

Nyugat- magyarországi Egyetem

Faipari Mérnöki Kar

Tudományos Diákköri Dolgozat

Faanyagok egyensúlyi nedvességtartalmának változása a különböző klimatikus viszonyoknál, különös tekintettel a faanyag, és a kéreg közötti különbségekre.

Szerző: Boleradszki Márió

Sopron

2012

Faanyagok egyensúlyi nedvességtartalmának változása a különböző klimatikus viszonyoknál, különös tekintettel a faanyag, és a kéreg közötti különbségekre.

Témavezető:

Ábrahám József

Dr. habil Németh Róbert PhD

egyetemi docens

A dolgozat készítője:

Boleradszki Márió

II. évf. FMH

Tartalom

1.Bevezetés és célkitűzés:	4
2.Fatest felépítése:	6
2.1. Szijács:	8
2.2. Háncs:	10
2.3. Héjkéreg:	11
3.Vizsgált fafajok általános jellemzése:	12
3.1.Fenyők:	12
3.1.1. Luc fenyő (<i>Picea abies</i>)	13
3.1.2. Erdei fenyő (<i>Pinus sylvestris</i>)	15
3.1.3. Fekete fenyő (<i>Pinus nigra</i>).....	17
3.1.4. Vörösfenyő (<i>Larix Decidua</i>)	19
3.1.5.Duglászfenyő (<i>Pseudotsuga Mensiesii</i> / <i>Pseudotsuga Douglasii</i>)	21
Rendszertani besorolás:	21
3.2. Lombos fafajok	23
3.2.1. Bibircses Nyír: (<i>Betula pendula</i>)	24
3.2.2. Rezgőnyár: (<i>Populus tremula</i>)	26
4. Fa- víz kapcsolat:.....	29
4.1.A nedvességtartalom:.....	29
5.VIZSGÁLAT MENETE	31
6. Mért adatok:.....	33
6.1. Erdei-, és fekete fenyő:.....	33
6.2. Luc-, és vörösfenyő.....	35
6.3. Nyír, és nyár:.....	37
6.4. Duglász fenyő	39
7. Kiértékelés	40
7.1. Kor hatása a héjkéregre 20C°/ 65% nedvességtartalomnál (összehasonlítás).....	40
7.2. Kor hatása a héjkéregre 20C°/ 35% nedvességtartalomnál (összehasonlítás).....	41
7.3. Kor hatása a helykéregre fatesthez viszonyítva 20C°/ 65%:	42
7.4. Kor hatása a helykéregre fatesthez viszonyítva 20C°/ 35%	44
7.5. A nyírfa kérgének egyensúlyi nedvességtartalma a fatesthez, és háncshoz képest.	45
8. Összefoglalás:	46
9. Köszönetnyilvánítás, és irodalomjegyzék.....	47
9.1. Irodalomjegyzék:	47

1.Bevezetés és célkitűzés:

A fa talán az egyik legrégebbi alapanyaga az embernek, és bár sok millió év során számos más anyag is megjelent a mindennapi életünkben, a fát egyik sem tudta teljes mértékben felváltani. Annak, hogy a fa szinte a kezdetektől az ember mellett volt, mint állandó eszköze, mi sem lehetne jobb bizonyítéka, mint, a régi mondák, legendák, versek, és vallási hiedelmek, melyek a mai napig fenn maradtak, és egy-egy fafajhoz fűződnek.

*„Ültess fát!
Hogyha mást nem,
lombot ád.
Árnyékában megpihenhetsz,
gondot ő visel reád.”*

/ Jókai Mór – Ültess fát /

Azonban mint ahogy minden anyagnak, úgy ennek a természetes anyagnak is megvan a maga Achilles sarka, ez pedig nem más, mint a víz.

Érdekes ez a kapcsolat, ugyanis az élő fában alapvető a víz jelenléte, hiszen fejlődéséhez, anyagcseréjéhez elengedhetetlen, míg a már beépített, felhasznált faanyagokra inkább az alacsony nedvességtartalom jellemző. Ezeknél a faanyagoknál a nedvességtartalom megnövekedése okoz gondot (gondolok itt az emiatt bekövetkező zsugorodásra, dagadásra, elszíneződésre, majd az ezekből következő gombásodásra). Ezt a problémát külön nehezíti az a tény, hogy a faanyagok nem csak folyadékokból, hanem a levegőből is képesek megkötni a vizet, így a végső felhasználáskor, beépítéskor számításba kell venni a várható klimatikus viszonyokat, nedvességi igénybevételeket.

A felhasználást tekintve a faanyag egyes részeit még ma sem tudják eredményesen hasznosítani, (ilyenek pl. a kéreg, illetve a háncs). E két témát vegyítve jutottunk el konzulenseimmel arra a következtetésre, hogy ezt a témát érdemes lenne közelebbről is megvizsgálnunk, vagyis adott klimatikus körülmények között az egyensúlyi nedvességtartalom-változás összefüggéseit. Szerencsémre a Faanyag-tudományi Intézet teljes mértékben partner volt ebben, szaktanáraik készséggel válaszoltak bármely kérdésemre, és mindennemű eszközt biztosítottak, melyre csak szükségem lehetett.

A kutatást lényegében 7 fafajra terjesztettem ki, 5 fenyőfára (Luc, Erdei, Fekete, Vörös, Duglász), valamint 2 lombos fajra (Nyír, és Nyár). Mindegyik fajnál rendelkezésemre állt fiatal (15 év), illetve idős (60 év) fatestből kivett minta, így a korbéli eltérések összehasonlítására is lehetőségem nyílt. A minták mind október eleji gyérítő vágásból származtak a soproni hegységekből.

2. Fatest felépítése:

A fatörzset anatómiai felépítése, illetve feldolgozása szempontjából két részre oszthatjuk: fatestre (xilem), és kéregre (cortex). A kéreg magában foglalja a háncsot, és héjkérget.

Mint minden élőlényt, úgy a fákat is sejtek alkotják, melyek egyes fajoknál, illetve fatípusoknál differencializálódnak, másoknál egy sejt több funkciót is ellát. A fatestekben találhatunk

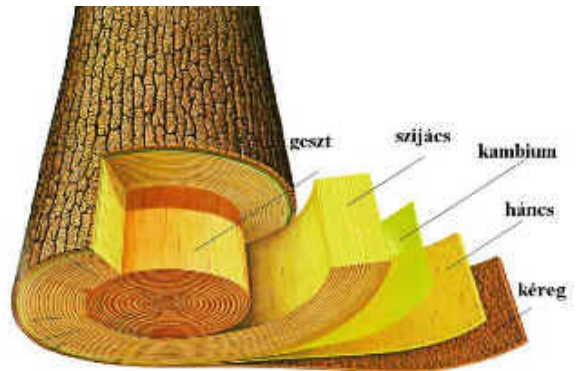
tracheákat (edények, lombosoknál fordul elő), illetve **tracheidákat** (áledények, melyeket fenyőknél találhatunk), **librifromrostokat** (melyek vastag falú, szűk üregű szilárdító rostok), valamint **parenchimatikus elemeket** is (ilyenek a faparenchimák, vagy az építelsejtek).

A fatörzset belülről kifelé haladva, a következő részekre oszthatjuk: bél, geszt, szíjács, kambium, háncs és kéreg:

Bél: Elsődleges szárból visszamaradt parenchimatikus alapszövet. Fiatal korban szállító szerepet lát el, később raktároz. Műszaki szerepe nincs, de a fatest külpontosságát nagymértékben befolyásolja.

Geszt: A bél, és a szíjács között található. A fatest belső elhalt része, amelyet az elhalt sejtek merev váza alkot. Benne már tápanyagszállítás nem megy végbe, csupán a fatest szilárdításért felelős. A fafajokat a geszt alapján is szokták csoportosítani, aszerint, hogy gesztjük színes (tehát a szíjácstól eltérő színű), vagy színtelen (szíjáccsal megegyező színű, sárgás, fehéres árnyalatú). A geszt határa minden esetben követi az évgűrűszerkezetet. Létezik egy elszíneződési forma, melyet álgesztnek hívunk, ez a fa védekezési mechanizmusa által alakulhat ki, de ez nincs hatással a fatest mechanikai tulajdonságaira. Főleg a bükk, és a kőris hajlamos az álgesztetésre.

2. ábra: Álgesztes faanyag



1. ábra: Fatest felépítése



A fatest felhasználhatóságát erősen befolyásoló tényező a faanyag nedvességtartalma. Mivel az élőnedves faanyagban nagyon magas ez az érték, ezért célszerű gondos szárítóprogramokkal a faanyagot felhasználható állapotúra szárítani. A felhasználhatóság szempontjából az optimális nedvességtartalmat, mindig a felhasználás fajtája határozza meg. (Értem ezalatt, hogy egy késeléshez, furnér készítéshez jóval, magasabb nedvességtartalommal kell rendelkeznie a furnéripari rönknek, mint egy bútorigipari felhasználáshoz.)

Az alábbi táblázatban láthatóak, az egyes hazai fafajok élőnedves állapotban mért nedvességtartalmai:

Fafaj	nedvességtartalom (%)	
	Geszt	Szijács
Lucfenyő	51	173
Erdeifenyő	41	120
Jegenyefenyő	55	164
Duglászfenyő	37	115
Vörösfenyő	54	119
Bükk	75	90
Juhar	65	72
Nyír	89	72
Nyár	162	146
Dió (amerikai)	90	73
Akác	40	70
Kőris	58	72
Tölgy (fehér)	64	78

1. táblázat hazai fafajok élőnedves állapotban mért adatai

2.1. Szíjács:

A fatestben a geszt és a kambium között található a szíjács. A szíjácsban a hossz-, és bél-sugárparenchima sejtekben még folyik a vízben oldott tápanyagok szállítása, és a szíjács szélén, a kambium révén a kettős építkezés (mind befelé a szíjácsot, mind kifelé a hancsot). Mind az ismeretes, a fiatal hajtásokban még nagyrészt szíjács található, és a geszt igen kis mértékben alkotja a fatörzset, de ahogyan a fa öregedik, úgy csökken a szíjács relatív mennyisége, és egyben változik meg a geszt, és a szíjács aránya. Nagyon idős fáknál ezért találhatunk vékony, néhány mm széles szíjácsot a palást mentén.

A különböző fajok geszt-szíjács aránya fafajtól függően jelentős mértékben eltérhetnek, ma már van lehetőség ezeknek a rétegeknek a „roncsolásmentes” vastagsági vizsgálatára, pl. röntgennel, vagy egy magyar fejlesztéssel, amelyet az egyetemünkön tanító, Dr. Divós Ferenc talált fel. Ezt a készüléket „fakopp”-nak hívják, amely a hangterjedés sebességének elvén alapul.



3. Dió (*JuglandNigra*) szíjácsa

Mivel a szíjácsban kevés gyantatartalom, és kevés cserzőanyag található, valamint nedvességtartalma magasabb, mint a geszté, vagy a hancsé, ezért védtelenebb a biotikus, és abiotikus károsítókkal szemben (rovarkárosítók, illetve gombakárosítók). Ezt a tényt súlyosbítja az is, hogy sok benne az egyszerű szénhidrát, amely ezeknek a károsítóknak fő tápláléka. Ilyen egyszerűbb szénhidrátok pl. a keményítők, cukrok. Az alábbi táblázatban néhány általam is vizsgált fenyőfaj gyantatartalom változása figyelhető meg:

fafaj	Szíjács (%)	Geszt (ill. érett fa)(%)	Teljes fatest (%)
Erdeifenyő	3,95	5,24	4,81
Vörösfenyő	2,47	4,59	4,1
Lucfenyő	1,95	1,49	1,69

2. néhány faanyag gyantatartalma

A gesztesedés úgy megy végbe a szíjácsban, hogy fokozatosan gesztesítő anyagok épülnek be a sejtekbe, amelyek eltömítik annak pórusait. Lombos fáknál ez megnövekedett tilisz képződéssel jár, mellyel a fa az üregeit kitölti. Végül lassan az élő sejtek elhalnak, és az elhalt rész már geszthez tartozik. Jól látszik, hogy a geszt ebből a szempontból nem más, mint elhalt növényi szövetrendszer.

Felhasználáskor (pl. bútorigipari felhasználáskor, parkettagyártás, furnérgyártásnál) gyakran kivágják a szíjácsos részeket, mert a rovarkárosítóknak potenciális célpontja lehet. Teherhordó szerkezetekbe (mint pl. tartóoszlopok, gerendák) a szíjács előfordulását korlátozzák.

2.2. Háncs:

Kialakulásáért a kambium felelős, az anyasejtek osztódásakor létrejövő leánysejtjeinek differenciálódásával fejlődnek ki a különböző háncssejtek, de ezek nem képesek lignifikálódásra. Az évenként létrejövő háncsrétegek vastagsága jelentősen kisebb az évgyűrűk szélességénél, ez akár elérheti a 10x kisebb méretet is. A határaik sem annyira élesek, mint az évgyűrűké.

A fenyők, és a lombosok háncsszerkezete is eltérő, amíg a lombosok háncsa edény formájú, vékony falú rostacsövekből, háncsparenchimákból, háncsrostokból, és bélsugarakból áll, addig a fenyőknél a rostacsövek helyett rostasejtek találhatóak, melyek falain minden oldalról pórusok vannak, de ezen kívül található még bennük bélsugár, háncsparenchima, és háncsrost is. Előfordulhatnak még pótlóháncsrostok, és rekeszes háncsrostok is, de feljegyeztek már sajátos háncselemeket is, mint pl. a kősejtek (szklereidák), vagy a prozenchimatikus-kambiform rostok. A lombosokban található vékony falú rostacsövek leginkább az edényekre hasonlítanak, ezért is hívjuk harántfalaikat rostalemezeknek, míg a fenyőkben található rostasejtek minden oldalán pólusokat találhatunk.

Míg a rostasejteknek, illetve rostacsöveknek a fő feladata csak a nagy molekulájú szerves anyagok szállítása, addig a háncsparenchimák kettős szerepet látnak el. Egyrészt ők szállítják a vízben oldódó kisebb molekulájú tápanyagokat, másrészt raktározzák a keményítőket, a cseresavakat, és az egyéb anyagokat. Ahogy a héjkéreg megvastagodik, úgy alakulnak át a háncsparenchimák kősejt csoportokká, (ez főleg a bükkre, és a nyírra jellemző, melyek megszilárdítják a háncsot) vagy parakambiummá. A háncsrostok elsősorban szilárdító rostok, melyek részben elfásodottak, farost szerűek. Ezen kívül még fenyőknél előfordulnak pótlóháncsrostok is, melyek a kambiumsejtekre hasonlítanak, és szintén szilárdító funkciót látnak el.

