

2084

Írta: Somogyi Zoltán, Ph.D

NAIK ERTI, Budapest



Publikálva:

<http://www.scientia.hu/2084>

PDF verzió:

http://www.scientia.hu/2084/Somogyi_2084.pdf

Első közlés: 2014. október 30.

© Minden jog fenntartva!

Abban az évben a nyár a korábbiaknál is melegebb és szárazabb volt a Kárpát-medencében. Az emberek csak reggel és késő délután merészkedtek ki az utcára a kibírhatatlan kánikulában. Akkoriban már régóta nem "hetekben" és "napi munkaórákban" gondolkodtak az emberek, mint régen, hanem a természet és az emberi test igényeihez és lehetőségeihez igazodva, rugalmasan és minden idegesítő körülményt lehetőség szerint kerülve éltek és dolgoztak. Éppen annyi munkát végeztek, amennyi szükséges volt a napi igények kielégítésére, de ezt teljesen rugalmasan teheték; ezért nem is volt szükség arra, hogy kimenjenek az utcára, kivéve, ha valakinek a munkája ezt kívánta, mert az adott munka még nem volt megfelelően robotizálva. Az állandósult hőség miatt az egészségügyi szervezetek különös hangsúlyt helyeztek arra, hogy mindenki tudatában legyen annak, hogyan kell a hőségben viselkednie.

A Balaton és az összes többi nagyobb tó már rég kiszáradt, és már csak imitt-amott maradt belőlük egy-egy szűnyog-tanya. A tavak így már nem tudták semennyire sem befolyásolni a helyi klímát. A folyók nyári vízszintje is igen jelentősen csökkent.

A hagyományos mezőgazdaság sok helyen már lehetetlenné vált, már csak az öntözhető területeken folyt. A korszerű öntözési technológia segítségével minden csepp vizet optimális körülmények között tudtak a növények felhasználni. A termelést a folyamatos genetikai fejlesztéseknek köszönhetően soha nem látott hatékonysággal növe, növényeknek már nem nevezhető burjánzó telepekre építették. A szuper-intenzív sejt-multiplikáción alapuló, házilag üzemeltethető bio-gazdaságok, a legkorszerűbb technológiák ellenére sokkal kevesebb élelmiszert tudtak csak előállítani a sivatagi-félsivatagi területeken, mint korábban, emiatt pedig sok ember elvándorolt az Alföldről és más alacsonyabban fekvő területekről. A még a szülőföldjükhöz ragaszkodó emberek közül sokan külön speciális építményekben igyekeztek megőrizni - leginkább csak a nosztalgia kedvéért - néhány, korábban nagyüzemben termesztett növényt, mint pl. búzát, kukoricát, zöldségfélét.

A még megmaradt erdőkkel borított területek jelentős részén legfeljebb bozótos vagy néhány facsoport küzdött még az életéért. Csak a jobb termőhelyeken maradtak zárt erdők még az olyan térségekben is, mint a



korábban hűvösebb, csapadékos zalai dombság. A Dunántúlon és a magasabb hegyvidékeken fellelhető maradványerdők közül is egyre több száradt ki, vagy vált az erdőtüzek, károsítók martalékává.

Az erdészek mentették, amit tudtak, és már régóta a korábban délen honos fafajokat próbálták megtelepíteni a kipusztult erdők helyén, amelyek fafajai egy évszázaddal korábban még őshonosnak számítottak.

Az augusztusi nap estéjén Tibor, akinek tanácsát sokan keresték a még megmaradt erdők kezelésével vagy új erdők telepítésével kapcsolatban, a melegtől bágyadtan, de magas fordulatszámokon gondolkodva terült el kényelmes foteljében. A már szokásossá vált hőség miatt nemrég felújította házának külső, hő-visszaverő felületét, és ez jóleső érzéssel töltötte el. Ennek ellenére dolgozószobáját az épület leginkább hűs zugában rendezte be.

Gondolkodás közben Tibor jólesően kortyolgatta borát. Ezért nem is zavarta, hogy air-komja jelezte: valaki keresi. Mégis, eleinte furcsa volt a készülék szignálja, és felötlött benne az, amin már napok óta tűnődött, hogy ki kellene már cseréltetnie készülékét. Az ugyanis még kiválóan kivetítette a levegőbe („air”) a vele kommunikáló („kom”) személy teljes nagyságú képét, de a hangjával már időnként problémák voltak. A szignál furcsaságát is ennek számlájára tudta be. Az előtte megjelenő kép alapján azonban Tibor gyorsan rájött, hogy csak arról van szó, hogy régi barátja, Péter keresi, és a készüléke a szignáljával éppen azt jelezte, hogy olyasvalaki keresi, akivel ritkán szokott beszélgetni.

Tibor: Nézd csak, kit látok! Péter!

Péter: Tibikém, rég beszéltünk - de látom, most nem alkalmas. Azonban nálunk különleges helyzet alakult ki, nem tudom, mit tegyek, és szükségem van segítségre. Szólj majd, ha beszélhetünk róla.

Tibor: Remélem, nem komoly az ügy - mondd csak, miről van szó?

Péter: Ami azt illeti, úgyis tudod, miről akarok beszélni. Itthon hiába próbáltam meg elterelni a figyelmemet a problémáról egy kis hideg sörrel. Aztán eszembe jutottál, hátha neked van valamilyen ötleted. De - jól látom, Te átálltál sörről a borra?



Tibor: Ó, igen, az már évekkal ezelőtt történt. A sok napsütés és a szárazság hatására felfutott a vidékünkön a szőlőtermesztés, és néhányszor olyan jól sikerült bort készítettek a szomszédok, hogy végül megszerettem a bort. Egy jó pohár vörösbort most már nem cserélnék el semmilyen más italra. De várj csak, kitalálom - ugye te is az erdők miatt aggódsz, ugye?

Péter: Hát persze. Itt nálunk annyira megszaporoedtak az erdőpusztulások, hogy már attól félek, az összes erdő kipusztul a környéken. Alig van már valamirevaló állományunk, én meg már mást sem csinállok, mint egészségügyi termelést. Erdőnevelésről vagy gyéritésről, amiről annakidején még mi is tanultunk, már szó sincs. Az erdőtüzek mindennaposak, a felújítást nem lehet győzni sem pénzzel, sem csemetével, hiába a hatlábú ültető-robotjaink. Ha valahol egy erdő kipusztul, vagy ki kell vágni, az eredeti fafajokkal már nem tudjuk a felújítást elvégezni - ha arra egyáltalán van mód -, más fajt kell a helyére ültetni. Ezt persze már mind tudjuk egy jó ideje, és eszerint is dolgozunk már több évtizede, de arra nem készítettek fel minket elődeink és tanáraink, hogy majd egész nap ilyen kérdésekkel kell foglalkoznunk. Tudtuk, hogy már rég beindult a klímaváltozás, mégis, a sebessége és főleg hatásai mára már szinte elviselhetlenné váltak. Nemcsak az állandó, embert, állatot, erdőt kínzó hőség, hanem ez a megállíthatatlannak tűnő erdőpusztulás. Már ott tartok, hogy feladom.

Tibor: Nem fogod elhinni - éppen ezen tűnődtem én is. Azt hiszem, már régen elkéstünk azzal, hogy megakadályozzuk az erdőpusztulásokat. Ez persze nagy részben nem az erdész elődök feladata lett volna, hiszen a klímaváltozáshoz ők kevéssé járultak hozzá. Az ő felelőségük viszont az lett volna, hogy olyan erdőket hozzanak létre azok felújításakor, telepítéskor, hogy azok a fafaj-összetételük és faállomány-szerkezetük révén a lehető legnagyobb mértékben tudjanak alkalmazkodni a klímaváltozáshoz. Ehhez sok esetben tudatos, idejekorán elvégzett fafaj-cserére, elegyes erdők kialakítására, és bizonyos esetekben az akkor még egzotikusnak számító fafajok behozatalára lett volna szükség. Ebben, sajnos, úgy gondolom, nem tettek meg mindent, amit lehetett és kellett volna.

Péter: Ha jól értem, azt akarod mondani, hogy már nemigen van mit tennünk, és mindezt az elődeink a felelősek?



Tibor: Sajnos, valahogy így látom. És tudod, hogy mi bosszant ebben az egészben a legjobban? Az, hogy az elődeink már akkor is tudták, hogy ez be fog következni, amikor apukám még gyerek volt.

Péter: Hm... Én már valóban abban a korban születtem, amikor már általánosan sokat tanultunk a klímaváltozásról - de azt akarod mondani, hogy egy generációval korábban is már elegendően sok mindent tudtak ahhoz, hogy megakadályozzák mindazt, amit mi ma átélünk?

Tibor: Igen. Tudod mindig érdekelték a dolgok okai és a történelem. Ezért nemrég utánanéztem a *Silvopediában*, hogy mikor is kezdett tudatosulni a szakmában az, hogy a klímaváltozás létezik, és hogy komoly következményei lehetnek. Képzeld, már az előző század végén (ami ugyebár egybeesett az előző évezred végével) közzé tettek a kérdéssel foglalkozó cikkeket, már akkor tudták, hogy az akkori fogyasztói szokások, az akkori népesség életmódja sok szén-dioxid kibocsátással jár, és hogy klímakatasztrófa is kialakulhat.

Péter: Akkor szerintem fogalmuk sem lehetett arról, hogy mit jelent az, hogy „klímakatasztrófa”. Az, hogy mit jelent az, ha az összes erdő kipusztul, és a helyükön többnyire sivatag marad.

Tibor: Valóban, az elején úgy gondolták, a klímaváltozás csak egyes lobbik által felfújtt ijesztgetés. Egy 70 évvel ezelőtti interjúban nyilatkozta egyik erdész elődünk, hogy tíz évvel korábban még nevetett olyanokon, akik feltették azt a kérdést, hogy hogyan érinti az erdeinket a klímaváltozás. De ugyanaz a személy az interjú idején viszont már úgy gondolta, hogy ezt a hozzáállást alapvetően át kell értékelni.

Péter: Na, jó, de azért a probléma igazából csak az elmúlt három évtizedben kezdett igazán problémává válni - ezt hogyan lehetett volna akkor előre látni? Szórványos, szálankénti pusztulás már régebben is volt, de az erdők 2050 után is csak lassan kezdtek pusztulni. Persze az alföldi erdőket már akkor sem tudták felújítani, de az igazi erdei termőhelyeken a pusztulás csak mondjuk az elmúlt 10 évben kezdett igazán problémává válni. Nehezen hihető, hogy ezt korábban ennyire előre lehetett látni.



Tibor: Pedig már 70-80 évvel ezelőtt is voltak, akik megpróbálták előre jelezni a jövőt, és emiatt vagyok annyira mérges, hogy mégsem vállalták fel azt, amit meg kellett volna tenniük. Emiatt is van az, hogy mi ma már nemigen tudunk mit tenni - szinte tehetetlenül kell szemlélnünk azt, hogy eltűnnek erdeink.

