



Interreg

Austria-Hungary

European Union – European Regional Development Fund



REIN-Forest



A klímaváltozás erdőkre gyakorolt hatása

egyetemesen és az osztrák-magyar határtérségben

SEGÉDANYAG KÖZÉPISKOLÁS TANULÓK ÉS PEDAGÓGUSOK RÉSZÉRE

Impresszum

Kiadó: Vas Megyei Önkormányzati Hivatal

Szerkesztő: EFFIX-Marketing Kft.

Kiadás éve: 2022

A középiskolás tanulók és pedagógusok részére készült oktatási segédanyag a REIN-Forest (ATHU150 számú) projekten belül az INTERREG V-A Ausztria-Magyarország Program keretében, az Európai Regionális Fejlesztési Alap támogatásával valósult meg.

Copyright © Vas Megyei Önkormányzati Hivatal

A klímaváltozás erdőkre gyakorolt negatív hatásainak mérséklése égető probléma az emberiség, a Föld jövője vonatkozásában. Rengeteg tudásanyag áll rendelkezésre a témában. Jelen oktatási segédanyag terjedelme csak a legfontosabb tudnivalók áttekintésére ad keretet. Így kiindulásként összeállítottunk egy rövid linkjegyzéket azok számára, akik a témában mélyebb ismeretekre kívánnak szert tenni:

www.masfelfok.hu

www.karbonkalkulator.hu 01

www.karbonkalkulator.hu 02

ttk.elte.hu 01

www.met.hu 01

www.upmforestlife.com

ttk.elte.hu 02

www.met.hu 02

info.bml.gv.at 01

info.bml.gv.at 02

www.klimafitterwald.at

info.bml.gv.at 03

www.scientia.hu

www.opslagco2inhout.nl

www.wald.rlp.de

www.proholz.at

www.klima.erti.hu

www.klimavaltozas.oeo.hu

nfk.gov.hu

publicatio.uni-sopron.hu

real.mtak.hu 01

real.mtak.hu 02



www.climate.nyme.hu

real.mtak.hu 03

erti.naik.hu

agrarklima2.nyme.hu

APPLIKÁCIÓK

Famagasságmérő

play.google.com 01

Levélfelület becslés

play.google.com 02

Klímaváltozás

play.google.com 03

Szénlábnyom kalkulátorok

play.google.com 04

Erdődinamika szimulátor

etools.tuzvo.sk

ÉRDEKES INFORMÁCIÓK

Kattints a linkekre!



Tartalomjegyzék

ELŐSZÓ	4
BEVEZETÉS	5
KLÍMAVÁLTOZÁS	5
<i>A klíma és a klímaváltozás fogalma</i>	5
<i>A hőmérséklet változása</i>	6
<i>A csapadék változása</i>	6
<i>Az éghajlati övek változása</i>	7
<i>A klímaváltozás az osztrák-magyar határtérségben az elmúlt időszakban</i>	7
A KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS AZ ERDŐ KAPCSOLATA	8
<i>Ausztria és Magyarország erdei</i>	8
<i>A mérsékelt égövi erdők övezetessége, zonáció</i>	10
<i>A klímaváltozás hatása az erdőtakaróra</i>	11
<i>A klímaváltozás következményei az osztrák-magyar határtérségben</i>	12
AZ ERDŐGAZDÁLKODÁS SZEREPE A KLÍMAVÁLTOZÁS ELLENI KÜZDELEMBEN	14
<i>Alkalmazkodó, természetközeli erdőgazdálkodás fogalma</i>	14
<i>Lehetőségek a klímaváltozás erdőkre gyakorolt hatásainak mérséklésére</i>	14
<i>A városi zöldfelületek szerepe</i>	15
IRODALOMJEGYZÉK	18

KEDVES PEDAGÓGUSOK! KEDVES KÖZÉPISKOLÁS DIÁKOK!

A klímaváltozás erdőkre gyakorolt hatásáról készült régióspecifikus segédanyagunkban fontosnak tartjuk, hogy a klímaváltozás helyi szintű károsító hatásáról a középiskolás korosztálynak legyen információja. Ezáltal még jobban tudatosul az egyéni felelősség kérdése, hiszen az éghajlatváltozás negatív következményei fokozódóan befolyásolják mindennapjainkat.

Az osztrák-magyar határrégióra jellemző érdekes-ségekkel, tényekkel, interaktív és élményközpontú feladatokkal szeretnénk bővíteni a középiskolások témabeli tájékozottságát és segédletet nyújtani a régióban oktató pedagógusok számára a kötelező tananyag kiegészítésével kapcsolatosan.

*Ezt a mintegy
100 éves bükköt körülbelül
20 m magasnak kell elképzelni, közel
12 m átmérőjű koronával. 600.000 levelével
120 m²-es alapterületét 1.200 m²-nyi levélfelületté
tízszeresíti meg. A szívacsos alapszövet levegőtere révén mintegy
15.000 m²-nyi sejtfelület jön létre a gázcsere számára, ami két futball-
pályának felel meg! Ez a fa egyetlen napsütéses napon 9.400 liter = 18 kg
szén-dioxidot dolgoz fel. Ez két és fél családi ház átlagos szén-dioxid-
hulladéka. A levegő szén-dioxid-tartalma kb. 0,03 %, így 36.000 m³
levegőnek kell ezeken a leveleken átáramlani, az abban lévő baktériumokkal,
gombaspórákkal, porral és más káros anyagokkal együtt,
amelyek nagyobb része a leveleken marad vissza. Egyidejűleg
a levegő nedvességtartalma nő, mivel egyetlen nap alatt mintegy
400 liter vizet használ fel, és párologtat el a fa. A 13 kg oxigén, amit
a fa eközben a fotoszintézis révén hulladék-termékként előállít,
körülbelül 10 ember szükségletét fedezi. Egyetlen nap alatt a fa saját maga
számára 12 kg cukrot állít elő, amiből összes szerves anyagát felépíti.
Ennek egy részét keményítő formájában tárolja, a másik részéből
fáját építi fel. Ha ezt a fát kivágják, hogy jobban meg
lehessen művelni a szántóföldet, vagy az autóklub
kívánságára, mivel az túl nagy árnyékot vet,
vagy mert éppen
a fa helyén
kívánnak egy
szerszámos kamrát
felépíteni, úgy
2.000 darab,
egyenként egy köbméter
lombtérfogató fiatal
fát kellene ültetni teljes értékű pótlásához.
Ennek költsége mintegy 250.000 svájci frankot tenne ki.*

► **ábra:** Szövegfa

forrás: *Találkozzunk az erdőben!* Erdőpedagógia. Kézikönyv gyakorlati útmutatásokkal, erdei vezetési ötletekkel és példákkal

Bevezetés

A különböző földtörténeti időszakokban Földünk klímája ciklikusan változott, de a változás mértéke sosem volt ilyen gyors, mint napjainkban. A változás okának, mértékének, várható hatásainak feltárása segítséget nyújt abban, hogy miképpen tudjuk lassítani, befolyásolni ezeket a változásokat.

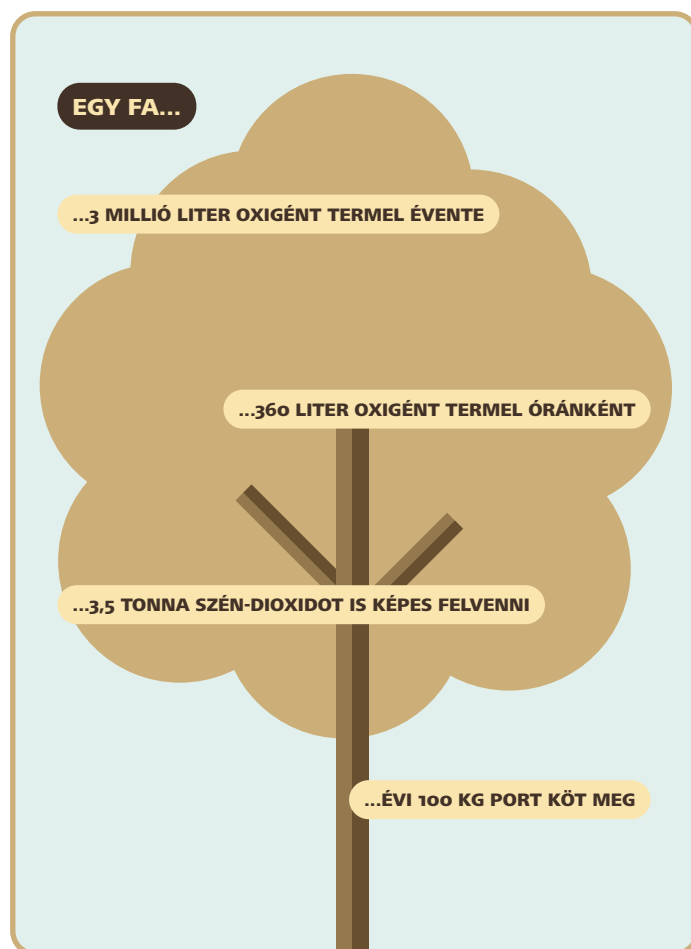
Az erdő – mint a szárazföld egyik legösszetettebb ökoszisztémája – döntő fontosságú a klímaváltozás elleni küzdelemben.

