

## A légköri széndioxid koncentráció hatása a faanyag fizikai és mechanikai tulajdonságaira

Kánnár Antal, Barta Edit, Karácsonyi Zsolt, Garab József, Tolvaj László

Nyugat-magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar

Az elmúlt 20 évben sok kutató vizsgálta a CO<sub>2</sub> koncentráció növekedésének hatását a fák növekedésére. Mesterséges körülmények között, a levegő megemelt CO<sub>2</sub> tartalmának hatását vizsgálták a faanyag anatómiai, fizikai és mechanikai tulajdonságaira. Némelyik kísérletnél a hőmérsékletet is megemelték, illetve a talaj tápanyag tartalmát módosították. A vizsgálatok többsége kimutatta az évgyűrűszélesség és a fatermés növekedését. A fatörzs szélességi (sugárirányú) növekedése, valamint térfogati gyarapodása jelentősen magasabb arányú volt a széndioxiddal dúsított légkörben, mint a normálisban. A nitrogén jelenléte segítette a fatömeg gyarapodását.

**Kutatási célunk:** megvizsgálni, hogy a légkör megnövekedett széndioxid tartalmának hatására évente képződő nagyobb mennyiségű faanyag fizikai és mechanikai tulajdonságai hogyan változnak. Nehézséget jelent, hogy konstans széndioxid tartalom mellett növekedett kontrol faanyag nem áll rendelkezésre.

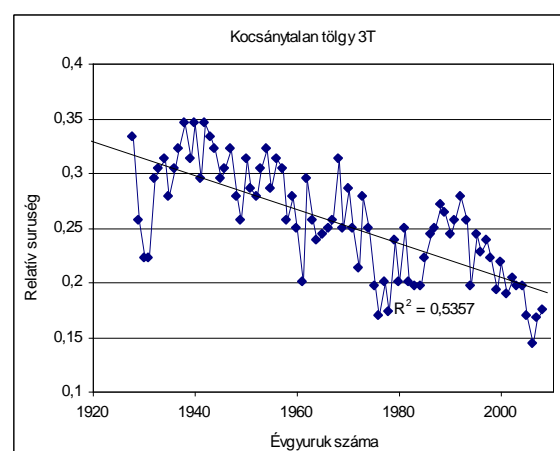
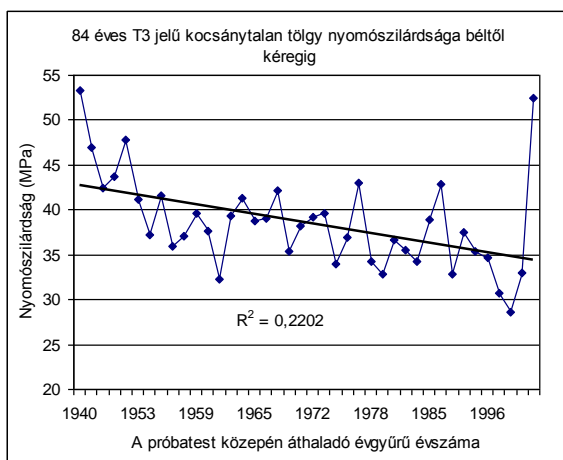
Vizsgálatainkhoz a Sopron környéki erdőkből gyűjtöttünk mintákat. Olyan törzseket választottunk ki, melyeknél számottevően eltérő életkort sejtettünk. Kocsánytalan tölgy, kocsányos tölgy, csertölgy, bükk és lucfenyő rönkökből vágunk ki korongokat az első választék utáni magasságban (3-5 méter). A korongok alapján elsősorban a törzsek életkorát határoztuk meg. Ezeket az adatokat az 1 táblázat tartalmazza. A korongokból kereszt alakban egy 4 x 4 cm-es csíkot vágunk ki az évgyűrűszélesség, sűrűség és keménységmérések céljára. A korongonként fennmaradó körcikkekből 50x20x20mm-es szabványos nyomószilárdsági próbatetek készítettünk. Egyes próbatetek 5-10 évgyűrűt tartalmaznak, így ezek nyomószilárdságának átlagát kaptuk meg a nyomószilárdságok vizsgálatánál. A beltől a kereg felé haladva így képet kapunk, hogy a klímaváltozások

