fák esetében a számlálást több nézőpontból is elvégeztem, és az átlagértéket vettem figyelembe. A levélszámlálások súlyozott számtani átlagát a 15. táblázat mutatja.

### 15. táblázat: A levélszámlálások eredménye

A fák kora+A1	A levelek száma kerekítve	A levelek mennyiségét kifejező szorzószám
4 éves szabványfa	500	1
10 éves	5 000	10
20 éves	20 000	40
30 éves	42 000	84
40 éves	80 000	160
50 éves	150 000	300
60 éves	250 000	500
70 éves vagy idősebb	350 000	700

Kiindulási alapnak a 4 éves, ősszel kiültetett szabvány csemetét tekintettem, amelynek leveleit a kiültetési év után következő nyáron számoltam meg.

A levélszámlálások alkalmával kialakult arányok helyességéről szükséges volt **számításos módszerrel** is meggyőződni. E módszer lényege, hogy az évi hajtás-növekedések adataiból a lombkorona alakja szerint szükséges köbtartalom-számítást kell végezni. A fák koronái alakjuk szerint többnyire gömb, félgömb, kúp, henger vagy oszlop alakúak.

A számítás kiindulását képező hajtásnövekedést sok fafajnál és egyednél megfigyelték. Ezek az adatok természetesen helytől és fajtától függően változtak, és a hajtásnövekedés oldalirányban kisebb, mint felfelé. A próbaszámítások átlagául a mért adatok alapján évi 6 cm-es hajtásnövekedést vettem. A köbtartalom-számítást a leggyakrabban előforduló kúp és félgömb formáknál végeztem el (*ld. 16., 17. táblázat!*).



## 16. táblázat: Kúp alakú fák kiterjedése

A fák kora	A korona köbtartalma 1000 cm <sup>3</sup>	Szorozószámok
4 éves szabványfa	210	1
10 éves	2 093	10
20 éves	8 570	41
30 éves	22 290	106
40 éves	45 060	215
50 éves	82 270	393
60 éves	130 240	620
70 éves	205 800	894

## 17. számú táblázat: Félgömb alakú fák kiterjedése

A fák kora	A korona köbtartalma 1000 cm <sup>3</sup>	Szorozószámok
4 éves szabványfa	230	1
10 éves	2.093	10
20 éves	8.570	41
30 éves	22.290	106
40 éves	45.060	215
50 éves	82.270	393
60 éves	130.240	620
70 éves	205.800	894

Szemmel látható, hogy a köbtartalom-számítás ha nem is azonos, de a levél-számlálásokhoz nagyon hasonló arányokat mutat. Az eltérés főleg az idősebb fák-nál található. A köbtartalom-számítás valamivel magasabb arányszámokat mutat, mint a pontosabb levélszámlálás, ami teljesen érthető, ha figyelembe vesszük, hogy a köbméter számítás tömör testre vonatkozik. A fák ágai között viszont üres, ág és levél nélküli hézagok vannak, és ezek a hézagok annál nagyobbak, minél idősebb a fa. A köbtartalom-számítás egyrészt igazolja a levélszámítási módszer helyességét, másrészt rámutat az addig követett előírások tarthatatlanságára, amit a következő arányok bizonyítanak:

10 és 60 év közötti fák növekedési arányai:

Törzsátmérő vagy -kerület alapján számítva:	1:5...6
Törzskeresztmetszetben számolva:	1:20...23
Lombköbméterben számolva:	1:62...64

Eljutottam így a levélszámlálással helyesbített lombköbméter számítás alábbi módszeréhez.

A szorzószámok alapegysége = 1. Ezen mindig az adott városban vagy országban és az értékelés idejében érvényes 4 éves szabványcsemete árát kell érteni. Ha ez az ár Budapesten 15 dollár, akkor a levélszámlálások alapján a számításokkal megerősített szorzószámok szerint a fák alapérték-adatait a 18. táblázat mutatja.

Ezek az értékek természetesen alapárak, amelyek függnek a lombkorona állapótól és a fa helyétől.

**A lombkorona állapota** szerint három együtthatót alkalmazunk:

teljesen ép lombkorona esetében	1
kissé sérült, visszavágott lombkorona esetében	0,7
erősen sérült lombkorona esetében	0,4

**Hely szempontjából** minden városban három kategóriát kell megkülönböztetni (együtthatók):

fákban szegény belvárosi részt	1
fákkal átlagosan ellátott területet	0,7
külterületet	0,4

A táblázat tízévenkénti beosztását az indokolja, hogy a városi kertészek nem mindenütt vezetnek nyilvántartást a kiültetések időpontjáról, de a szakemberek a fa értékelésekor tízéves toleranciával meg tudják becsülni a fa korát.

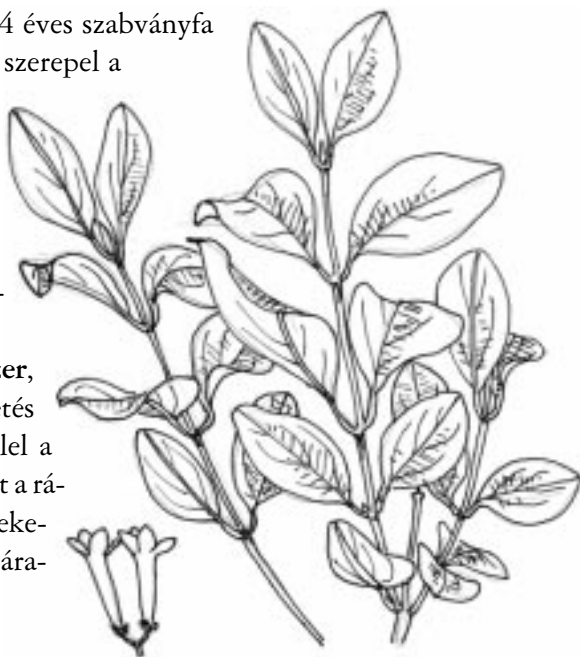
Ha pontos kiültetési időpont áll rendelkezésre, akkor a szorzószám-skálán a fa korának megfelelő két pont között kell átlagot számítani.

### **18. táblázat: A fák értékének kiszámítása**

A fák kora	Szorzószám	Alapérték 2000-ben Budapesten, dollárban
4 éves szabványfa	1	15
10 éves	10	150
20 éves	40	600
30 éves	84	1 260
40 éves	160	2 400
50 éves	300	4 500
60 éves	500	7 500
70 éves	700	10 500
Egyedi, különleges értékű fa	1000	15 000

Mint láttuk, a szorzószámok alapjául a 4 éves szabványfa árát tekintetem. Ebben természetesen nem szerepel a kiültetési költség és az egyéb ráfordítások. Ezek a költségek a szorzószámokban torzulást okoznának, mert az idős fa értékét a valószínűsített többszörösére növelnék. Ha egy 4 éves szabványfát elpusztítanak, akkor természetesen a kár összegéhez hozzá kell számítani a kiültetés költségeit is.

Módszerem lényege a **szorzószám-rendszer**, amely a fák értéknövekedését fejezi ki a kiültetés után. Véleményem szerint a módszer megfelel a munkaérték-elméletnek, mert a faiskolai árakat a ráfordítások alapján alakítottuk ki, az értéknövekedés pedig – mint a fa sajátossága – ezeket az árakat hordozza magával.



*Fagyal*

A **cserjék** fontos, nélkülözhetetlen elemei a parkoknak és fasoroknak. Egyrészt jelentős asszimiláló felülettel rendelkeznek, másrészt a kert meghatározó elemei. Az útmenti fasorok mellett a sövénycserjék külön védelmi funkciót töltenek be azáltal, hogy a gépjárművek kipufogó zónáiban nyújtanak mechanikai visszatartó hatást. A sövénycserjék elsősorban a gyermekeket védik, mivel ők a kipufogó zónához közeli levegőt lélegzik be.

A cserjék különböző mérete miatt nagy szükség volt a szóródások kiküszöbölésére, és a nagy számok összevetéséből kialakított átlagszámokra. Az adott park összetételének megfelelően soliter vagy csoport-cserje, esetleg sövénycserje aránytól függ az átlagos érték, amely 5–7 dollár/tő körül ingadozik.

A **pázsit** sokkal nagyobb hatású és értékű növényfelület, mint azt sokan feltételezik. 1 m<sup>2</sup> jó minőségű, gondozott pázsitállomány mintegy 40 000 hajtás, amely magában foglalja

- a perjeféléket (például *Poa pratensis*),
- a csenkeszféléket (például *Festuca rubra*) és
- a tippant is (*Agrostis alba*).