A háncsokat a hazai fafajok szempontjából 4 fő részre osztjuk:

- Kősejtekkel, és háncsrostokkal egyaránt rendelkezőkre (pl. akác, tölgy)
- csak háncsrostokkal rendelkezők (pl. szílek)
- csak kősejtekkel rendelkezők (pl. bükk, nyír)
- csak pótlóháncsrostokkal rendelkezőkre (fenyő félék)

2.3. Héjkéreg:

A fatest legkülső rétege a kéreg, amely magába foglalja a már feljebb is említett háncsot, kambiumot, és az elparásodott kérget. Ez egy szövetrendszer, amely 3 rétegből áll. Első az **epidermisz**, amit **elsődleges bőrszövetnek**, is hívunk. (ez a fatest legkülső rétege) Mivel ez bizonyos vastagság után nem képes követni a fa növekedését, illetve szárvastagodását, így berepedezik. A repedéseket a **másodlagos bőrszövet** fogja kipótolni, amit **peridermának** nevezünk. Ez egy 3 rétegből álló rendszer, ami tartalmaz fellomot (fellogén epidermisz



4. ábra Cseresznye héjkérge

pótlása), fellogént, valamint a parenchimatikus sejtekből álló fellodermát. Ez a réteg is berepedezik, amit a mögötte lévő bőrszövetnek kell kipótolnia, így elértünk a **harmadlagos bőrszövetig**, vagyis a **héjkéregig (ritidóma)**. A ritidóma áll egy eriderma rétegből, háncsparenchimákból, és zárt kéregből. Habár a háncs a harmadlagos bőrkéreg pótlását is végzi háncsparenchimáinak segítségével, de a fő feladata mégsem ez, hanem a tápanyag szállítása, illetve a raktározása

Az elparásodott **kéreg** védi a fát a külső mechanikai, és egyéb hatásoktól (ilyenek pl. a vad-, és rovarrágások, a tűzkárok, stb). Vastagságuk, és a fához viszonyított tömegük fafajonként, és a fa korából adódóan eltérő méretűek lehetnek. Ez az érték elérheti akár az 5- 25%-ot is, de mennyiségét csak bruttó fatérfogatban szokták figyelembe venni. A kérgek kifejlődési ideje fafajonként eltérő, míg egy akácnak 6-10 évre van szüksége, addig egy erdeifenyőnek 8-12, egy nyárnak 20-25, egy gyertyánnak pedig 50 évre. Mivel ez egyes faanyagoknál, az évente kitermelt faáruk kérge elérheti a több százezer köbmétert is, így ennek igen fontos a szakszerű, ipari hasznosítása. Sajnos ma még csak bedarálják, esetleg fák alatt, parkokban elszórják a talajon, de korszerű ipari hasznosításra még nincs mód. Felhasználását megnehezíti a magas anyagtartalom, a nagy mennyiségű hamuképződés, amely elégetéskor jelentkezik. Jelenlegi kutatásomban erre a problémára szeretnék választ találni, esetleg egy későbbi kutatás kezdeti adataival, vagy akár az idő folyamán magával a válasszal is.

3. Vizsgált fafajok általános jellemzése:

3.1. Fenyők:

Kutatásunk fő célja az egyensúlyi nedvességtartalmak összehasonlítása, az ezt befolyásoló tényezők megállapítása. Ezért fontos áttekinteni az általam vizsgált fafajok főbb anatómia, fizikai, és kémiai jellemzőit, mint lehetséges befolyásoló tényezőket.

A lombosokhoz viszonyítva a fenyők alacsonyabb fejlődési fokon állnak, ugyanis általánosan 90-95%-ban tracheidák alkotják. Míg a lombosoknál a szállítási, szilárdítási feladatok differencializálódtak, addig a fenyőknél ezt a vékony falú, nagy üregű, és rövid tracheidák végzik. Szintén a fenyők sajátossága a gyantajáratok jelenléte a fában, amelyek így egy sajátos szöveti részt képeznek.

Tracheidáikat két részre oszthatjuk, attól függően, hogy a fatestben hol találhatjuk őket. Az első a késői pásztában találhatóak (késői tracheidák), amelyek hosszúak, vastagabb falúak, hegyesebb végűek, és a szilárdításért felelnek, a másik típusú tracheidákat a bélsugarak szélén, vagy közepén találhatjuk, és ezek felelnek a tápanyagok szállításáért. A szabályos tracheidasorokból felépülő fatestet, jó megmunkálhatóság, forgácsolhatóság, hasíthatóság jellemzi, valamint a szárítási tulajdonságai is jónak mondhatók.

A gyantajáratokat vastag falú gyanta kiválasztó parenchima sejtek alkotják, melyeket epitél sejteknek is nevezünk. Nem minden fenyőfajban találhatóak gyantajáratok, bennük gyantatartó, vagy épp gyanta táskák találhatók. Ilyenek pl. a közönséges boróka */Juniperus Communis/*, vagy a Jegenye fenyő */Abies Alba/*, vagy a Tiszafa */Taxus Baccata/* is. Gyanta tömlőnek, vagy gyantatáskának azokat a repedéseket nevezzük, melyek a fatestben keletkeznek, és tele vannak gyantával. Az ilyen sérüléseket számtalan dolog okozhat a fában (pl. hó, vagy szélterhelés miatt, vagy döntéskor keletkezett repedés, melyet a fatest gyantával tölt ki). Az ilyen részek a fában eltávolításra kerülnek a felhasználás során, mert sem a ragasztásban, sem a bútor felületén nem kívánatosak, rontják a későbbi bútor esztétikáját.

3.1.1. Luc fenyő (*Picea abies*)

Rendszertani besorolása:

- Rend: - Toboztermők (*Pinales*)
Család: - Fenyőfélék (*Pinaceae*)
Nemzetség: - Fenyő (*Pinus*)
Faj: - Lucfenyő (*Picea abies*)

Elterjedése:

Az lucfenyők nemzetségéhez kb. 50 faj tartozik, de az európai fatermesztésben 3 alfajnak van igazán

szerepe. Ezek a Közönséges Lucfenyő (*Picea abies*), a Szerb lucfenyő (*Picea omorika*), valamint a Szibériai

Lucfenyő (*Picea obovata*). Az erdeifenyővel együtt Európa legelterjedtebb fafaja. Egész Észak- és Közép-Európában, sőt még Nyugat-Európában is szép állományokat alkot. Hazánkban a lucosok a hazai erdőknek mindössze 1%-át alkotják. 650-700 mm csapadékot és magas páratartalmat igényel. Első sorban a savanyú erdőtalajokat kedveli.



5. ábra Lucfenyő (*Picea abies*)

Morfológiai jellemzői:

Nagytermetű fa, amely az első 10 évében nagyon lassan nő, csupán 1-2 métert, utána azonban gyors növekedésnek indul, kedvező termőhelyen elérheti akár az 50 m-es magasságot is. Az intenzív növekedésük 100-120 évig tart. Tülevelei kicsik, 8-24 mm hosszúak, és fésűszerűen helyezkednek el. Egyenes hengeres törzsszel rendelkeznek, az alsó ágai 15-20 éves kortól kezdenek elszáradni, majd 50-60 évesen lehullnak. Koronájuk kúp alakú, amely miatt a sűrű havazást is jól bírja. Az ilyen típusú koronán kevésbé marad meg a hó, így ágaira kevesebb terhet rak a sűrű hóesés.

Makroszkopikus jellemzői:

A gesztet és a szíjácsot nem lehet elkülöníteni egymástól, mind a kettő sárgásfehér színű. Felületén az évgűrűk jól kivehetőek, bár a korai-késői pásztahatárok elmosódtak, csupán a

keresztmetszeten vehetőek észre apróbb barna pontok, melyek a gyantajáratok, de gyakoriak benne a gyantatásak is.

Tulajdonságai:

Vegyi tulajdonságok		Kémiai tulajdonságok		Sűrűség	
Cellulóz	58,00%	Hidrogén	6,20%	Légszáraz állapotban (kg/m3)	Élőnedves állapotban (kg/m3)
Lignin	28,29%	Oxigén	43,45%		
Pentozánok	11,30%	Nitrogén	0,04%		
Extraktanyag	2,57%	Szén	50,13%	300 - 430 - 640	700 - 800 - 850
Hamu	0,40%				

Zsugorodási jellemzők		
Sugár irány: 3,5 – 3,6 %	Húr irányban: 7,8 - 8 %	Rost irányban: 0,3%

A lucfenyőnél a kimagasló cellulóztartalma miatt elsődleges felhasználása a papírgyártásban történik. Mivel jelentős mértékben kevesebb benne a gyanta, mint az erdeifenyőben, vagy a feketefenyőben, így jóval, kevesebb munkával jár a gyanta eltávolítása ebből a faanyagból, mint a többi fenyőből. pH: 3,8

Felhasználása:

Elsősorban a papíripar hasznosítja nagy számban, valamint a lambéria gyártásnak, és a bútorgyártásnak is kedvelt alapanyaga, habár udvaros gödörkéi miatt a telíthetőségi tulajdonságai nem épp a legjobbak. Ezen kívül felhasználják még:

- bányafa
- kedvelt fenyőfaként vásárolt fafaj
- fagyapot előállítás
- hangszergyártás (különösen hegedűk gyártásánál kedvelt fafaj.)
- ajtó-, és ablakgyártás legfontosabb alapanyaga
- kert, és parképítés
- forgács, és farostlemezgyártás, ládagyártás

évyűrűbűl áll. Az évyűrűkben a sűtűebb kűsei, és a világosabb korai pászták jól elkülönülnek. A késői pászta aránya 30% körüli és sűrűsége nagyobb, mint a korai p szt  nak. Az  vy r k sz ess g t az éghajlati viszonyok  r sen befolyásolják,  z rt azokat az erdeifeny ket, amelyeknek sz es  vy r je van gyakran "r pafeny "-nek nevezik. A sűrűbb, egyenletes, keskeny  vy r j  erdeifenyőt nevezik általában "borovi fenyő"-nek

Tulajdonságai:

Vegyí		Zsugorodási jellemzők	Sűrűség	
Cellulóz	41,90%	Sugár �r�ny: 3,5 – 3,6 %	Légszáraz állapotban (kg/m3)	�l�nedves állapotban (kg/m3)
Lignin	29,50%	H�r �r�nyban: 7,8 - 8 %		
Pentozánok	8,70%	Rost �r�nyban: 0,3%		
Hexoz�nok	12,80%	Térfogati: 8,9-12,4-16,0	330 – 520 – 890	750-800-900
Extraktanyag	2,20%			
Hamu	1,30%			

Az erdeifenyő j r l kos anyagai közül ki kell emeln nk a gyantát, amely a fa t meg nek  k r 10% -a is lehet, de a gesztben nagyobb mennyiségben fordul  l , mint a szíjácsban. A magas gyantatartalom növeli a faanyag tartósságát, de megnehezít néhány faipari munkát, ilyen pl. a ragaszt s, a pap r par, vagy a felületkezelés. A fenyőgyanta főleg a lakk-, és a fest kgy rt s fontos nyersanyaga – de k nyer s hez nem kell a f t kivágni, ehhez un. "csapol sos módszert" alkalmaznak. Az erdeifenyőnek van egy sajátos j r l kos anyaga is, ez a pinoszilvin, amely szabad fenoloshidroxil csoportjai révén még jobban megnöveli a faanyag tartósságát. Az erdeifenyő k v sb  savasnak tekinthető (pH szempontjából): pH 5,1

Tartósság szempontjából az erdeifenyő 3-4 tartóssági osztályba sorolható,  z rt felhasználását tekintve alkalmas:

- Fontos bányafa és oszlopf les g
- faházak, kültéri fal tes tm nyek
-  rboc és vitorlar d
- talpfák
- forgács-, farost- és fagyapotlemez
- rakodólapok, ládák

3.1.3. Fekete fenyő (*Pinus nigra*)

Rendszertani besorolása:

- Rend: - Toboztermők (*Pinales*)
Család: - Fenyőfélék (*Pinaceae*)
Nemzetség: - Fenyő (*Pinus*)
Faj: - Fekete fenyő (*Pinus nigra*)



7. ábra Fekete fenyő (*Pinus nigra*)

Elterjedése:

A fenyők nemzettségébe számtalan faj tartozik, tulajdonságait tekintve ez hasonlít legjobban az erdefenyőéhez, és egyben ez a fenyőnk is az egyik legtűrőképesebb mindannyi közül. Dél-Európából származik, és hazánkba a 19. század során telepítették be, talajvédelmi célból. A kopár hegyoldalak talajerózióját kívánták vele megállítani, és ez olyannyira sikerült, hogy jelenleg is a hazai erdők 4,5-5 %-át feketefenyő teszi ki. Nagyon jól bírja a gyenge talajokat, a szennyezettebb levegőt és a szárazságot is, bár nagy a fényigénye. Mivel nagyon magas gyantatartalommal rendelkeznek, így felhasználása korlátozott, sem a bútoripar, sem a papírgyártásban nem keresett fafaj, viszont gyantanyerésre előszeretettel használják.

Morfológiai jellemzői:

Egyenes, hengeres törzsű, viszonylag nagytermetű fa, mely akár 30m magasra is megnő. Jellegzetes kérge, ugyanis vastag, szürkés-barna rétegekben hámlik. Tülevelei sötétzöldek, 8-15 cm hosszúak, párosával helyezkednek el, és végeik hegyesek. Tüleveleit 4-8 évente elhullajtja, és helyettük folyamatosan újat növeszt, koronája széles, kúp alakú, amely később ellaposodó formát vesz fel. Ágai szabályos övekben nőnek a fatörzsön, amelyek mély göcsöket hagynak a fában.

Makroszkopikus jellemzői:

Ahogy az erdei fenyőnél is, úgy itt is a geszt és a szíjács élesen elkülönül. Gesztje vörösesbarna színű, és a fatest 1/3-át teszi ki, míg a szíjácsa sárgás árnyalatú, és a faanyag 2/3-át alkotja. A fa keresztmetszetén sok, szabad szemmel is látható barna pontot találhatunk, melyek a gyantajáratok. Sajnos fája kékülésre erősen hajlamos, gyakran találhatunk benne vaserességet, illetve gyantatáskát is. Hajlamos a göcsösségre, így

csökkentve a kihozatali arányt, ezért fája kevésbé értékes, mint egy Erdei fenyő, vagy Lucfenyő faanyag. Habár a kékülést is gombák okozzák, a tőkorhasztó gombáknak mégis különösen jól ellenáll, így tartószerkezeti felhasználásra is alkalmas.