### 1. táblázat A vizsgálatba bevont fatörzsek életkora és a nyomószilárdság-mérés próbatetszáma

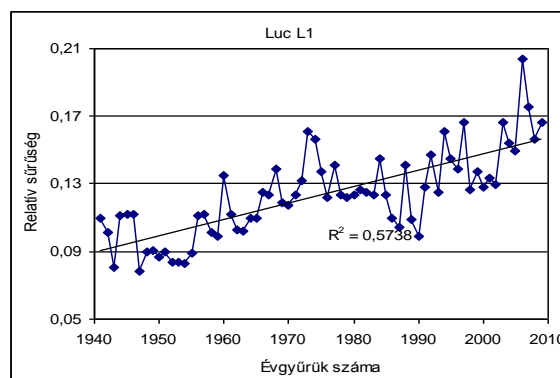
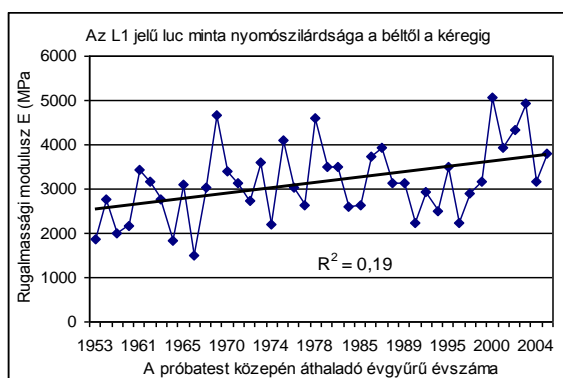
Fafaj	Kód	nyomó próbatetszám	törzs életkora
Kocsánytalan tölgy 1	T	104	95
Kocsánytalan tölgy 2	T	68	89
Kocsánytalan tölgy 3	T	75	84
Kocsányos tölgy 1	KT	122	93
Kocsányos tölgy 2	KT	110	84
Kocsányos tölgy 3	KT	44	76
Csertölgy 1	C	146	92
Csertölgy 2	C	169	121
Csertölgy 3	C	68	95
Bükk 1	B	166	73
Bükk 2	B	95	72
Bükk 3	B	67	71
Lucfenyő 1	L	72	73
Lucfenyő 2	L	130	78
Lucfenyő 3	L	51	65
<b>összesen</b>		1447	

okoztak-e változást a nyomószilárdságban, a sűrűségben, az oldalkeménységben és az évgűrű szélességben. Az évgűrűszélesség meghatározásához a kereszt alakú mintákat beszkeneltük. A digitalizált felületeket kinagyítva, autocad segítségével megmértük az egyes évgűrűk szélességét. A nyomószilárdság és az oldalkeménység mérése a szabványban előírtak szerint történt. A sűrűséget pilodinnal mértük. Az eszköz adott rugóerővel lő be a fába egy tompa szöget. A belövés mélysége fordítottan arányos a sűrűséggel. A szög mérete lehetővé tette, hogy mindegyik évgűrű relatív sűrűségét meghatározzuk.

Előadásunkban a nyomószilárdsági, az oldalkeménységi, a sűrűségmérési és az évgűrűszélesség mérési eredményeket mutatjuk be. A nyomószilárdság a kocsánytalan és a kocsányos tölgnél folyamatosan csökkent, míg a lucfenyőnél folyamatosan nőtt a vizsgált fák élete során (1-2 ábra). A többi fafajnál csupán minimális csökkenés vagy növekedés volt megfigyelhető. A grafikonok azt mutatják, hogy az adatok nagyon szórnak, de a tendencia mindenütt egyértelmű. A vizsgált, fafajonként 3 törzsből vett mintánál a változások azonosak voltak.