A pázsit általában 60–65 százalékos részarányt foglal el a parkok területéből, de van, ahol a 70 százalékot is meghaladja. A pázsit tömörségének megfelelően 3 osztályra bontható. A legjobb minőségű pázsit négyzetméterenként egy lombköbméter asszimiláló-felület kapacitással rendelkezik, és a korral nem növekedvén, előállítási- és beállási összegével értékelhető. Értéke 4–7 dollár/m<sup>2</sup> között állapítható meg.

---

Annak érdekében, hogy a zöldfelületek értékben is szerepeljenek az önkormányzatok vagyonszármazékaiban, az ügyben illetékes Belügyminisztérium a következő útmutatást adta ki 1994-ben:

### **Közcélú zöldterületek értékmeghatározása**

A 147/1992. (XI.6.) Korm. rendelet tartalmazza az önkormányzatok tulajdonában lévő ingatlanvagyon nyilvántartási és adatszolgáltatási rendjét. E szerint kell az ingatlan vagyonszármazékot felfektetni és folyamatosan vezetni.

A kataszter 1 borítóból, 2 adatlapból és 14 betétlapból áll. A földterületre vonatkozó adatok egyike „Z” jelű zöldterület betétlap. Ennek első oldala tartalmazza az alapadatokat (naturáliák), az építményekre vonatkozó naturális adatokat és a zöldterület értékadatait, könyv szerinti és becsült érték bontásban. Ez utóbbi a betétlap második oldalán a növényzetre vonatkozó adatok összesítéséből áll.

A zöldterület kataszter kitöltése érdekében célszerű előzőleg felvételi lapot készíteni az egyes területekről (konkrét név és helyrajzi szám feltüntetésével).

**A felvételi lap** (lásd minta) készülhet (követve az R. (Radó-féle) jelölési szisztémát) pl. Z-26 fák; Z-27 cserjék; Z-28 gyepek; Z-29 virágágy; Z-30 talajtakaró; Z-31 sövények; Z-32 fenyők; Z-33-tól Z-48-ig a felsorolásból kimaradt növények, csoportosítás szerint.

**A növényekre vonatkozó érték a következők szerint számítható:**

1/Z-26 fák. Célszerű megnevezni (a minta szerinti juhar, életkor becsülhető vagy ismert a telepítés éve stb.). Mennyiség: darabban (minta: 50 db 20 éves, 1 db 50 éves juhar). Az alapérték a kortól függő szorzó alkalmazásával számítható.

10 éves fa szorzószáma	10
20 éves fa szorzószáma	40
30 éves fa szorzószáma	84
40 éves fa szorzószáma	160
50 éves fa szorzószáma	300
60 éves fa szorzószáma	500
70 éves fa szorzószáma	700

**Alapérték:** A 4 éves szabványcsemete napi faiskolai árát szorozzuk be a fa szorzószámaival.

Módosító tényezők:

– a lombkorona állapota szerinti együtthatók:

egészséges	1
csonkult	0,7
erősen csonkult	0,4

---

– a növények elhelyezkedésétől (telepítési helytől) függő együttthatók:	
sűrűn beépített területen (fában szegény):	1
település belső területein (fában közepesen ellátott):	0,7
kertes beépítésű területeken (fában átlagosan ellátott):	0,5

Z-28 Gyepet (pázsit) m<sup>2</sup>-ben, napi áron célszerű értékelni a létesítés időpontjától 5 évig. 5 és 10 év között évenként 0,1-del növekszik a szorzó (10 év felett célszerű felújítani).

Z-29 Virágágyat (egynyári, kétnyári, évelő) m<sup>2</sup>-ben, létesítési áron célszerű értékelni.

Z-30 Talajtakaróknál az alapár a napi átlagár, a fáknál ismertetett szorzóval, becsült érték jön létre.

Z-31 Sövények alapára árjegyzéki (napi) ár. Szorzója, mint a fáknál, továbbá 0–0,5 m magasságig 1, további félméterenként 0,5-tel növelve szorzandó.

Z-32 Fenyőket a fáknál ismertetett módon lehet értékelni.

#### Az építményekről is célszerű felvételi lapot készíteni.

Z-10-től Z-15-ig az építményekre az átlagos használati idő 20 év. A felvételi időben napi áron a létesítéstől számított évenkénti 5 százalékkal csökkenthető.

Z-16–18-ig az átlagos használati idő 30 év, és 5 évenként 5 százalékkal csökkenthető.

Z-19 rovatban ajánlható a kertberendezési tárgyakat (kerti pad, hulladékgyűjtő, hinta, mászórács, stb.) felvételezni, a felvételi időben érvényes napi áron (alapár), használati átlag idő 10–15 év, évenként 33 százalék levonandó.

Sok településen, valamint hatóságoknál (rendőrség, ügyészség), ahol nem tekinthetnek el a pénzbeni értékmeghatározástól, alkalmazzák az ismertetett módszert. Akadnak azonban még akiknek nem érdekük a növényzetet értékként kezelni; emiatt az elavult, fatörzsátmérőhöz kötött pótlási szabályt alkalmazzák.

Példaként szolgáljon egy 1999. márciusi felmérés, amely egy valós példán mutatja be a módszer alkalmazását és összehasonlítását a régi szabállyal. Következzék a helyszíni felmérés egy oldala és a szöveges értékelés.

## Faérték-felvételi lap minta

Helyszín: Budapest, XI. ker., Irinyi utcai park

Időpont: 1999. március 14.

1	2	3	4	5	6	7
Sor-szám	A fa neve	Kora	Faiskolai ára	Kor szorzó	Állapot együttható	Eszmei érték (4x5x6)
91.	Populus simonii	20	2500	40	1	100 000
92.	Populus simonii	20	2500	40	1	100 000
93.	Populus simonii	20	2500	40	1	100 000
94.	Populus simonii	30	2500	84	1	210 000
95.	Populus simonii	30	2500	84	1	210 000
96.	Populus simonii	30	2500	84	1	210 000
97.	Populus simonii	30	2500	84	1	210 000
98.	Populus simonii	30	2500	84	1	210 000
99.	Populus simonii	30	2500	84	1	210 000
100.	Populus simonii	30	2500	84	1	210 000
101.	Populus simonii	30	2500	84	1	210 000
102.	Populus simonii	30	2500	84	1	210 000
103.	Koelreuteria paniculata	25	4200	65	1	273 000
104.	Koelreuteria paniculata	25	4200	65	1	273 000
105.	Pinus nigra	30	5400	84	1	453 600

### A terület értékelésének összefoglalása

Az értékelt növényállomány a forgalmas XI. kerület Irinyi J. utca mentén létesült; jól gondozott parkterületen található. A parkterület jótékonyan bontja meg az utca északi oldalán épült panel házak lényegi monotoniját, ugyanakkor jól illeszkedik az újonnan létesült egyetemi központhoz. A park természetes vonzáskörzete a közeli lakóterületnek, de üdítő változatosságot jelent a zsúfolt pesti oldalról – a Petőfi hídon át – a humanizált környezetre igyekvő lakosságnak is.

A növényértékelés a helyszínrajzon szaggatott vonalakkal behatárolt, 1 hektárt alig meghaladó területre vonatkozik, amelyen

114 db fa 116 062 dollár

7 200 m<sup>2</sup> pázsit, 2592 dollár

150 db cserje 1 020 dollár

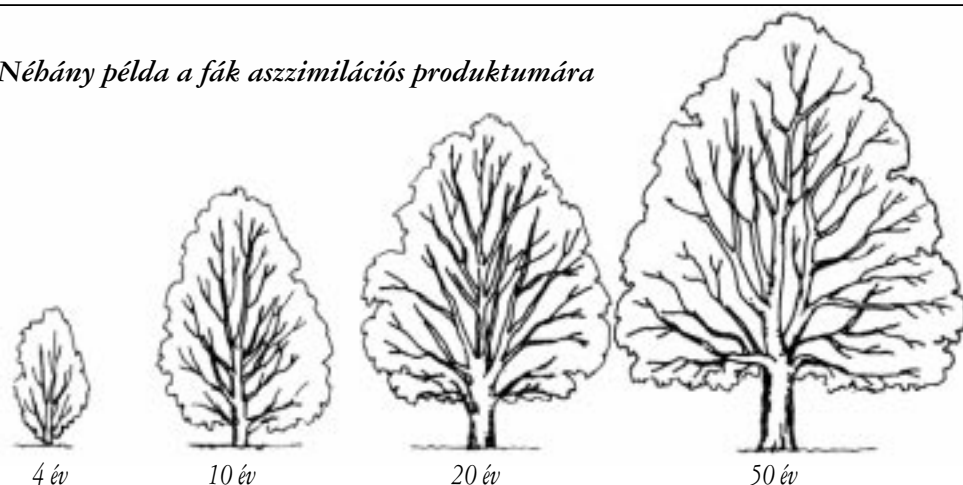
található

összesen 143 002 dollár

35 750 500 forint

értékben (2000-re extrapolált dollár/forint árfolyamon).