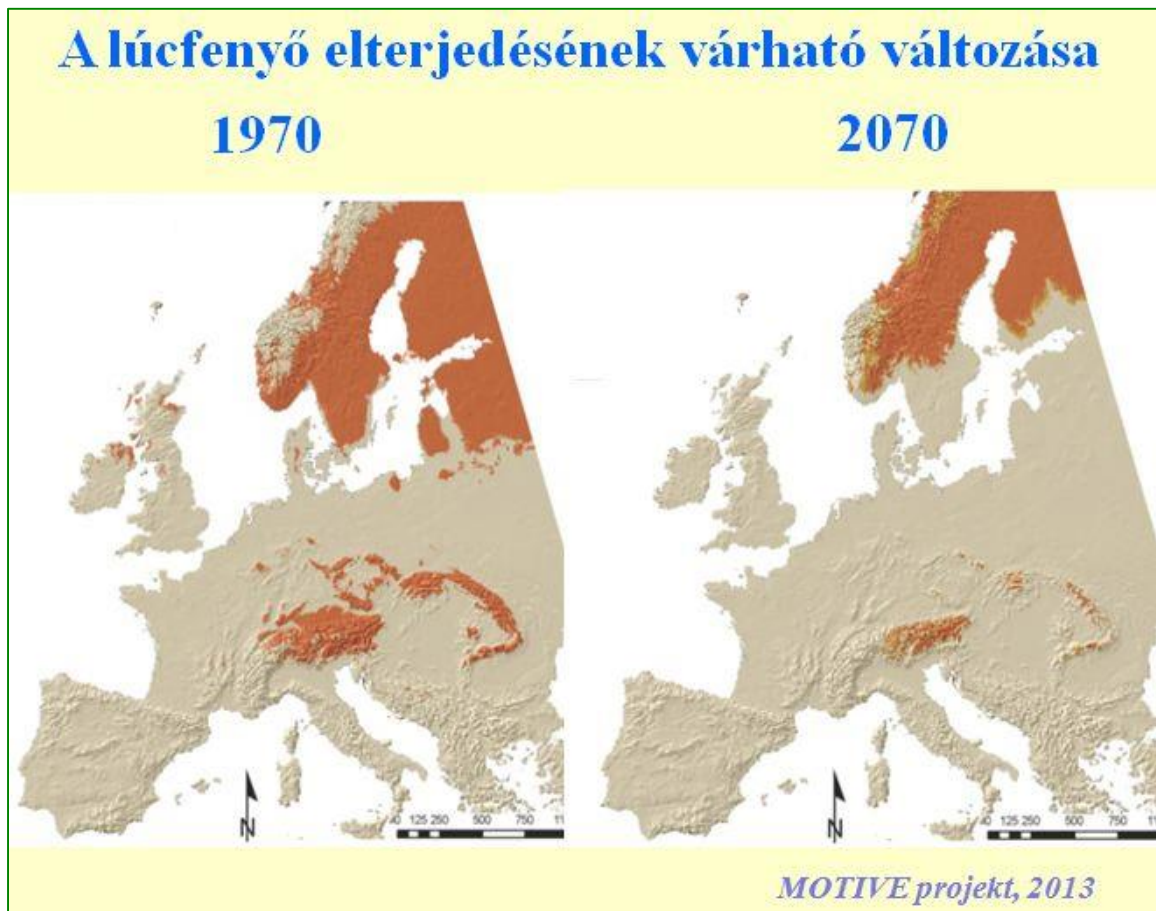
Péter: Ezek szerint ne izgassam magam, így is, úgy is kipusztul majd minden erdőm?

Tibor: Sajnálom, Péter, nem tudom, hogy tudok-e segíteni. A már kialakult klimatikus helyzetben a már meglévő erdők tűrőképességének korlátai miatt a folyamatok már önnön törvényeik szerint zajlanak. Ezért bosszant az elődeink nemtörődömsége.

Péter: Hát ez szomorúan hangzik. De tudnál még konkrétabb bizonyítékot említeni, ami elődeink nemtörődömségét bizonyítja?

Tibor: Persze. Nézd meg ezt a két térképet, melyek egy korabeli előadásból valók. A barna szín a lucfenyőnek nevezett fafaj elterjedését mutatja mindkét térképen. A lucfenyő korábban nálunk is előfordult, de különféle gombák, a szű és a klímaváltozás teljesen kiirtották térségünkből. A térképeken jól lehet látni, hogy a lucfenyő elterjedési területének milyen gyors és nagy mértékű zsugorodását feltételezték egyetlen egy vágásfordulónyi idő alatt.





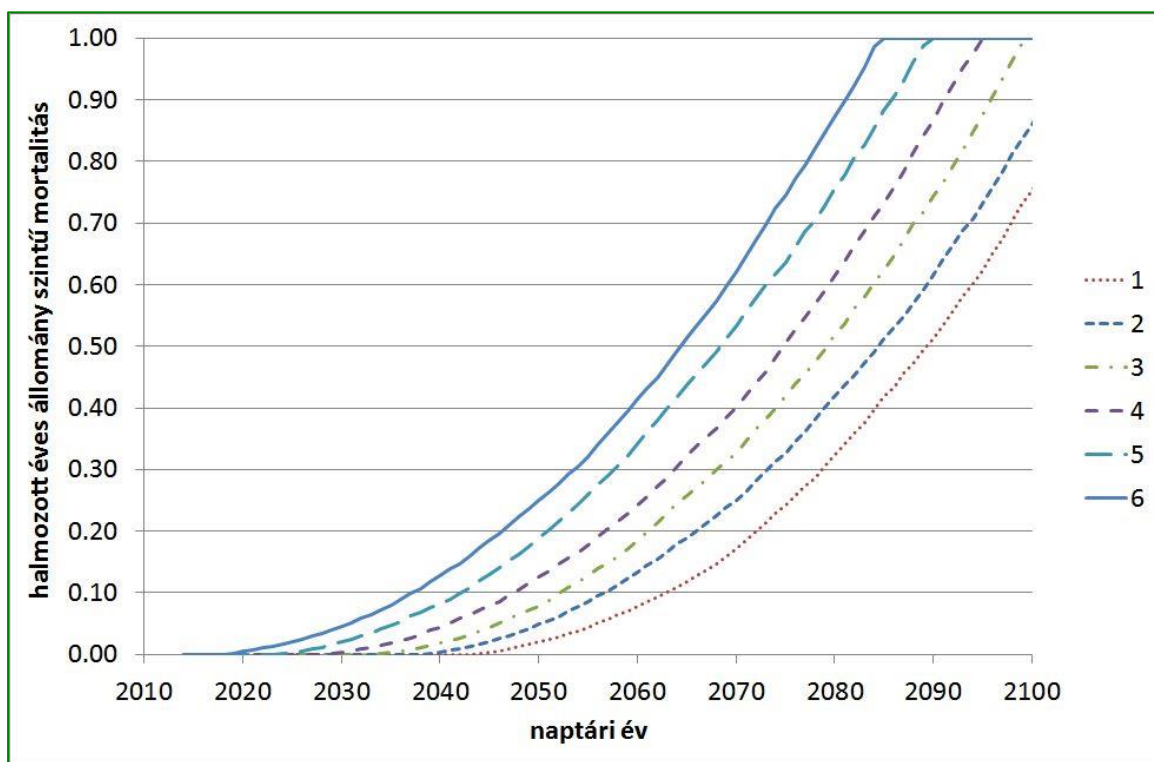
A fentiekhez hasonló térképek mellett a klímaváltozás talán legszemléletesebb, számszerűen is kezelhető aspektusa az üvegház gáz kibocsátások és elnyelések mennyisége - amit azért is fontos persze, mert ezek voltak az ember által kiváltott klímaváltozás fő okai. Sajnos régebben úgy gondolták, hogy az a „kis” kibocsátás, amit korábban is már jól tudtak mérni, nemigen számít semmit a Földnek.

Péter: Szinte hihetetlen, hogy az ember milyen lassan hajlandó csak elfogadni azt, amit a tudomány nagy biztonsággal állít.

Tibor: Ez sajnos így van, és felteszem, hogy ebben mi sem vagyunk jobbak egyetlen elődünknel sem. De hogy maradjunk az erdőknél, hadd mutassak egy érdekes historikus dolgot. Nézd, itt van ez a régi grafikon. Sajnos, csak kétdimenziós, a mai multi-temporális térítő-diagramokhoz hozzászokva nehéz értelmezni. A valamikori Zala megye bükköseire



készítették (de ma persze a gondolat-alapú komputerrel nagyon könnyű előhívni az archívumból). Azt mutatja, hogy milyen sebességű erdőpusztulást feltételeztek 70 évvel ezelőtt. A grafikon számunkra túl egyszerűen csak a korábban alkalmazott 6 ún. fatermési osztályban, nagyon leegyszerűsített trendvonalakkal mutatja azt, hogy egy adott évig a valamikori bükkösök hányad része fog kipusztulni a klímaváltozás miatt. Természetesen nem e görbék szerint történt a pusztulás, főleg az évenkénti ingadozások „nem jöttek be”, de hát ezeket még mi sem tudnánk ma sem jobban megjósolni. A lényeg egyébként is ugyanaz, mint az előző térképeken, hogy ti. már régóta lehetett sejteni, hogy az erdők ki fognak pusztulni.



Péter: Várj csak! Valóban kicsit nehéz újból ilyen régi ábrát értelmezni, kicsit gondolkoznom kell, mit is jelentenek a vonalak - hadd nézzem a valamikori legjobb termőhelyű, az 1. fatermési osztályú erdők sorsát



mutató vonalat. Ha jól látom, az előrejelzés azt jósolta, hogy a mostani évig, 2084-ig kipusztul az ilyen termőhelyű erdők 0.4 része. OK, most már értem, és tényleg érdekes az akkori előrejelzés. De nem vagyok biztos benne, hogy akár ma is elég mélyen belegondolnának egy ehhez hasonló előrejelzés értelmébe.

Tibor: Igazad van, én is azt hiszem, hogy egy ilyen grafikonnak nehéz „hinni”, már csak azért is, mert ez akkor még csak hipotéziseken alapult. De mit kezdjünk azokkal a térképekkel, amiket már akkor is tudtak készíteni, s amik egyértelműen mutatták azt, hogy eltűnnek fajok? Több ilyet találtam az évszázad elejéről, és ezeken éppen az látszik, hogy az akkori tényleges elterjedési területükről teljesen eltűnnek majd egyes fajok, pl. a bükk. E térképek üzenete annyira nyilvánvaló, hogy most nem is keresek példát, úgyis el tudod képzelni.

Péter: Persze. De hát ezek szerint mégsem volt az akkoriak számára nyilvánvaló, hogy milyen veszélyeket rejt a jövő, ill. az emberek akkori életmódja.

Tibor: Magam sem voltam benne biztos. Éppen ezért tovább kutattam, hogy találjak még valamit, amit intő jelként lehetett volna értékelni. Utánanézttem, hogy hogyan gondolkodtak az üvegház gázokról. Mi már régóta csak a napenergiát használjuk energiatermelésre, de korábban annyi üvegház gázt pöfékeltek a levegőbe elődeink, hogy szinte csoda, hogy ma már nem beszélünk üvegház gáz kibocsátásokról. A korabeli kibocsátás-prognózisok viszonylag nagy pontossággal előre is jelezték a klíma megváltozását, de akkor annak alig hittek az emberek. Ugyanakkor egyes kutatók tényleg előre tudták jelezni, hogy mára ilyen mértékű lesz a fapusztulás.