Az Európai Unióban az erdők az üvegházhatású gázok mintegy 8,9 %-át képesek semlegesíteni (2018).

A segédanyagban a klímaváltozás kérdései mellett áttekintést adunk – az erdő-ember kapcsolatán keresztül – a megújuló természeti erőforrások lehetőségeiről.

Amellett, hogy odafigyeléssel sokat tehetünk a klímavédelem érdekében, kifejezett figyelmet kell fordítanunk erdeink megóvására, illetve új erdők telepítésére.

ÓVJUK ERDEINKET!



▶ ábra: A fák szerepe

Klímaváltozás

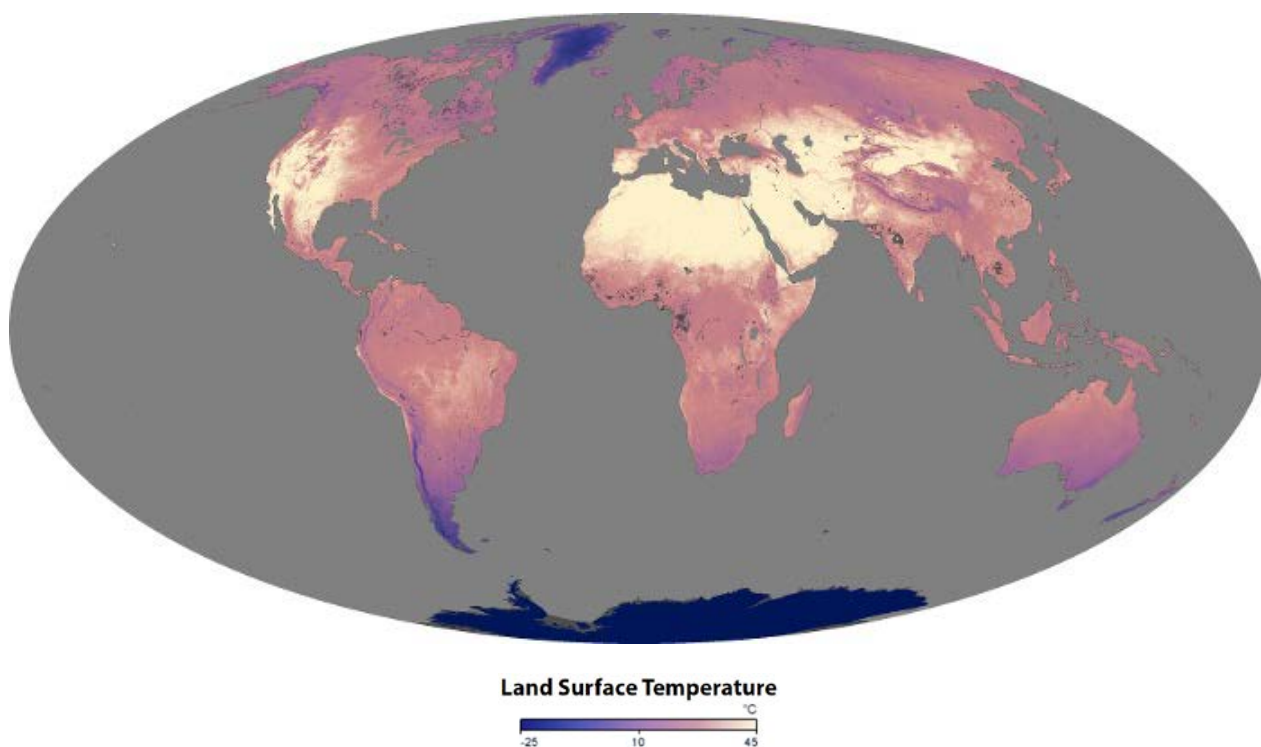
A KLÍMA ÉS A KLÍMAVÁLTOZÁS FOGALMA

Földünk klímája nem állandó. Folyamatosan változik, változott a régmúltban is, amelyre jó példa az egyes éghajlati övek eltolódása és változása. Klíma, azaz éghajlat alatt a Föld hosszútávú időjárási viszonyainak összességét értjük, melyek rendszerben működnek, folyamatosan kölcsönhatásban vannak egymással. A hosszútávú időjárási viszonyok helyi vagy globális szinten történő jelentős mértékű és tartós megváltozását értjük klímaváltozás, másnéven éghajlatváltozás alatt.

A klímaváltozás egymással párhuzamosan ható okai az éghajlati rendszer (a légkör, a szárazföldek, az óceánok, a bioszféra és a felszíni szilárd víz, azaz a kirozszer) belső ingadozásai, a Naptevékenység, a vulkánkitörések és az antropogén hatások együttese.

Az emberi jelenlét a földi növényzet szerkezetének megváltoztatása mellett a napsugárzás egy részét visszaverő aeroszolok és az üvegházhatást fokozó gázok légkörbe juttatásával befolyásolja az éghajlatot. Az ember által kiváltott – azaz antropogén eredetű – klímaváltozás hatására olyan természetes folyamatok is elindultak, melyek fokozzák a természetes üvegházhatású gázok kibocsátását.

ÉRDEKESSÉG Egy felnőt fa oxigéntermelése egy ember éves oxigénszükségletét termeli meg egy vegetációs időszak alatt. Egy átlagos személyautó 20 ember oxigénszükségletét használja el egy 100 kilométeres távon kb. 1 óra alatt.



► **ábra:** A felszíni átlaghőmérséklet alakulása a Földön 2022 júliusában
forrás: earthobservatory.nasa.gov

A HŐMÉRSÉKLET VÁLTOZÁSA

Az üvegházhatású gázok kibocsátásának mértéke az ipari forradalom előtti időkhöz képest jelentősen megnőtt. Ennek köszönhető, hogy napjainkra 1 °C-kal nőtt a globális felszínközeli átlaghőmérséklet. Egyre magasabb a hőségnapok száma az osztrák-magyar határrégióban.

HŐSÉGNAP: hőségnapok alatt azokat a napokat értjük, amikor a napi maximum-hőmérséklet eléri vagy meghaladja a 30 °C-ot.

Az évszakok sokszor összerosódnak, a nyarak egyre forróbbak. A hosszabb aszályos időszakok előfordulása gyakoribbá válik. Nemcsak télen, hanem az októbertől márciusig terjedő teljes időszakban is csökken a fagyos napok száma. A különböző kórokozók, kártékony rovarfajok egyedszámát nem korlátozza a hideg, a késői fagyok pedig komoly veszélyt jelentenek a növényekre.

A pesszimista előrejelzések szerint az év során az utolsó tavaszi fagy átlagosan 20 nappal korábbra tolódik a 21. század végére. Mindemellett a növények fejlődési időszaka (vegetációs idejének kezdete) ennél is gyorsabban tolódik korábbra. Így az utolsó tavaszi fagyok a már zöldellő / virágzó növények fejlődésében komoly visszaesést okoznak.

ÉRDEKESSÉG 2003-ban a hóhullám mintegy 70.000 halálos áldozatot követelt 12 európai országban jórészt az idős emberek körében, hiszen a kor előrehaladtával a test hőszabályozó képessége gyengül. Becslések szerint 2050-re mintegy 120 000 emberéletet követelnek majd a hóhullámok, ha nem történnek további intézkedések a klímaváltozás mérséklésének az érdekében.

A CSAPADÉK VÁLTOZÁSA

A klímaváltozás a teljes földi vízháztartásra hatással van. A hidrológiai körfolyamatok felgyorsulása helyenként nagyon sok, vagy szélsőségesen kevés csapadékot eredményez. Míg a heves esőzések áradásokat, **villámárvizeket** okoznak; addig a **hosszabb csapadékhiányos időszakok** aszályhoz, ivóvízhiányhoz vezetnek.

Az osztrák-magyar határtérségben a csapadékhiánnyal és a szárazsággal összefüggő egyik legégetőbb ökológiai probléma a Fertő tó vízszintje és iszaposodása. Az ausztriai Ruszt településen a meder mélyítésének érdekében 2022-ben próbabprojekttbe kezdtek és megpróbálkoznak az iszap kipumpálásával, így növelve a vízmélységet.