### Néhány példa a fák asszimilációs produktumára



Az önkormányzat helyes szándéka – mintegy 20-25 fa meghagyására vagy átültetésére – nyomatékossá teszi, hogy a **megmentendő fákat** is értékeljük, így teremtve lehetőséget arra, hogy az építkezés a lehető legkisebb növényáldozattal járjon.

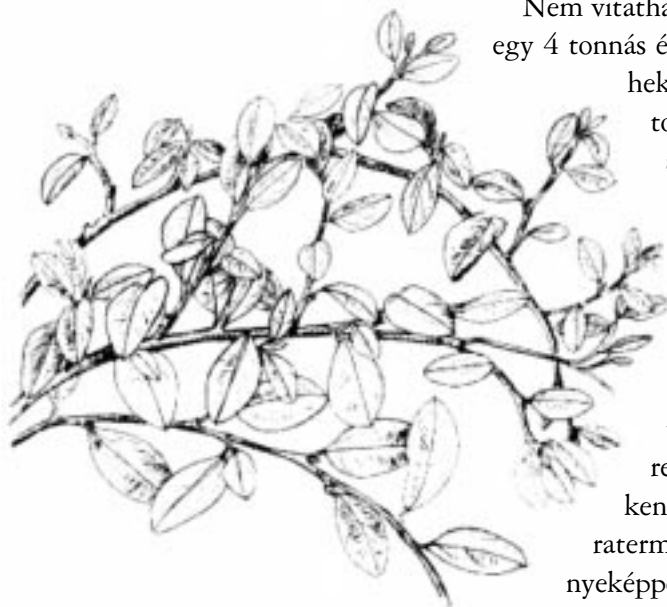
A **meghagyni szándékolt fák** értelemszerűen az építkezési terület szélén találhatók, ezekre vonatkozóan a **kalodázást**, és a fák tövénél **depóniák eltiltását** kellene kikötni.

Az **átültetésre javasolt fák** esetében a fiatal, értékes fák jöhetnek számításba. Ilyenek: az építkezés belső területén található Quercus robur 'Fastigiata' egyedek, amelyek kb. 15 éves korúak, ám az idősebb egyedek sikeres átültetése legalábbis kétséges, kétesélyes.

Az átültetendő egyedeknél nem lehet megelégedni a pusztá művelettel; az új helyeken legalább 1 évi garanciális fenntartást kellene kikötni. (Földlabdás ültetés, fatányérozás, támrudazás, öntözés, tápanyag utánpótlás, törzstisztogatás, növényvédelem stb.)

Az összesítés alapján néhány megjegyzés kívánczik az **értékelés végeredményéről**.

Az 50 százalékkal növelt átmérő alapján kb. 1 050 db faiskolai fát kellett volna pótolni (BVSZ-szabály) mintegy 3,6 millió forint értékben, szemben a 35,7 millióval. Ez csaknem **10-szeres arány**, de ha csupán a fákat vesszük figyelembe, az arány 8-szoros. Jelentősebb a különbség, ha a **növények biológiai környezeti értékét vizsgáljuk**, amely érték az asszimiláló felülettől függ. Az 1 050 faiskolai szabványfa mintegy **250 lombköbmétert pótol** volna a ténylegesen számított **6 200 lombköbméter helyett**. Vagyis az ódivatú kárpótlás csupán **huszonötöd részét** szolgáltatva volna a jelenlegi növényfelületnek. Más szóval, mintegy 25 év kellett volna, hogy a **máshol** pótol növény a jelenlegi állomány szintjét utolérje.



*Madárbirs*

Nem vitatható, hogy a 6 200 lombköbméter mintegy 4 tonnás évi **oxigén**-termelése nem jelentős az 1 hektár területre jutó normál levegő 21 000 tonna tömegéhez képest. **Más a helyzet a szén-dioxiddal!** Az 1 hektárra jutó normál levegő 35 tonnájához képest az évenként feldolgozott közel 4 tonna **már meghatározó tényezőnek tekinthető.** Hasonlóan jelentősek az itt ki nem fejtett számszerűsíthető és nem számszerűsíthető kedvező hatások. Az utóbbiakra példaképpen megemlítem a rekreáció jelenségét, amely érzékszerveinken keresztül szolgálja a munkaképesség újratermelését, a parkokban töltött idő eredményeképpen.

Az értékelésben **új elemként** szerepel a Belügyminisztérium által ajánlott, de a BVSZ-ben nem szereplő **pázsit és cserje** pénzügyi megváltásának kötelezettsége. Figyelembe kell venni, hogy

- az I. osztályú pázsit (30 000–40 000 hajrásszám/m<sup>2</sup>) 1 lombköbméter asszimiláló felületnek felel meg,
- a II. osztályú pázsit – ilyen található az akcióterületen (20 000–25 000 hajrás/m<sup>2</sup>) 0,5 lombköbméternek felel meg,
- a III. osztályú pázsit (5 000–15 000 hajrás/m<sup>2</sup>) 0,25 lombköbméter asszimiláló felülettel egyenlő.

**A cserjéknél** nagyobb változatosság tapasztalható. A kisebb felületű cserjék (Spirea, Cotoneaster, Buxus) mellett szinte fává növény fajok is találhatók (Syringa, Corylus, Sambucus, Cornus). Fél lombköbmétertől két lombköbméter terjedelmig minden méret megtalálható. Egyezményes, megállapított átlagára

6 dollár/tő (1 500 Ft/tő) nagyságra tehető.

A hazai példa után következnek egy kitekintés a világba.

Amíg 1974-ben a Magyar Országos Találmányi Hivatal csupán 3–4 irodalmat tudott fellelni világviszonylatban a növényzet értékeléséről, addig 1999-ben 66 szakirodalmat számolhattam össze a témáról. Igaz, ezek az írások nem csupán



---

a növényzetre vonatkoznak, hanem tágabb értelemben a természet szolgáltatásaira. Érdekes áttekintést nyújt a természet szolgáltatásairól a Janet N. Abramovitz (1997) által összeállított felsorolás:

#### A természet szolgáltatásai

- *Nyersanyag-termelés (élelem, hal, fa- és építőanyagok, nem fa jellegű erdei termékek, takarmány, genetikai erőforrások, gyógyszerek, festékek)*
- *Beporzás*
- *Kártevők és betegségek biológiai visszaszorítása*
- *Élőhely és menedék*
- *Vízellátás és -szabályozás*
- *Hulladék újrafeldolgozás és a környezetszennyezés korlátozása*
- *Tápanyagok cirkuláltatása*
- *Talajépítés és -fenntartás*
- *Zavarjelenségek szabályozása*
- *Éghajlat-szabályozás*
- *A légkör szabályozása*
- *Üdülés*
- *Kultúra*

#### *Oktatás/tudományos élet*

Az összeállításban szereplő tényezőkből a növényeket illető szolgáltatásokat már említettem az eddigiekben, de **meghatározó jelentősége miatt teret kell szentelnünk az erdők értékelésének is.**

Megnyugtató volt tapasztalni, hogy a Worldwatch Institute elemzésében szereplő értékadatok közeliek vagy megegyezők az általunk (dr. Madas Katalin, dr. Radó Dezső, Siklósi Engelbert: Zöld területek eszmei értékének meghatározása, 1989) kiszámított, USA dollárban kifejezett értéktényezőkkel.

Így például a 3 600 dollár/ha **fahozam** megfelel a hazai produktumnak is, 20 dollár/m<sup>3</sup> értékben. Abramovitz szerint egy hektár erdő szén-dioxid feldolgozó kapacitása több száz és több ezer dollár érték között mozog. **A tág határok nyilván az erdők asszimiláló felületei közötti különbségeket tükrözik.** Ez a tényező a mi számításunk szerint az erdők kora és záródási százalékának megfelelően 640 és 6 000 dollár között változik. Igaz, a mi adataink nem csupán a szén-dioxidot, hanem a lombzat egyéb szolgáltatásait is számításba vették. Figyelemre méltó az ártéri erdők azon tulajdonsága, hogy 1 százalékkal való növelésük az árvizek 2-4 százalékkal való csökkenését vonják maguk után.