**1 ábra** A kocsánytalan tölgy nyomószilárdságának és sűrűségének változása a fa növekedése során



**2 ábra** A lucfenyő nyomószilárdságának és sűrűségének változása a fa növekedése során

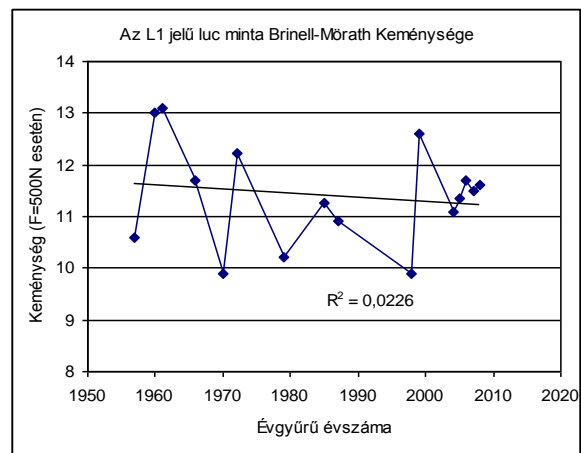
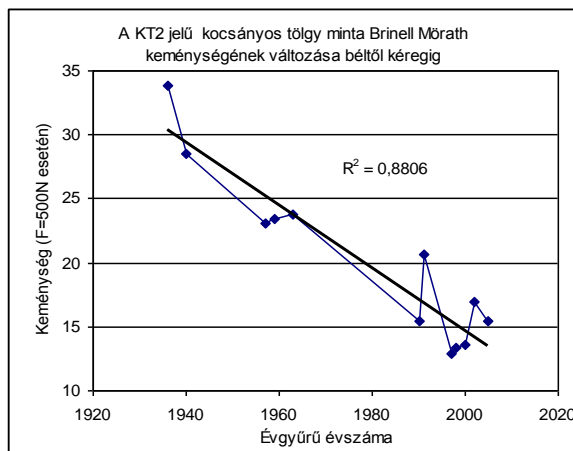
A nyomószilárdság változás függvényre illeszthető egyenesek korrelációs együttható ( $R^2$ ) értékei csertölgy és bükk fafaj esetén 0,05-nél kisebbek voltak, így ezen fafajok esetén semmilyen összefüggés nem mutatható ki a próbatest fatörzsön belüli helyzete és nyomószilárdsága között.

Lucfenyő esetén  $R^2=0,2$  átlagérték, kocsánytalan tölgnél  $R^2=0,3$  átlagérték adódott, ami nagyon gyenge kapcsolatot mutat csak a két mennyiség között.

Kocsányos tölgnél viszont az  $R^2=0.67$  átlagérték nagyon erős korrelációt mutat, figyelembe véve a fa mint biológiai anyag minimum 20%-os természetes szórását. Felmerült a kérdés vajon ezen egy fafaj miért ad ilyen szoros kapcsolatot. Vajon ez a  $CO_2$  koncentráció változásának tudható-e be? A többi fafaj miért nem mutat hasonló kapcsolatot?

Szakirodalmi vizsgálatok alapján kimutatható, hogy a tölgyekre jellemző, hogy az idősödő kambium rosszabb minőségű fatestet hoz létre, melynek egyre rosszabbak a szilárdsági tulajdonságai, így a nyomószilárdsága is. A jó korreláció tehát elsősorban ennek köszönhető. A sűrűségek hasonlóan változtak, mint a nyomószilárdság. A kocsányos és a kocsánytalan tölgnél folyamatos csökkenés, míg a lucfenyőnél folyamatos sűrűség-növekedés volt megfigyelhető a fa öregedésével párhuzamosan. A bükk és a csertölgy minták esetében nem tapasztaltunk számottevő sűrűségváltozást a fa élete során.

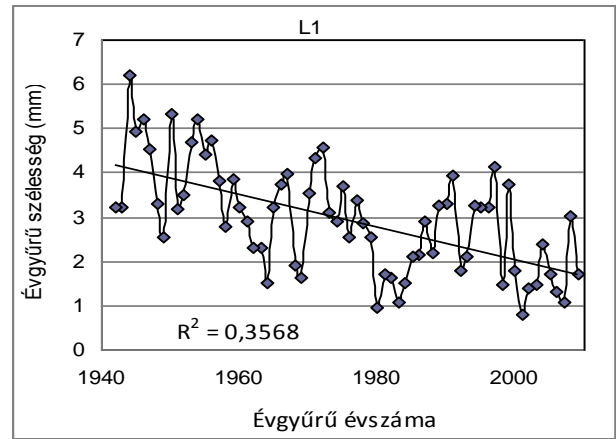
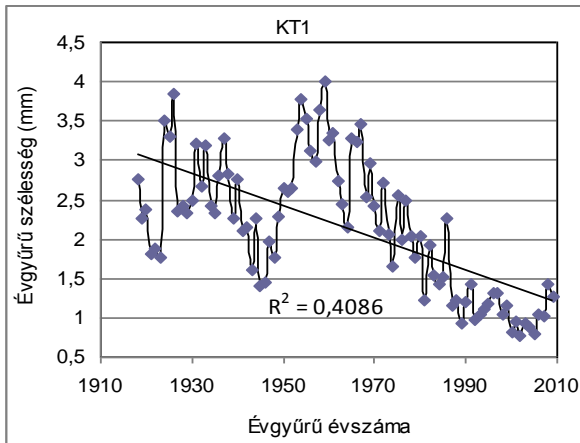
A mérések alapján megállapíthatjuk, hogy a nyomószilárdság változása követi a sűrűség változását, tehát érvényesül az az általános tendencia, hogy a faanyag mechanikai tulajdonságait a sűrűség befolyásolja meghatározó mértékben.