▶ kép: Elsivatagosodás

ÉRDEKESSÉG 2021-ben október elején az olaszországi Genova megyében fél nap leforgása alatt az éves csapadékmennyiség fele hullott le. Ilyenre a csapadékmérések kezdete óta még nem volt példa.

AZ ÉGHAJLATI ÖVEK VÁLTOZÁSA

A klímaváltozás következtében az éghajlati övek jelentős eltolódása várható a jövőben. Ha az üvegházhatású gázok kibocsátása a jelenlegi ütemben folytatódik, akkor általánosságban elmondható, hogy a jégsapkák, a tundra és a tajga klímatispusok területe csökkenni fog, míg növekszik a mérsékelt, száraz, illetve a szavanna éghajlati övek területaránya a Földön.

TAJGA ÉGHAJLAT: másnéven szubarktikus éghajlat. A legszélsőségesebb kontinentális éghajlatnak számít: itt a legnagyobb az évi hőmérsékleti ingadozás; a nyár viszonylag meleg, míg a tél zord.

ÉGHAJLATI ÁTBILLENÉSI PONTOK: azok a kritikus, visszafordíthatatlan változások, amelyek bizonyos felmelegedési szint után következnek be.

Amennyiben az **Északi-sarkvidék jégsapkájának olvadása** átlépi ezt a bizonyos pontot, akkor a terület nyáron nagy mértékben jégmentes lesz. A tengeri áramlások gyengülése miatt Európában növekedhet a szélsőséges időjárási események előfordulása. A melegedő északi területek boreális erdeiben megemelkedhet a tűzesetek száma, ami széndioxid-kibocsátókká teszi az amúgy nagy szénelnyelő képességű erdőterületeket.

3-3,5 °C globális emelkedés esetén az **óceáni áramlási rendszerek** (amelyekhez a Golf-áramlat is tartozik) lelassulnak, akár le is állhatnak.

Az emberi tevékenység hatására az **Amazonas-esőerdők** 17 %-a semmisült meg 1970 óta. Az átbillenési pontot 20-40 % között becsülik, mely végső esetben az esőerdők szavannához hasonló területté alakulását jelentené a biodiverzitás, azaz a biológiai sokféleség nyilvánvaló jelentős csökkenése mellett tovább fokozva a légköri szén emelkedését.

A KLÍMAVÁLTOZÁS AZ OSZTRÁK-MAGYAR HATÁRTÉRSÉGBEN AZ ELMÚLT IDŐSZAKBAN

Az osztrák-magyar határrégió jelenleg a mérsékelt-övi kontinentális éghajlatú övezetbe tartozik. Az antropogén (emberi tevékenységből eredő) éghajlatváltozás következtében ezen a területen egyre magasabb a 35°C-t meghaladó maximum hőmérsékletű napok száma. Az egyre gyakrabban előforduló szélsőséges, 10-20 mm-t meghaladó csapadéktevékenységek villámárvizekhez vezetnek, melyek a természetes talajtakaró lehordásával, meredekebb oldalakon a talaj megcsúszásával járhatnak. A csapadék egyenetlen időbeni eloszlása miatt gyakrabban fordulnak elő aszályos időszakok, ezáltal megnehezítve az erdőgazdálkodást és a mezőgazdasági termelést. Az átlagos szélsébség globálisan csökkenést mutat, viszont megnő a szélsőséges szeles időjárási események valószínűsége, fokozódik az időjárási ciklontevékenységhez köthető viharok száma. Az átlagos szélsébség csökkenése következtében télen az ipari tevékenységből és a fűtésből származó légszennyezés tovább marad meg az alsó légrétegekben.

ÉRDEKESSÉG Az Európai Unióban az üvegházhatású gázok kibocsátásának a mértéke az 1990-es évekhez képest jelentős mértékű csökkenést mutat. A különböző földhasználati módokat tekintve az erdőgazdálkodás általi szén-dioxid lekötés a legnagyobb mértékű.

Az éghajlatváltozás hatására a **növényzeti klímazónák eltolódása és átalakulása** várható. Az erdős területek aránya jelentősen lecsökken, a zárt erdőállományok (tölgyesek, bükkösök) határa nyugatabbra tolódik, a sík (alföldi) területek nagy része sztyepp övezetté válik.

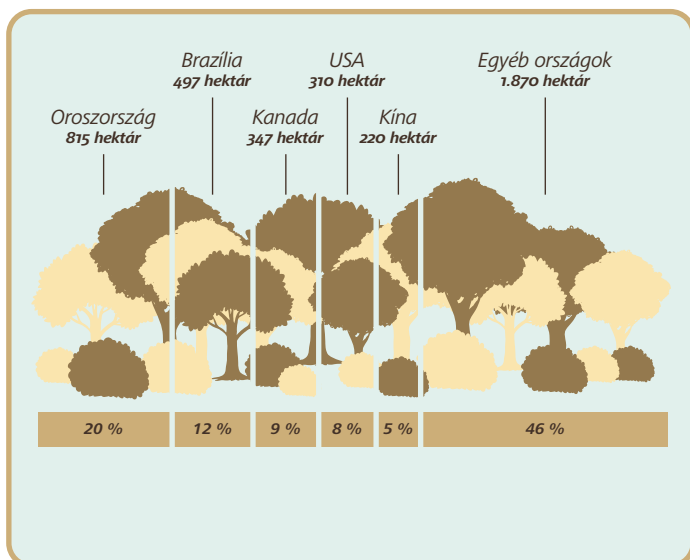
A klímaváltozás és az erdő kapcsolata

Az erdő, mint életközösség, mint ökológiai rendszer, nagymértékben függ az őt körülvevő környezettől. Ez a kapcsolat természetesen visszafelé is igaz: az erdő is hatással van a környezetére. Az úgynevezett abiotikus hatások azok a körülmények, tényezők, amelyek élettelen dologként hatnak az erdei ökoszisztéma elemeire, rendszerére. A klíma egyes elemeinek változása hatással van az erdei természeti rendszerre.

AZ OSZTRÁK-MAGYAR HATÁRTÉRSÉG ERDEI

A Földön mintegy 3 billió fa nő, ez több mint 400 fát jelent fejenként a világ lakosságára vetítve. Oroszország, Brazília, Kanada, az Egyesült Államok és Kína rendelkezik a legnagyobb erdőterülettel. Ez a Föld összes erdőterületének több mint a fele.

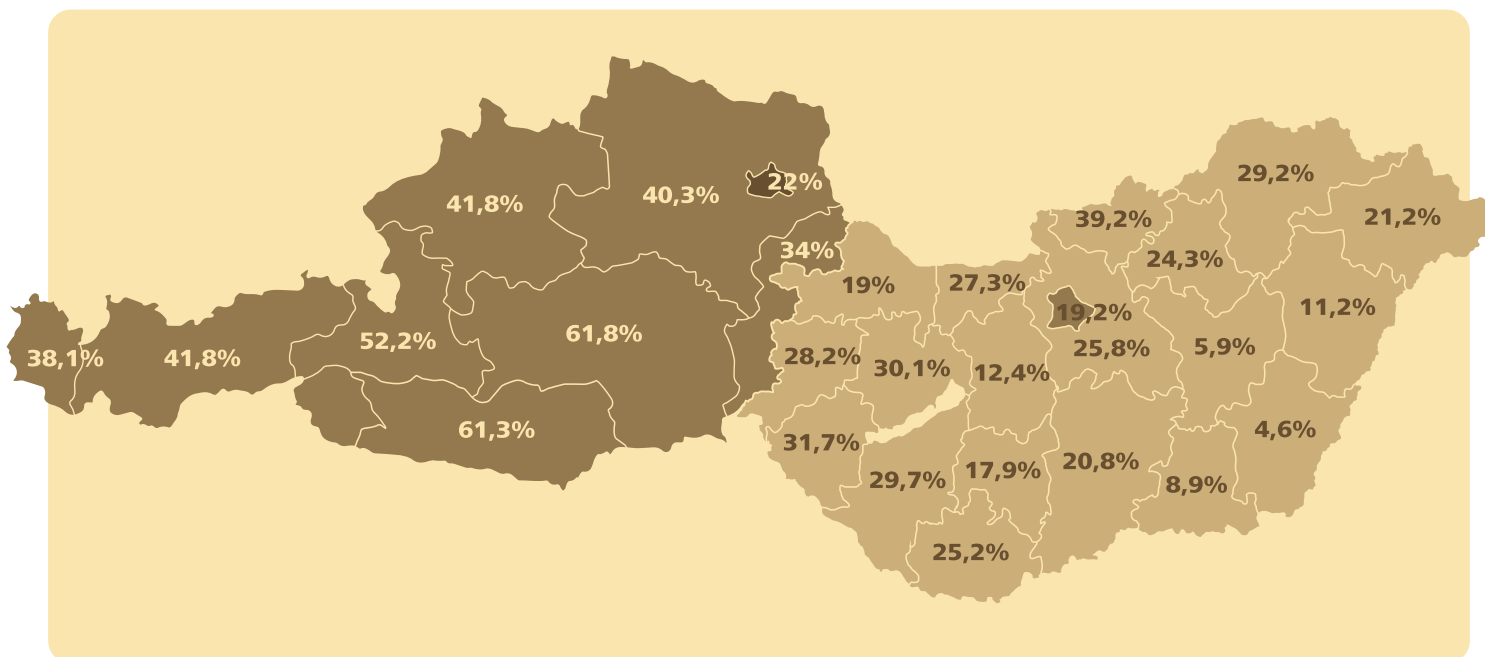
Magyarország és Ausztria erdőterülete évről évre növekedést mutat, mely az erdőtelepítéseknek köszönhető. Az osztrák-magyar határrégió erdősültsége a határ mindkét oldalán 30 % körüli.