Péter: Annyit én is tudok a klímaváltozásról, hogy hiába a mi kibocsátás-csökkentésünk, a sok korábbi kibocsátásnak a Föld klimatikus rendszerének tehetetlensége miatt még most is, sőt még ezután is hosszú ideig lesz hatása. Így hát a klímaváltozás fokozódását meg tudtuk fékezni, sőt a geo-mérnöki beavatkozásainkkal mára valamivel csökkent is a felmelegedés mértéke, de azon mi sem tudunk változtatni, hogy a kialakult nagy meleget nem tudják elviselni a fák.



Tibor: Korabeli beszámolókból viszont lehet tudni, hogy egyesek abban a hitben voltak, hogy az erdőpusztulás-előrejelzés is csak kitaláció, „vészmadár-huhogás”, sőt hogy klímaváltozás nincs is. Pedig a tudósok már a XIX. század elején kezdték megérteni, hogy a levegő egyes gázai üvegház-hatással bírnak. *Arrhenius* svéd kutató már 1908-ban figyelmeztetett arra, hogy az emberi tevékenység belátható időn belül felmelegedéshez vezethet. A klímaváltozásnak nemcsak okai az üvegház gázok, de azáltal, hogy sokkal könnyebb a mennyiségüket becsülni és ábrázolni, mint más folyamatokét, könnyen felhasználhatók arra, hogy a klímaváltozással összefüggő jelenségeket, beleértve az erdőpusztulásokat is, személetesen tehessük. Ilyen pl. az erdők szénforgalma is. Nagyon bosszantónak találok azt, hogy sok erdész nem értett hozzá, és hogy sokan voltak annakidején, akik úgy gondolták, hogy mivel a fák sok széndioxidot kötnek meg, és így ellensúlyozzák a kibocsátásokat, ezért sem jelentős probléma a klímaváltozás.

Péter: Miért? Hát nem így van?

Tibor (némi szünet után): Hogyan?? Ezt nehéz elhinnem. Lehet, hogy a 21. század végén még van, aki ezt így gondolja? Korábban is nehezen volt elfogadható egy ilyen nézet, de most már legfeljebb csak az nem tudja, hogy ez tévedés, aki nem foglalkozik eleget elméleti kérdésekkel.

Péter: Szerinted mit lehet tévesen tudni a fák szénlekötéséről? Az egyetemen tanultunk a fotoszintézisről, melynek során a fák a gyökerek által felvett víz és tápanyagok segítségével ebből állítják elő a biomasszájukat, és ezzel szén-dioxidot vonnak ki a levegőből. Ennyit még én is tudok!

Tibor: No, igen, és az igaz is, amit mondasz. De ennél azért bonyolultabb a helyzet. Elméletileg ugyanis ...

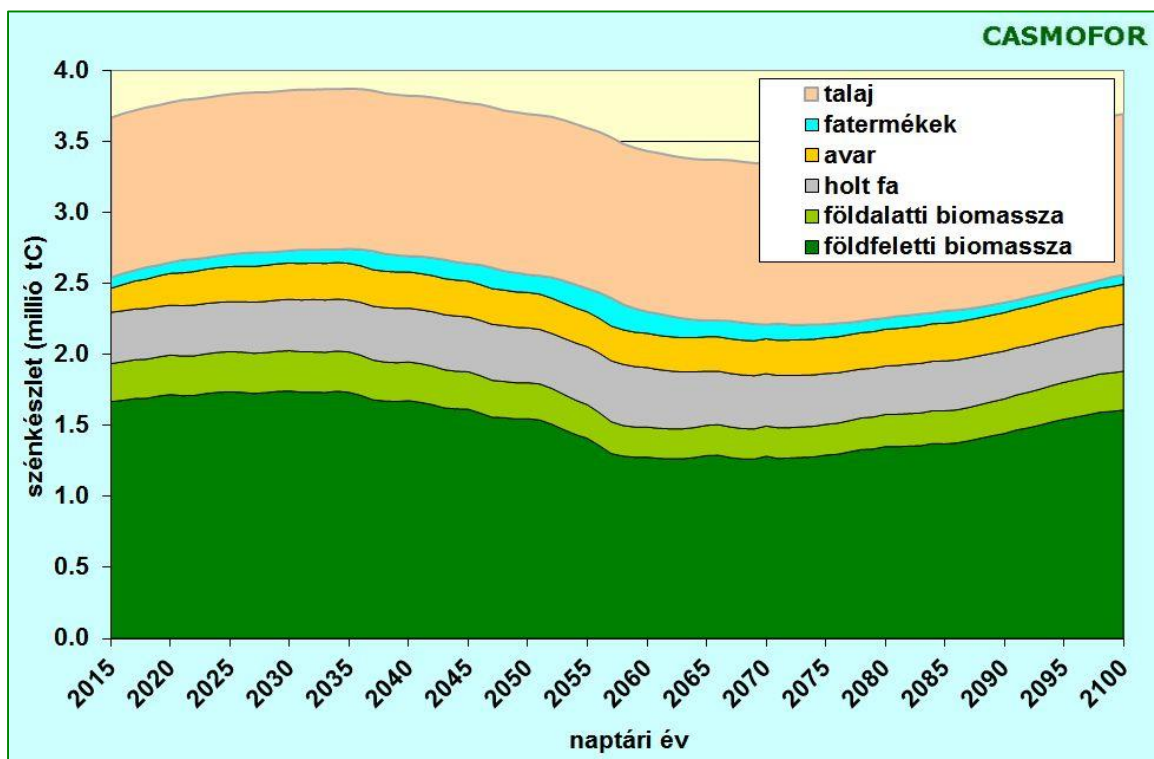
Péter: Hát persze, „elméletileg”. Emlékszem, gyakran kezdted így a mondataidat az egyetemen is, mindig volt egy „teó”-riád mindenről, ezért is lett Teó az aliasod. Gyakorlatilag azonban az a helyzet ...

Teó: Igen. A „gyakorlatban”, azaz a „praxi”-ban természetesen mindig más a helyzet; Te pedig mindig mindent a gyakorlat szemszögéből közelítettél meg, ezért lettél Praxi...



Praxi: Valóban, már az egyetemen sem értettem, miért a sok elmélet, amikor azokat általában nem lehet a gyakorlatban megvalósítani, vagy nincs is gyakorlati jelentőségük.

Teó: Akkor hadd mutassak két másik, szintén Zalai, korabeli bükköseire készített ábrát - ezekből majd látni fogod, hogy elméletben már korábban sem volt hiány, és hogy elméleti megközelítésekkel bizony sok mindent jól előre lehet látni. Akár ezek alapján az ábrák alapján is előre lehetett volna látni, hogy a klímaváltozás drasztikus változásokat fog hozni. Az első ábra jól mutatja, hogy a zalai erdők szénkészlete az erdők különböző részeiben (a széntárolókban) hogyan alakult volna, ha nem történt volna meg a klímaváltozás. (Az ábrát egy korabeli [modellel](#) készítették, ami mai szemmel nézve persze nagyon primitív és pontatlan, ma már sokkal részletesebben és pontosan látunk mindent, pl. sokkal jobban ismerjük a széntárolás, -elnyelés és -kibocsátás folyamatait. Ma már nemcsak az ábrán feltüntetett 6 széntárolót tudjuk elemezni, és folyamatosan monitorozni.) De térjünk vissza a fák szénlekötéséhez! Szerinted hol látható ezen az ábrán - ami egy állandó területű erdő szénegyenlegét mutatja az időben -, hogy a fák a fotoszintézisük révén megkötik a szenet?



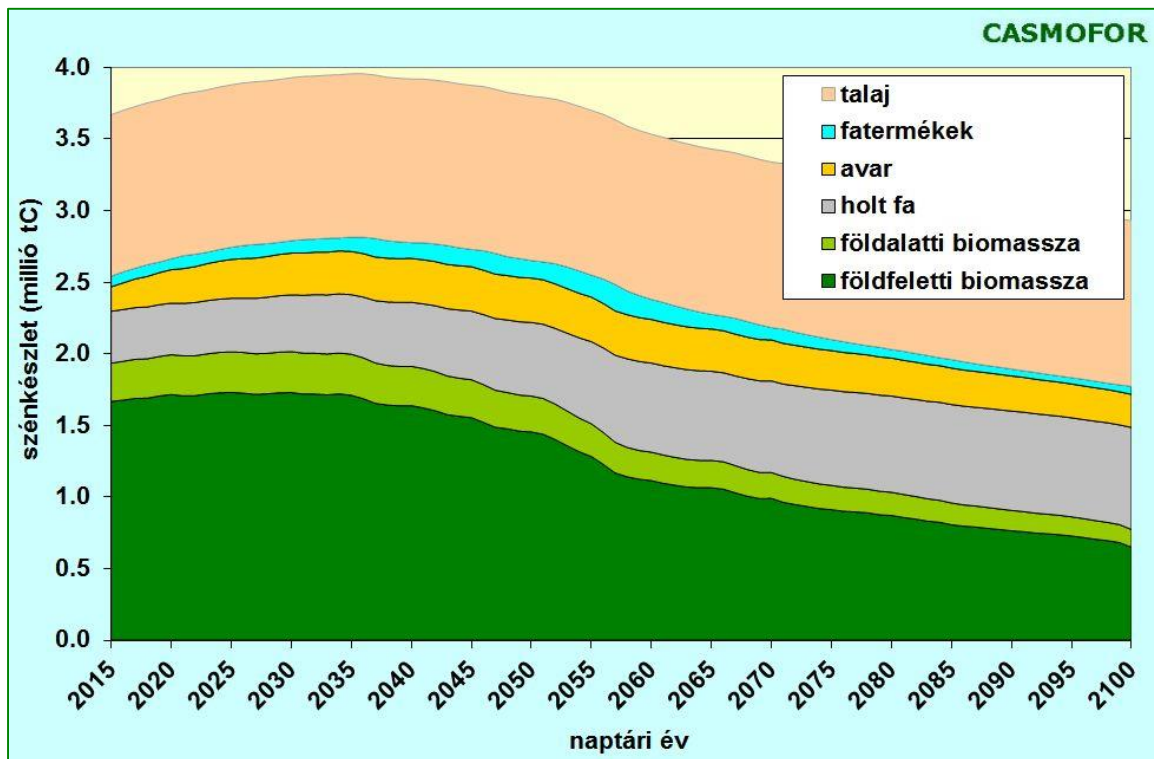
Praxi: Hát ... Nem is tudom. Nekem úgy tűnik, hogy a szénkészlet hol nő, hol csökken - majd megint nő, de hosszú távon állandó.

Teó: Pontosan. És tudod miért? Mert a fák ugyan megkötik a szenet - amíg élnek persze. Utána azonban a sok, korábban a biomasszában megkötött szén először a holt faanyag, holt gyökér és avar készletét növeli, majd ezekből hosszabb-rövidebb idő után a szén visszakerül a levegőbe. A lebomlás ily módon - bár nem olyan látványos folyamat, mint a fák növekedése - ellensúlyozza az elnyeléseket. Összességében nagy területen a megkötött szénnek csak egy kis része marad meg fatermékekben, ill. a talajban. Az ábrán látható hullámváltozás csak az erdők kor- és termőhelyi szerkezetének ciklikus változása miatt van: időnként, amikor többségében vannak a fiatal erdők, több az elnyelés, mint a kibocsátás, és nő a biomassza szénkészlete, később viszont, amikor az idősebb erdők kerülnek többségbe, az elnyelések kerülnek túlsúlyba, és csökken a szénkészlet. Hosszú távon a beállt erdők szénelnyelése nagyon kicsi.