Különleges esetekben olyan értékek is megjelennek, amelyek nálunk növényzet esetében még elképzelhetetlenül magasak. Így például 1999 márciusában egy

10 ezer hektáros kaliforniai mammutfenyő erdőt tettek védetté, ám ezt félmilliárd dollárért kellett megváltani. Ez hektáronként 50 ezer dollárt jelent. Nálunk a forgalomban 800–1 200 dollárért lehet 1 hektár erdőt vásárolni, erdőérték számításunk szerint azonban legalább 15 000 dollár lenne a reális ár. Az eltérés oka, hogy az erdő eszmei értékében meg kell jelennie

- a környezeti értéknek,
- a táji értéknek,
- a rekreációs (üdülési) értéknek,
- a védelmi funkciónak, és
- a növénytakarítások fajgazdagságának is.

Hazai erdőink forgalmát irreálisan alacsony árak jellemzik. A Soproni Erdészeti Egyetem kutatócsoportja a **fatömeg nélkül** számított hektáronkénti erdőárakat az 1990-ben érvényes hazai adatok alapján 279 000 forintban állapította meg, amelyet a kutatócsoport jogosan minősített alacsonynak a külföldi árakhoz képest. Kutatásai alapján dolgoztam ki két erdész kollegámmal az eszmei érték kiszámításának módszerét.

Ezek után vizsgáljuk meg tételesen az erdő eszmei értékének alakulását. Márkus László és csoportja feltárták a fatömegek növekedésének folyamatát, amelyhez mi hozzárendeltük a lombzat növekedésének átlagszámait.

A 2. fejezetben erre már a 3. ábrában és néhány példával utaltunk. E növekedéshez kellett meghatározni az **értékeket**. Kiindulásnak az erdei csemete árát tekintettük, amely 0,06 dollár, azaz 6 cent. Ez 2000. évi árfolyamon 15 Ft. Tekintve, hogy a gyakorlatban **egy hektár**ra 10 000 csemetét telepítenek, annak értéke 150 000 Ft, és ez növekszik a fák korával arányos módon.

Az erdő – fatömegben és erdei értékeken túli – eszmei értékének a környezeti érték csupán első funkciója. Ezt követi majd a **táji érték**, a **rekreációs érték**, a **védelmi funkció** és a **növénytakarítási értéke** is.

Az első funkció a meghatározó, ezért ehhez alkalmazkodnak további együttthatók beiktatásával a többi tényezők is.

Erre tekintettel első lépésként az erdők környezeti értékét kell áttekintenünk a 20. táblázat adatai alapján.



*Szivarfa*

---

## Az erdők környezeti értéke

A tisztások a hektáronkénti induló értékkel, 150 000 forinttal számolandók.

A megfelelő kor és záródási százalékkal ily módon kialakított környezeti érték – a többi tényezőhöz viszonyítva – etalonnak tekinthető, így együtthatója 1.

Ha az ütemterv lehetővé teszi a 10 esztendőnél pontosabb kormegállapítást, akkor a megfelelő átlaggal dolgozunk. Egy 45 éves erdő például

$$\frac{930\,000 + 1\,125\,000}{2} = 1\,027\,500 \text{ Ft}$$

A szorzószámok közötti arányok a valóságos helyzetet tükrözik: 40 éves korig az erdő lombozata (gally és levélzet) gyorsabban nő; míg 40 év felett a fejlődés inkább a fatömegben (dorong és ág) mutatkozik meg. Az asszimiláló felület fejlődése lelassul.

### 20. táblázat: 1 ha erdő környezeti értéke (100%-os záródás)

Kor években	Szorzat	Érték Ft-ban	Érték USA dollárban
1 éves csemete állapot	10 000x15	150 000	600
10 éves	150 000x1,7	255 000	1020
20 éves	150 000x3,4	510 000	2040
30 éves	150 000x4,8	720 000	2880
40 éves	150 000x6,2	930 000	3720
50 éves	150 000x7,5	1 125 000	4500
60 éves	150 000x8,3	1 245 000	4980
70 éves	150 000x8,9	1 335 000	5340
80 éves	150 000x9,3	1 395 000	5580
90 éves vagy idősebb	150 000x9,6	1 440 000	5760

## Táji érték

Elfogadott elemzés szerint a hegygerincek, vízfolyások és erdők jelentik a tájak legértékesebb elemeit. A tájak az emberi tevékenység jellege szerint lehetnek

- ipari tájak,
- mezőgazdasági tájak,
- üdültő tájak,
- lakótájak stb.

A táji értékelés szempontjából azonban ezek a kategóriák nem összehasonlíthatóak, ezért *Mócsényi Mihály* és *Csemez Attila* munkássága alapján két alapelemet vizsgáltunk:

A.) a védelemre való érdemességet, és

B.) a veszélyeztetettséget.

Az erdők tekintetében ezekhez a tényezőkhöz rendeljük hozzá az együtthatókat.

A.) A védelemre való érdemesség fokozatai:

	együttható
1.) Nemzeti Park, fokozottan védett terület	1,0
2.) Tájvédelmi Körzet, természetvédelmi terület	0,8
3.) Települések, belterületek növényzete, erdei	0,6
4.) Iparterületek növényzete (biológiailag inaktív erületek nem érdemesek védelemre)	0,4

B.) A veszélyeztetettség fokozatai:

	együttható
1.) Csekély veszélyeztetettségű területek. Védett területek (erdők, legelők, mocsarak, stb.)	0,6
2.) Mérsékelt veszélyeztetett területek. Egyéb, az emberi tevékenységnek kevésé kitett területek.	0,4
3.) Nagy veszélyeztetettségű területek. Intenzív emberi tevékenységnek kitett területek. (többiek pufferzónája, belterületek, zártkertek, stb.)	0,2

A bányák, és egyéb tájsebek, amelyek táji értéke véglegesen vagy átmenetileg megszűnt, értéket nem kaphatnak. Tekintve, hogy a két tényező összeadódik, az erdők és védett területek esetében az alábbi együtthatók alkalmazandók:

Nemzeti Park	1,6
Tájvédelmi Körzet	1,4
Egyéb erdők	1,0

Magyarázatként megjegyezzük, hogy a tájértékelésben sokféle és igen nagy szóródást tartalmazó módszereket követnek, azonban jelen munkában **egységes értékelést lehetővé tevő módszert kellett alkalmaznunk, amely az eszmei érték egyéb együtthatóival összesíthető.**

## Rekreációs helyérték

Az eddigi, Erdészeti Tervező Intézet (ERTI) által végzett forgalomszámlálások alapján nyilvánvaló, hogy egy területnek az emberi környezetben való elhelyezkedése és rekreációs értéke között közvetlen összefüggés van. Így belátható, hogy egy hasonló zöldterület nagyobb rekreációs értéket képvisel sűrűn lakott nagyváros közelében, mint egy ritkán lakott területen. Ezért, ha egy terület helyzetét értékeljük, azaz meghatározzuk a „helyértékét”, ez egyúttal a rekreációs értékét is kifejezi. Ez indokolja, hogy a rekreációs és helyérték fogalmát együtt, összevontan határozzuk meg.

Ezen értékek meghatározása a következőképpen történik:

### A.) A település földrajzi helyzetétől függő faktorok:

	együttható
1.) A település közigazgatási határán belül, illetve 1 km-es körzetében található zöldterületek	1,0
2.) A település 5 km-es körzete	0,8
3.) A település 50 km-es körzete	0,6

### B.) A település szerkezetétől függő faktorok:

	együttható
1.) Nagyvárosok (100 000 lakos felett) üdülőterületek, kiemelt idegenforgalmi központ	0,6
2.) Települések 10 000 – 100 000 lakosig	0,4
3.) Települések 10 000 lakos alatt	0,2

A két faktor összege adja a rekreációs érték együtthatóját. A földrajzi érték faktorát mindig az 50 km-es körzetben lévő legnagyobb településhez viszonyítjuk. (Ezt tekintjük középpontnak.)

## Védelmi funkció

Korábban már említettük, hogy a talaj védelmét a rajta lévő növénytársulások látják el, így azok ellenállóképessége a meghatározó. A legértékesebb zöldterületnek a természetes vagy ahhoz közelálló társulásokat tekintjük. Így ha egy területen természetszerű társulás van, az ott valamennyi, tehát védelmi funkcióját is maximálisan ellátja.