► **ábra:** A Föld erdőterületének megoszlása
forrás: cepf-eu.org

	AUSZTRIA	MAGYARORSZÁG
Erdősültség	~47 %	~21 %
Erdőállomány	~ 4.015.000 ha	~ 2.063.659 ha
Élőfakészlet	~ 1.172,6 millió m ³	~ 399.000.000 m ³
Folyónövedék évi nagysága	~ 29,7 millió m ³	~ 13 millió m ³
Folyónövedék felhasználási aránya	~88 %	~50 %

► **ábra:** Tények és adatok Ausztria és Magyarország erdeire vonatkozóan



► **ábra:** Ausztria és Magyarország erdősültsége
forrás: A www.nfk.gov.hu és a www.geo.bfw.ac.at adatai alapján

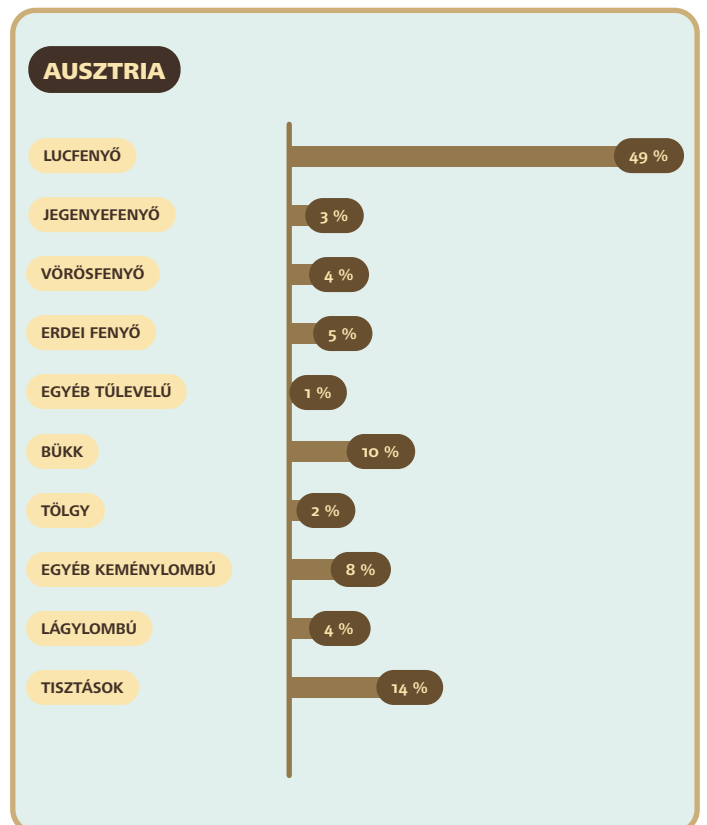


▶ **kép:** Burgenlandi erdőkép

A magyarországi erdők többsége lombhullató fajokból áll, ezzel szemben Ausztriában a fenyvesek dominálnak, a lucfenyő aránya 49 % körül van.



▶ **ábra:** Az egyes fajok aránya Magyarországon
forrás: A www.nfk.gov.hu adatai alapján

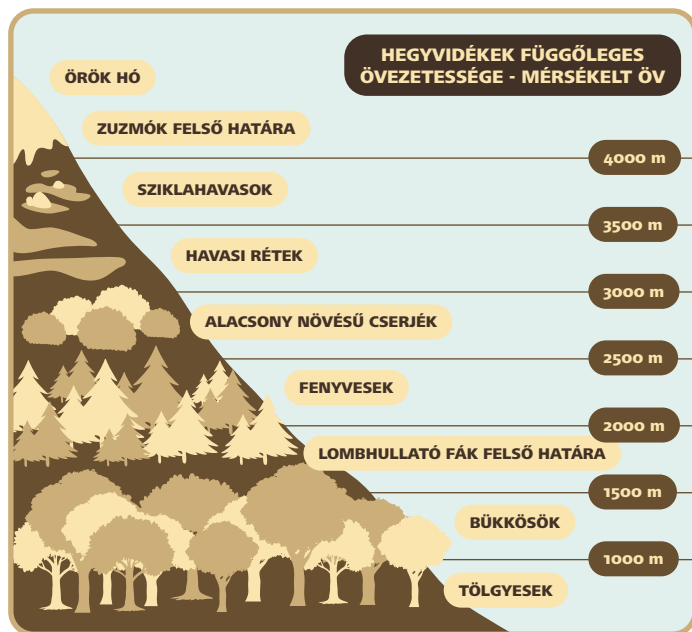


▶ **ábra:** Az egyes fajok aránya Ausztriában
forrás: Az info.bml.gv.at adatai alapján

A MÉRSÉKELT ÉGÖVI ERDŐK ÖVEZETESSÉGE, ZONÁCIÓ

Az osztrák és a magyar területen élő összetett erdőtársulások követik a mérsékelt övi erdők zonális tagoltságát. Az erdészeti klímaosztályozásnak megfelelően ahogy a tengerszint feletti magasság nő, úgy csökken az átlaghőmérséklet és nő a páratartalom, ami alapvetően meghatározza, hogy melyik fafaj melyik zónában érzi jól magát. A klímaváltozással várhatóan e két paraméter módosul.

Magyarország erdőtársulásai a síkvidék és közép-hegységi szint között élő, jellemzően lombos, fenyőelegyes állományok. Itt – ellentétben Ausztriával – zonális fenyőtársulások nem fordulnak elő, csak extrazonális formában jelennek meg. Ausztria magashegységi területein a fenyves zóna mintegy 1200 m tengerszint feletti határtól kezdődik, majd törpefenyveseken keresztül elérjük az erdőhatárt, ami felett nem található erdőtársulásként leírható növénytakaró.



► **ábra:** Hegyvidékek függőleges övezetessége

Az erdészeti klimatikus besorolás szerint az erdősztyepp az alföldekre, a kocsánytalan tölgyes és a cseres az alacsonyabb domb- és egyes síkvidéki részekre (500 m), a gyertyános-tölgyes és bükkös klíma a hegy- és dombvidéki területekre (1000-1500 m) jellemző. A klímaosztályok neve utal az uralkodó fafajokra.



► **kép:** Elegyetlen bükkös az Alpokalján

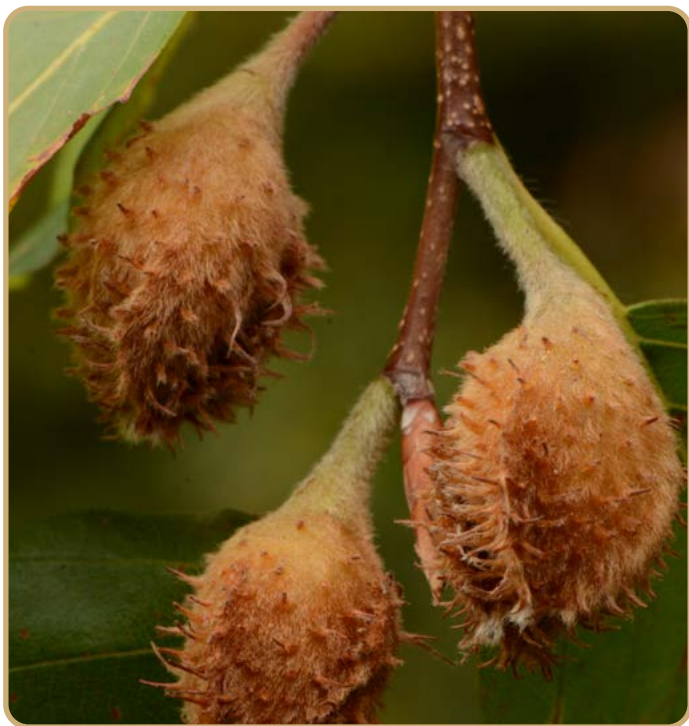
Az osztrák-magyar határmenti régióban őshonosnak számít a kocsánytalan tölgy és a bükk. Őshonos fafajnak nevezünk minden olyan fafajt, amely nem betelepítés/mesterséges beavatkozás útján került az élőhelyére, hanem már legalább kétezer éve jelen van az adott helyen.