Tulajdonságai:

Zsugorodási jellemzők	Sűrűség
Sugár irány: 6,2 %	Légszáraz állapotban (kg/m ³)
Húr irányban: 7,9 %	
Rost irányban: 0,4%	
	550 - 580

A feketefenyőnél is ki kell emelnünk a járulékos anyagok közül a gyantát, ugyanis itt a fában jelentősebb mennyiségben megtalálható a gyanta, ez elérheti akár 12% -ot is. A magas gyantatartalom itt is növeli a faanyag tartósságát.

Egyetemünkön a Faanyag tudományi Intézetben elvégzett vizsgálatok szerint a fekete fenyő keménységi mutatói jelentősen jobbak, mint az erdőfenyőé, ez 54,1 MPa.

Tartósság szempontjából a feketefenyő 3. tartóssági osztályba tartozik. Főbb felhasználása:

- rétegelt, ragasztott tartós szerkezetek, gerendák
(a hazai feketefenyők erre a célra nem javasoltak)
- beltéri padlóburkolatok
- rakodólap gyártás, ládák
- farost, és forgácslap lemezek
- bányafa
- zsaludeszkák

3.1.4. Vörösfenyő (*Larix Decidua*)

Rendszertani besorolása:

- Rend: - Toboztermők (*Pinales*)
Család: - Fenyőfélék (*Pinaceae*)
Nemzetség: - Vörösfenyők (*Larix*)
Faj: - Vörösfenyő (*Larix Decidua*)

Elterjedése:

A Vörösfenyő az egyetlen tűlevelű faj, amely természetes körülmények között is nagy számban előfordul, lombos erdőkben, és amelynek tűlevelei

Ősszel elsárgulnak, majd lehullnak. Hegyvidéki, alhavas fafaj, amely több kontinensen is őshonos, Szibériától kezdve egészen Kanadáig. Magyarországon, Sopron, kőszeg környékén is őshonos. Egyik legellenállóbb, legkeményebb fafajunk, jól tűri a szélsőségeket, akár -70 C°-on is megél, sőt a hideg a növekedésében is segít. Meglehetősen hosszú élettartamú fa, mely viszonylag gyorsan nő. Olaszországban regisztráltak egy példányt, mely a mérések szerint már 1000 éves. Egyes kultúrákban a vörösfenyő egybeforrt a hitvallással, melyre számos utalást lehet találni. Pl. a Tungu törzs egyik meséjében, ahol a vörösfenyőt szent helynek tartották, ahol a lélek kiszabadulhatott a testből:

„Levette a bőrt, ami elrejtette valódi énjét, és felakasztotta egy magas vörösfenyő tetejére.”

Morfológiai jellemzői:

Egyenes, hengeres törzsű fa, amely akár 35-40 m magasra is megnőhet (optimális körülmények között akár még magasabbra is.) Viszonylag gyors növekedés jellemzi, kezdetben a fiatal Vörösfenyő akár évi 1-1,5 métert is nőhet, később a növekedése lelassul. Kedvező termőhelyen 100 éves korára magassága elérheti az ötven, törzsének átmérője a másfél métert is. Kérge jellegzetes vöröses-barna színű, tűlevelei csomókban helyezkednek el, 1-3 cm hosszúak, és egy csomóban 20-60 tűlevél található. Koronája eleinte kúp alakú, majd kissé ellaposodik.



8. ábra Vörösfenyő (*Larix Decidua*)

Makroszkopikus jellemzői:

Színes gesztű fafaj, gesztje színe vöröses barna, és a faanyag 4/5-ét teszi ki, a szíjácsa keskeny sárgás-fehér színű, és 1/5 arányban található meg a keresztmetszetben. Kékülés nem jellemző, nagyon jó a gombaállósága. A keresztmetszeten a pásztahatárok élesen elkülöníthetőek egymástól. Mivel a vörösfenyőben is találhatóak gyantajáratok, (amelyek kisebbek, mint az erdei, vagy a fekete fenyőben) így ennek keresztmetszetén is találunk szabad szemmel látható barna pontokat, amelyek a gyantajáratokat jelentik. Mivel magas a faanyag csersavtartalma, így csersav reagensekkel kezelve erős elszíneződés tapasztalható. Gyakran találhatunk benne gyantatáskát. pH szíjács: 5,4 ; geszt: 4,2

Tulajdonságai:

Vegyí				Sűrűség	
Cellulóz	34,00%	Extrakt anyagok	4-9%	Légszáraz állapotban (kg/m3)	Élőnedves állapotban (kg/m3)
Lignin	30,00%	Csersav	10-12%		
Hemicellulóz	15,00%	Gyanta	4,10%		
Pentozánok	17,80%			440 – 590 – 850	750 – 900
Hexozánok	4,40%				
Hamu	0,20%				
Zsugorodási jellemzők					
Sugár irány: 3,3 – 4,3 %		Húr irányban: 7,8 - 10,4 %		Rost irányban: 0,3%	

Erre a fafajra tényleg elmondható, hogy felhasználását tekintve ezerarcú, ugyanis az elterjedtebb fenyőfajok közül ennek a legjobbak a keménységi, tartóssági, és szilárdsági értékei. Mivel ilyen jó tulajdonságai vannak, így széles körben keresett, de a kevés kitermelt mennyiség miatt fája értékesebb, mint a többi fenyő faanyaga.

- hajók egyes részei
- ajtó-, és ablakgyártás
- dekoratív rajzolata miatt értékes bútortfa
- kert, és parképítés
- bányafa
- vasúti talpfa
- furnér
- gyantájából nyerik, az ún. „velencei terpentint”

3.1.5. Duglászfenyő (*Pseudotsuga Mensiesii* / *Pseudotsuga Douglasii*)

Rendszertani besorolás:

Rend: - Toboztermők (*Pinales*)

Család: - Fenyőfélék (*Pinaceae*)

Nemzetség: - Duglászfenyő (*Pseudotsuga*)

Faj: - Duglászfenyő (*Pseudotsuga Mensiesii*)

Elterjedése:

Az észak – amerikai kontinens nyugati partjáról származik, kedvező feltételek mellett igen gyorsan növekvő fafaj, emiatt mára az egész világon telepítik. A nemzetség nevét egy skót botanikusról, bizonyos David Douglas-ról kapta, aki elsőnek fedezte fel a duglászfenyőt Kanadában. Szereti az üde, laza

talajokat, de az erős hőterhelést, és a vadrágásokat nem bírja. A fapiacokon három fajtájával találkozhatunk, a zöld, a kék, és a szürkészöld duglászfenyővel, hazánkban a zöld fajtája terjedt el. Hazánkban kb. 1000ha területen találhatunk állományokat ebből a fafajból.



9. ábra

Duglászfenyő (*Pseudotsuga Mensiesii*)

Morfológiai jellemzői:

Kimondottan nagytermetű fa, eredeti termőhelyén nem ritkák a 100 m magas példányok sem. Hazánkban a legnagyobb példánya 32 méter magas volt. Törzse egyenes, hengeres, vastagsága elérheti a 2-2,5 métert is. Koronája kúp alakú, világoszöld, vagy szürkészöld tűlevelei lágyak, hajlékonyak, 2-3 cm hosszúak, végeik lekerekítettek, fonákjaikon két fehér csíkot találhatunk. Ennek a fenyőnek a sajátossága, hogy ha megdörzsöljük a tűleveleit, akkor narancs illatot érezhetünk. Levélzetét 8 évente lecseréli. Habár közepes sűrűségű, és szilárdsági tulajdonságai vannak, a gombaállósága sem túl jó, de a rugalmassági, és tartóssági jellemzői miatt mégis keresett faanyaga.

Makroszkopikus jellemzői:

Döntéskor a fa gesztjének, és szíjácsának színe még azonos, de a geszt levegőn gyorsan vöröses barnára színeződik. Szíjácsa sokáig világos marad, majd később sötétedik csak be, de ekkor is megőrzi sárgás árnyalatát. A fatestben a geszt, szíjács aránya 50-50 % . Évgyűrűiben

nagy a késői pászták mérete a korai pásztákhoz képest. Keresztmetszetén apróbb, szinte csak nagyítóval észlelhető gyantajaratok találhatók. Kérge fiatalon sima, később, durván repedezetté válik, faanyaga hajlamos a kékülésre.

Tulajdonságai:

Vegy		Zsugorodási jellemzők	Sűrűség	
Cellulóz	55,9% - 61,5 %	Sugár irány: 4,0 - 4,8 %	Légszáraz állapotban (kg/m ³)	Élőnedves állapotban (kg/m ³)
Lignin	29,2 - 32,6 %	Húr irányban: 7,0 - 7,7 %		
Gyanta, és egyéb	1,00%	Rost irányban: 0,3%		
Csersavtartalom	6-10 %		350 – 510 – 750	640 - 700
Hamu	0,38% - 0,4%			

Felhasználása:

A duglászfenyő nagyon jó megmunkálhatósági tulajdonságokkal rendelkezik, így sok iparágban keresett faanyag. Hazánkban egyelőre még kevésbé alkalmazzák, mivel jelenleg az ültetvényeink nem érték el a vágáskorukat, de előreláthatólag ez a helyzet meg fog változni az elkövetkezendő években. Sajnos nehezen telíthető, akár csak a lucfenyő. Az alábbi iparágakban használják fel a duglászfenyőt:

- bútór, és rétegeltlemez gyártás
- mély-, és magasépítészet
- cellulózgyártás
- furnérgyártás
- hajógyártás
- belsőépítészet

3.2. Lombos fafajok

A lombosok a növényvilág legfejlettebb törzséhez, a zárwatermőkhöz tartoznak. Fejlettségüket mutatja, hogy különböző sejtméretekkal, rendelkeznek, hogy sejteik feladataikat tekintve differencializálódnak, így amíg a tracheák a víz-, és tápanyagszállításban játszanak szerepet, addig a libriformrostok a szilárdításban látnak el fontos feladatot. Ezen felül rendelkezhetnek még faparenchima sejtekkel, bélsugaraik lehetnek halmozottak, vagy szélesek.

Faanatómiai szempontból a lombosokat két csoportra oszthatjuk, az évgyűrűikben található edények elrendeződésétől függően.

Lehetnek GYŰRŰSLIKACSÚAK, ahol az edények mérete meglehetősen nagy, és a korai pásztában helyezkednek el. Ilyenek pl. a tölgy, akác, szil, kőris. Az ebbe a csoportba tartozó fák, mechanikailag sokkal gyengébbek, mint szórt likacsú társaik, feldolgozáskor (pl. késeléskor) bennük gyakran keletkeznek repedések, melyek jelentősen csökkentik a kihozatal mennyiségét. Ugyancsak furnérgyártásban okozhat még problémát a nagy edényméret, ugyanis préseléskor a ragasztófelület átüthet a felület másik oldalára, ezzel szintén csökkentve a kihozható mennyiséget. Egyes gyűrűs likacsú fáknál tömítőanyag berakódás, ún. TILIS is felfedezhető az edényekben (ezek az anyagok lehetnek, fagumi, gyanták, olajok, kalcium-oxalátok, és –karbonátok, kvarc, és egyéb kristályos berakódások is.) Ezek a berakódások védelmet adnak a fának, úgy, hogy eltömítik az edények üregeit, és így megakadályozzák a levegő, és a víz bejutását, de ezzel egyúttal megnehezítik a feldolgozás bizonyos fajtáit, mint pl. a telítés, gőzölést, és a szárítást. A tömítőanyagok néha rontják a faanyag felhasználhatóságát, egyes esetekben a tilisek megkövesedett részecskék, melyek növelik a faanyag élkoptató hatását, más esetben a ragasztási, felületkezelési tulajdonságokra hatnak ki, de a tilisesedésnek vannak pozitív hatásai is egyes fajoknál, mint pl. az akác, ahol a faanyagnak még élőnedvesen is kevés nedvességtartalma van. (akácnál max. 40-45%)

A SZORTLIKACSÚAKRA edény elrendezésű fafajokra jellemző, hogy évgyűrűiken kb. azonos méretűek az edények, mind a késői, mind a korai pásztában. Ilyen fajok pl. a bükk, nyár, nyír, juhar. Ezeknek a fafajoknak, mivel edényeik kisebbek, mint a gyűrűs likacsú fáknál, jobbak a mechanikai, és a felhasználási tulajdonságaik. Kutatásomhoz két szortlikacsú fafajt választottam, melyekre felhasználásuk miatt esett a választásom, de tervezem a kutatás folytatásaként még további gyűrűs-, illetve szórtlikacsú fafajok vizsgálatát is.

3.2.1. Bibircses Nyír: (*Betula pendula*)

Rendszertani besorolása:

- Rend: - Bükkfafélék (*Fagales*)
Család: - Nyírfafélék (*Betulaceae*)
Nemzetség: - Nyírfa (*Betula*)
Faj: - Bibircses Nyír: (*Betula pendula*)

Elterjedése:

Eredetileg Észak-Ázsiából, Európából származó pionír jellegű fafaj, hazánkban is őshonos. Nagy tűrőképességgel rendelkezik a

talajjal szemben, emiatt jól bírja a szélsőséges éghajlatokat, viszont nagyon fényigényes faj. Pionír fafajnak tekinthető, magas terméshozamú. Nemzetségének mintegy 70 faja ismert. Ezek közül több nemesített változata is létezik, melyekkel a fapiacon is találkozhatunk. Ilyenek pl. a *Betula pendula* „*Youngii*”, vagy a *Betula pendula* „*Tristis*”. Hazánkban főleg Nyugat-Dunántúlon, és a Nyírségben fordul elő.



10. ábra
Bibircses Nyír (*Betula Pendula*)

Morfológiai jellemzői:

Közepesen nagytermetű fafaj, akár 30 m-re is megnő, kérge sokáig vékony fehér színű, majd idősebb korban megvastagszik, mélyen repedezetté válik. Háromszögletű levelei (ritkán tojásdad alakúak) kb. 5-6 cm hosszúak, 3-4 cm szélesek, hegyes csúcsúak. Szélei kétszeresen fűrészelték. Habár faja kedvelt, és értékes a hazai erdőgazdálkodásnak mégsem jelent túl nagy beviteli forrást, mivel gyakorlatilag kevés van belőle. (0,2% = 3320 ha). Koronája karcsú, bókoló hatású.

Makroszkopikus jellemzői:

Színtelen gesztű fafaj, fája szortlikacsú, egyszínű fehér, gyengés sárgás, esetleg vöröses színezettel. Edényei a keresztmetszeti képen világos fehér pontokként láthatóak. (így a keresztmetszeti képe kissé hasonlít ahhoz, mint ha liszttel szórták volna meg a felületet) Kérge fiatalon fehér, papírszerű, amelyet könnyedén le lehet húzni. Idősen kérge

megvastagodik, és a törzs alsó részén, durván, sötéten berepedezik. Tartóssága, és gombaállósága igen csekély, hajlamos a fülledésre, kékülésre.