Praxi: Az ábrád valóban mintha ezt mutatná.

Teó: Igen, hidd el, ez így van. De érdemes megnézned a másik ábrát is, ami azt mutatja, hogy a század elején feltételezett, közel 4 fokos hőmérséklet-emelkedés hatására előre jelzett erdőpusztulás alapján hogyan prognosztizálták az erdők szénlekötését. Érdekes összehasonlítani az akkori becsléseket a mai tényadatokkal - épp a múlt héten készítettem egy számítást a silvo-szkennerünk segítségével. A tények mások, mint amit prognosztizáltak, de nem olyan nagy az eltérés. A prognosztizált adatokból készített egyszerű ábra is jól mutatja, hogy már akkor látták, hogy a klímaváltozás komoly károkat fog okozni, ugyanis figyeld meg: az ezen az ábrán prognosztizált szénkészletek folyamatosan csökkennek az előző ábrán mutatottakhoz képest, pedig már akkor is számoltak azzal is, hogy az időközben elpusztult bükkösöket majd tölgyekkel, cserrel, és több más, a meleget és aszályokat jól bíró fafajokkal újítják fel.





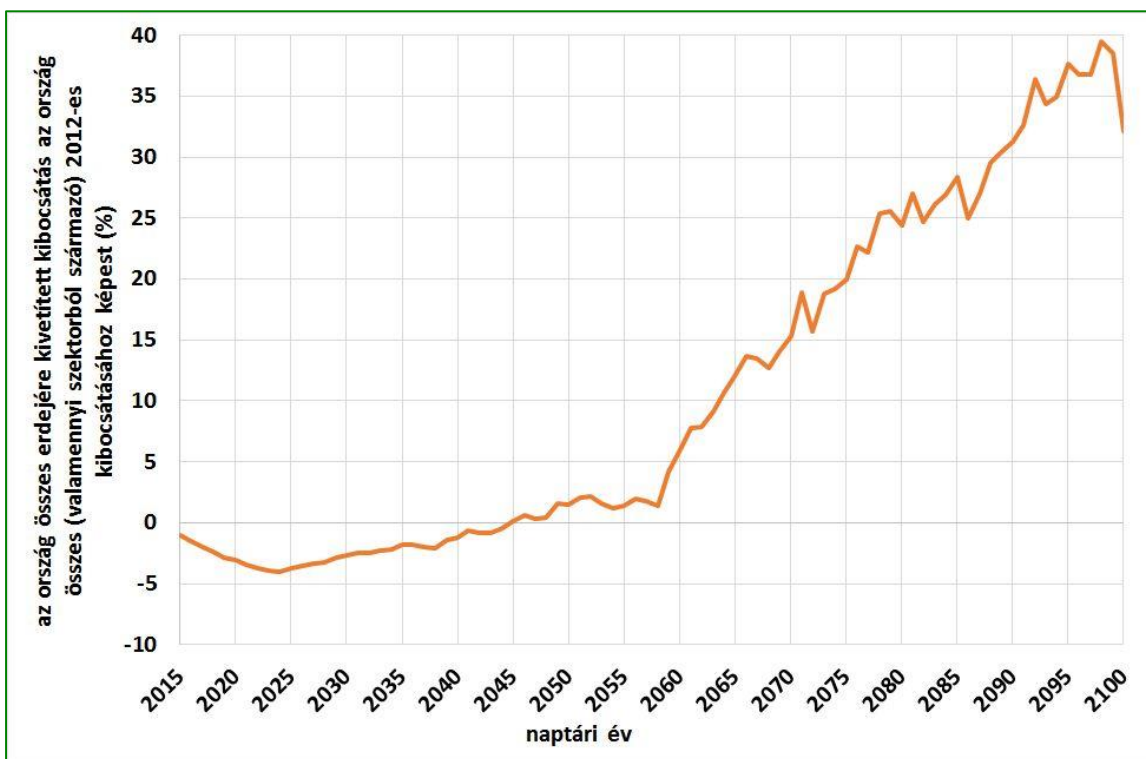
Praxi: Ha jól látom, az ábrák összehasonlításából az látszik, hogy kb. a biomassza felének eltűnését jósolták e század végére. Ez könnyen bejöhethet, hiszen rengeteg erdő eltűnt már. *Teó:* Sajnos ez így van.

Praxi: De ha ez így van, akkor az előbbieik alapján ez sok kibocsátást eredményezett.

Teó: Ezt is jól látod. Az erdőpusztulásoknak ezt a hatását jól lehet látni egy további ábráról, ami azt mutatja, hogy a 70 évvel ezelőtti összes kibocsátás százalékában mekkorára becsülték az akkor jövőnek számító évtizedekben az erdőpusztulásból származó szénkibocsátást. Ma már persze „összes kibocsátásról” szinte alig beszélhetünk, és állítólag nemsokára beindul a globális léptékű szén-dioxid szivattyú is, ezért a százalékoknak a mai kibocsátásokhoz viszonyítva már nincs értelme. De ha belegondolok, hogy akkor milyen nagy volt nálunk a kibocsátás (majdnem 60 millió tonna az akkori Magyarországon), és ahhoz képest mekkora kibocsátásokat vártak csak az erdőpusztulásokból, akkor igazán



nem érthető, hogy miért nem léptek korábban, és miért nem próbáltak meg mindent már akkor a klímaváltozás elkerülése érdekében.



Praxi: Ezt az ábrát kicsit nehéz értelmezni. Ha jól értem, azt akard mondani, hogy korábban úgy becsülték, hogy ha az ország összes erdejében mondjuk úgy alakul majd az erdőpusztulás, mint ahogyan azt a legelső ábrádon jósták, akkor abban az évben, amikor mi most beszélgetünk, az erdőpusztulás miatti kibocsátás több mint egynegyede lesz annak, mint amit elődeink 70 évvel ezelőtt mindenféle forrásból (fűtés, közlekedés, ipar stb.) kibocsátottak, és hogy az erdőpusztulás miatti kibocsátás a jövőben még nőni is fog.

Teó: Igen, nagyon jól gondolod.

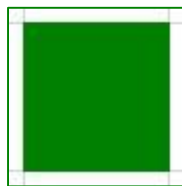


Praxi: Hihetetlennek hangzik, mert ez egy igen nagy kibocsátás, hiszen csak az erdőkből származó kibocsátásokról van szó. Úgy látom, abban mindenképpen igazuk volt, hogy az erdőpusztulások nőnek, és való igaz, hogy ha pusztulnak a fák, akkor a bennük tárolt szén visszakerül a levegőbe. De tényleg ilyen méretű lehet a kibocsátás? Nehéz elhinni. És még mindig nehéz elhinnem azt is, hogy egy erdő szénlekötése hosszabb távon nagyon kicsi.

Teó: Pedig így van. A kibocsátás mértékén nincs mit vitatkozni - de hadd próbáljam meg jobban elmagyarázni azt, hogy miért oly kicsi az erdők szénlekötése hosszú távon. Hadd tegyek fel néhány gyors kérdést, hogy lásd, hogy ez így van, és hogy azt is megmutassam, hogy mi lehet a szénlekötés gyakorlati jelentősége. Ha jól értem, azt mondod, hogy a fák a növekedésük révén szén-dioxidot kötnek meg.

Praxi: Hát persze.

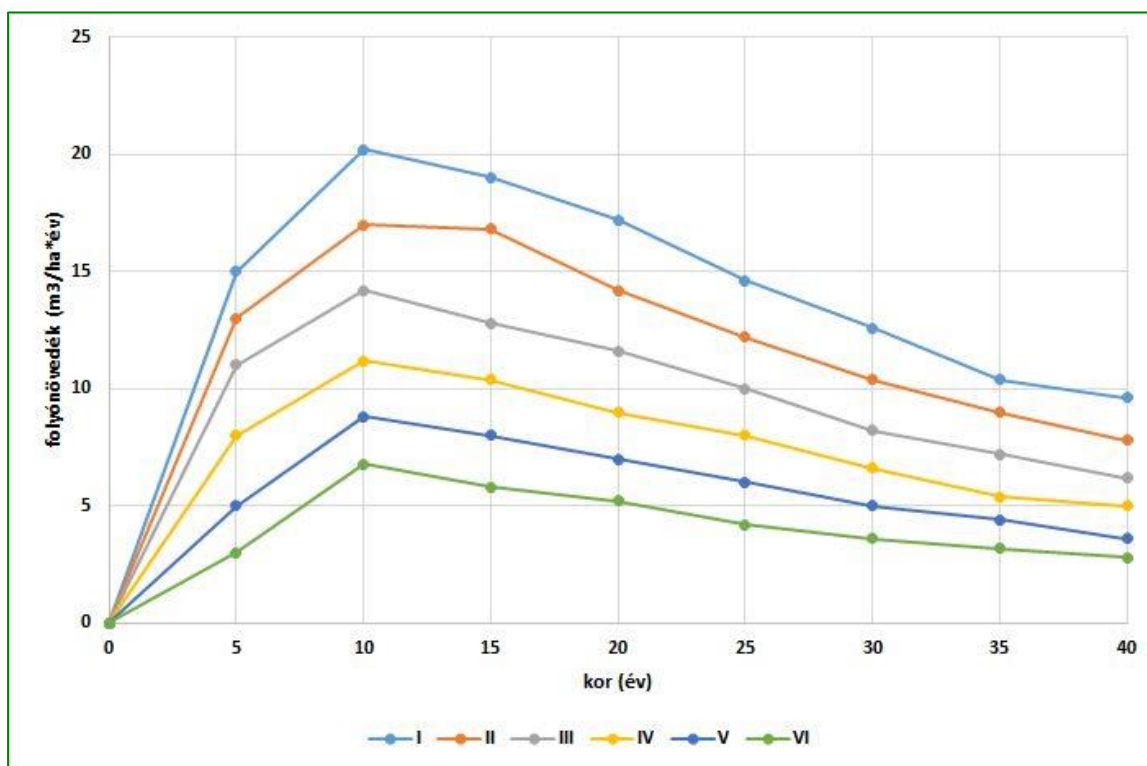
Teó: Vegyünk akkor egy egykorú, elegyetlen erdőt, mondjuk egy akácost - nálatok bőven vannak még ilyen erdők. Az egyszerűség kedvéért legyen ez az erdő most 1 hektár nagyságú. A gondolatátvitelen alapuló számítógéppel ezt könnyű megrajzolni, de formailag most - ha már ezekből indultunk ki - maradjunk a fenti kétdimenziós világnál... Emiatt kicsit bonyolultabb a rajzolás - de látod, így is gyorsan meg voltam - az erdönk nézzen ki pl. így:



Praxi: OK, ezt igazán könnyű felfogni!