Ezért az egyes társulások között a taposás iránti érzékenyséjük (erózió) és a tápanyagfeldúsulás (eutrofizáció) iránti érzékenyséjük alapján teszünk különbséget.

---

### A társulások értékszámai a következők:

<u>Társulás</u>	<u>Erózió</u>	<u>Eutrofizáció</u>
Nádasok	0,6	0,7
Homokgyepek	0,8	0,6
Sziklagyepek	0,8	0,6
Pusztagyepek	0,6	0,6
Füzesek	0,3	0,7
Éger-lápok	0,7	0,2
Bükkösök	0,6	0,5
Szikla- és szurdokerdők	0,7	0,3
Gyertyános tölgyesek	0,6	0,4
Száraz tölgyesek	0,6	0,5
Cseres tölgyesek	0,6	0,6
Lucosok	0,6	0,5

A védelmi értékszámot az eróziós és eutrofizációs együtthatók összege adja.

### A növénytársulások fajgazdagsága

Amíg a védelmi funkció a vegetáció-típusok ellenállóképességét fejezi ki, addig a fajgazdagság azt jelzi, hogy az erdő növényzetében **hányféle védett növényfaj található.**

A védett növényfajok 500 tételt tartalmazó jegyzékét a 12/1993. számú KTM rendelet sorolja fel. A lista 47 fokozottan védett és 453 védett növényt sorol fel. Amennyiben a területen védett, illetve fokozottan védett fajok is élnek, ezek az együtthatót a következőképpen alakítják:

A fokozottan védett faj:	+0,8
Védett faj: 1–5-ig	+0,4
5–10-ig	+0,8
10–15-ig vagy több	+1,2
ha nincs:	0,0

Tekintve, hogy a tényezők (környezeti, táji, rekreációs, védelmi, védettségi értékek) együtthatói összeadódnak, így

a legalacsonyabb szorzó	3,7
a legmagasabb szorzó	6,8
az átlagos szorzó	5,25

40 éves erdő értéke 100%-os záródásnál

	<u>Forint</u>	<u>USA dollár</u>
Legalacsonyabb ár	3 441 000	13 764
Legmagasabb ár	6 324 000	25 296
Átlagos ár	4 882 000	19 528

Az **együtthatók** tehát összesítve tartalmaz-  
zák a környezeti értéket, a táji-, rekreációs  
értéket, a védelmi funkció értékét, valamint  
a növénytársulások fajgazdagságának érték-  
számait.

Ily módon a 18. táblázatban található  
alapértékekből, a záródási százalék együtthatói-  
ból és az összesített együtthatókból kiszámítható az  
**adott erdő eszmei értéke**, amely az ökológiai tényezőket  
foglalja magába. Erre mutatunk példát a 21. táblázat-  
ban.

A **terület** 1,6-os értékszámát az adja, hogy  
része a Budai Tájvédelmi Körzetnek; 1,2-es rek-  
reációs értékét a fővároshoz való közelségének  
köszönheti; az 1,1-es szorzót pedig beállt, erős  
pázsitfű-állománya adja, amely lejtős területen védi a ta-  
lajt az eróziótól. Az alapot képező 1-es szorzó annak kö-  
szönhető, hogy 7,5 kor-szorója alapján asszimiláló felü-  
lete és ennek megfelelő környezeti értéke az alábbiak sze-  
rint alakul:

$$(10\,000 \times 7,5 \times 0,8) + (10\,000 \times 0,2) = 62\,000 \text{ m}^2$$

$$\frac{62\,000}{4} = 15\,500 \text{ lombköbméter}$$

$$15\,500 \times 0,65 \text{ kg} = 10\,075 \text{ kg oxigén termelés}$$

$$15\,500 \times 0,59 \text{ kg} = 9\,145 \text{ kg szén-dioxid feldolgozás}$$

$$15\,500 \times 47 \text{ liter} = 728,5 \text{ m}^3 \text{ víz transpiráció}$$

egy vegetációs időszakban.

Ezek a **pótolhatatlan biológiai adottságok**, amelyek 5,4 millió forintra –  
18 278 dollárra – értékelik az 1 hektár erdő mintaterület eszmei értékét. Ez az  
érték nem lépi túl egy középkategóriás autó árát.



*Kocsányos tölgy*

**21. táblázat: Példa a számításra – Pilisszentiván 7G erdőrészlet (Kis Szénás)  
1 ha 50 éves, 80%-os záródás**

Megnevezés	Együttható	Alap érték	Számított érték
Záródási érték	0,8	1 125 000	900 000
Tisztás-felületi érték	0,2	150 000	30 000
Környezeti érték összesen	1		930 000
Táji érték	1,6	930 000	1 488 000
Rekreációs érték	1,2	930 000	1 116 000
Védelmi funkció	1,1	930 000	1 023 000
Fajgazdaság	0,9	837 000	837 000
Összesen	5,8	930 000	5 384 000

Ajánlom az összevetést azok figyelmébe, akik szembesülnek ezekkel a számokkal; továbbá az is meggondolandó, hogy az adott 50 éves erdőállomány csak 50 év alatt pótolható.

## 7. Évgyűrűk

Földtörténeti léptékkal mérve az emberiség igencsak újoncnak tekinthető a földtekén. Pedig a szárazföldi élet múltja közel 1 milliárd évre nyúlik vissza, az emberi jelenlét mindössze 2 millió évet mondhat magáénak. Amikor őseink Afrikában, majd a Földközi-tenger környékén megjelentek, a növények már tapasztalt élőlényeknek számítottak sok-sok millió éves múltjukkal.

David Attenborough, aki korunkban sikeres tolmácsnak bizonyult az emberek és a növények között, a következőket írja „A növények magánélete” című könyvében:

„A növények sok tekintetben sikeresebb élőlények, mint az állatok. A növények voltak bolygónk első telepesei. Mind a mai napig képesek arra, hogy olyan helyeken is jól fejlődjenek, ahol semmilyen állat nem élne meg egy percig sem.



Nagyobbra nőnek és sokkal hosszabb ideig élnek, mint bármelyik állat. Ráadásul az állatok teljes mértékben tőlük függenek. Amint az Ótestamentum oly tömören megfogalmazza: „csak fű a test”. Minden állat, még a legelszántabb ragadozó is növényt eszik, ha nem elsődlegesen, akkor másod-, harmad-, vagy negyedfokon. Az eszkimó néven közismert sarkvidéki inuitokról az a hír járja, hogy mielőtt az enyhébb, délebbi tájakra is leruccantak volna, kizárólag fókahúson és halon éltek, semmiféle növényi táplálékot nem fogyasztottak. Csakhogy a fókák halat esznek, a halak kisebb halakat, a kis halak még kisebb élőlényeket, például parányi rákokat, amelyek az óceánok felszínén lebegő, mikroszkopikus algák hatalmas felhőin legelésznek. Az algák pedig növények.

Amikor szembesítenek minket ezekkel a vitathatatlan tényekkel, meglehet, elismerjük, hogy mi, emberek is függünk a növényektől. De azt már korántsem készségesen látjuk be, hogy a növényeket egyáltalán nem sikerült tökéletesen uralmunk alá hajtani. Nem kétséges persze, hogy nem pusztán táplálkozásra használjuk őket, hanem fűtésre, ruházkodásra, építőanyagként, sőt dísznek is. Ráadásul akár gyökerestül is kitéphetjük, kivághatjuk, termesztethetjük, nyeshetjük, vagy átültethetjük bármelyiket, ahogy úri kedvünk tartja. De vajmi ritkán eszmélünk rá, hogy amikor kicsippentünk egy bogáncsot a zoknikból, vagy felhajtunk még egy pohár borocskát, olyan művelet végrehajtói vagyunk, amelyet nem mi kezdeményeztünk, hanem a növények, a maguk hihetetlenül eredményes hadjárata során, amelynek célja, hogy fajaiknak egyre több és több élőhelyet szerezzenek a földünkön.”