Tulajdonságai:

Vegyí		Zsugorodási jellemzők	Sűrűség	
Cellulóz	42,00%	Sugár irány: 5,3 %	Légszáraz állapotban (kg/m ³)	Élőnedves állapotban (kg/m ³)
Lignin	25,00%	Húr irányban: 7,8 %		
Hemicellulóz	27,00%	Rost irányban: 0,6%		
Csersavtartalom	12,00%		510 – 650 – 830	800 – 850 – 900
Hamu	0,40%			

Felhasználása:

A hazai ipar főleg import nyírfát használnak, melyet főleg Oroszországból, Skandináviából szállítanak be. Ennek oka az, hogy hazánkban összefüggő nyír állományok nincsenek. Mivel faanyaga kiválóan megmunkálható (ragasztható, hámozható, szárítható), így előszeretettel használják. Szárításnál figyelmes szakmai munkát igényel, mert könnyen sötétedik. Célszerű UV alapozók használata a dekoratív világos szín megóvása érdekében. pH: 4,8

Felhasználása:

- bútort, és furnérgyártás
- szerszámnyél, és ruhaakasztó gyártása
- esztergályozott, és metszett faárúk
- rétegeltlemez, és tömörfa-lemezgyártás
- kérgéből illóolajokat állítanak elő
- nyírcukor !

3.2.2. Rezgőnyár: (*Populus tremula*)

Rendszertani besorolása:

Rend:	- zárvatermő növények rendje, amibe a valódi kétszikűek tartoznak (<i>Malpighiales</i>)
Család:	- Fűzfafélék (<i>Salicaceae</i>)
Nemzetség:	- Nyár (<i>Populus</i>)
Faj:	- Rezgőnyár: (<i>Populus tremula</i>)

Elterjedése:

A hazai fagazdaságban jelentős mennyiségben jelen vannak a nyarak (összes terület 9,6 %-a) a nyarak nemzetségébe 35 fajt sorolunk, és két csoportba szokás sorolni őket:

Nemes nyarak: Idetartoznak pl. a korai nyár, a késői nyár, illetve a nemes nyarak.

Hazai nyarak: Pl. fehér, szürke, fekete, rezgő nyarak

A rezgő nyárfa nevét onnan kapta, hogy még szélcsendben is rezegnek a levelei. Észak-Afrikától

Skandináviáig mindenütt megtalálható. A hazai rezgőnyarasokat a Tiszántúl kivételével országszerte

mindenhol megtalálhatjuk, de nagyobb mennyiségben csak a hegyvidékeken található. Sokáig gyomfának tekintették, pedig gesztnélküli fája kiválóan, és sokoldalúan hasznosítható. Mivel ez a faj is, a nyárhoz hasonlóan nagyon jól viseli a szélsőséges körülményeket, így egyik legjelentősebb fajtánk.



11. ábra Rezgő Nyár (*Populus Tremula*)

Morfológiai jellemzői:

Nagytermetű, viszonylag gyorsan növő faj. A második esztendőől kezdve növekedése felgyorsul, 40 éves korban elérheti a 30-35 m magasságot és az egyméteres törzsátmérőt. Jó termőterületeken törzse egyenes, hengeres, gyér talajokon alacsony és görbe. Gyors

növekedése ellenére sokáig is élél. Koronája szabad állásban terebélyes, zárt állományokban magasan feltorlódik. Tavaszi levelei kerekdedebbek, tompán fogazottak, később levelei 3- 5-7 karéjúakká válnak.

Makroszkopikus jellemzői:

Szintelen gesztű fafaj, a bélközi juvenilis fa jelentősen nem különül el, csupán néhány évgyűrűből áll. Szijácsa a fatest 30-40 %-át teszi ki, de a geszt jóval magasabb nedvességtartalommal bír. A nyárfák sajátossága, hogy döntéskor a geszt nedvességtartalma elérheti akár a 200%-ot, szijácsa 110, vagy 130%-ot.

Kérge fiatalon vékony, fehéres szürke, vagy zöldesszürkés. Felületén paraszemölcsök találhatóak. Később azonban sötétszürkévé válik, törzse alsó néhány méteres szakaszán, mélyen berepedezik.

Tulajdonságai:

Vegy		Kémiai		Sűrűség	Extrakt anyagok kioldhatósága
Cellulóz	50% - 63,3 %	Hidrogén	6,40%	Légszáraz állapotban (kg/m ³)	Alkohol - benzol: 1,83 - 2,7%
Lignin	29,2 - 32,6 %	Oxigén	43,20%		forró víz: 1,38 - 1,98 %
Pentozán	16,75 – 19,88 %	Nitrogén	1,60%		
Gyanta, és egyéb	0,78%	Szén	48,90%	450	NaOH: 16,87 - 19 %
Hamu	0,38% - 0,4%				

Zsugorodási jellemzők	
Sugár irány: 3,1 – 5,3 %	Húr irányban: 5,9 - 8,6 %

Felhasználása:

A nyár egyik legelőnyösebb tulajdonsága a kis testsűrűség. A frissen kitermelt faanyag még 2-3 hónapig főzési, illetve gőzölési kezelés nélkül is jól hámozható. Ez kedvezően hat a lemezipari rönköknél a hámozhatóságra, és a göngyölegsúlyra (főleg a lemez, és ládagyártásban. Két féle gyártásra bontják szét a nyarak felhasználását, a sűrűségük alapján. Papírgyártásnál a 400g/cm³-nél alacsonyabb sűrűségűeket használják, míg az ennél nagyobbakat a fűrészelt termékek gyártásához.

Ezen kívül használják még:

- bútort, és épület
- ládadeszka
- cellulózgyártás
- faros köszörület
- rétegelt lemez, bútortlapokat
- rakodólapok
- gyufagyártás fő alapanyaga
- fatömegcikkek, facipők, teknők, stb.

4. Fa- víz kapcsolat:

Mint ahogy a dolgozatom elején is kitértem rá, érdekes a fa- víz kapcsolata, hiszen a fa életében alapvető a víz jelenléte, mert ez fejlődésének alapja. A felhasználás tekintetében sincs ez másképp, minden felhasználási technológiának megvan a maga optimális nedvességtartalma, amely szavatolja, hogy a faanyagból készült tárgy számunka jó minőségű, és időt álló legyen. Majd mikor már a faanyagból végterméket csináltunk (pl. bútort, vagy dísz tárgyat) akkor igyekszünk megóvni, igyekszünk óvni a fatárgyat az abszorpciótól.

Azt a folyamatot, hogy a fatest vizet köt meg a levegő nedvességtartalmából abszorpciónak nevezzük, amely mindig csak a higroszkóposági határig tart. Ennek a határnak a nagyságát az aktuális hőmérséklet befolyásolja. Ennek ellentétét, vagyis a faanyag vízleadását az alacsonyabb nedvességtartalmú levegőnek, deszorpciónak hívjuk. Ez addig tart, míg a kettő között ki nem egyenlítődik a páratartalom, amit egyensúlyi nedvességtartalomnak is hívunk. A víz megkötése két féle képpen történhet a fatestben:

- Kötött víz formájában: itt a víz molekuláris abszorpció révén a sejtfalakban található
- Szabad víz formájában, melynél a sejtek makroszkópos pórusaiban található meg a víz.

A faanyag szorpciójával összefügg a fa dagadása, esetleg zsugorodása. A dagadás mértéke függ a fatest sűrűségétől, illetve nedvességtartalmától. A fa dagadásának maximumát a cellulóz makromolekulák kristályos szerkezete szabja meg. A faiparnak a legtöbb kellemetlenséget még mindig ez a kettő jelenség okozza, hogyan lehet a faanyagot megóvni a nedvességtartalomtól, és az ebből következő kellemetlen zsugorodástól, dagadástól.

4.1.A nedvességtartalom:

A fatest, inhomogén, anizotróp, kapillár-porózus szilárd test, így más porózus testekhez hasonlóan képes a levegőből vizet abszorbeálni, és kapilláris rendszerével vizet illetve oldatokat szállítani. Két féle nedvességtartalmat különböztetünk meg:

Nettó nedvesség tartalom:

m_0 - faanyag tömege vízmentesen

$$U = \frac{m_n - m_0}{m_0} * 100 \quad [\%]$$

U - Nedvességtartalom

m_n – faanyag tömege nedves állapotban

Bruttó nedvességtartalom:

$$U_{br} = \frac{mn - m_o}{mn} * 100$$

A faanyagban lévő nedvesség miatt bevezetésre kerültek nedvességtartalmi fokozatok, illetve határértékek. Ezek közül 3 jelentős határértéket tartunk számon:

Abszolút száraz, ahol 0% közeli állapotra szárítjuk ki a faanyagot
(ezt csak szárítószekrényben érhetjük el.)

Rosttelítettségi pont, itt átlagosan 30 % körül van a faanyagban a víz

Abszolút nedves, mikor a faanyag a lehető legtöbb vizet tartalmazza
(erre az állapotra hosszabb ideig tartó áztatás útján jut a faanyag.)

Az alábbi nedvességtartalmi fokozatokat ismerjük:

Megnevezés	Nedvességtartalom [%]
Abszolút száraz	0
Túlszáritott	6
Szobaszáraz	8
Légszáraz	12
Légnedves	18
Félszáraz	25
Rosttelítettségi állapot	≈30
Félnedves	50
Élőnedves	fafaj függő
Abszolút nedves	pórustérf. függő

3. táblázat Nedvességtartalmi fokozatok

5.VIZSGÁLAT MENETE

A vizsgálatok során különböző fiatal, illetve idősebb fajok kérget, hancsát, illetve szijácsát hasonlítottunk össze első sorban az egyensúlyi nedvességtartalmuk alapján. A kutatás célja az volt, hogy adott klimatikus viszonyok között mire állnak be a faanyag egyes részei fafajtól függően. A légnedvességi fokozatainkat az alábbi táblázatban tüntettem fel:

Hőmérséklet (C°)	Légnedvesség (%)						
	95	80	65	50	35	20	0
20	X	X	X	X	X	X	
30							X

A vizsgálatot megelőzően az egyetem Tanulmányi Erdőgazdaságától kapott, aznapi, frissen vágott korongokat, fagyasztószekrényben tároltuk, így szavatolva, hogy az megőrzi élőnedves állapotát, majd a mintavételezés is a fagyott korongokból történt. Addig fagyasztottuk a korongokat, míg minden mintát elő nem készítettünk. A minták egymástól való szétválasztása éles szerszámmal történt (pl. az elparásodott kérget a hancstól), jól kivehető helyekről, ahol a beazonosítást még a faanyag színbeli különbségei is segítették. A már kész mintákat fagyasztószekrényben tároltuk. Az egész eljárás során törekedni kellett arra, hogy a viszonylag kisméretű próbatestek minél kevesebb ideig legyenek kitéve a légnedves közegnek, a vizsgálat teljes időtartama alatt. Mikor minden mintát előkészítettünk egy BINDER gyártmányú klímaszekrénybe helyeztük át azokat. Legelső klímalépcsőnkhez, kezdetben a készüléket 20C°-ra, illetve 95%-os nedvességtartalomra állítottunk.

Minden klímaszint addig tartott, míg a legutolsó minta tömege is állandóra beállt, ez egyúttal arra utalt, hogy a minta egyensúlyi nedvességtartalomban van. A mintáink tömegét, így a nedvesség leadását, illetve felvételét a vizsgálat elején naponta kétszer, majd mikor a csökkenés mértéke indokoltta tette, naponta egyszer mértük. A kérgeknél érdekes volt megfigyelni a nedvesség felvételével együtt járó tömegnövekedést az első klímalépcsőnél. Hogy minél pontosabb értékeket kaphassunk, ezért nem csak arra törekedtünk, hogy a lehető legkevesebb ideig legyen a minta a klímaszekrényen kívül, hanem arra is, hogy a lehető legkevesebb ideig legyen nyitva a klímakamra ajtaja, hiszen az apróbb minták hamar

abszolválják a vizet. A tömegméréshez KERN ABJ analitikai mérleget használtunk, mely lehetővé tette a 0,001 g-os pontosságú mérést.

Az mérés utolsó fázisát ahol már 0% nedvességtartalmi körülményeket akartunk szimulálni, egy másik gépben kellett elvégeznünk. Ez a készülék egy MEMERT vákuum szárítószekrény volt, mely úgy tette lehetővé az addigra amúgy is kis nedvességtartalmú minták nedvességtartalom leadását, hogy a fémlap szerű polcait felfűtöttük 30 C°-ra, illetve 20mB nyomás alá helyeztük a mintákat. A kamra aljában, tálcában só granulátum volt, mely a szekrénybe bejutott légnedvességet volt hivatott megkötni.

A mérés azóta is folyik, habár a mintákat leszárítottuk 0 % közeli állapotba, újabb próbatestek gyűjtésébe is belekezdünk, illetve folyamatban van e minták „visszanedvesítése” is.