Teó: Örülök, hogy így látod. De most nézzük az elméletet. A fák növekedési sebességét ismerjük - ehhez megint hadd vegyem alapul a régi fatermési táblákat. A gépemen van is egy ilyen tábla az akácra, nemrég vette át a gépem korabeli publikációk alapján. Néhány adat hibás lehet, de most talán ez a legmegfelelőbb ábra ide. A hat görbe a korábban szokásos hat (I-VI) fatermési osztály eltérő növekedését mutatja. Ugye emlékszel: a görbékből az éves fanövekedés és abból a szénlekötés mértéke becsülhető az 1 hektáros területen, igaz?



Praxi: Persze, és ahogyan a görbéid mutatják, a fák folyamatosan megkötik a szén-dioxidot, ha ez a megkötés a korral változó mértékű is. Ezt minden erdész tudja.

Teó: Ez persze így van - de szerinted meddig nőnek a fák? Az évig?



Praxi: Hát persze, hogy nem. Az akácot legkésőbb 35-40 éves korban levágjuk - úgy látom, kb. eddig rajzoltad te is a görbéidet.

Teó: Igen. És mi történik akkor, amikor a fákat letermelíték?

Praxi: A faanyag egy részéből jó tűzifa lesz, másik részét pedig feldolgozzuk különböző fatermékeknek.

Teó: És mi történik a tűzifában lekötött szénnel?

Praxi: Természetesen visszakerül a levegőbe, amint a tűzifát elégetik...

Teó: Vagyis amit egy vágásforduló alatt megkötöttek a fák, az vissza is kerül a levegőbe, nem?

Praxi: Igen, de az iparifa ...

Teó: Vagyis, ha csak tűzifát termelünk, akkor egy-egy évben számolhatunk szénlekötéssel, de a teljes vágásforduló alatt az egyenleg nulla, nem?

Praxi: Ha mindent eltüzelünk, akkor ez persze igaz, de az iparifa ...

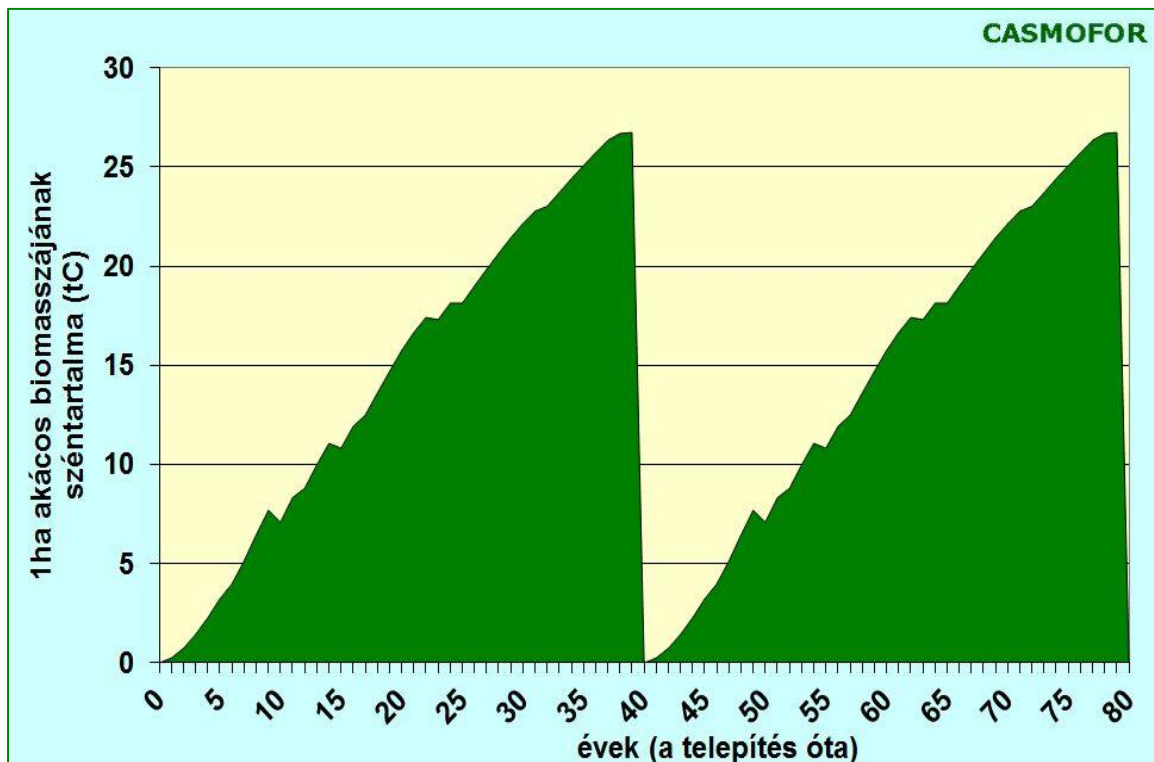
Teó: Később megnézzük az iparifát is, de előtte - átmenetileg - vegyük úgy, mintha az is tűzifa volna. Ugyanis az iparifát is ugyanúgy kivisszük az erdőből, mint a tűzifát, és ha egy-egy erdőterületre készítünk egyenleget, akkor mindegy, hogy az erdön kívül mi történik a fában lekötött szénnel.

Praxi: Jó, ezt értem, különbség van az erdőterület egyenlege és a között az egyenleg között, ami a levegőből eltávozó és oda visszakerülő szénmennyiségből számítható. De elméletileg az iparifa akkor is ...

Teó: Mondom, megnézzük az iparifát is, de nézzük most csak azt, hogy mi történik az erdőterület szén-egyenlegével. Ennek demonstrálására hadd próbáljam meg futtatni azt a régi modellt. Ehhez megint kell egy kis idő, hogy Alpha, a historikus programokat a mai korszerű szoftver-környezethez igazító szolgáltatás el tudja indítani ... - már meg is van. Ha úgy vesszük, hogy minden faanyagból az erdő letermelése után nem sokkal visszakerül a szén-dioxid a levegőbe, akkor egy átlagos - mondjuk



III. fatermési osztályú -, 1 hektár nagyságú akácerdőre a kor függvényében (figyelembe véve az akác fájának sűrűségét és a száraz fa szénttartalmát) a szénlekötés és -kibocsátás ilyen fűrészfog-szerű görbe mentén történik:



Praxi: Azért rajzoltad zölddel a görbét, mert biomasszáról van szó?

Teó: Igen; de itt most csak a föld feletti biomasszát vettem figyelembe. Az élő gyökerek szénttartalma hasonlóan, de nem pontosan így változik.

Praxi: Gyakorlati szempontból a gyökerek természetesen nem is fontosak...

Teó: Elméletileg viszont nem szabad eltekinteni tőlük, és ha érdekel, mindjárt kitérek arra is. De most itt vedd észre, hogy 40 évnyi szénlekötés után (amikor mindig nőtt az akácos szénttartalma) 1 év alatt,



pontosabban: amikor kitermeljük a fákat, a sok szén mind kibocsátássá válik. De még egyszer: ez az 1 hektár nagyságú erdő modellje. Nézzük meg azt a gyakorlathoz nagyon is közelálló esetet, amikor nem egy erdőrészletről, hanem egy egész erdőtömbről van szó. Nálatok is biztosan sok akác erdőrészlet van...

Praxi: Hát persze, és így sok helyen kötődik le a szén - bár az igaz, ahogyan mondd, hogy mindegyikben csak egy ideig.

Teó: És összességében...? Ha egy kicsit tovább számolunk, akkor látni fogod, hogy nagyobb erdőknél bonyolódik a helyzet. Megint csak a példa kedvéért, most vegyünk egy olyan modell-erdőtömböt, ahol éppen 40 db 1 hektáros (és az egyszerűség kedvéért ugyanolyan termőhelyű, vagyis ugyanolyan fatermési osztályú) erdőrészletünk van. Kezeljük mindegyiket 40 éves vágásfordulóval, de úgy, hogy mindegyik erdőrészletnek eltérő a kora. Legyen tehát egy 1 éves, egy 2 éves, egy 3 éves és így tovább, és a végén egy 40 éves erdőrészlet (amit éppen ebben az évben véghasználunk), és minden részletnek 1 hektár a területe. Nagyobb erdőtömb ilyen modell-tömbökből állítható elő. Géppel ilyen modell-erdőt is könnyű rajzolni úgy, hogy az egyes részletek korát is beleírom minden részlethez:

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40



Teó: Tétélezzük fel azt is, hogy mindig ugyanabban a korban termeljük le az erdőrészleteket; és mindig azonnal fel is újítjuk a területeket. Persze a gyakorlatban sokkal nehezebb az erdőt telepíteni is, felújítani is ...

Praxi: Úgy látom, azért az idők során benned is kialakult valami gyakorlatiasság. Az én életem a még el nem pusztult erdőkben jórészt azzal telik, hogy úgy tudjam megszervezni a munkákat, hogy minden telepítésünk és felújításunk jól sikerüljön.

Teó: Az lenne jó, ha még mindig csak ezzel kellene foglalkoznunk... És biztos vagyok benne, hogy munkádnak meg is van a gyümölcse. Na de most nézzük meg, hogy hogyan működik egy ilyen, 40 különböző korú részből álló képzeletbeli erdő (akár hívhatnánk „szabályos erdőnek” is, melyről annakidején rendezés órákon tanultunk). Akár egy táblázatkezelővel is elvégezhetnénk a számításokat, de jobb, ha most is a korábbi modellre épülő számítógépes programra bízunk. Mit gondolsz, ha ezzel a programmal kiszámítjuk, mekkora a modell-erdőnk éves szénlekötése?

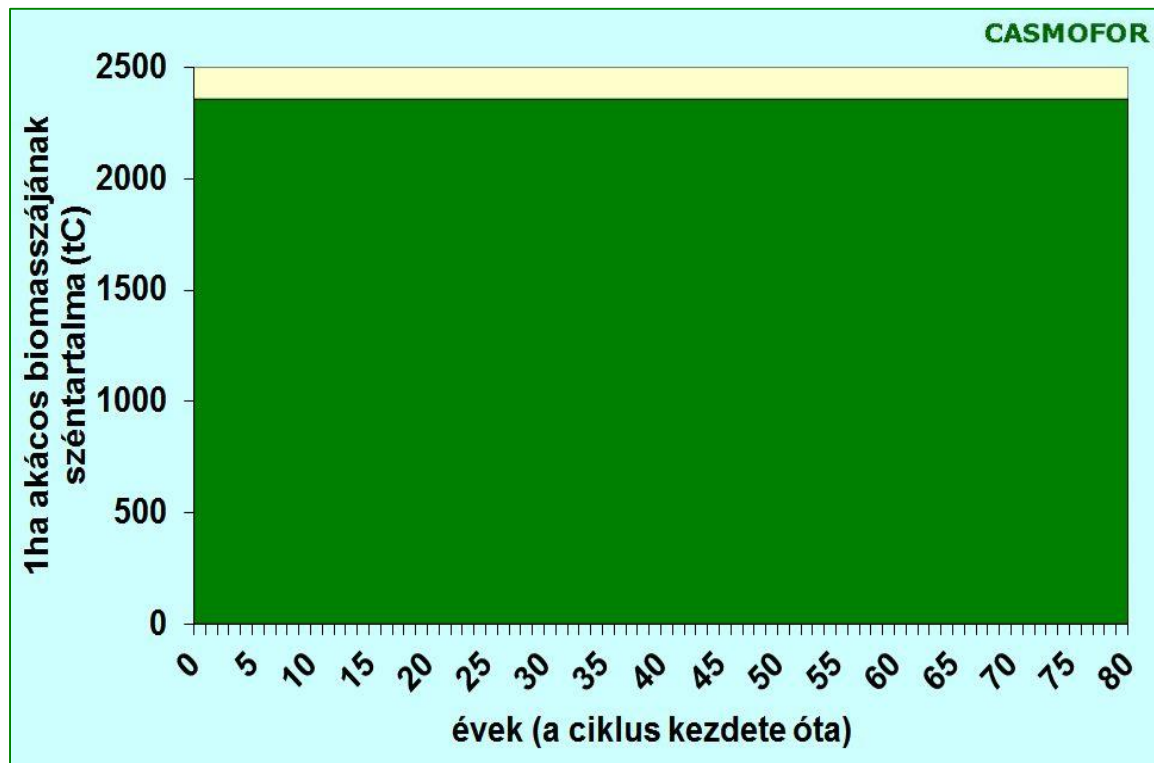
Praxi: Azt mondtad, egy programot fogunk használni, nem az én agyamat terhelni ...