Az idézet utolsó mondata a növények „kezdeményező” szerepéről írói túlzásnak tekinthető. A szerző azonban csupán nyomatékosítja azt az általunk is tapasztalt jelenséget, hogy a növények milyen eltökéltséggel harcolnak létfeltételeikért. Mindenki tapasztalhatja, mint törekszenek a növények a fény felé, lévén, hogy a fotoszintézis folyamatában kulcsszerepet játszó fény teszi lehetővé gyarapodásukat. A napraforgó például nevében hordja tulajdonságát, amellyel tányérja engedelmesen követi a Nap útját. Nagyon sok cifra példáját láttam annak is, hogy a fák gyökérzete milyen konok következetességgel üldözi a talajban az éltető vizet. Platánfa gyökerét láttam, amely a száraz talajban utolérte a csatornavezetékét, és azt összeroppantva a vezetékben haladt tovább a vízért. Különös gyökér képződményt alakí-



*Törökmogyoró*

tott ki termőhelyén egy tölgyfa. A felső termőrétegben sűrű tápláló-gyökérzetet fejlesztett ki, az azt követő, homokos, humusz nélküli talajon a főgyökér áthaladt a mintegy másfél méter vastagságban táplálógyökér nélkül, mert a „fa rájött”, hogy ahol nincs ásvány és víz, ott nem kell keresni. A homoksáv alatt – több mint két méter mélységben – újra televényréteg helyezkedett el, ezért a fagyökér ide is lehalt, és újabb táplálógyökér-hálózatot fejlesztett ki, mert itt már volt miért.

Számtalan egyéb példával is rendelkezünk. Figyeljük meg a kúszónövényeket: kacsokkal mint keresik a támasztékot, a terjeszkedés lehetőségét; vagy a fagyilkos fagyöngyöt – saját gyökere nem lévén – miképpen mélyeszti szívócsápjait a gazdanövény szövetébe, hogy a fa által felvett táplálékot magának megszerezze.

Kétségtelen tény, hogy a növények szaporodása és létért való harca akár tudatos cselekménynek is tűnhet, de csak helyeselni lehet, hogy Attenborough végül is visszatért Darwin magyarázatához, amelyet 1859-ben megjelent alapművében, „A fajok eredete” c. munkájában fejtett ki. Ebben Darwin bebizonyította, hogy a fajok a természetes kiválasztódás útján fejlődnek, így szerzik meg változó és örökletes tulajdonságaikat. A természet ily módon végzi nemesítő munkáját, hiszen a létért való küzdelemben a növények alkalmazkodni tudó egyedei maradnak fenn és fejlődnek tovább.

Talán beképzeltség megjegyezni, hogy az ember még a növényeknél is fejlettebb faj, és különösen a természet pusztításában nagyfokú leleményességet képes tanúsítani.

Az alkalmazni képes ember számára nem közömbösek a növény tulajdonságai. A növény **termőképesége, táplálék, fény- és vízigénye**, az adott klímához való **alkalmazkodó képesége, díszítő értéke, ellenállóképessége, a külső körülmények tűrése, oxigénigénye, szaporíthatósága, védő funkcióra való alkalmassága**, összefoglalóan **hasznossága**, és ehhez kapcsolódóan **értéke** mind olyan tulajdonság-csokor, amelyet a felhasználó nem hagyhat figyelmen kívül. Ezek együttesen alkotják a fák várostűrését is.

Példaképpen következék néhány hazai várostűrő fa és cserje.

**Fák:**

<i>Acer campestre</i>	mezei juhar
<i>Acer monspessulanum</i>	francia juhar
<i>Acer platanoides</i> 'Globosum'	gömbjuhar
<i>Ailanthus altissima</i>	bálványfa
<i>Celtis occidentalis</i>	nyugati ostorfa
<i>Corylus colurna</i>	törökmogyoró
<i>Crateegus oxiacantha</i>	galagonya
<i>Fraxinus excelsior</i>	magas kőris
<i>Fraxinus ornus</i>	virágos kőris
<i>Ginkgo biloba</i>	páfrányfenyő

---

Koelreuteria paniculata	csörgőfa
Quercus robur	kocsányos tölgy
Quercus turnerii	örökzöld tölgy
Robinia pseudoacacia	akác
Sophora japonica	japán akác
Tilia 'Szent István'	Szent István hárs
Ligustrum ovalifolium	fagyal
Berberis julianae	Juliska berberis
Pyracantha coccinea	tűztövis
Cotoneaster horizontalis	madárbirs
Cornus mas	húsos som

Fontos megjegyezni a növények sokoldalú tu-

lajdonságairól, hogy azok **egyidőben** je-  
lentkeznek. Didaktikai szempontból kü-  
lön-külön vizsgálhatjuk a növényeknek  
a légkörre, klímára, érzékeinkre gya-  
korolt hatását, de ezek valójában  
együttesen, egyidejűleg hatnak. A  
fák, cserjék, pázsit egyidőben vég-  
zik asszimilációs tevékenységüket,  
ugyanakkor befolyásolják a klí-  
mát, kiszűrik a szennyezést és  
szabályozzák a talaj vízforgalmát.  
Ezek együttesen ható cselekedetek,  
így összevontan, **halmozottan jelent-  
kezik értékük**, és éppen ez az, amit  
sok tudatlan politikus nem hajlandó el-  
ismerni. Sokan természetesnek tartják, hogy

egy ház vagy lakás drágább a zöldövezetben, de a  
zöldövezet elemeit, a növényeket már nehezen tudják értékként elfogadni. Egy  
beruházó mindent megtesz, hogy „zöldmezős” módon, a növényzet kipusztítása  
árán építse fel profittermelő betonépítményét; ám estéként természetes járadéknak  
tekinti, hogy fákkal keretezett házában térjen nyugovóra. Természetesnek tartja  
birtokolni golfpályáját is, amely nem más, mint látszat-természet, hiszen gondo-  
zása jelentős energiaráfordítást igényel. A golfpálya technikai ráfordítást igénylő  
műtermészet rendszerint olyan helyen, ahol azelőtt fák képeztek valódi természe-  
tet.



*Bálványfa*

---

Ha képesek vagyunk a természet szavát értelmezni, ha megismerjük a növényzet környezetünkre gyakorolt hatását, akkor **két hibás gyakorlattal kell megküzdenünk.**

Az első: el kell érni, hogy a környezet, ezen belül a **növényzet értéke beépüljön érdekviszonyainkba.** Az érdek az ember biológiai tulajdonsága, amelyet kiiktatni keveseknek adatott meg. Ugyanakkor **az emberi faj fennmaradása a legmagasabb rendű érdeknek tekinthető.** Ezért a közgazdászok és a környezettel kapcsolatos szaktudományok művelőinek sürgős feladata ezt mindinkább beépíteni a mindennapi tevékenységeket szabályozó részérdek-viszonyokba. Ez a könyv szerény kísérlet arra, hogy a növények esetében e kívánalmat teljesítse.

A második tényező – nem függetlenül az előzőtől – elérni, hogy kezdeti tétova törvényeinknek, a környezet és ezzel kapcsolatban közegészségünk védelmében hozott szabályainak **valódi rendfokozatot szerezzünk.** (Természetesen ezzel nem azt akarom mondani, hogy a meglévő jogszabályainkon nincs mit javítani.) Ezek a törvények hatályosak, de betartásuk még nem biztosított. Rossz példa sok van, ám ezúttal hadd szolgáljak egy jó példával, egy megtörtént eset kapcsán.

Roosevelt elnök tudta, hogy Sztálin már nagyon türelmetlen, ezért fontosnak tartotta őt megnyugtatni. 1943. december 6-án a következő táviratot küldte a Kremlbe: „Döntés született Eisenhower tábornoknak az Overlord hadművelet parancsnokává történő azonnali kinevezésére.” Az Abwehrnek – a német katonai elhárító szolgálatnak – nem okozott nagy fejtörést a távirat megfejtése. Az Overlord (legfőbb úr) kifejezés csakis a szövetségesek partraszállási hadműveletének fedőneve lehetett.

Eisenhower még családja körében tölthette a Karácsonyt, s csak 1944 januárjában foglalta el angliai főhadiszállását. Noha Churchill ezt a posztot jobban szeretette volna angol kézben tudni – Sir Alan Brook személyében már jelöltje is volt –, túltette magát a csalódáson; Eisenhowert kitüntető barátsággal fogadta. Anglia ez időben gigantikus repülőgép-anyahajóra emlékeztetett, ahová ömlött a technika, s megindult már a katonaáradat is a szigetországba.

Churchillnek és Eisenhowernek nagyon sok volt a megbeszélőnivalója. Hamarosan rájöttek, hogy a Downing Street 10. forgalmas hivatali környezete nem alkalmas az elmélyülést igénylő megbeszélésekre, ezért rendszerint Churchill otthonában tárgyaltak, Chequersben. Chequers az angol miniszterelnök otthona; ormóttan, vörös téglás épület, amely inkább hasonlít gyári szerelőcsarnokra, mint kormányelnöki rezidenciára. Nyáron félhektárnyi pázsitterület és néhány futóróza segítségével próbálnak otthont alakítani az épületből.