6. Mért adatok:

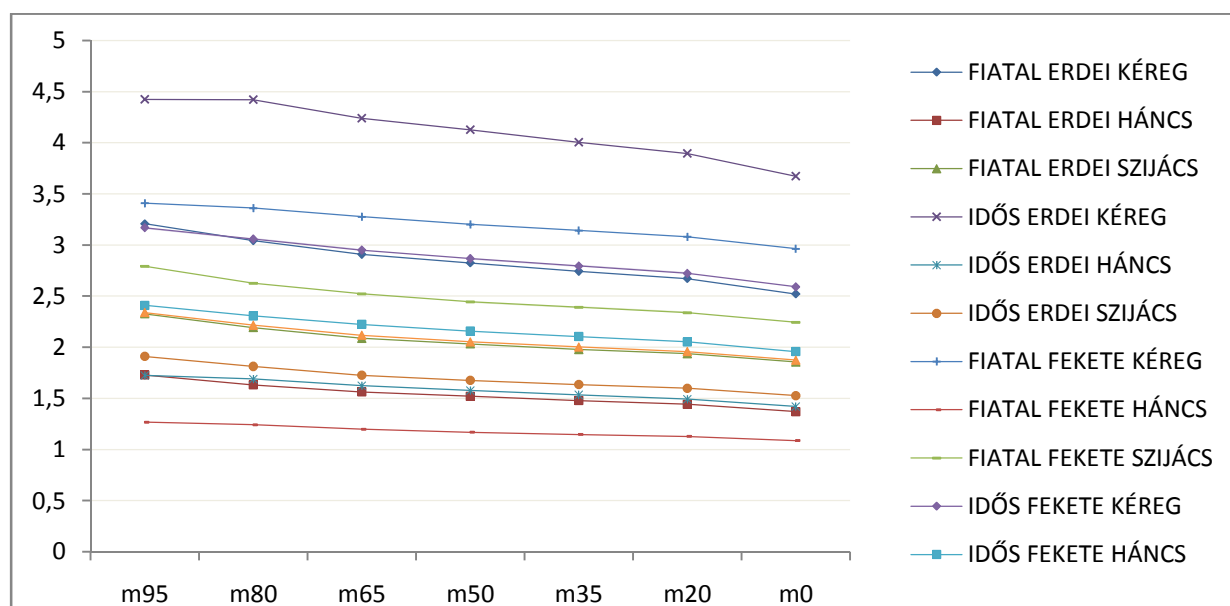
A vizsgálat célja az volt, hogy adott klimatikus viszonyok között milyen tömegre, majd ebből kiszámolva milyen nedvességtartalomra ált be a vizsgált anyag. A vizsgálat során az alábbi eredményeket kaptuk:

6.1. Erdei-, és fekete fenyő:

Mintatömegek [g] az egyes relatív páratartalmaknál:

	m ₉₅	m ₈₀	m ₆₅	m ₅₀	m ₃₅	m ₂₀	m ₀
FIATAL ERDEI KÉREG	3,209	3,045	2,910	2,826	2,744	2,673	2,522
FIATAL ERDEI HÁNCSS	1,730	1,633	1,564	1,522	1,479	1,444	1,371
FIATAL ERDEI SZIJÁCS	2,328	2,194	2,089	2,034	1,980	1,939	1,857
IDŐS ERDEI KÉREG	4,424	4,422	4,239	4,126	4,006	3,896	3,674
IDŐS ERDEI HÁNCSS	1,725	1,691	1,624	1,579	1,536	1,495	1,422
IDŐS ERDEI SZIJÁCS	1,911	1,813	1,726	1,677	1,636	1,599	1,528
FIATAL FEKETE KÉREG	3,409	3,361	3,276	3,202	3,142	3,080	2,964
FIATAL FEKETE HÁNCSS	1,268	1,243	1,199	1,170	1,148	1,128	1,088
FIATAL FEKETE SZIJÁCS	2,792	2,627	2,522	2,446	2,393	2,340	2,245
IDŐS FEKETE KÉREG	3,170	3,059	2,951	2,868	2,795	2,723	2,592
IDŐS FEKETE HÁNCSS	2,410	2,306	2,224	2,159	2,105	2,054	1,959
IDŐS FEKETE SZIJÁCS	2,340	2,217	2,118	2,054	2,004	1,959	1,876

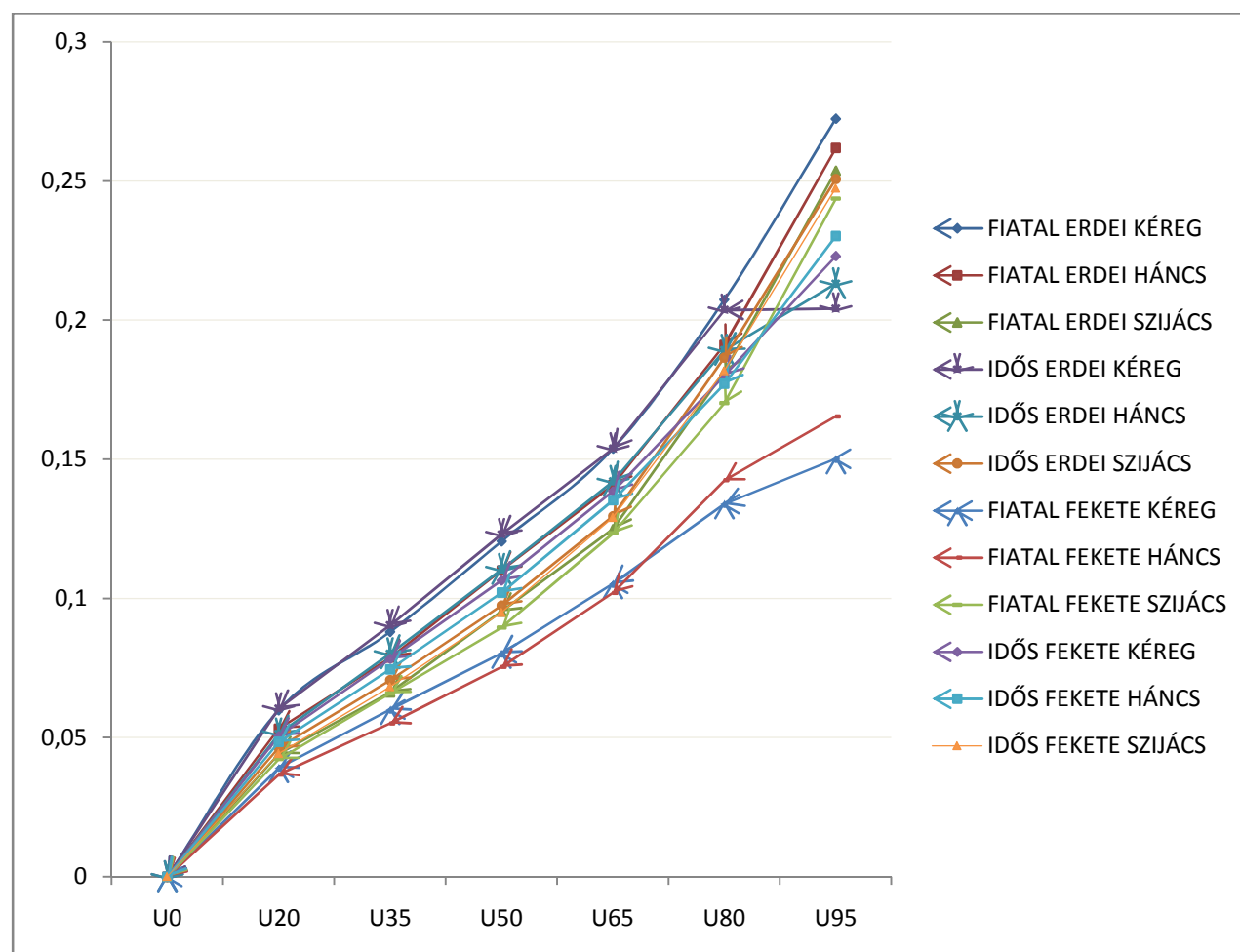
Mintatömeg változási diagram (E.f. – F.f.)



NEDVESSÉGTARTALOM VÁLTOZÁS:

	U_0	U_{20}	U_{35}	U_{50}	U_{65}	U_{80}	U_{95}
FIATAL ERDEI KÉREG	0,00%	5,99%	8,80%	12,05%	15,38%	20,74%	27,24%
FIATAL ERDEI HÁNCSS	0,00%	5,32%	7,88%	11,01%	14,08%	19,11%	26,19%
FIATAL ERDEI SZIJÁCS	0,00%	4,42%	6,62%	9,53%	12,49%	18,15%	25,36%
IDŐS ERDEI KÉREG	0,00%	6,04%	9,04%	12,30%	15,38%	20,36%	20,41%
IDŐS ERDEI HÁNCSS	0,00%	5,13%	8,02%	11,04%	14,21%	18,92%	21,31%
IDŐS ERDEI SZIJÁCS	0,00%	4,65%	7,07%	9,75%	12,96%	18,65%	25,07%
FIATAL FEKETE KÉREG	0,00%	3,91%	6,01%	8,03%	10,53%	13,39%	15,01%
FIATAL FEKETE HÁNCSS	0,00%	3,68%	5,51%	7,54%	10,20%	14,25%	16,54%
FIATAL FEKETE SZIJÁCS	0,00%	4,23%	6,59%	8,95%	12,34%	17,02%	24,37%
IDŐS FEKETE KÉREG	0,00%	5,05%	7,83%	10,65%	13,85%	18,02%	22,30%
IDŐS FEKETE HÁNCSS	0,00%	4,85%	7,45%	10,21%	13,53%	17,71%	23,02%
IDŐS FEKETE SZIJÁCS	0,00%	4,42%	6,82%	9,49%	12,90%	18,18%	24,73%

Nedvességtartalom változási diagram (E.f. – F.f.)

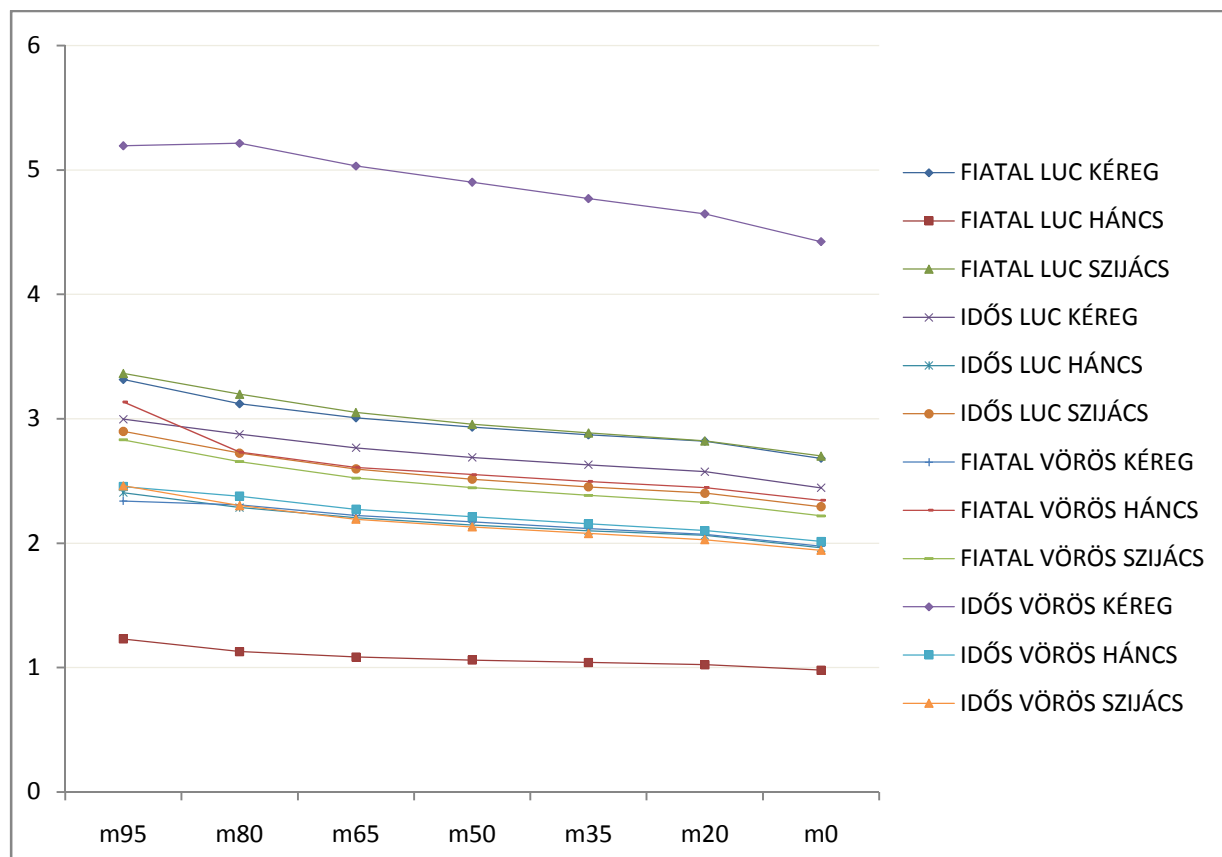


6.2. Luc-, és vörösfenyő

Mintatömegek [g] az egyes relatív páratartalmaknál:

	m_{95}	m_{80}	m_{65}	m_{50}	m_{35}	m_{20}	m_0
FIATAL LUC KÉREG	3,315	3,120	3,008	2,932	2,870	2,819	2,681
FIATAL LUC HÁNCSS	1,230	1,128	1,084	1,060	1,041	1,023	0,979
FIATAL LUC SZIJÁCS	3,365	3,197	3,050	2,956	2,886	2,822	2,701
IDŐS LUC KÉREG	2,997	2,876	2,767	2,689	2,630	2,575	2,445
IDŐS LUC HÁNCSS	2,406	2,286	2,204	2,145	2,098	2,063	1,962
IDŐS LUC SZIJÁCS	2,898	2,723	2,596	2,514	2,453	2,402	2,293
FIATAL VÖRÖS KÉREG	2,339	2,307	2,222	2,170	2,117	2,070	1,975
FIATAL VÖRÖS HÁNCSS	3,135	2,731	2,609	2,551	2,496	2,448	2,344
FIATAL VÖRÖS SZIJÁCS	2,830	2,655	2,522	2,445	2,383	2,326	2,219
IDŐS VÖRÖS KÉREG	5,195	5,215	5,032	4,902	4,769	4,647	4,423
IDŐS VÖRÖS HÁNCSS	2,455	2,377	2,272	2,212	2,155	2,101	2,014
IDŐS VÖRÖS SZIJÁCS	2,461	2,301	2,192	2,131	2,078	2,028	1,943

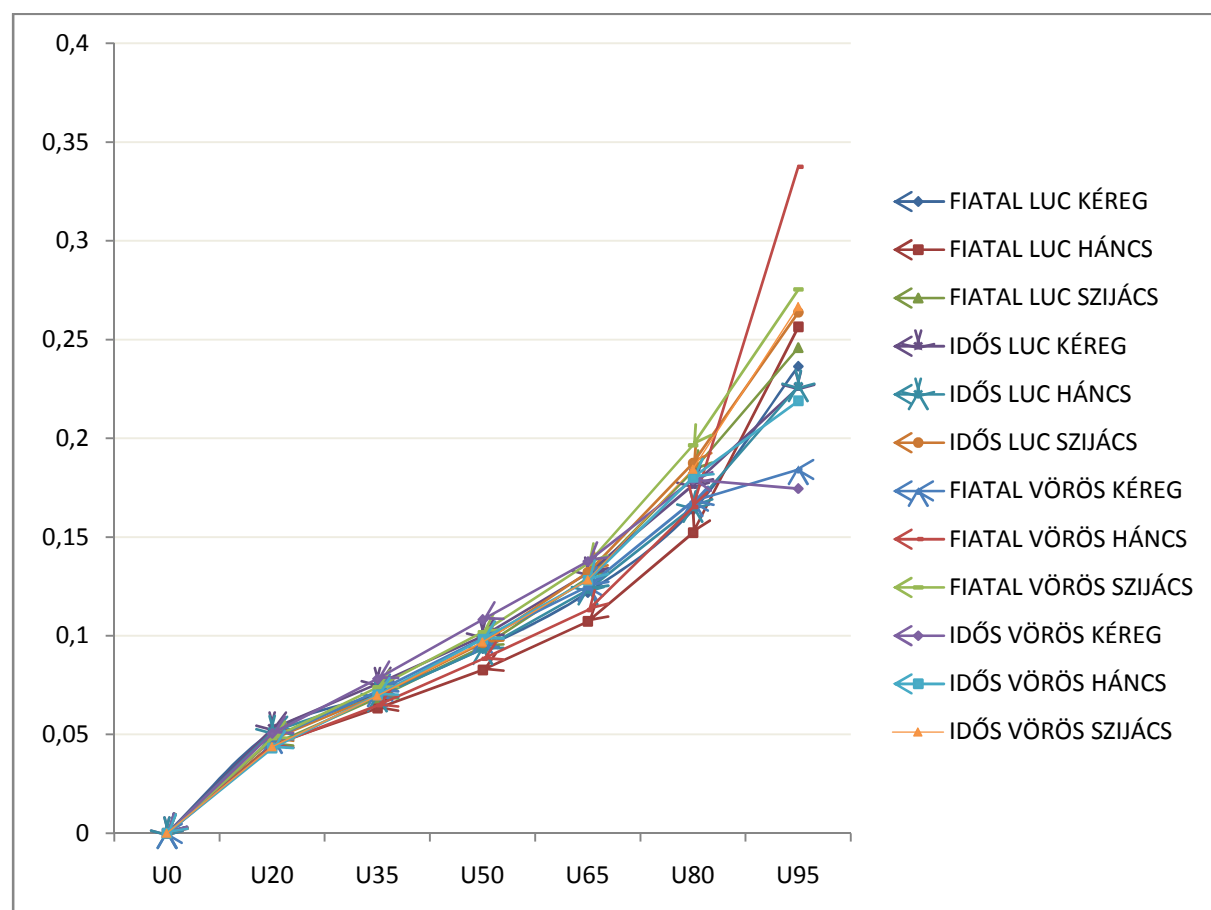
Mintatömeg változási diagram (L.f. – V.f.)