A **kocsánytalan tölgy** levele és termése egyaránt jellegzetes, könnyen felismerhető. Kérge barázdált. Fája kemény, értékes ipari alapanyag. A nagy nyári forróság, illetve a korai, kései fagyok és a nagy téli fagyok károsíthatják. A kiegyenlített termőhelyi viszonyokat kedveli. Károsítói: a csipkésposloska, a gyapjas lepke, a búcsújáró lepke, cserebogár, gubacsdarazsak, farontó taplók, sárga fagyöngy, hőscincér.



► **ábra:** Kocsánytalan tölgy levele, termése
forrás: © Dr. Korda Márton

A bükkös erdőképe szintén tipikus. A sima kérgű egyenes törzsek között a zárt lombkorona alatt a tavaszi időszakban vannak lágyszárú növények a felnyíló foltokban. A természetes felújítások legfontosabb fajtája a bükk. Fája sokoldalúan felhasználható a faiparban és bútoriparban. A szélsőséges időjárási viszonyokat nem kedveli, érzékeny a kései fagyokra, a hosszú aszályos időszakokra és a szélsőséges viharos időjárásra. Károsítója: a bükk bolhaormányos, a bükk gyapjastetű, bükk gyapjas pajzstetű.



► **kép:** Bükk levele, termése
forrás: © Dr. Korda Márton

A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSA AZ ERDŐTAKARÓRA

Ahogy a tengerszint feletti magasság csökken, úgy emelkedik az átlaghőmérséklet és csökken a páratartalom. Ez a két tényező határozza meg alapvetően, hogy melyik fafaj melyik zónában érzi jól magát. A klímaváltozással épp az átlaghőmérséklet és a páratartalom változik. Általánosságban elmondható, hogy az erdőtakaró a klímaváltozás hatására északabbra tolódik. Az osztrák-magyar határmenti régióban az egyre szélsőségesebb időjárás miatt az elmúlt években a leginkább veszélyeztetett bükkösök, lucfenyvesek és tölgyesek közel felében volt már szükség egészségügyi fakitermelésre a fák romló egészségi állapota miatt.

A páratartalom változását az erre érzékeny fafajok érzik meg a leginkább, erre jó példa: a lucfenyő. Amint a páratartalom csökken, úgy a faegyed egyre inkább legyengül, mivel több vizet párologtat, mint amennyit felvesz. Ennek a folyamatnak a következményeként a fa általános egészségi állapota leromlik. Ez a védekezőképességét meghatározó gyantatermelésben is megnyilvánul. A kevesebb gyantamennyiséggel nem nyújt védelmet a kártevők, pl. a szűbogarak ellen, így a faegyed tovább gyengül, majd végleg kiszárad. Ezt nevezzük kárláncolatnak. Ez komoly problémát okoz az osztrák-magyar határ régióban a helyi szakembereknek. Ahonnan a lucfenyő eltűnik, ott más fafajok, elsősorban a bükk megjelenése várható.



► **kép:** A lucfenyves pusztulása
forrás: © Dr. Csóka György



► **kép:** Betűzősű
forrás: © Dr. Csóka György

Az erdei fák növekedése életük során folyamatos, ám a növekedés mértéke változik. A csemete kort elhagyva a növekedés egy ideig fokozódik, idősebb korban viszont üteme lelassul. Ezt a növekedés-változást úgynevezett növekedési görbékkel írjuk le, amelyet a fatermésztan tudományterülete kutat. A növekedés ütemét nemcsak a faegyed kora, hanem annak környezete, így a klíma és a klímaváltozás is befolyásolja. Az egyes fafajok növekedése visszaesik, kisebb lesz a folyónövedék – az a faanyagmennyiség, amit felhasználhatunk, hasznosíthatunk.

A különböző klímamodellekből megállapítható, hogy a 2 °C-os átlaghőmérséklet emelkedés esetén a klímaérzékeny bükk fafaj teljes dombvidéki előfordulása komolyan veszélyeztetetté válik. Az erdészeti klímazónák a klímaváltozás hatására elmozdulnak.

Minden fafaj, így a bükk és a kocsánytalan tölgy is rendelkezik a fennmaradást biztosító genetikai tartalékkal. Örökítőanyaguk változékonysága segíti őket a túlélésben. A klimatikus körülmények további kedvezőtlen alakulása ugyanakkor a faállomány egészségi károsodásához, végül eltűnéséhez vezet. Így helyét más fajok veszik át. A szakemberek folyamatosan vizsgálják az erdők egészségügyi állapotát annak érdekében, hogy a klímaváltozás hatásait mérsékelni tudják megfelelő erdőgazdálkodási döntésekkel.

A KLÍMAVÁLTOZÁS KÖVETKEZMÉNYEI AZ OSZTRÁK-MAGYAR HATÁRTÉRSÉGBEN

Az osztrák-magyar határvidéken az **erdőállomány összetett**: a magyarországi oldalon bükkös, gyertyános-tölgyes, cseres-kocsánytalan tölgyes klíma is előfordul, míg a magasabb régiókban Ausztriában a fenyőfélék is megjelennek. A határmenti régió magyarországi területein a lucfenyő feltehetően nem őshonos. Ennek ellenére elterjedt fafaj az itt található erdőkben, mivel faanyaga széles körben felhasználható. A lucfenyő egészségi állapota jelentősen leromlott a **betűzőszú** károsítása miatt ezen a területen.

Az osztrák-magyar határvidéken erdőrezervátumok is találhatóak. Az elmúlt 10-15 évben a tájcsoport erdőterülete jelentős mértékben növekedett. Az Alpokaljára jellemző, hogy számottevő a védelmi rendeltetésű erdők aránya, amely elsősorban természetvédelmi erdőterületeket jelent. A másik fontos kategória az elsősorban faanyagtermelést szolgáló erdőterületek. Az Alpokalja éves

növedékértéke viszonylag alacsony, ami azt mutatja, hogy a területre inkább az idős erdők jellemzőek. Az idős erdők alkalmazkodó képessége kisebb.

A terület faállományának egészségi állapotára jellemző, hogy az elmúlt 15 évben jelentős úgynevezett biotikus és abiotikus károsítások léptek fel.

ABIOTIKUS ÉS BIOTIKUS TÉNYEZŐK: együtt alkotják a természeti környezetet. Az abiotikus, másnéven élettelen tényezőket, az élethez szükséges fizikai és kémiai elemeket, jelenségeket értjük, ilyenek például a fény, a hőmérséklet, a levegő, az atmoszféra, a szél, a víz, a domborzati viszonyok és a természeti katasztrófák. A biotikus tényezőkhöz tartoznak például az állatok (gerincesek, rovarok), gombák, vírusok, de az evolúció és a szimbiózis is.

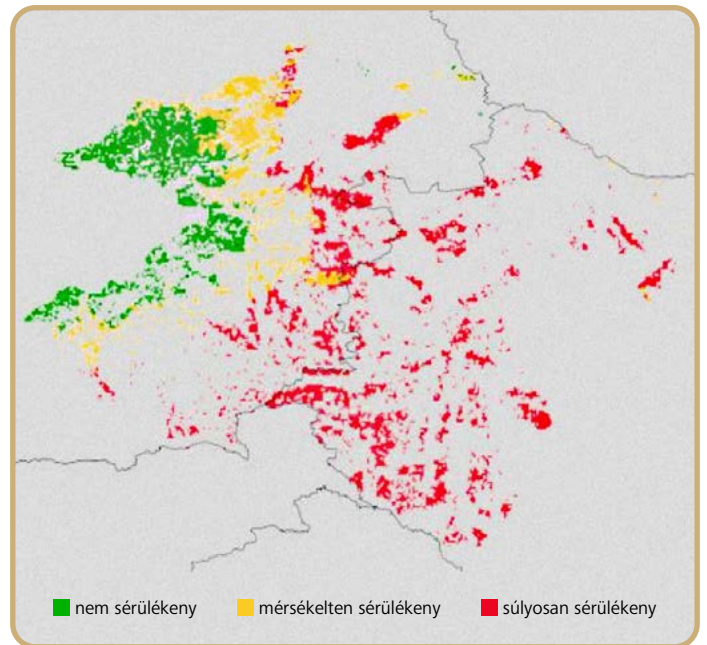
A lucfenyő betűzőszú-károsítása mellett jellemző még az erdőterületen megtalálható szelídgesztenye fafaj gombakárosítása, amely már érinti a kocsányos és kocsánytalan tölgyek egyedeit is.