Az első látogatáson Churchill udvariasan érdeklődött Eisenhowerrel, elégedett-e elhelyezésével. Eisenhower mindent rendben lévőnek talált, csupán azt kérte házigazdájától, hogy maga után hozathassa kedvenc kiskutyáját. Churchill ezt megígérte, ám a következő látogatás során sajnálkozva közölte: a kérés nem telje-

---

síthető, mert Angliában az állategészségügyi szabályok nem teszik lehetővé a külföldi kutyák behozatalát. A kutyus Amerikában maradt.

Nem tagadható, hogy a kérés teljesítésének megvoltak a méltányolandó körülményei. Churchill, mint miniszterelnök mégiscsak felelős hivatalát töltötte be. Eisenhower, mint a második front parancsnoka, jelentős személyiségnek számított. Nem elhanyagolható körülmény, hogy 1944-ben Anglia élethalál harcra hívta Hitler ellen, és e harcban a két kérelmező kulcsszerepet játszott. Ám a közegészségügyi szabály erősebb volt náluk, mert Anglia olyan ország, ahol a **sabálynak rendfokozata van**.

Évezredünk utolsó előtti évében, 1999. augusztus 11-én glóbuszunk népességének egyharmada ritka látványban részesült: a Hold néhány másodpercre eltakarta a Napot. Híradások szerint kétmilliárd ember ünnepelte a nem mindennapi látványt, amely hazánkban éppen a déli időszakban okozott rövid nap-ali sötétséget.

Az esemény sokféle gondolatsort indíthatott el. Például bebizonyíthatta a **tudomány fejlettségét**, amely percre, másodpercre képes ilyen jelenséget prognosztizálni. Sok emberben felmerülhetett, hogy a **Naptól függünk**, az onnan jövő fény teszi lehetővé a földi életet, lévén a napsugár a legfontosabb biokémiai folyamat, a fotoszintézis nélkülözhetetlen tényezője. Továbbá nyilvánvalóvá vált, hogy a **Napból** nem csupán éltető sugarak származnak, hanem **káros UV-sugarak** is. Ám a dolgok csodálatos elrendezése miatt kialakult az oxigénből az ózonréteg, amely a káros sugarakat kiszűri, a hasznos sugarakat átengedi, lehetővé téve ezzel a szárazföldi életet.

Ez a könyv azért íródott, mert kézzelfogható jelei vannak az életet biztosító **tényezők károsításának** de annak is, hogy képesek vagyunk a kedvezőtlen folyamatokat leállítani és megőrizni az életet biztosító harmóniát. Talán csodát kell művelni! Ha igen, akkor annak egyik kulcsa a növényzetben lelhető fel.

---

## Felhasznált irodalom

- Al Gore: Mérlegen a Föld. Föld Napja Alapítvány, 1993. Budapest.
- Angermenn H. Vogel G.: Biológia. SH atlasz. Springer Verlag, 1994. Berlin – Budapest.
- Árvai J.: Hulladékgazdálkodási kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, 1992. Budapest.
- Attenborough, D.: A növények magánélete. Aqua Kiadó, 1995. Budapest.
- Attenborough, D.: Az élő bolygó. Novotrade, 1989. Budapest.
- Attenborough, D.: Az első édenkert. Park Kiadó, 1990. Budapest.
- Barátfi I.: Környezettechnikai kézikönyv. Környezettechnika Szolgáltató Kft. kiadása. Budapest, 1990.
- Bartha D.: Magyarország faóriásai és famatuzsálemek. Erdészettörténeti Közlemények. Budapest Sopron, 1994.
- Brown, L.: A világ helyzete. 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999.
- Worldwatch Institute kötetei. Washington D.C.
- Csapody V.–Tóth I.: Flowering Trees and Shurbs. Akadémia Kiadó, Budapest, 1982.
- Élet és Tudomány: Fémek a parkban. Schmidt–Vetter. 1999. 19. szám.
- Environment and Employment. Conference Proceedings European Comission Brussels. 1997.
- Förstner, Ulrich: Környezetvédelmi technika. Springer Verlag, 1993. Budapest – Berlin.
- Ghimessy L.: A tájpotenciál. Mezőgazdasági Kiadó, 1984. Budapest.
- Global Environmental Issues Edited. Smith, P.M. and Warr, K. Hodder and Stoughton, London – Torontó, 1991.
- Gulácsy B.: A városok zöldterületei. Mérnöktovábbképző Intézet jegyzete. 1954. Budapest.
- Havas P.: A környezeti nevelés és e helyi tanterv. Körlánc. Info Group, 1997. Budapest
- Havas P.: A városban. Körlánc. Info Group, 1999. Budapest
- Hemrich, D.–Hergt I.: Ökológia. SH atlasz. Springer Verlag. Budapest, Berlin, New-York, London, Párizs, 1994.
- Hoffmann, P.: Über die Wertbestimmung von Baumen. (1960.) Das Gartenamt, 9. évf. 11. szám, Hannover.
- Humford, L.: A város a történelemben. Gondolat Kiadó, Budapest, 1985.
- Jámborné Benczúr E., Ifjú Z., Túróczi A.: A Tilia Szent István várostűrő hárs szelekciója és faiskolai nevelése. 1999. Kertgazdaság 31:4. 1–7.
- Jámborné Benczúr E.: 1988. Ipari területek 161–169. In: Schmidt G.: A kert élő díszei, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Jancsó Vilmos: Pest-Buda kertjei. Tanulmány. Fővárosi Kertészet kiadása. Budapest, 1967.
- Kárpáti Z.–Terpó A.: Kertészeti növénytan. I-II. kötet. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1968.
- Kereszty A.: Zöld Tények Könyve. Delacroix Kiadó, Budapest, 1998.
- Kiáczy Gy.–Szendrői J.: A zöldfelületek fenntartása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1980.
- Kiss K.: Ezredvégi Kert-Magyarország. V-Kiadó, Budapest, 1994.
- Kiss K.: Forced March. Hungarian Traffic Club, Budapest, 1997.
- Klímavédelem a fejlett országokban. OECD tanulmány. Kiadó: Környezetvédelmi Minisztérium. Budapest, 1997.

---

Kokics T.: A magyar települések mai növényállománya. Előadás a VI. Dendrológiai Kongresszuson. Budapest, 1978.

Konkolyné Gyuró É.: Fásor- és növénytelepítési útmutató. Soproni Egyetem Erdőmérnöki kar. Sopron, 1997.

Korten, C. David: Tőkés társaságok világalma. Kapu Kiadó, Budapest, 1996.

Kovács–Podani–Tuba–Turcsányi: A környezetszennyezést jelző és mérő élőlények. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1986.

Könczey R.–S. Nagy A.: Zöldköznapi kalauz. Föld Napja Alapítvány, Budapest, 1997.

Környezetstatisztikai adatok, 1996. Központi Statisztikai Hivatal, Budapest, 1998.

Környezetvédelmi Enciklopédia I–III. kötetek. Dtovorg Kft kiadása, Budapest, 1990.

Környezetvédelmi Minisztérium adatai hazánk környezeti állapotáról. 1996 és 1997.

Lieth, H. Phenology and Seasonality modeling. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York, 1974.

Ligeti I.: A nemzetközi mértékegység-rendszer és használata. Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 1979.

Lorenz, K.: Embervoltunk hanyatlása. Cartafilus Kiadó, Budapest, 1994.

Madas K.–Radó D.–Siklósi E.: Zöldterületek eszmei értékének megállapítása. Erdők. Tanulmány. Budapest, 1989.

Márkus L.: Erdőérték- és eredményszámítás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1986.

Márkus L.–Mészáros K.: Erdőérték-számítás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. 1997. Budapest.

Mócsényi M.: Az urbanizáció hatása a táj természeti elemeire. Tanulmány a környezetvédelem biológiai alapjaiból. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1975.

Nyitrai R.: Település – közigazdaság – kultúra. Közigazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest, 1992.

Ormos I.: A kerttervezés története és gyakorlata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1967.

Pavics L.–Lukács A.: Ajánlások a 2000 évi költségvetési koncepcióhoz. Levegő Munkacsoport, Budapest, 1999.

Pearoe F.: A világ éghajlata. Megérett az idő a cselekvésre. WWF. füzetek. Kiadó: Levegő Munkacsoport, Budapest, 1998.

Penyigery D.: Debrecen erdőgazdálkodása a XVII. és XVIII. században. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1980.