NEDVESSÉGTARTALOM VÁLTOZÁS:

	U ₀	U ₂₀	U ₃₅	U ₅₀	U ₆₅	U ₈₀	U ₉₅
FIATAL LUC KÉREG	0,00%	5,15%	7,05%	9,36%	12,20%	16,37%	23,65%
FIATAL LUC HÁNC	0,00%	4,49%	6,33%	8,27%	10,73%	15,22%	25,64%
FIATAL LUC SZIJÁCS	0,00%	4,48%	6,85%	9,44%	12,92%	18,36%	24,58%
IDŐS LUC KÉREG	0,00%	5,32%	7,57%	9,98%	13,17%	17,63%	22,58%
IDŐS LUC HÁNC	0,00%	5,15%	6,93%	9,33%	12,33%	16,51%	22,63%
IDŐS LUC SZIJÁCS	0,00%	4,75%	6,98%	9,64%	13,21%	18,75%	26,38%
FIATAL VÖRÖS KÉREG	0,00%	4,81%	7,19%	9,87%	12,51%	16,81%	18,43%
FIATAL VÖRÖS HÁNC	0,00%	4,44%	6,48%	8,83%	11,31%	16,51%	33,75%
FIATAL VÖRÖS SZIJÁCS	0,00%	4,82%	7,39%	10,18%	13,65%	19,65%	27,53%
IDŐS VÖRÖS KÉREG	0,00%	5,06%	7,82%	10,83%	13,77%	17,91%	17,45%
IDŐS VÖRÖS HÁNC	0,00%	4,32%	7,00%	9,83%	12,81%	18,02%	21,90%
IDŐS VÖRÖS SZIJÁCS	0,00%	4,37%	6,95%	9,68%	12,82%	18,43%	26,66%

Nedvességtartalom változási diagram (L.f. – V.f.)

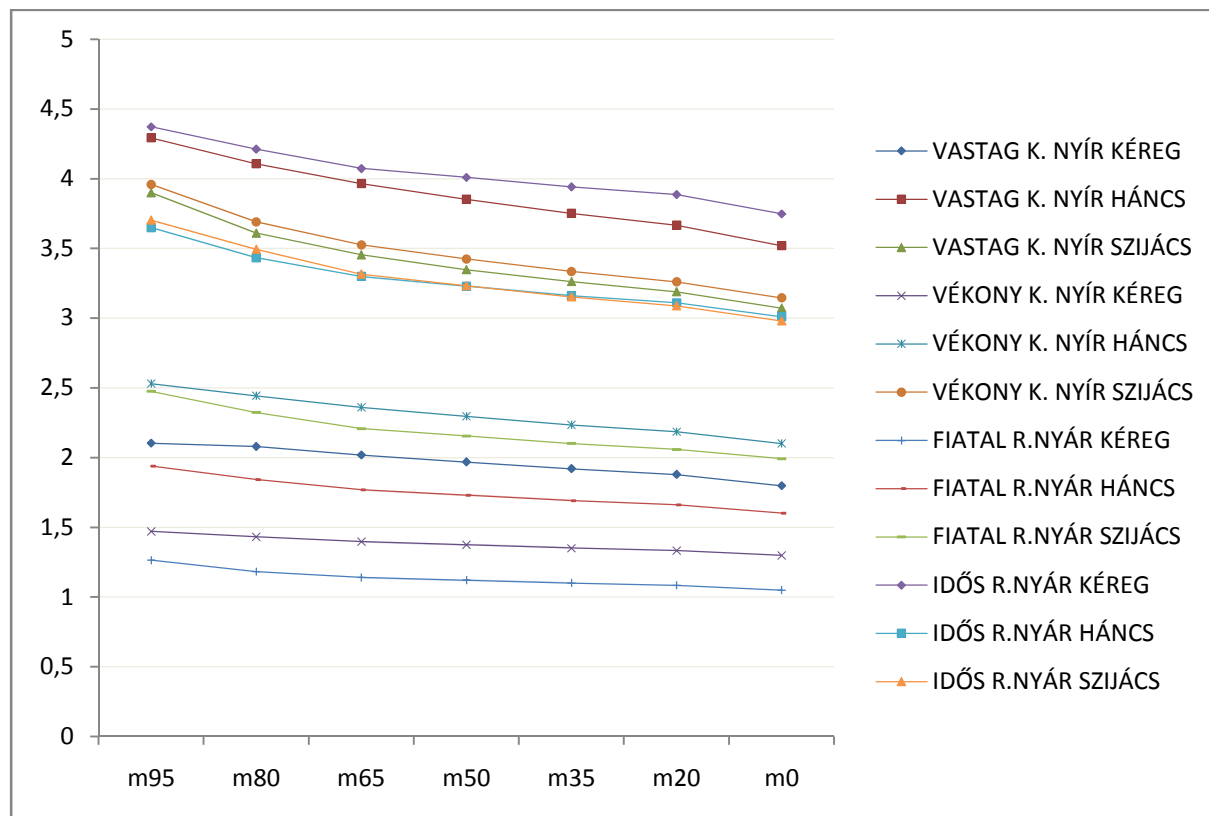


6.3. Nyír, és nyár:

Mintatömegek [g] az egyes relatív páratartalmaknál:

	m ₉₅	m ₈₀	m ₆₅	m ₅₀	m ₃₅	m ₂₀	m ₀
VASTAG K. NYÍR KÉREG	2,103	2,079	2,018	1,968	1,920	1,879	1,798
VASTAG K. NYÍR HÁNCSS	4,293	4,106	3,965	3,852	3,752	3,665	3,519
VASTAG K. NYÍR SZIJÁCS	3,899	3,609	3,453	3,347	3,261	3,188	3,071
VÉKONY K. NYÍR KÉREG	1,471	1,431	1,397	1,374	1,35	1,333	1,298
VÉKONY K. NYÍR HÁNCSS	2,530	2,442	2,36	2,296	2,233	2,184	2,100
VÉKONY K. NYÍR SZIJÁCS	3,958	3,690	3,525	3,424	3,334	3,260	3,145
FIATAL R.NYÁR KÉREG	1,264	1,182	1,140	1,121	1,099	1,083	1,049
FIATAL R.NYÁR HÁNCSS	1,939	1,842	1,768	1,730	1,690	1,660	1,601
FIATAL R.NYÁR SZIJÁCS	2,475	2,324	2,207	2,154	2,100	2,057	1,991
IDŐS R.NYÁR KÉREG	4,372	4,212	4,073	4,009	3,941	3,886	3,747
IDŐS R.NYÁR HÁNCSS	3,649	3,434	3,299	3,229	3,162	3,110	3,010
IDŐS R.NYÁR SZIJÁCS	3,703	3,493	3,316	3,232	3,153	3,087	2,980

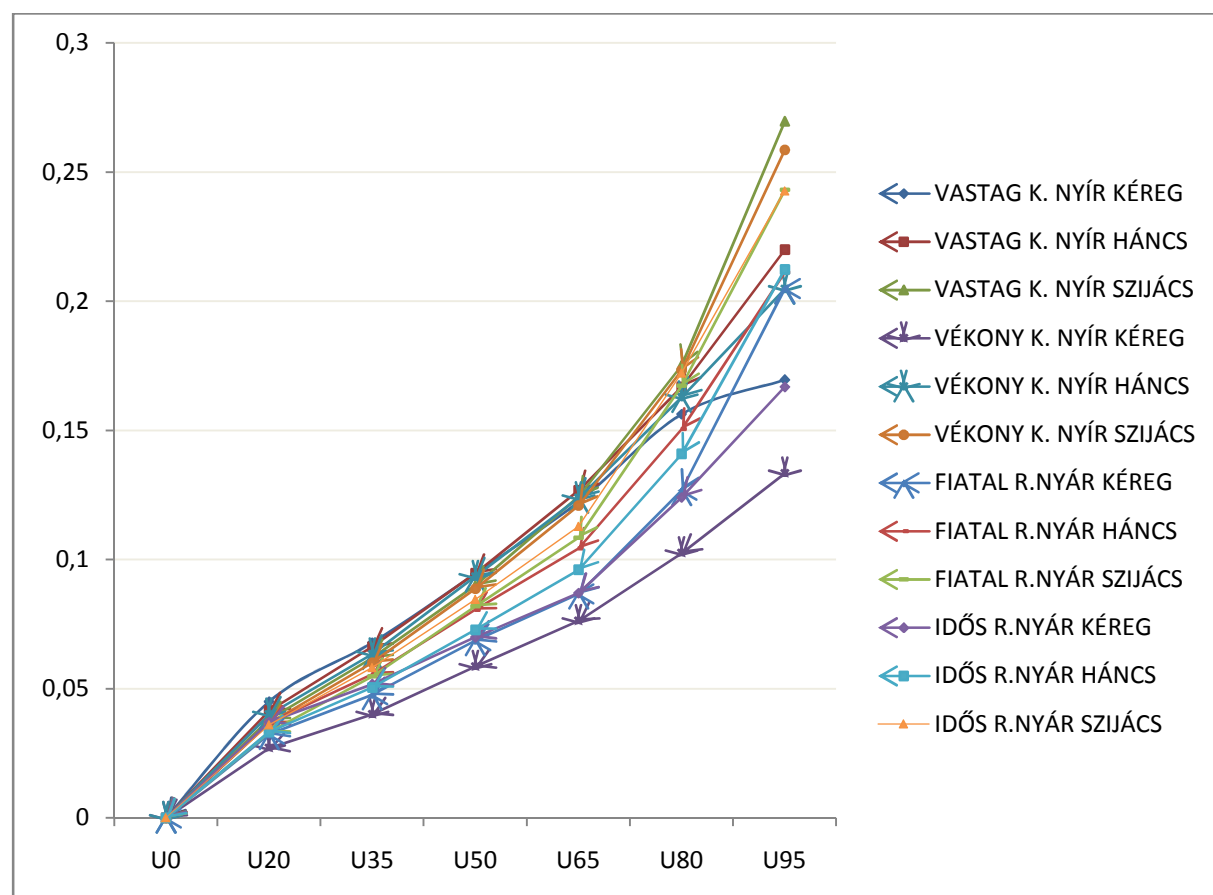
Mintatömeg változási diagram (Nyír - Nyár.)



NEDVESSÉGTARTALOM VÁLTOZÁS:

	U ₀	U ₂₀	U ₃₅	U ₅₀	U ₆₅	U ₈₀	U ₉₅
VASTAG K. NYÍR KÉREG	0,00%	4,51%	6,79%	9,45%	12,24%	15,63%	16,96%
VASTAG K. NYÍR HÁNC	0,00%	4,15%	6,62%	9,46%	12,67%	16,68%	21,99%
VASTAG K. NYÍR SZIJÁCS	0,00%	3,81%	6,19%	8,99%	12,44%	17,52%	26,96%
VÉKONY K. NYÍR KÉREG	0,00%	2,70%	4,01%	5,86%	7,63%	10,25%	13,33%
VÉKONY K. NYÍR HÁNC	0,00%	4,00%	6,33%	9,33%	12,38%	16,29%	20,48%
VÉKONY K. NYÍR SZIJÁCS	0,00%	3,66%	6,01%	8,87%	12,08%	17,33%	25,85%
FIATAL R.NYÁR KÉREG	0,00%	3,24%	4,77%	6,86%	8,67%	12,68%	20,50%
FIATAL R.NYÁR HÁNC	0,00%	3,69%	5,56%	8,06%	10,43%	15,05%	21,11%
FIATAL R.NYÁR SZIJÁCS	0,00%	3,31%	5,47%	8,19%	10,85%	16,73%	24,31%
IDŐS R.NYÁR KÉREG	0,00%	3,71%	5,18%	6,99%	8,70%	12,41%	16,68%
IDŐS R.NYÁR HÁNC	0,00%	3,32%	5,05%	7,28%	9,60%	14,09%	21,23%
IDŐS R.NYÁR SZIJÁCS	0,00%	3,59%	5,81%	8,46%	11,28%	17,21%	24,26%

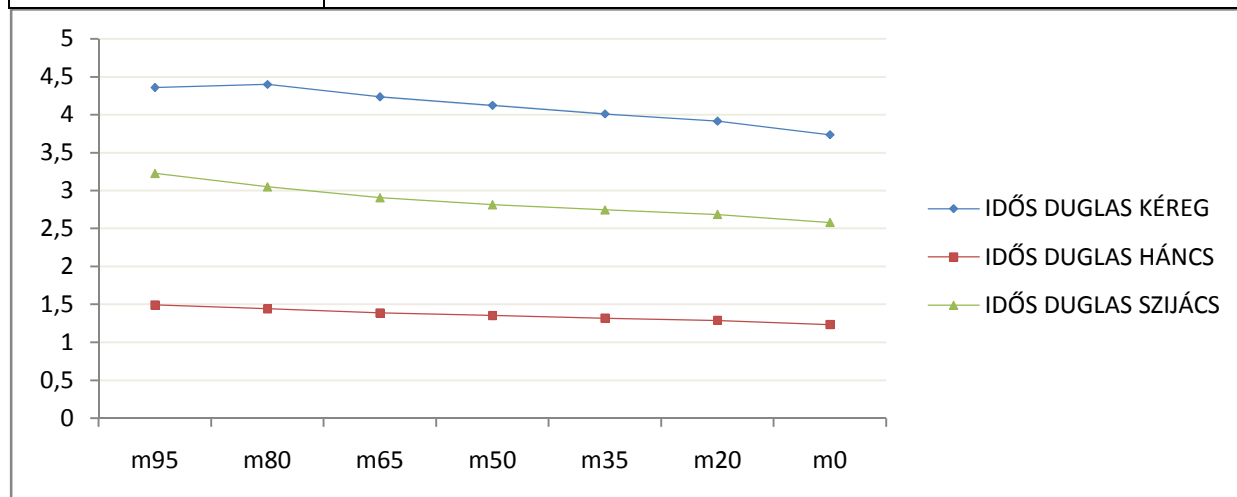
Nedvességtartalom változási diagram (Nyír - Nyár)