A határszélen jellemzőek a gyakori, helyenként viharos szelek, amelyek jelentős károkat okoznak az erdőkben. A szűkárítások következményeként nagyobb területen kitermelt fenyőállományok helyén a gerinceken a felgyorsuló széláramlatok az ellenkező oldalon lévő, akár fiatal, akár középkorú erdőkben is számottevő pusztítást okoznak.

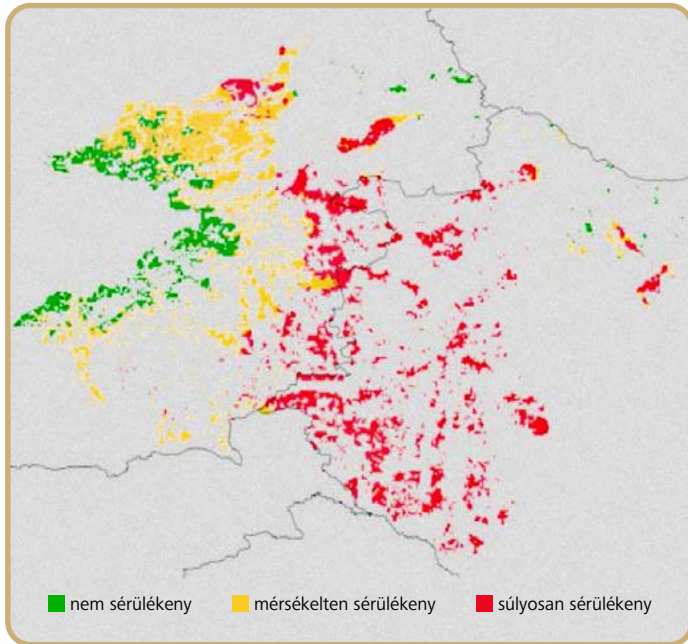


► kép: Vaddisznó az osztrák-magyar határtérségben

A következő ábrák a bükk és a kocsánytalan tölgy sérülékenységét és a faállományok jövőbeli prognosztizált helyzetét mutatják be a század végén az osztrák-magyar határtérségben. Szakértők szerint az alacsonyan fekvő területeken a bükk-állományok sebezhetővé válnak, míg a magasabb termőhelyeken megtartják domináns pozíciójukat. Ugyanakkor a kocsánytalan tölgy a síkságokon és a dombvidékeken kerül veszélybe és Ausztria magasabban fekvő területein várhatóan a bükk rovására fog terjeszkedni.



▶ **ábra:** A kocsánytalan tölgy sérülékenysége az osztrák-magyar határ régióban (2081-2100)
forrás: vasmegye.hu



▶ **ábra:** A bükk sérülékenysége az osztrák-magyar határ régióban (2081-2100)
forrás: vasmegye.hu



▶ **kép:** Bükk a Soproni-hegységben

EGY KIS ERDEI MATEK

Keressetek egy közeli parkban valamilyen kisebb koronával rendelkező fát, amelynek könnyedén megbecsülhetitek, hogy hány levele van. Néhány lehullott levelet gyűjtsetek össze! Mérjétek meg a levelek felületét milliméterpapír segítségével, vagy mobiltelefonos applikációval (pl. Leafscan - www.leafscanapp.com). A megbecsült összes levéldarabszám segítségével határozzátok meg a teljes lombzat levélfelületét m²-ben.

1 m² lomb 150 g CO₂-t köt meg a teljes vegetációs időszakban átlagosan. Az ember 480 mg CO₂-t lélegez ki percenként, nyugalmi állapotban. Számítsátok ki, hány kis fa kötné meg az osztály által kilélegzett CO₂-t egy tanóra alatt?



Az erdőgazdálkodás szerepe a klímaváltozás elleni küzdelemben

Az erdőgazdálkodás tudatos emberi tevékenység. A faanyag termelése mellett a klímavédelem egyik eszköze is, amely többek között a légköri szén megkötését teszi lehetővé. De a tervezett erdőgazdálkodás ettől jóval több lehetőséget biztosít az ember számára.

ALKALMAZKODÓ, TERMÉSZETKÖZELI ERDŐGAZDÁLKODÁS FOGALMA

A természetközeli erdőgazdálkodás egy olyan szemléletmód, amely során az erdővel gazdálkodó ember a természetes folyamatok érvényesülése mellett élvezheti az erdő termékeit és szolgáltatásait, a tartamosságot és a biológiai sokféleséget szem előtt tartva.

Az erdő nélkülözhetetlen az ember számára és jellemzően hármast funkciót tölt be:

- 1. gazdasági funkció:** például: faanyagtermelés, erdészeti szaporítóanyag-termelés,
- 2. közjóléti funkció:** például: gyógyerdő, parkerdő, tanerdő, vadaskert,
- 3. védelmi funkció:** például: vízvédelmi, természetvédelmi, talajvédelmi, tájképvédelmi

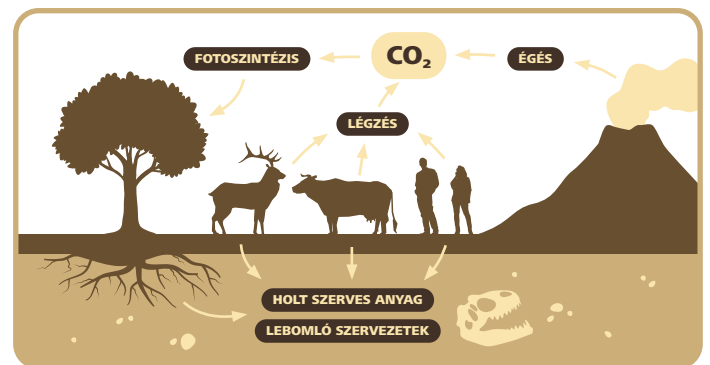
A klímaváltozás következtében az erdők stratégiai szerepe még inkább felértékelődött az élhető környezet fenntartása vonatkozásában. Ide sorolható a levegő porszennyezésének kiszűrése, a mikroklímára gyakorolt jótékony hatása, valamint a légköri széndioxid megkötése, beépítése. A fatest, a gyökérzet és a lomb nagy széntartalmú alkotóelemekből áll.

Az erdőt megújuló, megújítható természeti erőforrásként kezeljük, gazdálkodunk vele. Az erdőgazdálkodás során sem területileg, sem szerkezetében, sem a faanyag mennyiségében nem következhet be negatív irányú változás, az erdőszerkezet természetessége nem romolhat.

Az erdő, mint a szárazföld egyik legösszetettebb természeti rendszere, nélkülözhetetlen az ember számára. Egy fa kivágása nem jelenti az erdő pusztulását. Különösen akkor nem, ha az erdőből származó faanyagot tartósan használjuk, például bútort, épületeket készítünk belőle.

A tűzifa felhasználása megfelelő szűrőkkel ellátott tüzelő rendszerekben ugyan visszajuttatja a szenet a szénkörforgásba, de – ellentétben a fosszilis tüzelőanyagokkal (pl. kőolaj, földgáz) – nem juttat további szenet a körfolyamatba, csak a megkötöttet szabadítja fel. Az erdők által megtermelt biomassa bizonyos körülmények között használható hőtermelésre is.

Az erdők nagy mennyiségben képesek szenet megkötni. Az erdők szénmegkötő képessége függ a fafajtól, a faegyed korától, az erdőszerkezettől.



► ábra: A szén körforgása

LEHETŐSÉGEK A KLÍMAVÁLTOZÁS ERDŐKRE GYAKOROLT HATÁSAINAK MÉRSÉKLÉSÉRE

A természetközeli erdőgazdálkodás – történjen az állami vagy magántulajdonú erdőben – segíthet a jövőben a klímaváltozás elleni küzdelemben. A természetes folyamatok elősegítik az ideális fafajszerkezet kialakulását, biztosítják a genetikai sokféleséget. A csoportos, elegyes erdőszerkezet javítja az erdő állékonyosságát a szélsőséges időjárással szemben.