Perényi I.: Város, ember, környezet. Tanulmány. Városepítés, 1976. 3. szám.

Polumin, O.: Európa fái és bokrai. Gondolat Kiadó, Budapest, 1981.

Radó D.: Bel- és külterületi fasorok EU-módszer szerinti értékelése. A Lélegzet 1999/7-8. számának melléklete. Budapest, 1999.

Radó D.: Budapesti parkok és terek. Magyar Nemzeti Galéria. Budapest, 1985.

Radó D.: Fák a betonrengetegben. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1981.

Radó D.: Településgazdálkodási ismeretek. Egyetemi jegyzet. Kertészeti Egyetem, Táj- és kertépítészeti szak. Budapest, 1987.

Radó D.: Városok zöld szigetei. Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 1983.

Radó D.: Zöldfelületgazdálkodás. Építésügyi Tájékoztatói Központ. 1988.

Rapaics R.: Magyar kertek. Királyi magyar Egyetemi Nyomda, Budapest, 1938.

Reichholf, J.: A vizek világa. Magyar Könyvklub. Budapest, 1998.

Riói Világkonferencia dokumentumai. Feladatok a XXI. századra. Kiadja: Föld Napja Alapítvány, Budapest, 1993. Szerk. i Bulla Miklós, Foltányi Zsuzsa, dr. Varga Judit.

Samuelson, P.–Nordhaus, W.: Közgazdaságtan I-III. kötet. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1987.

Susánszky K. és társai: Porszenyveződés és zajerősség mérése. Miskolci Nehézipari és Műszaki Egyetem. Tanulmány. Miskolc, 1974.

Szabadi G.: Növényvédőszeres, termésnövelő anyagok. 1998. Földművelésügyi Minisztérium összeállítása. Budapest.

Szász G.–Tőkei L.: Meteorológia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1997.

Tardy J.: Természetvédelem '94. Kiadó: Környezetvédelmi Minisztérium, Budapest, 1994.

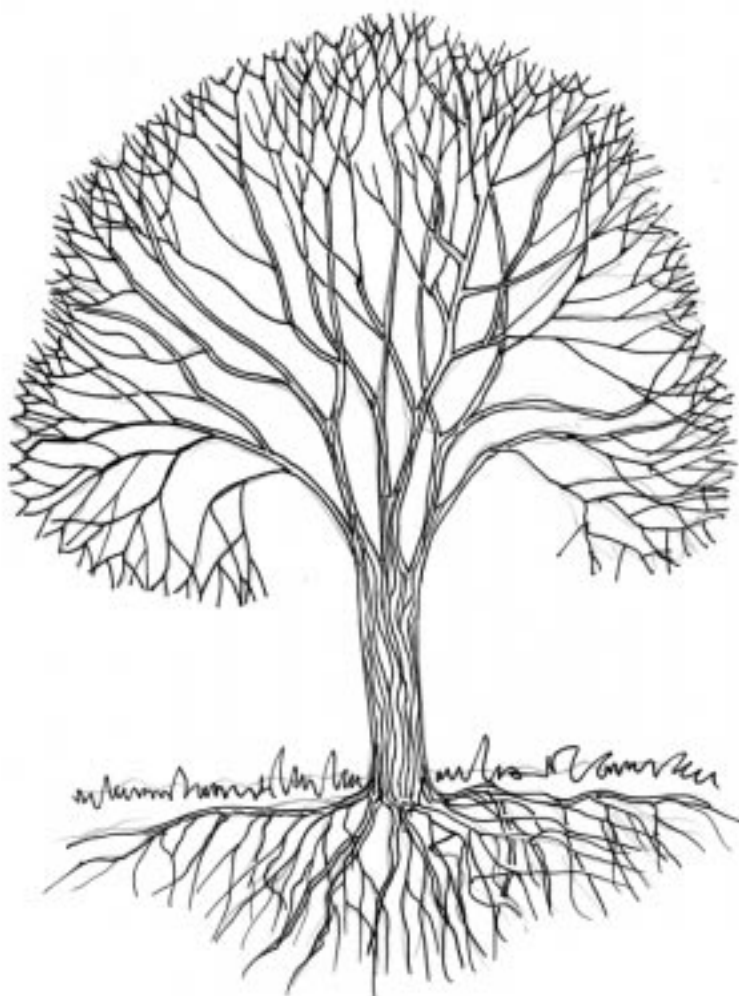
Terpó A.–Egyed K.: Budapest őshonos növényei I-II. kötet. Kézirat, 1983.

Tóth I.: Dísfák, díszcserjék. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1969.

Váralljai Gy.: A termőtalaj funkciói. Magyar Tudomány (MTA folyóirat, 1997. decemberi szám.)

A felsoroltakon kívül felhasználtam még az alábbi munkákat:

KSH statisztikai kiadványai, Környezetvédelmi Lexikon, Körlánc kiadványok, Egyetemi és középiskolai tankönyvek, A Lélegzet folyóirat különböző számai.





# Levegő Munkacsoport

## Országos Környezetvédő Szövetség

- 1988-ban alakult, jelenleg 107 tagszervezete van. Jelentős eredményeket tud felmutatni a lakosság mozgósításában, a döntések előkészítésében és a döntéshozatal befolyásolásában egyaránt.
- Munkája elsősorban az állami költségvetés és adórendszer, a közlekedés, a településfejlesztés, az energia-termelés és -felhasználás környezetkímélőbbé tételére irányul.
- A meg nem újuló energiahordozók, nyersanyagok, természeti kincsek ésszerűbb, takarékosabb felhasználását, a természet állapotának megőrzését és javítását szorgalmazza.
- Elsőrendű feladatnak tartja az oktatás színvonalának emelését, a foglalkoztatottság növelését, az emberi munkát terhelő adók csökkentését és ennek ellentételezéseként a súlyosan környezetszennyező tevékenységek magasabb adóterhekkel történő visszaszorítását.
- A döntéshozatalban való állampolgári részvétel lehetőségeinek kibővítésére törekszik.
- Tíz éves tevékenységének főbb elemei: érdekérvényesítés, tudatformálás, környezeti nevelés, tanulmányok és javaslatok készítése, vitaestek, lakossági fórumok, kampányok, társadalmi megmozdulások — ha kell tiltakozó akciók, tüntetések megszervezése és lebonyolítása.
- Közel négyezer példányban adja ki a Lélegzet c. környezetvédelmi havilapot.

**Legyen Ön is a Levegő Munkacsoport pártoló tagja!**

1465 Budapest, Pf. 1676

Telefon: 209-3823, 209-3824; fax: 365-0438

Drótposta: [levego@levego.hu](mailto:levego@levego.hu)

Honlap: [www.levego.hu](http://www.levego.hu)

# A LÉLEGZET

című folyóirat havonta ad tájékoztatást Magyarország és a világ környezeti állapotáról, a környezet védelmét elősegítő intézkedésekről és javaslatokról, valamint a környezetvédő mozgalmak tevékenységéről.

A Lélegzetet 1991 óta jelenteti meg a Levegő Munkacsoport. Színvonalát és elismertségét jelzi, hogy sok újságcikk, rádió- és televízióriport készült már a Lélegzet által közölt információk nyomán.

Kérés esetén szívesen küldünk Önnek díjmentesen egy mintapéldányt.

**Címünk: 1465 Budapest, Pf. 1676**

**Telefon: 209-3823, 209-3824. Fax: 365-0438.**

**Drótposta: szerk@lelegzet.hu**

**Honlap: www.lelegzet.hu**

## **A LÉLEGZET részére**

**1465 Budapest, Pf. 1676**

- ☐ A Levegő Munkacsoport pártoló tagja kívánok lenni.
- ☐ Csak a Lélegzetet kívánom megrendelni.
- ☐ A tagsági díjat postai utalványon befizettem a fenti címre.
- ☐ A tagsági díjat átutaltam az

ABN-AMRO 10200830-32321418-00000000 számlaszámra.

- ☐ Kérem, küldjenek a befizetéshez csekket.

Az éves tagdíj mindkét szervezetnél magánszemélyeknek 2400 Ft, jogi tagoknak kölcsönös megállapodás szerint. Diákok és nyugdíjasok 50% kedvezményt kapnak.

A tagok a Lélegzetet díjmentesen megkapják.

Ha csak a Lélegzetet kívánja előfizetni, annak éves díja áfával együtt 2688 Ft.

Név: .....

Intézmény, szervezet esetén

a képviselő neve: .....

Levelezési cím: .....

Telefon: ..... Fax: .....