6.4. Duqlász fenyő

Mintatömegek [g] az egyes relatív páratartalmaknál:

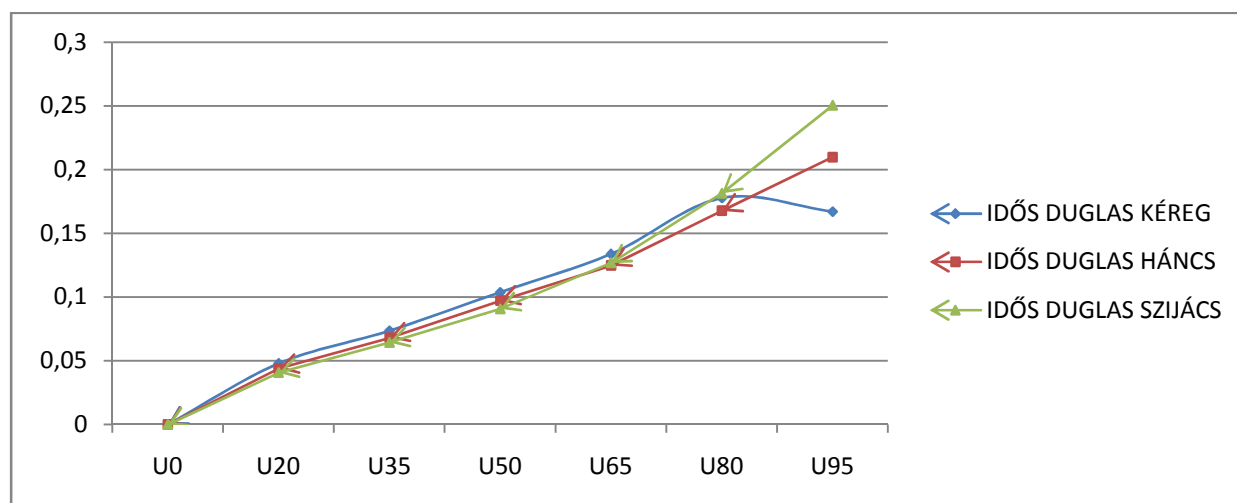
	m_{95}	m_{80}	m_{65}	m_{50}	m_{35}	m_{20}	m_0
IDŐS DUGLAS KÉREG	4,358	4,398	4,234	4,122	4,009	3,913	3,734
IDŐS DUGLAS HÁNC	1,493	1,441	1,388	1,354	1,318	1,288	1,234
IDŐS DUGLAS SZIJÁCS	3,225	3,047	2,906	2,813	2,745	2,684	2,579



NEDVESSÉGTARTALOM VÁLTOZÁSA:

	U_0	U_{20}	U_{35}	U_{50}	U_{65}	U_{80}	U_{95}
IDŐS DUGLAS KÉREG	0,00%	4,79%	7,36%	10,39%	13,39%	17,78%	16,71%
IDŐS DUGLAS HÁNC	0,00%	4,38%	6,81%	9,72%	12,48%	16,77%	20,99%
IDŐS DUGLAS SZIJÁCS	0,00%	4,07%	6,44%	9,07%	12,68%	18,15%	25,05%

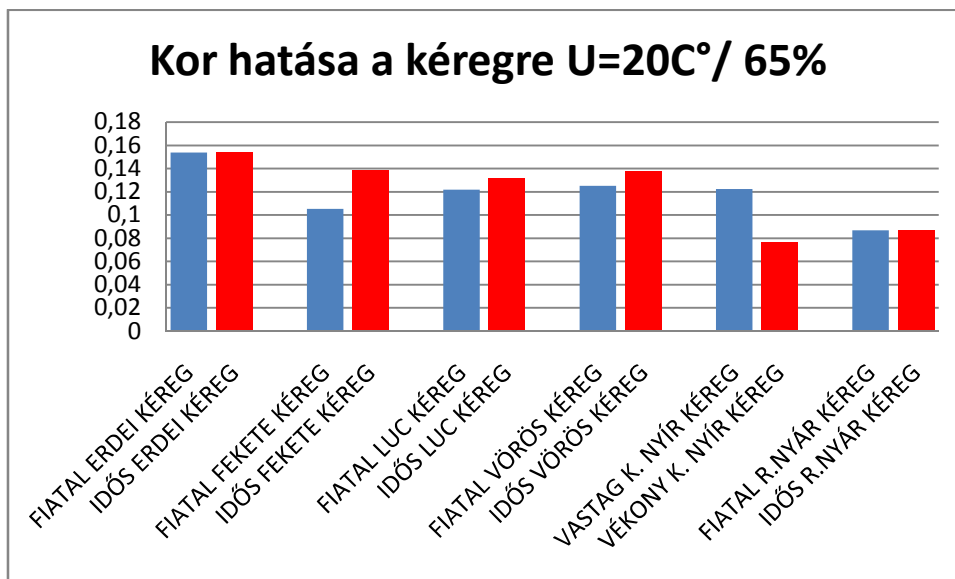
Nedvességtartalom változási diagram (D.f.)



7. Kiértékelés

A (Nyír - Nyár) Nedvességtartalom változási diagramon érdekes dologra lehetünk figyelmesek. Az összes minta mutatói azonos (szigmoid) ív mellett futnak, kivéve a fiatal „VÉKONY NYÍR KÉREG”mintát.

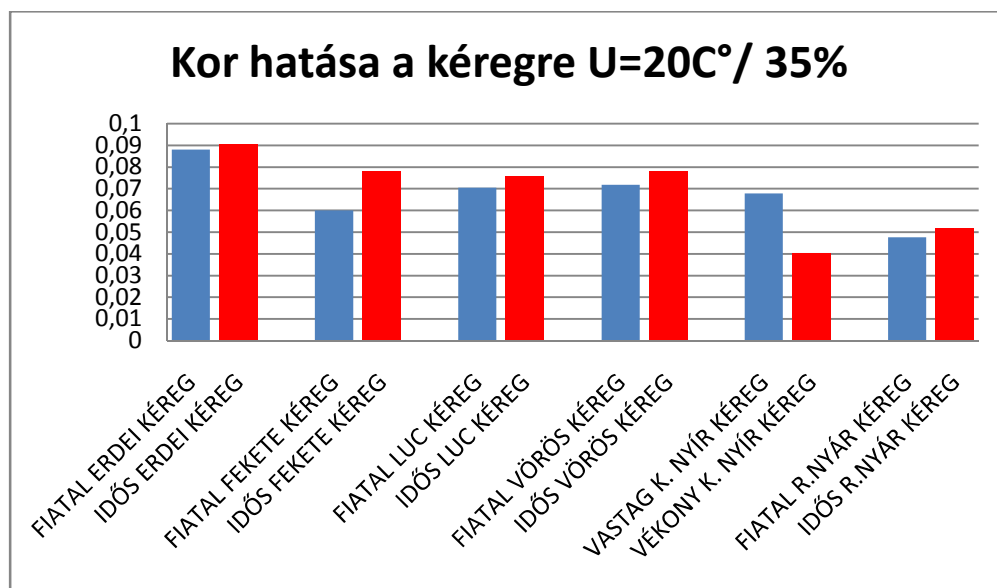
7.1. Kor hatása a héjkéregre 20C°/ 65% nedvességtartalomnál (összehasonlítás)



Ennél a diagramnál a fafajok héjkérgeinek összehasonlítása látható normál légnedvesség mellett. Érdekes volt látni, hogy az erdei fenyő kéregmintái század pontosságra azonos értéket mutattak. Megfigyelhető az is, hogy az idősebb faanyagok kéreg mintái magasabb nedvességtartalommal rendelkeznek, mint a fiatalabbak.

Érdekes, hogy a nyír (*Betula Pendula*) minták nedvességtartalma nagy (majdnem kétszeres különbséget mutat). A fiatal vékony kérgű nyír jelentősen kevesebb vizet tud felvenni, mint az idősebb minta. Ez feltehetőleg a fában lévő Betulin miatt van így. Mint azt tudjuk a fiatalabb nyírfák nagy betulintartalommal rendelkeznek, amely többek között kérgének színét is adják. Az idősebb fáknál a kéreg elparásodása miatt elenyésző a betulintartalom.

7.2. Kor hatása a héjkéregre 20C°/ 35% nedvességtartalomnál (összehasonlítás)



A vizsgálat célja itt is ugyanaz volt, mint a 7.1.-es diagram esetében. A légnedves páratartalmi értékekhez viszonyítva az alábbiakra tudunk következtetni:

Az idősebb faanyagok még mindig magasabb nedvességtartalommal rendelkeznek, mint a fiatalabb minták. Ez alól az egyetlen kivételt még mindig a nyír jelenti. Egyedül itt lehet felfedezni azt, hogy a fiatalabb faanyagoknak kevesebb lenne a nedvességtartalma, mint az idősebbé. az alábbi táblázatban tüntettem fel a nyír nedvességváltozásának mértékét.

	U ₉₅	U ₈₀	U ₆₅	U ₅₀	U ₃₅	U ₂₀	U ₀
VASTAGABB K. NYÍR KÉREG	16,96%	15,63%	12,24%	9,45%	6,79%	4,51%	0,00%
VÉKONY K. NYÍR KÉREG	13,33%	10,25%	7,63%	5,86%	4,01%	2,70%	0,00%
különbség:	3,64%	5,38%	4,61%	3,60%	2,78%	1,81%	0,00%

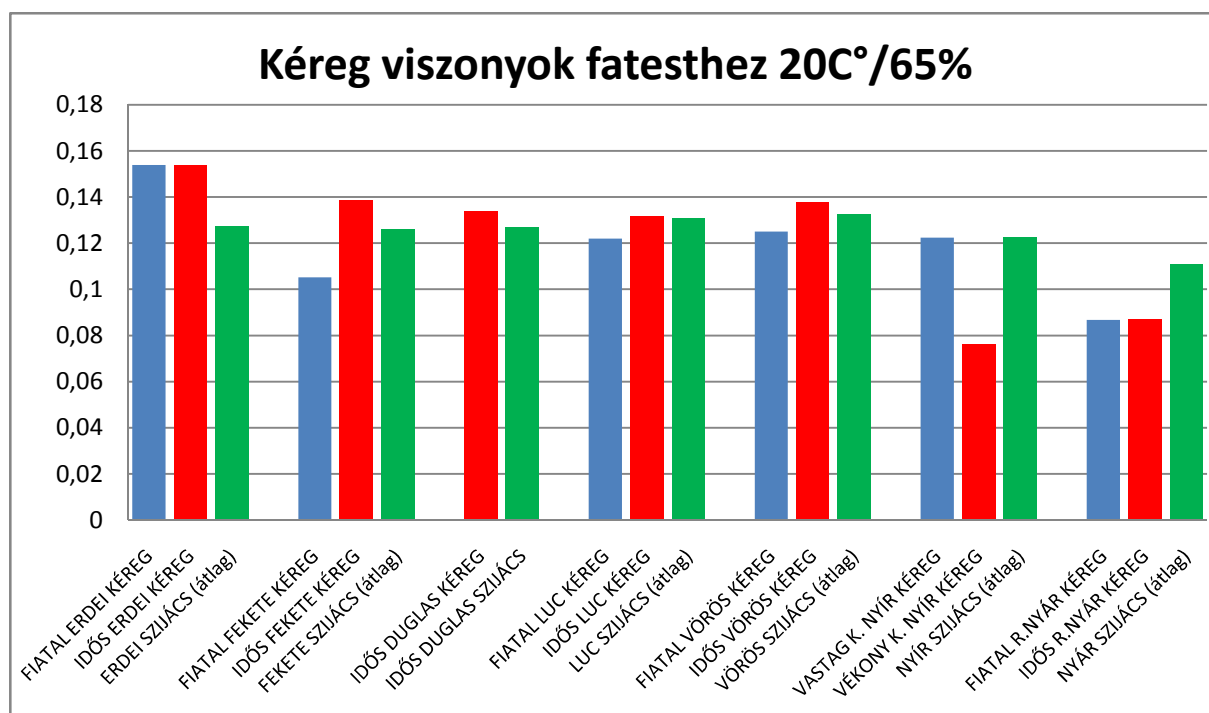
A táblázatból jól látható, hogy az idősebb minták (VASTAG K. NYÍR KÉREG) a korábbi nedvességtartalmi szinteken is 1,5 - 2 –szer nagyobb nedvességtartalmi értékkel rendelkeznek, mint a fiatalabb vékony kérgű minták.

7.3. Kor hatása a helykéregre fatesthez viszonyítva 20C°/ 65%:

	U ₆₅		U ₆₅	U65 szijács átlag
FIATAL ERDEI KÉREG	15,38%	FIATAL ERDEI SZIJÁCS	12,49%	12,73%
IDŐS ERDEI KÉREG	15,38%	IDŐS ERDEI SZIJÁCS	12,96%	
FIATAL FEKETE KÉREG	10,53%	FIATAL FEKETE SZIJÁCS	12,34%	12,62%
IDŐS FEKETE KÉREG	13,85%	IDŐS FEKETE SZIJÁCS	12,90%	
FIATAL LUC KÉREG	12,20%	FIATAL LUC SZIJÁCS	12,92%	13,07%
IDŐS LUC KÉREG	13,17%	IDŐS LUC SZIJÁCS	13,21%	
FIATAL VÖRÖS KÉREG	12,51%	FIATAL VÖRÖS SZIJÁCS	13,65%	13,24%
IDŐS VÖRÖS KÉREG	13,77%	IDŐS VÖRÖS SZIJÁCS	12,82%	
IDŐS DUGLAS KÉREG	13,39%	IDŐS DUGLAS SZIJÁCS	12,68%	12,68%
VASTAG K. NYÍR KÉREG	12,24%	VASTAG K. NYÍR SZIJÁCS	12,44%	12,26%
VÉKONY K. NYÍR KÉREG	7,63%	VÉKONY K. NYÍR SZIJÁCS	12,08%	
FIATAL R.NYÁR KÉREG	8,67%	FIATAL R.NYÁR SZIJÁCS	10,85%	11,06%
IDŐS R.NYÁR KÉREG	8,70%	IDŐS R.NYÁR SZIJÁCS	11,28%	

$$(\text{átlag})U_{65\% \text{ szijács}} = \frac{\text{fiatal fa szijácsa} + \text{koros fatest szijácsa}}{2}$$

A következő diagramot kaptam:



Ennél a kielemezésnél a fatesthez vizsgálom meg a kérgek nedvességtartalmát. A fatestnek itt a szíjácsot vesszük, és mivel két szíjács mintáva is rendelkezünk, így azok átlagával számoltunk.