Teó: Ez egy gyakorlatias válasz - és mindjárt meg is mutatom az eredményt, ismét csak a föld feletti biomasszára. De előtte próbáld elképzelni, hogy mi is az eredmény. Ha mindig, minden évben pontosan ugyanannyi 1 éves, 2 éves ... stb. erdőrészletünk van, akkor ezek szénkészletének összege minden évben mekkora?

Praxi: Várj - ha jól gondolom ... ez a szénkészlet állandó.

Teó: Pontosan. Most lássuk a modellel kapott eredményt:





Praxi: Akkor jól számoltam Ez alapján mondd akkor azt, hogy akkor az erdők nem kötnek meg szenet?

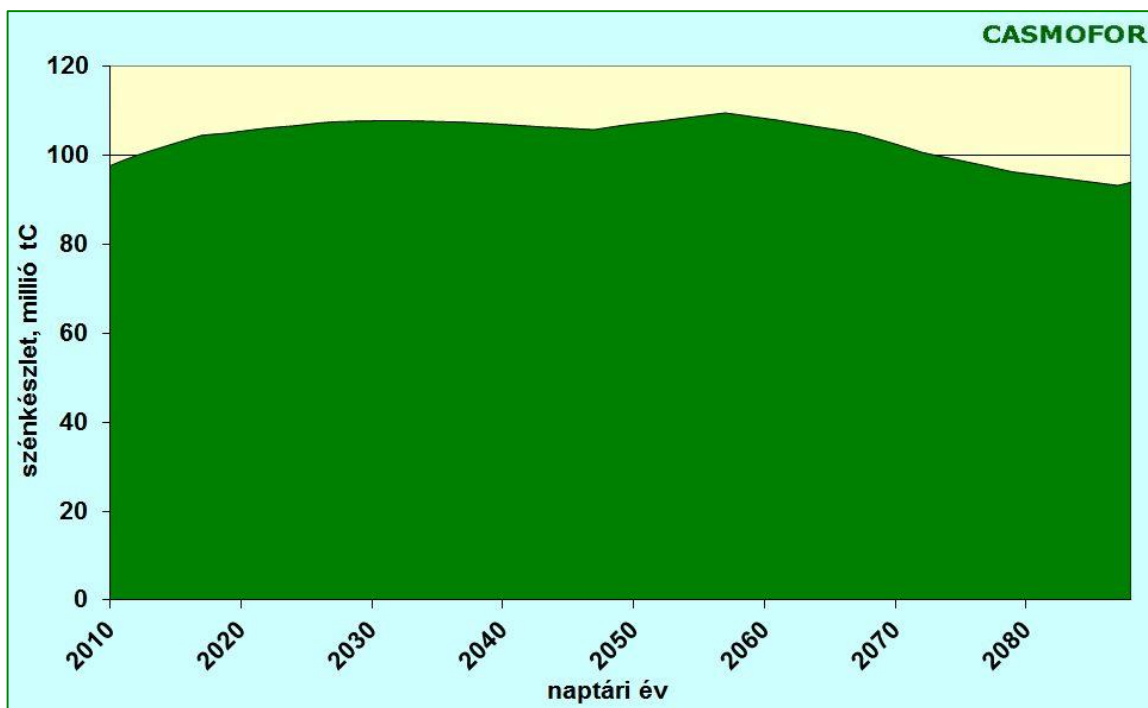
Teó: A válasz: ez attól függ... Az eddig modellezett erdő esetében kétségtelenül ez adódik, hiszen a szénkészlet nem nő (és nem is csökken).

Praxi: De hisz a valóságban nincs is olyan erdő, mint a te modell-erdődben, amelyben tehát a korosztály-eloszlás egyenletes, és a termőhelyi viszonyok is mindenhol azonosak. A mostani erdőpusztulások sem csak az idős erdőket érintik; többé-kevésbé ugyanúgy pusztulnak a fiatalabbak is, bár azok talán egy kicsivel ellenállóbbak. Egy valóságos erdőben ezért biztosan más a helyzet a szénlekötéssel is.

Teó: Teljesen igazad van. De éppen ezért van az, hogy olyan erdőekben, ahol egyes korosztályok hiányoznak, másoknak pedig az átlagnál több a területe (ill. amelyek terület-eloszlása termőhelyi szempontból sem egyenletes), nem állandó a szénkészlet. Ez jellemző az összes hazai erdőre is. Ha ezt modellezzük, mondjuk a 70 évvel ezelőtti erdőkre úgy, hogy



feltételezzük, nem lesz klímaváltozás, akkor a kapott eredmény (most is csak a biomasszára) így néz ki:



Praxi: Igen, ez nagyon hasonlít a korábbi, ha jól emlékszem, Zalára vonatkozó ábrára. Itt sem mindig ugyanakkora a szénkészlet, vannak benne ingadozások, de ezek nem túl nagyok. A hullámvásból ráadásul az is következik, amit korábban is említettünk, hogy az erdő időnként szénmegkötő, időnként pedig szénkibocsátó.

Teó: Jól látod. Ha elég sok erdőrészt veszünk, akkor azok összességére a fafaj-, korosztály és termőhelyi viszonyok változatossága ellenére a biomassza szénkészlete kisebb hullámvásokkal többé-kevésbé állandó. A hazai erdők az évszázad első két évtizedében szénmegkötő volt, azóta viszont szén-kibocsátóvá vált volna akkor is, ha nem gyorsult volna fel a klímaváltozás. De újból hozzá kell tennem, hogy ez így főleg a biomasszára igaz, amellyel kapcsolatban az is megállapítható, hogy a készletek viszonylagos állandósága független attól is, hogy milyen fafajú erdőről van szó. Vehettem volna tehát lassan növekvő tölgyet is a gyorsan növekvő akác helyett.



Praxi: Ez ellentmond annak a megérzésnek, hogy a gyorsan növény fajok több szenet kötnek meg, mint a lassan növények ...

Teó: Igen, a megérzések nem mindig igazak, sokszor jobban tesszük, hogy ha kiszámoljuk, mi történik különböző esetekben. Elvégre mérnökök vagyunk, nem?

Praxi: De, végül is igen. Ha újból végiggondolom, amit mondtál, akkor abból arra következtetek, hogy a gyorsan növény fajok gyorsabban nőnek ugyan, vagyis a rövid életük egy-egy évében több szenet képesek megkötni, mint a lassan növény fajok, de a kitermelésükkor több szenet is veszünk. Vagyis az egyenleg hosszú távon itt is nulla.

Teó: Igen, de ezzel kapcsolatban még akarok mondani egy-két dolgot.

Praxi: Rendben - de akkor sem gondoltam volna, hogy az erdő lehet kibocsátó is ... Bár ha jól belegondolok, miért is ne. A múlt heti nagy erdőtűzünkben leégett fákból tárolt szén vagy az erdőtűzben magában, vagy a megmaradt fák kitermelése után (a tűzifából) szintén a levegőbe kerül vissza, és ez a levegőbe visszakerülő szénmennyiség biztosan jóval több volt annál, mint amit ebben az évben a fák megkötöttek.

Teó: Pontosan, ahogyan mondd - annyit kell csak hozzátennem még, hogy erdőtűzknél nemcsak szén-dioxid, hanem más üvegházhatású gázok is a levegőbe kerülnek.

Praxi: És a híres programod ezt a kibocsátást is meg tudja becsülni?

Teó: Hát persze, de ehhez egy új modult kellene a modellbe építeni, ugyanis ...

Praxi: OK, elhiszem, de ne menjünk bele annyira az elméletbe - ez egyébként is lényegtelen kérdés, mert ezekből a gázokból biztosan sokkal kevesebb keletkezik.

Teó: Valóban, az ezekből a gázokból származó kibocsátás mennyiségileg kisebb, mint a szén-dioxidé, ugyanakkor ezek a gázok sokkal erősebb üvegházhatással bírnak. A dinitrogén-oxid üvegház-hatása pl. 310-szer erősebb a szén-dioxidnál. Ezt csak azzal tudjuk némileg ellensúlyozni, ha az elszáradó fákat még azelőtt kivágjuk, mielőtt azok lángra kapnának.



Praxi: Úgy látom, a lekötés kérdése sokkal bonyolultabb, mint gondoltam, és akár kapcsolatba hozható az erdők mai kezelésével. De engem éppen ezek a gyakorlati szempontok érdekelnek. Elvégre is, a mi dolgunk, erdészeké elsősorban az erdők védelme, valamint az erdőfelújítás.

Teó: Nagyon egyetértek. De talán átérzed most már azt is, hogy az erdők védelme a szénkészletek védelmét, a kibocsátások akadályozását is jelenti. Az összes erdő szénkészletét - pl. a helyes felújításokkal, az erdőtüzek akadályozásával és más módszerekkel - mindenáron meg kell őriznünk; ugyanakkor az erdőkben tárolt szén mennyiségét csak erdőtelepítésekkel növelhetjük: ilyenkor, hosszú távon, a területen a fák növekedése következtében szén halmozódik fel.

Praxi: De még mindig nem mondtad el, mi van az iparifával, amit ugyebár a gyakorlatban ...

Teó: Várj, most már tényleg mindjárt rátérek erre is - de előtte még egy utolsó dolog a még élő erdőkről. Ez pedig az, hogy különbség van az erdők szén-egyenlege és a biomassa szén-egyenlege között.

Praxi: Így van. Akkor most biztosan az erdőben található olyan szénmennyiségről akarsz beszélni, ami nem a biomasszában van, ugye? A talajról, gondolom.

Teó: Jól gondolod, azzal a kiegészítéssel, hogy az élő és elhalt gyökerekben, a holt fában és az avarban is sok szén van lekötvé.

Praxi: Hát, az akácosban avarból olyan sok nincs, az akác-levél hamar elbomlik ...