A természetes felújulás során a faállomány genetikai állománya megmarad. Mindez elősegíthető az ellenállóbb, őshonos fafajok betelepítésével. Az erdészek bizonyos mértékig mesterséges erdőfelújítással is segíthetik egy erdő megfelelő szerkezetének kialakulását jól megválasztott csemetékkel, vagy más szaporítóanyaggal (makk, mag).

A természetes, természetszerű erdőszerkezet, a fafaj sokféleség természetszerű erdőgazdálkodással érhető el. Ilyen az **örökerdő kezelési üzemmód**. Fontos szem előtt tartani, hogy az erdő nemcsak a fák összessége. Az erdei életközösséghez tartoznak a cserjék, a lágyszárú növények, a talajlakó rovarok, gombák, és a megfelelő nagyságú vadlétszám is, amely nem károsítja a felnövekvő facsemetéket.

A magyar-osztrák határtérségben is vannak olyan erdőrészek, amelyek több évtizede kikerültek a haszoncélú erdőgazdálkodásból, azaz fakitermelést, mesterséges erdőfelújítást az erdészek nem végeznek. Ezek a területek az **erdőrezervátumok**. Az erdőrezervátumokban a szakemberek időről időre felméréseket végeznek az erdőszerkezet-változás természetes folyamataival kapcsolatban. Az itt nyert tapasztalatok beépülnek az erdőgazdálkodási gyakorlatba.

Az erdőrezervátumok **védett természeti területnek** minősülnek, magterületből és védőzónából állnak. A **magterület** emberi beavatkozástól mentes, teljes mértékű gazdasági korlátozás alá esik, ez alól kivételt képeznek az erdővédelmi okok, vagy a veszélyelhárítás. A **védőzóna** a magterületet veszi körbe, védelmi funkciót lát el. A védőzónában kizárólag olyan erdészeti beavatkozások végezhetők, amelyek a magterület védelmi funkcióját nem korlátozzák.

ÉRDEKESSÉG: Ausztriában mintegy 200 db erdőrezervátum (NWR) található, melyek összterülete 8603 hektár. Magyarország az erdőrezervátumok száma 63 db, összterületük pedig mintegy 13 000 hektár (ebből 3 665 hektár a magterület). Magyar oldalon kiváló példa az erdőrezervátumra a Hidegvíz-völgy Erdőrezervátum.



► **kép:** Határmenti erdőrezervátum fekvő holtfával

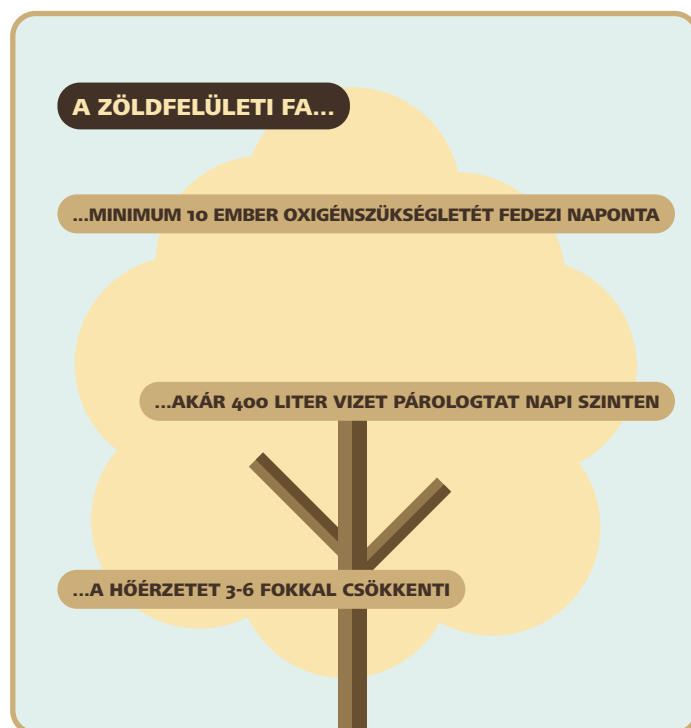
A faanyag különböző iparágakban történő felhasználása fontos tényező a klímaváltozás elleni küzdelemben. Elsődleges cél, hogy a faanyagot a lehető leghosszabb ideig használjuk. Az építőipar és a bútoripar számára a környezetbarát fa az egyik legfontosabb nyersanyag.

A jövőben számos új felhasználási terület lehetséges, ahol a fa helyettesítő anyagként jöhet szóba kedvező(bb) tulajdonságai miatt a jelenleg használt alapanyag (pl. műanyag) helyett.

A faanyag az egyik legkörnyezetbarátabb, megújítható természeti erőforrásból származó ipari nyersanyag, amelynek felhasználási területe egyre bővül.

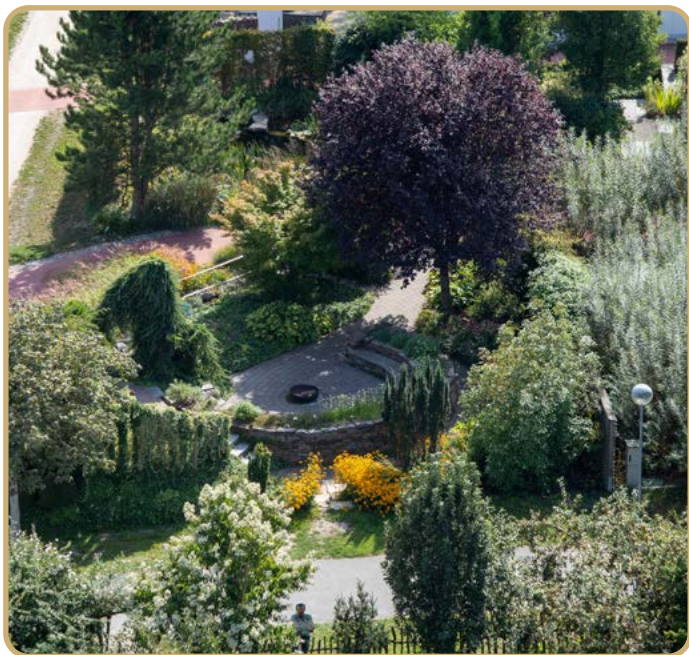
A VÁROSI ZÖLDFELÜLETEK SZEREPE

A városokban, épített környezetben a zöld növényzettel fedett, benőtt, betelepített területeket nevezzük **zöldfelületeknek**. A városi zöldfelületek hangsúlyos alkotói a városi fák. E zöldfelületek jelentős mennyiségű **port kötnék meg, tompítják a városi zajt**. A növények párologtatásukkal hőt vonnak el a környezetükből, így **hűtik** azt. Továbbá **árnyékot adnak, megváltoztatják a hőszigetelési viszonyokat**. A cserjék és fák a csapadékot hosszabb időn keresztül szivárogtatják a talajba, **így javítva a talaj vízháztartását**. A zöldfelületek lehetnek korlátozott használatú közterületek (pl. múzeumkertek), de lehetnek akár magánkertek is. Elsődleges feladatuk lehet közjóléti – pihenési, sportolási, de akár (gyógy)növénytermesztési stb. is.



► **ábra:** Zöldfelületi fák szerepe

ZÖLDFELÜLET: egy területhasználati kategória, amelyekre különleges jogszabályok vonatkoznak, a zöldfelületek kiemelt részei. Zöldterületek csak közterületek lehetnek. Ilyenek a közparkok, közterek, játszóterek stb.



► kép: Városi zöldfelület

A zöldfelületi fák általában igen korosak. Idősebb korokban több gombafaj és más károsító is megtámadhatja őket. A beteg fa ágai letörhetnek, törzse kifordulhat a viharban. Ajánlatos ezeket a fákat időről időre megvizsgálni.

A szemrevételezést a favizsgálattal foglalkozó szakemberek műszeres mérésekkel is kiegészítik, amelyekkel a fa károsítása nélkül megállapítható egy esetleges korhadás a fatestben. Ezt akusztikus tomográfia végzik, ami a hangterjedés sebességét méri a fában. Megállapítható az is, hogy mekkora szellőkés képes kidönteni a fát gyökerestől. Ilyen vizsgálatok a statikus vagy dinamikus gyökérvizsgálatok. A veszélyes faegyedkoronáját rögzíteni kell, szükség esetén visszavágni, vagy akár az egész fát kivágni, hogy helyette megfelelően választott fafajt lehessen ültetni.