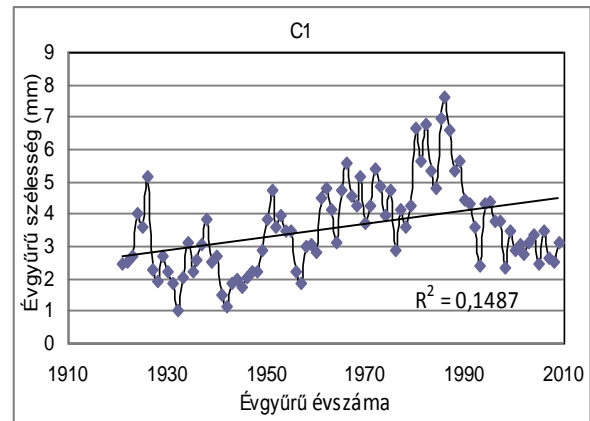
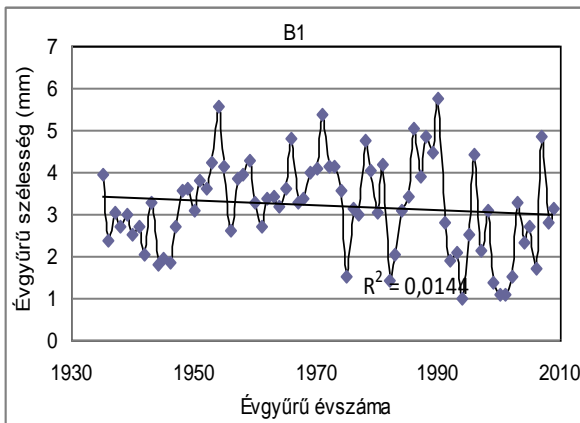
### 3. ábra A kocsányos tölgy és a lucfenyő oldalkeménységének változása a fa növekedése során

Az elvégzett keménységvizsgálatok eredményei szerint (3. ábra) a fatest öregedése során az egyes évgyűrűk oldalkeménysége bükk, csertölgy és lucfenyő esetében nem változott számottevően. A korrelációs együtthatók ezeknél a fafajoknál nagyon kicsiny értékeknek adódtak. Ez az eredmény azt mutatja, hogy az egyes évgyűrűk keménysége és törzsben elfoglalt helye között nincs kimutatható statisztikai kapcsolat. Kocsánytalan tölgnél a korrelációs együtthatók átlaga 0,75, míg kocsányos tölgnél ugyanez az adat 0,88 volt. A kocsányos és kocsánytalan tölgy csökkenő keménységének jó korrelációja itt is az öregedő kambium által létrehozott gyengébb faminőségnek tudható be.

Az évgyűrűszélességekről készült grafikonokat a 4. és 5. ábra szemlélteti. Az adatok nagy változatosságot mutatnak. Nagyok az eltérések még szomszédos évgyűrűk esetében is. A kocsányos tölgy és a luc esetében a fa öregedésével egyre keskenyebb évgyűrűk képződtek. Ezen két fafaj mindegyik vizsgált egyedénél látszik ez a csökkenés. A többi fafajnál nem volt ilyen egyértelmű tendencia. A trendvonal enyhe emelkedése és süllyedése egyaránt megfigyelhető. A kocsánytalan tölgnél, a csertölgnél és bükknél találtunk növekedést és csökkenést mutató egyedeket is. Ezek a változatos eredmények azt mutatják, hogy az ismert légköri széndioxid feldúsulás és az évgyűrűszélességek között nem állapítható meg kapcsolat.



4. ábra A kocsányos tölgy és a luc évgyűrűszélességének változása a fa növekedése során



5. ábra A bükk és a csertölgy évgyűrűszélességének változása a fa növekedése során

**Megállapíthatjuk,** ha a levegő széndioxid tartalmának növekedésével nagyobb lesz az éves fanövekmény, a faanyag sűrűsége, keménysége és nyomószilárdsága nem változik ennek függvényében. A széndioxidban feldúsult levegőben növekvő faanyagok fizikai és mechanikai tulajdonságaira nem hat kimutathatóan a levegő megváltozott összetétele. A mérések szerint az évgyűrűszélességre nincs hatással a levegő széndioxid tartalmának növekedése. Az évgyűrűszélesség változásaira inkább az időjárás évenkénti alakulása, változása van hatással. Nem találtunk összefüggést az évgyűrűszélesség változása és a mechanikai tulajdonságok változása között sem.