Teó: Azért csak várj, nagy területen az a kevés, vagy sokszor csak annak látszó avar mennyisége sem elhanyagolható. Azon kívül ugyanúgy, ahogy az egy (más fafajoknál pedig néhány) éven belül elbomló avarnál nemcsak a szénleköttést vesszük számításba, hanem az elbomlást is, ugyanúgy a biomasszájánál sem csak a fák növekedésére kell gondolni.

Praxi: Igen, ezek tényleg hasonló, csak különböző időtávon érvényesülő folyamatok. De hála neked, most már jobban értem őket - tehát a fatermékeknél sem lehet csak szénleköttéssel számolni.



Teó: Így van. A legnagyobb közvetlen jelentősége mindenképpen a biomasszában tárolt szénnek van. A korábban mutatott ábrákon lehet látni, hogy a (földfeletti+földalatti) biomassza széntartalma kb. annyi lehet, mint amennyi az erdő más részeiben tárolódik, bár ez az arány az időben változhat.

Praxi: Ez érdekes ... De mintha az is igaz lenne, hogy minél nagyobb „tárolót” veszünk alapul, annál kiegyenlítettebbek a folyamatok. Az időjárás hatását is mutatják ezek az ingadozások?

Teó: Gondolom, ugyanarról a hatásról beszélsz, mint ami az évgyűrűk szélességének közismert évenkénti változatosságát is okozza. E hatás következtében valóban évről-évre hol a megkötő (elnyelő), hol a kibocsátó folyamatok kerülnek túlsúlyba. Nos, ezeket az éves ingadozásokat azonban csak megfelelő mérések birtokában lehet jól kimutatni, amire elődeink még nemigen voltak képesek. Bár a biomassza szén-készletét már akkor is viszonylag pontosan **meg tudták becsülni**, a többi ún. széntárolóét nem annyira, mert nem rendelkeztek megbízható mérésekkel; az ábrán látható értékeket is inkább „szakértői becslésként” kell értelmezni. Az ábra elkészülte után is még jó néhány évig vitatott volt, hogy pl. az erdők talaja hosszabb távon is elnyelő-e, ha (egységnyi területen) kicsi is ez az elnyelés.

Praxi: Értem, de gondolom azért az általad is említett gyakorlatias következtetések levonására ezek a becslések is jók lehetnek.

Teó: Úgy van. De még azt is hadd tegyem hozzá, hogy a talajban lévő szénmennyiség csak lassan bomlik le, és a holtfában és a földalatti gyökerekben, avarban található szén is hosszabb-rövidebb idő alatt kerül vissza a levegőbe (nem úgy, mint az elégő vagy elégetett fában lévő szén). És itt térek vissza az iparifa kérdésére. A fát ma már nem használjuk olyan pazarló módon, mint egy évszázada; akkor még sok fából készítettek papírt, amit aztán 1-2 év után kidobtak, elégették, szeméttelpekre vittek. Ma már az új technológiáknak köszönhetően is csak hosszabb élettartamú termékeket készítünk fából. De ezek esetében is igaz, hogy minden fatermékeknek van életideje, ezután pedig abból is újra a levegőbe kerül a szén. Egy ezzel a kérdéssel foglalkozó korabeli vizsgálat azzal számolt, hogy a nem papír fatermékek fele 25-35 év alatt szintén elhasználódik. Emiatt - helyesen - egy állandó nagyságú erdőterülethez



tartozó fatermék-mennyiség szénttartalmának egyenlegébe beleszámolták nemcsak a keletkező fatermékek, hanem a használati idejüket elért, és aztán elbomló vagy elégetett fatermékek szénttartalmát is.

Praxi: Vagyis, gondolom, ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a fatermékek összes szént tartalma sem nagyon nő...

Teó: Pontosan úgy van. Az [említett](#) vizsgálat átlagosan évi 170 ezer tonnára becsülte a fatermékekre számolható szén elnyelést úgy, hogy egyes években kibocsátás is előfordult. De ezekre a becslésekre is igaz az, amit korábban mondtunk, hogy a becsült elnyelések nem állandó nagyságúak, de még csak nem is mindig elnyelések, hanem csak időlegesen azok.

Praxi: Várj - és mi van akkor, ha nem szénlekötésben vagy elnyelésben gondolkodunk, hanem abban, hogy a letermelt fát eltüzeljük, majd a termelés után felújítjuk az erdőt, ami így leköti a szenet, szemben a korábban olyan nagymértékben használt olaj, gáz és - hogyan is hívták? - kőszén égetésével, ami egyirányú széndioxid kibocsátást eredményez?

Teó: Ezt régen úgy fogalmazták volna meg, hogy mi volna akkor, ha a megújuló fát használjuk a fosszilis tüzelőanyagok helyett? Természetesen vannak lehetőségek a fa energetikai célú felhasználásában (ami ugye egy elég régi technológia, ma már csak nosztalgiából égetünk fát...) - de nagyon sok függ attól, hogy pontosan mit és mikor csinálunk, és milyen erdőnk van. Rossz hozzáállással több kárt okozhattak, mint hasznot!

Praxi: Hát ebben is hibázhattak az elődök?

Teó: Vegyük ezt is sorra. A kibocsátásokat azért kellett csökkenteni, hogy elkerüljék a túl nagy felmelegedést. Ugyanakkor nem elég "általában" beszélni a kibocsátásokról - ezeket nem akármikor, hanem *az évszázad első néhány évtizedben (!) kellett volna lényegesen csökkenteni*, remélve, hogy később valahogyan ki tudják majd váltani a fosszilis tüzelőanyagok égetését. Ebből a szempontból nagyon nem mindegy, hogy mikor termelik ki a fákat, és hogy mikor telepítenek erdőket.

Praxi: Ez érdekes, az ember azt gondolná, hogy az számít, hogy mennyit termelünk és mennyit telepítünk, de az, hogy mikor, az nem.



Teó: Hadd mutassam meg, hogy úgy van, ahogyan én mondtam. Vegyünk megint egy szén-egyensúlyban lévő akácerdőt ...

Praxi: ... vagyis egy olyat, amelynél a letermelt területeket mindig felújítjuk?

Teó: Igen, ilyenkor ugyanis a kitermelt fa használatából származó szénkibocsátást hosszú távon mindig ellensúlyozni tudjuk a felújításból adódó szénelnyeléssel. Most képzeljük magunkat egy 70 évvel korábban dolgozó erdész helyébe, és tételezzük fel, hogy mindent ugyanúgy csinálunk, ahogyan az a gyakorlatban is történik: a kivágott fa egy részét eltüzeljük, egy más részéből pedig fatermékeket gyártunk. Többlet-energiát úgy tudnánk előállítani fából, ha ettől a gyakorlattól eltérnénk, és minden köbméter kitermelt fát elégetnénk a kitermelés után. Ebben az esetben az erdőből többlet-emisszió származna (amiatt, hogy a szén nem tárolódhatna többlet fatermékekben, hanem a fa eltüzelésekor visszakerülne a levegőbe), ugyanakkor kevesebb fosszilis tüzelőanyag elégetésére volna szükség. Ezen kívül pedig a letermelt, majd felújított erdő pedig szépen folyamatosan lekötné azt a szenet, amit a fa eltüzelésével a levegőbe juttattunk. Erre gondoltál, amikor az előbb a fáról mint megújuló erőforrásról beszéltél, ugye?

Praxi: Pontosan, ahogy Te elmondtad!

Teó: Jó, de akkor most *számoljuk is ki*, mi is történik ebben az esetben. Amit eddig mondtam, azzal kell kiegészíteni, hogy egységnyi energia előállításához fa eltüzelésekor kb. 70 százalékkal több CO₂ kerül a levegőbe, mint olaj vagy gáz elégetésekor. Ez azt jelenti, hogy ha mondjuk egy adott évben bizonyos mennyiségű energiát nem olajból és földgázból, hanem meglévő erdőből kitermelt fából akarnánk kinyerni, akkor abban az évben 70 százalékkal több lenne az éves kibocsátás. A felújított akácos növekedése pedig csak 40 év alatt nyelné el a kitermelés évében kibocsátott szenet.

Praxi: Már kezdem érteni! Akkor mégsem lehet a „megújuló” erdőket felhasználni?

Teó: Dehogynem - csak máshogy. Várj egy kicsit! Hogy ezt megértsd, nézzünk most egy másik esetet. Ebben a korábban említett azonos mennyiségű energia nyeréséhez égessünk el olajat, mint eddig, de ezzel

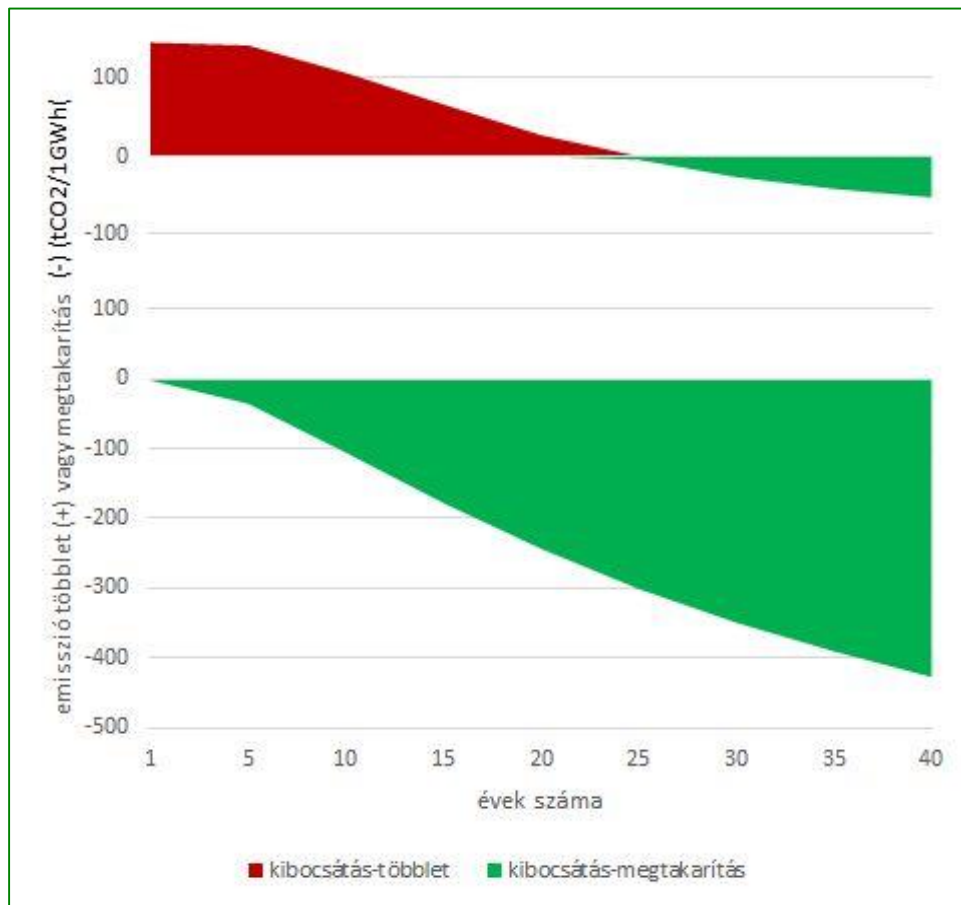


egyidejűleg telepítsünk egy akácost, amit majd 40 év múlva levágunk, és energiát akkor nyerünk belőle. Így olajból ugyanakkora lesz a kibocsátásunk, mint eddig, viszont ebből 40 évig minden évben levonhatjuk az éves erdei szénlekötés nagyságát. „Megújulóvá” ez az erdő, és szén-neutrálissá ez a rendszer a 40. évtől kezdve válik, amikor is az akkori energianyerést már nem olaj elégetésével kell megvalósítani, hanem az azt megelőző évek szénelnyelésének eredményeként kifejlődött erdőből.