► kép: A levél fotoszintézisét vizsgáló műszer



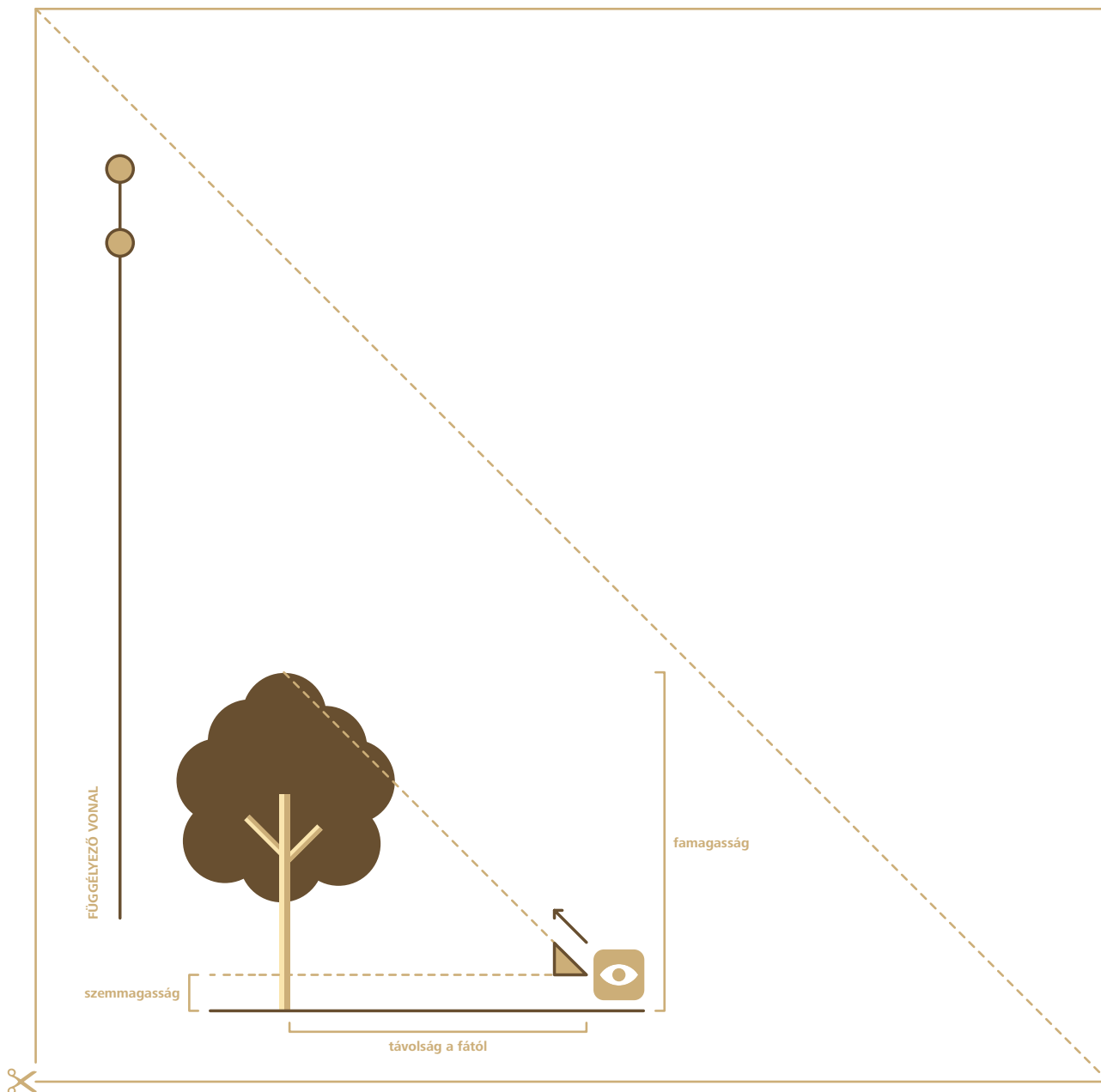
► kép: Favizsgálat

A városhoz köthető zöldfelületek számos, akár védett állatfajnak is otthont adnak. Különböző énekesmadarak, denevérfajok, rovarfajok találnak otthont parkjainkban, de az egyik legismertebb védett faj, a keleti sünn is ezekhez a területekhez kötődik. A városi zöldfelületek fenntartása, védelme és megfelelő kezelése így nemcsak a városlakók számára fontos, hanem bizonyos tekintetben természetvédelmi feladat is.

DIGITÁLISAN KITÖLTHETŐ FELADAT

Keresztrejtvény





FAMAGASSÁGMÉRŐ KÉSZÍTÉSE

Készítsétek el az ábrán látható famagasságmérő eszközt. Keressétek meg a legmagasabb fát, amit ismertek a környezetetekben. Hányszor akkora, mint a legmagasabb osztálytársatok?

Szükséges anyagok

20-25 cm hosszú zsinór, kis súly (nagyobb gyöngy vagy gomb), vastag szívószál, ragasztószalag vagy ragasztó, ceruza vagy ár a papír kilyukasztásához.

A famagasság mérő eszköz elkészítése

Vágd ki a négyzetet a vonalak mentén, majd az átló mellett hajtsd félbe, hogy háromszög formát kapj! Lyukaszd ki a függélyező vonalon található két pontnál a papírt, majd fűzd át és kösd meg a zsinórt, úgy hogy rajta legyen a kis súly a zsinór végén. Ragaszd össze a két háromszöget, majd a szívószálat ragasztószalag segítségével ragaszd rá a hajtás vonalára.

Az eszköz használata

Tartsd a háromszöget a szemedhez úgy, hogy végigláss a szívószálon, és a függélyező vonallal párhuzamos legyen a zsinór. Ekkor a műszer szintezve van. Sétálj a fától előre vagy hátra addig, amíg a szívószálon keresztül nem látod a fa csúcsát. Mérd meg lépéssel vagy mérőszalaggal, hogy hány méterre vagy a fától, majd add hozzá a szemmagasságodat, és megkapod, hogy milyen magas a fa!



Irodalomjegyzék

Bartholy, J., Pongrácz, R. szerk. (2013): Klímaváltozás, E-learning tananyag

Csóka, Gy., et. al. (2018): Erdei rovarok reakciói a klímaváltozásra (esettanulmányok), Erdészettudományi Közlemények, 8. évf. 1. szám. 149-162.

Czúcz, B, Gálhidy, L., Mátyás, Cs. (2013): A bükk és a kocsánytalan tölgy elterjedésének szárazsági határa, Erdészettudományi Közlemények, 3. évf. 1. szám, 39-53.

Erdővédelmi Mérő és Megfigyelő Rendszer (EMMRE) 2013 adatok

Frank, t. (szerk.) (2000): Természet – Erdő – Gazdálkodás, Eger

Gulyás, K. (2017): A klímaváltozás hatása a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) elterjedésére és termelésére, doktori értekezés

Illés, G. (2018): A klímaváltozás nyomán bekövetkező fatermés-változás becslése a kocsánytalan tölgy példáján, Erdészettudományi Közlemények, 8. évf. 1. szám, 105-118.

Kolozs, L. (szerk.): Erdővédelmi Mérő és Megfigyelő Rendszer (EMMRE) 1988-2008

Kolozs, L. (2019): Erdővédelmi Mérő és Megfigyelő Rendszer (EMMRE) igazgatás által működtetett alrendszerei, előadás

Koltay, A. (2006): Az erdők egészségi állapotának változásai az erdővédelmi monitoring rendszerek adatai alapján, Tájökológiai lapok, 4 (2): 327-337.

Koltay, A. (2004): Erdővédelmi monitoring rendszerek Magyarországon, Erdészeti Lapok, 2004. 139. évf. 9.

Korda, M (szerk.) (2016): Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére, Tanulmánygyűjtemény, Budapest, Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, 2016

Mátyás, Cs. szerk. (2005): Erdészeti ökológia, digitális tankönyv

Mátyás, Cs. et.al. (2007): A klímaváltozás hatása a zonális fafajok egészségi állapotára és elterjedésére = The effect of climate change on the health condition and distribution of zonal tree species. Munka-beszámoló. OTKA.

2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról és rendeletei

Klíma hatások Nyugat-Magyarországon TÁMOP-4.2.2/08/1-2008-0020 kutatási eredmények

erdoeltar.nfk.gov.hu

nfk.gov.hu 01

masfelfok.hu

levego.hu 01

forest.eea.europa.eu

klimavaltozas.oee.hu

bfw.ac.at

geo.bfw.ac.at

klimafitterwald.at

levego.hu 02

europarl.europa.eu

xforest.hu

index.hu

geo.bfw.ac.at

ksh.hu

nfk.gov.hu 02

geo.bfw.ac.at

parkerdo.hu

agrarszektor.hu

nak.hu

nfk.gov.hu 03

nfk.gov.hu 04

Körzeti erdőtervek: portal.nebih.gov.hu