Itt is kimondható, hogy a Fenyők idősebb mintáinak nedvességtartalma jóval nagyobb volt, mint a fatesté, de a lombosoknál ez az azonosság nem mondható el, itt a fatestben nagyobb mennyiségű víz található, mint bármely korú kéregben. Ezen kívül megfigyelhető még az is, hogy a fenyők jelentősen nagyobb nedvességtartalommal rendelkeznek, a héjkéregben, és a szíjácsban is, mint a lombosok.

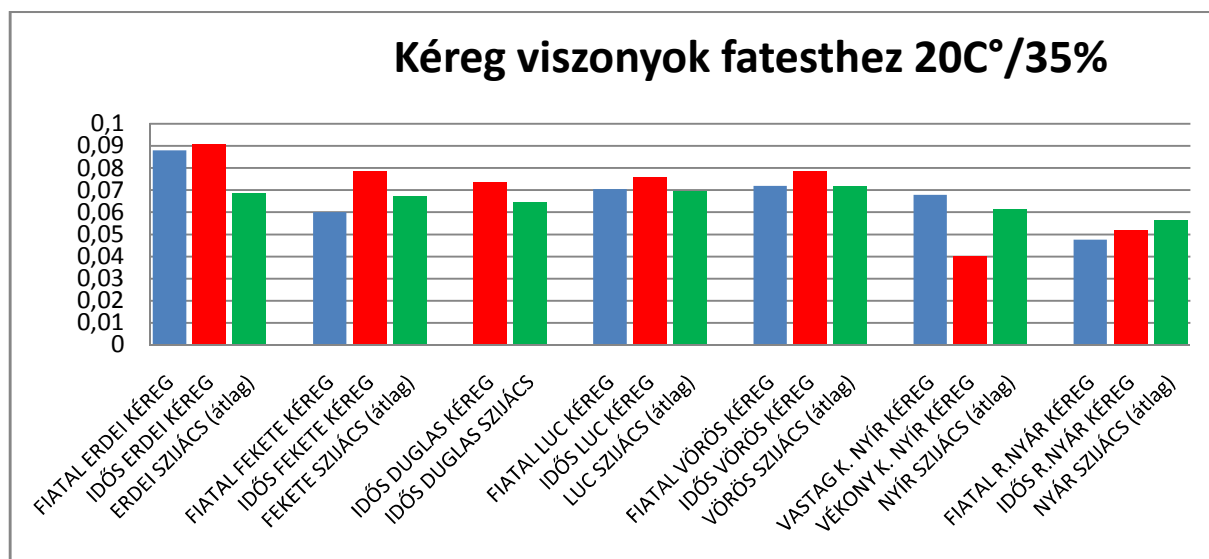
Érdekes lehet, ha nyomonkövetjük a nyír viselkedését, mennyit fog változni az általunk mért következő nedvességtartalmi szinten. A legnagyobb eltérést a fatest egyes részei között szintén itt találhatjuk. A fiatal vékony kérgű nyír nedvességtartalma még a fatesthez mérten is kevés.

7.4. Kor hatása a hélykéregre fatesthez viszonyítva 20C°/ 35%

	U ₃₅		U ₃₅	Δ 35% szijács
FIATAL ERDEI KÉREG	8,80%	FIATAL ERDEI SZIJÁCS	6,62%	6,85%
IDŐS ERDEI KÉREG	9,04%	IDŐS ERDEI SZIJÁCS	7,07%	
FIATAL FEKETE KÉREG	6,01%	FIATAL FEKETE SZIJÁCS	6,59%	6,71%
IDŐS FEKETE KÉREG	7,83%	IDŐS FEKETE SZIJÁCS	6,82%	
FIATAL LUC KÉREG	7,05%	FIATAL LUC SZIJÁCS	6,85%	6,91%
IDŐS LUC KÉREG	7,57%	IDŐS LUC SZIJÁCS	6,98%	
FIATAL VÖRÖS KÉREG	7,19%	FIATAL VÖRÖS SZIJÁCS	7,39%	7,17%
IDŐS VÖRÖS KÉREG	7,82%	IDŐS VÖRÖS SZIJÁCS	6,95%	
IDŐS DUGLAS KÉREG	7,36%	IDŐS DUGLAS SZIJÁCS	6,44%	6,44%
VASTAG K. NYÍR KÉREG	6,79%	VASTAG K. NYÍR SZIJÁCS	6,19%	6,10%
VÉKONY K. NYÍR KÉREG	4,01%	VÉKONY K. NYÍR SZIJÁCS	6,01%	
FIATAL R.NYÁR KÉREG	4,77%	FIATAL R.NYÁR SZIJÁCS	5,47%	5,64%
IDŐS R.NYÁR KÉREG	5,18%	IDŐS R.NYÁR SZIJÁCS	5,81%	

Az alábbi képletet felhasználva megkaptuk az egy fajhoz tartozó szijácsok átlagát , mely a következő diagram fatest oszlopát fogja adni..

$$(\text{átlag}) U_{35\% \text{ szijács}} = \frac{\text{fiatal fa szijácsa} + \text{koros fatest szijácsa}}{2}$$



Sajnos nem hozott látványos eredményt a diagram, a 7.3-as diagram adataival szemben jelentős változás nem történt. Az egyes kéregek megőrizték egymáshoz, illetve a fatesthez mért arányaikat, ez alól az egyetlen kivételt az idős nyár minta jelenti, ahol kicsit csökkent a szijács, és a kéreg közötti különbség.

7.5. A nyírfa kérgének egyensúlyi nedvességtartalma a fatesthez, és hánchoz képest.

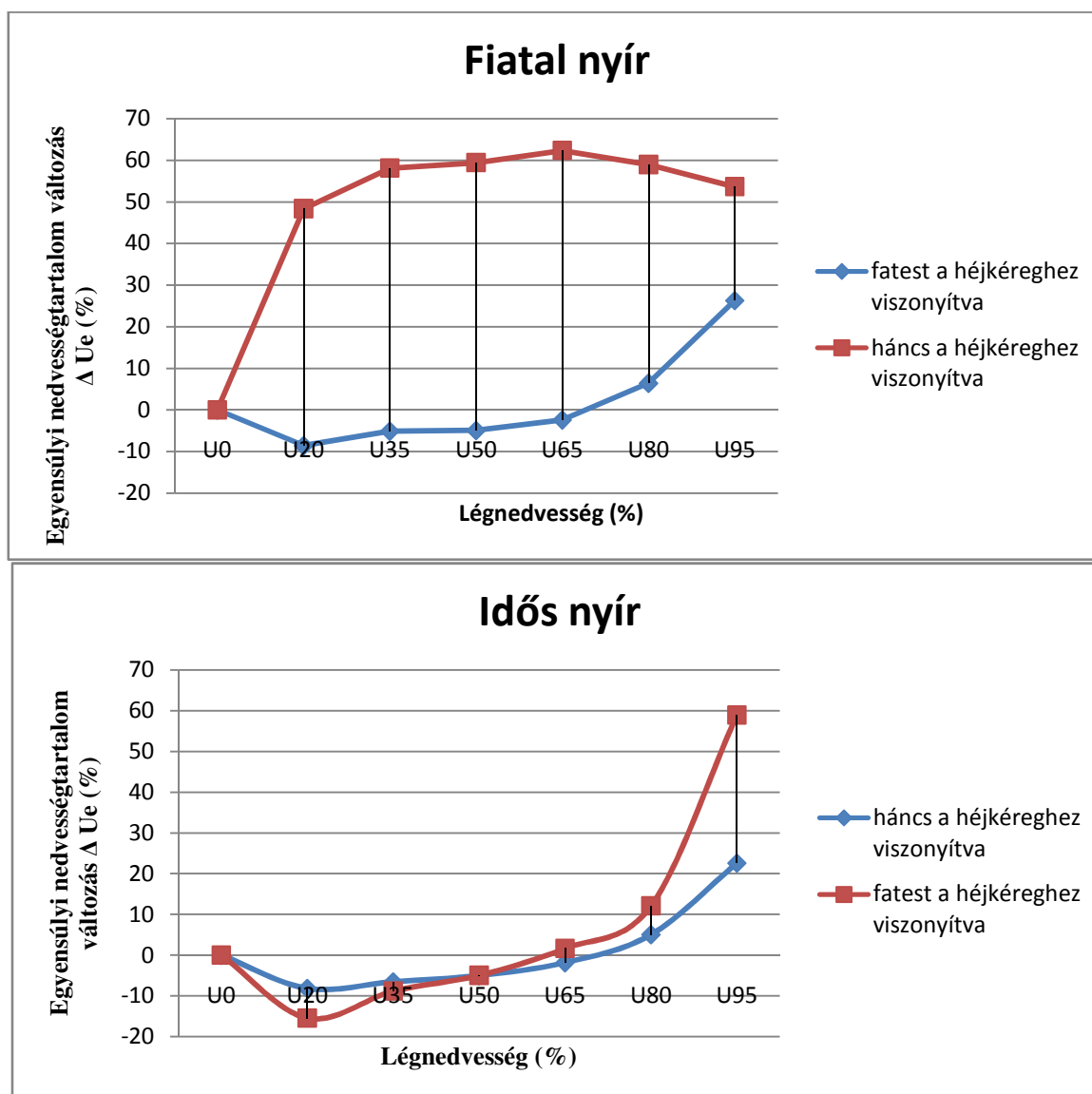
A kéreg egyensúlyi nedvességtartalmának kiszámításához az alábbi képletet használtam. A fiatal, illetve idős mintát külön számoltam.

A hánchoz viszonyítva a héjkéreghez:

$$\Delta U \% = \frac{U_{e \text{ hánchoz}} - U_{e \text{ héjkéreghez}}}{U_{e \text{ héjkéreghez}}} * 100$$

A fa viszonyítva a héjkéreghez:

$$\Delta U \% = \frac{U_{e \text{ fa}} - U_{e \text{ héjkéreghez}}}{U_{e \text{ héjkéreghez}}} * 100$$



8. Összefoglalás:

A kutatás során 5 fenyőfajt (Luc, Erdei, Fekete, Vörös, Duglász), és 2 lombos fafajt (nyír, nyár) vizsgáltunk. A kutatás célja a faanyagok egyensúlyi nedvességtartalmának változása volt a különböző klimatikus viszonyok függvényében, különös tekintettel a faanyag, és a kéreg közötti különbségekre.

A kiértékelés során megfigyelhettük, hogy a különböző klimatikus viszony mellett a lombosok, és a fenyők fiatalabb kéreg mintái alacsonyabb nedvességtartalommal rendelkeznek mint az idősebb minták.

Megfigyelhető volt továbbá, hogy a fiatalabb-, és az idősebb nyír minták nedvességtartalmának különbsége nagy (majdnem kétszeres) eltérést mutatott 65%, és 35% légnedvesség, és 20 C°-os hőmérséklet mellett is. A fiatalabb nyír kérgé jelentősen kevesebb vizet tudott felvenni, feltételezhetően a fában lévő betulin miatt, ugyanis az idősebb nyírfa kérgé jelentősen kevesebb betulint tartalmaz.

A kéreg, és a fatest összehasonlításánál jól látszott, hogy a fenyők magasabb nedvességtartalommal rendelkeznek, mint a lombosok, a két vizsgált klimatikus viszony mellett.

9. Köszönetnyilvánítás, és irodalomjegyzék

Ezúton is szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, **Dr. habil Németh Róbertnek**, a lehetőségért, hogy részt vehettem a kutatásban, és az elmúlt hónapok során kapott számtalan szakmai segítséget, és persze a türelmet.

Külön köszönettel tartozom **Ábrahám József tanár úrnak**, az iránymutatásért, a számtalan segítségért, és értékes szakmai tanácsaiért.

Nagyon köszönöm **Bőr Attila Úrnak** és a **soproni Tanulmányi Erdőgazdálkodásnak** a segítséget a friss minták beszerzésében nyújtott segítségükért.

Köszönet a **Nyugat- Magyarországi Egyetem Faanyagtudományi intézetének**, hogy a dolgozathoz, illetve a kutatáshoz részemre mindennemű eszközt, anyagot biztosítottak.

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm a családomnak, barátaimnak, akik végig támogattak, segítettek szakkönyvekkel, vagy csak bátorítással.

9.1. Irodalomjegyzék:

A dolgozathoz támpontként, illetve forrásanyagként szolgált:

- Molnár S. (szerk.) (2000): Faipari Kézikönyv I. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron.

1.ábra:<http://www.greenfo.hu/uploads/kepek/23/2364/teljes.jpg>

2.ábra:http://fahiba.fmk.nyme.hu/20_algeszt.htm

3. ábra:<http://dioskonyv.bionuss.eu/25-05/1.htm>

4. ábra: <http://www.plantarium.hu/tag/hejkereg/>

5.ábra:http://hu.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6z%C3%B6ns%C3%A9ges_lucfeny%C5%91

6. ábra: http://kapanyel.blog.hu/2011/12/28/az_erdeifenyo

7.ábra<http://gyerekvaros.wikispaces.com/nyitvatermo> Zsoldos Márton rajza

8.ábra<http://www.sirbuday.hu/blog/?tag=vorosfenyo> Buday Ádám fotóblogja

9. ábra:<http://www.gardendepot.hu/fenyofelek/5925-Amerikai-duglaszfenyo-125150-FL.html>

10. ábra: <http://faipar.hu/hirek/alapanyag/3003,hazai-fafajok-a-kozonseges-nyir.html>

11. ábra: <http://static.lhp.hu/programtippek.hu/keptar/12432.jpg>

1. táblázat:

Molnár S. (szerk.) (2000): Faipari Kézikönyv I. Faipari Tudományos Alapítvány,Sopron.

2. táblázat:

Molnár S. (szerk.) (2000): Faipari Kézikönyv I. Faipari Tudományos Alapítvány,Sopron.

3. táblázat:

Molnár S. (szerk.) (2000): Faipari Kézikönyv I. Faipari Tudományos Alapítvány,Sopron.

4. táblázat,kiértékelési, és mérési táblázatok,diagramok: saját szerkesztés