Praxi: És kiszámoltad, hogy ezzel a második esettel mennyi kibocsátást lehet megtakarítani?

Teó: Természetesen; remélem, neked mint mérnöknek nem esik nehezedre néhány számmal dolgozni, de azért az eredményt egy ábrán is megmutatom. Vegyük azt, hogy 1 GWh energiára van szükségünk. Ennyi energia előállításánál olaj elégetése esetén 250 t CO₂ kibocsátás származik. Ugyanennyi energia fa tüzeléséből történő előállítása 390 t CO₂ kibocsátással jár. Tekintsük az első esetet viszonyítási alapnak, és a fatüzelésből, ill. szénelnyelésből származó egyenleget viszonyítsuk ehhez (és jelöljük az esetleges többlet-*kibocsátásokat* pozitív számokkal és piros színnel, az esetleges többlet-*elnyeléseket* pedig negatív számokkal és zöld színnel). A fenti számokból világos, hogy ha meglévő erdő fájának eltüzelésével állítanánk elő az energiát, akkor az 140 t CO₂ többlet-kibocsátással jár. Az ábrán ezt a felső grafikon bal oldali része mutatja. Ezt csak kb. 25 év után tudja kompenzálni a kivágott erdő felújításával kapott erdő növekedése (ekkor tűnik el a piros szín, és válik zölddé). Igaz, hogy 15 évvel még később már összesen több a szénlekötés, mint az addigi összes kibocsátás, de 25 fontos éven keresztül a meglévő erdő fájának az olaj helyett történő égetésével még inkább elősegítettük a klíma megváltozását, mint ha csak olajat égettünk volna. Ráadásul, ha az energia olajból történő előállításának évében telepítünk egy erdőt, akkor a viszonyítási alaphoz képest a telepített erdő révén minden évben jobb a kibocsátás és elnyelés egyenlege: mindvégig nettó szénelnyelő a rendszer, ami a klímaváltozás ellen hat. Gondolom, jól látszik a két rendszer közötti alapvető különbség.





Praxi: Persze, habár még emésztenem kell, hogy megint a megérzéshez képest más eredményt mutat a számítás.

Teó: Ez bizony itt is, és a tudományban sok más esetben is így van, az ember sokszor csak akkor juthat megfelelő következtetésekre, ha elvégzi a megfelelő számításokat. A számítások pedig más szempontból azt mutatják, hogy az erdőtelepítés nagyon fontos.

Praxi: Igen, ezt viszont én is így gondoltam volna, akár számítások nélkül is. Végre valami, ahol egybeesik a megérzésem és a számítások...



Teó: Örülök, hogy így gondolod. Annyit teszek még hozzá, hogy az erdőtelepítés imperatívusza ránk is vonatkozik még, persze csak az erre még alkalmas területeken. *Mindenképpen fontos lett volna azonban a század elején annyi erdőt telepíteni, amennyit csak lehetett volna.* Nekünk így már mindenekelőtt a meglévő erdők szénkészletének megőrzése volna a feladatunk - de ez nekünk már alig sikerülhet az erdőpusztulás megállíthatatlansága miatt. A század korábbi évtizedeiben erre több esélyük volt az elődöknek, és ezzel az eséllyel látod jól is bántak, hiszen pl. az első két évtizedben sikerült fenntartható módon gazdálkodniuk, vagyis elérniük azt, hogy az élőfakészlet ne csökkenjen, hanem még nőjön is... Látod, nem mindig vagyok kritikus az elődökkel szemben. - De látom, nagyon beleélted magad a problémába...

Praxi: Tényleg, teljesen belefeledkeztem ezekbe a kérdésekbe - elvégre korábban én is szerettem valódi mérnöki problémákkal, számokkal foglalkozni; meg aztán sok érdekeset mondtál. Így most már azt is jobban értem, hogy az erdőpusztulás miatti kibocsátás nagy probléma még ma is, és azt is, hogy mindezt elődeink már látták is, mégsem törődtek eleget ezzel a kérdéssel. Úgy látom mindenesetre, hogy te nagyon is elmerültél ebben a témakörben az utóbbi időben; bár hoztál fel pozitívumot is, talán túlzott mértékben is foglalkoztatnak az elődök „bűnei”.

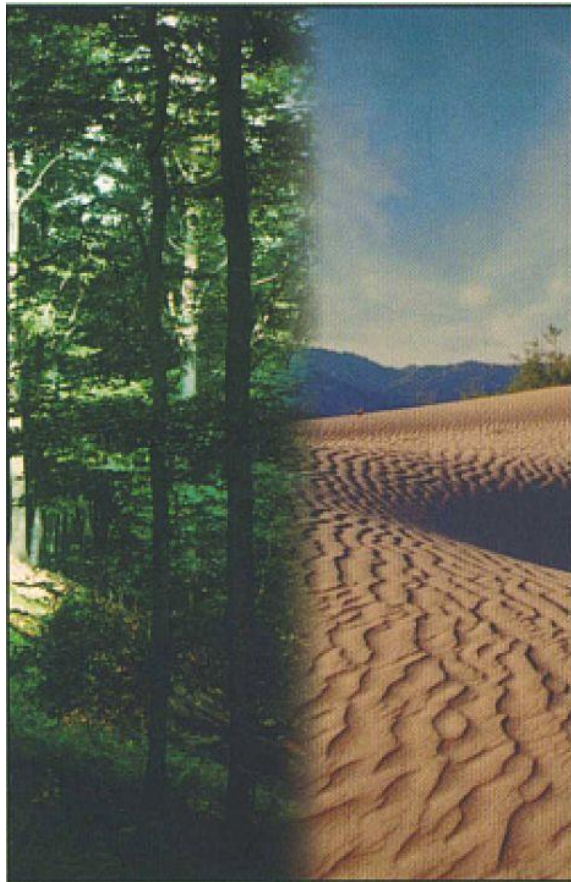
Teó: Talán igazad van... Hiszen, ahogyan mi is megállapítottuk már, mi sem vagyunk különbek náluk. De annyira zavar az, hogy hova jutottunk, és mindig azon tűnődök, így kellett-e volna ennek történnie. Talán ezzel te is így vagy egy kicsit.

Praxi: Igen, persze. Bár nem törhetünk pálcát elődeink fölött, különösen, ha nem is ismertük őket, de mégis a tudatlanságuk, sok esetben nemtörődömségük vezethetett végül is ahhoz, hogy ma ily' mértékben pusztulnak az erdők. Tulajdonképpen én magam kerestelek meg téged ezzel a problémával. Kár, hogy éppen erről viszont nem beszéltünk - talán tehetetlennek érzed magad, s ezért is néztél utána ennek a sok, a szénkörforgalommal kapcsolatos kérdésnek? Szerinted meg lehet még akadályozni, hogy a jövőben még inkább kiszáradjanak az erdők? És a kipusztult erdőket szerinted mivel tudjuk majd pótolni?

Teó: Nehezeket kérdezel - és korábban már mondtam, hogy szerintem most már késő, nekem legalábbis nincs ötletem. Az erdők hosszú



életidejűek, és bár a fák eléggé alkalmazkodóak, ez az alkalmazkodás egy-egy fa-generáció életidején belül véges. Ha egy fa megtelepszik valahol, vagy megtelepítjük, akkor hosszú távra eldőlt, hogy a klíma milyen szélsőségek között változhat. Ha a klíma ennél többet változik meg, akkor akár a fejünk tetejére is állhatunk. Megint csak arra tudok utalni, hogy ezt már korábban is megsejtették - nézd, majdnem egy évszázaddal ezelőtti [erdészeti könyv](#) fedőlapján találtam ezt a képet:



A kép azt vizionálja, hogy az erdők helyét valamikor majd sivatag veheti át. Világos, hogy már akkor felmerült annak a lehetősége, amit mi most átélünk.



Praxi: Ez tényleg érdekes. De most már van egy kialakult helyzet, engem ennek a megoldása érdekel.

Teó: Csak abban lehet bízni, hogy a geo-mérnöki kutatásokat most már tényleg kiterjesztik és bevonják az eddig mindig háttérbe szorított erdészeti kutatást is. Elvégre is, habár most már rendelkezünk olyan technológiákkal, amik az emberi települések klímáját kellemesebbé tudják tenni, az erdők a Föld mai állapotának megőrzésében is fontosak, őket is segíteni kell, és a nagy területek és a fák méretei miatt még mindig nincsen megoldva az, hogy az erdőket megfelelően tudjuk védeni. Az erdőpusztulásból származó üvegház gáz kibocsátás pedig most is probléma - nem is értem, miért nem fordít rá több figyelmet az ENSZ döntéstámogató rendszere. Az önkormányzatunknak is hiába vettem fel a problémát már egy ideje, egyelőre nem reagáltak.

Praxi: Én is hiába próbálkoztam, nem jártam sikerrel, ezért is fordultam hozzád. Kár, hogy nem tudtuk együtt sem megoldani a problémáinkat. Jó volt beszélgetni egyet ennyi év után, de kicsit elment az idő - bár még nem is beszéltünk magadról, a családotról...

Teó: Igazad van, talán jobb lett volna nem csak szakmáról beszélni, engem is érdekel, hogy hogyan élsz, mi van veled. Nemsokára jön a csapadékos időszak, akkor remélem nem lesz annyi erdőtűz - keressünk akkor időt egy kis beszélgetésre. De most valóban nekem is mennem kell - vigyázz magadra!

A tervezett beszélgetésre végül mégsem került sor. Praxi területén nem sokkal később akkora erdőtűz keletkezett, hogy kipusztult az összes erdő. Praxi így elvesztette állását, és máshova költözött.



Köszönetnyilvánítás és hivatkozások

Az írás részben a **TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0013** jelű projektben elért eredményeket mutatja, és annak támogatásának segítségével készült.

A szövegek közötti ábrák forrása:

- A külön nem jelzett ábrákat saját magam készítettem.
- A **Motive (2013)** projekt eredménye alapján a lucfenyő elterjedési területének változását mutató ábra forrása: Zimmermann, N. E., Normand, S., Pearman, P. B. and Psomas, A. 2013. Future ranges in European tree species. In: Fitzgerald, J. and Lindner, M. (eds.) 2013. Adapting to climate change in European forests - Results of the MOTIVE project. Pensoft Publishers, Sofia, 108 pp. URL: http://motive-project.net/NPDOCS/MOTIVE2_FINAL_FULL.pdf, 15-21.
- a címlap- és lábrész ábrájának alaprajza az internet publikus részéről származik.

Az akác fatermési táblájának növedék-adatait mutató ábra forrása: Rédei, K., Gál, J. 1984. Akácok fatermése. Erdészeti Kutatások 76-77:195-204.

