

Rudolf  
Rényi

ERDŐGAZDASÁGI ÉS FAIPARI TERMÉKEKET  
ÉRTÉKESÍTŐ ÉS FELDOLGOZÓ VÁLLALAT  
: E R D É R T :/

V i r á g L á s z l ó  
okl.faipari mérnök

F A A N Y A G O K S Z Á R I T Á S A

- Jegyzet -

B U D A P E S T  
1 9 7 1.



ERDŐGAZDASÁGI ÉS FAIPARI TERMÉKEKET  
ÉRTÉKESÍTŐ ÉS FELDOLGOZÓ VÁLLALAT  
/: E R D É R T :/

V i r á g L á s z l ó  
okl.faipari mérnök

OEE Könyvtár  
Áll.EII. 2018

FAANYAGOK SZÁRÍTÁSA

ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET KÖNYVTÁRA	
K. napló tev. <i>h2/1972</i>	Közl. jelzés
<i>I.</i> csoport ..... szám	Szakmai ágazat
Ételű csoport ..... szám	Elhelyezés <i>NDK. 4/2.</i>

- Jegyzet -

B U D A P E S T

1 9 7 1.

Országos Erdészeti Egyesület  
KÖNYVTÁRA

Szerkesztette:

Cs ö t ö n y i J ó z s e f

okl. erdőmérnök

1851

/1866/

## 1. A SZÁRÍTÁS FIZIKAI ALAPJAI

A szárítás nem egyéb mint nedvesség elvonás. A gyakorlati életben igen nagy azoknak az anyagoknak a száma - a mezőgazdaságban és az iparban egyaránt - ahol a szárításnak döntő szerepe van. A faanyag az iparban továbbfeldolgozás céljaira csak szárított állapotban alkalmas. A fában lévő nedvességnek természetesen fokozatai vannak, amelyek a jegyzetben még ismertetésre kerülnek.

### 1,1 V i z

A fának a nedvességét a víz jelenléte okozza. A víz a természetben három halmazállapotban fordul elő.

Igy lehet:

- cseppfolyós /760 Hg mm légköri nyomáson 0-100° között/
- légnemű /100 C° feletti melegítésnél gőz képződik/
- szilárd /a jég szilárd halmazállapotú víz, a víz 0 C°-nál megszilárdul és térfogata megnövekszik/

A víz fajsúlya + 4 C°-nál 1 kg/dm<sup>3</sup>. A víz ennél a hőmérsékletnél a legnehezebb.

A víz fajtérfogata a fajsúly fordított /reciprok/ értéke, dimenziója dm<sup>3</sup>/kg.

A víz hőtartalma az a melegmennyiség, amely 1 kg + 4 C°-os víz hőfokát 1 C°-kal emeli. Ez a hőmennyiség egysége, neve: kilógramkalória, jele: kcal.

A fajhő az a melegmennyiség, amely valamely anyag 1 kg-jának a hőmérsékletét 1 C°-kal emeli. Dimenziója kcal/kgC°, jele: C.

Fentiek ismeretében meg lehet határozni a víz hőtartalmát, ha ismeretes a víz hőmérséklete és fajhője.

./.

Egységnyi tömegű víz hőtartalma:

$Q = C / t_1 - t_0$  / kcal/kg képlettel meghatározható

ahol:  $Q$  = a hőtartalom, kcal/kg

$C$  = a fajhő, kcal/kg  $C^\circ$

$t_1$  = a víz hőmérséklete,  $C^\circ$

$t_0$  = a víz kezdeti hőmérséklete,  $C^\circ$

Az összefüggésből következik, hogy minél magasabb a víz hőmérséklete és tömege, annál nagyobb a hőtartalma.

## 1,2 Párolgás jelensége

A víz un. szabad felszine a természetben is állandóan párolog, vagyis a vízmolekulák gőz halmazállapotba lépnek át. 1 kg víz teljes elpárologtatásából 1 kg gőz keletkezik. Miután ez a folyamat időben játszódik le, meg kell ismerni az időtartamot befolyásoló tényezőket.

- Ezek: - a víz hőmérséklete, hőtartalma  
- a vízfelszínre ható nyomás  
- a vízfelület nagysága.

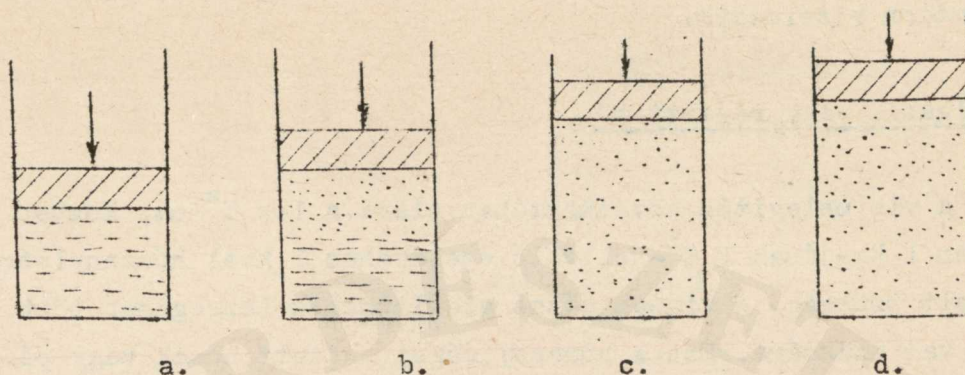
A szabadban lévő vízfelszín közvetlen érintkezik a levegővel és a fenti tényezőkön kívül még a vízfelszín feletti légsebesség és páratartalom is jelentős lehet.

A párolgás történjen a szabadban, vagy zárt térben mindenképpen hőelvonással jár. Erre egyszerű gyakorlati példa: ha a bőrre könnyű benzint csöpögtetünk az elpárologás alatt azt hidegnek érezzük.

## 1,3 A f o r r á s

A víz melegítés következtében történő változását az alábbi vázlatlallal lehet szemléltetni:

Tegyünk 1 kg  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vizet egy dugattyúval lezárt edénybe /a./



1. ábra

Az állandó nyomást a dugattyúra helyezett súly biztosítja. A viznek melegítés közben a korábbiak alapján  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig a térfogata csökken, majd utána növekszik. További melegítés után egy bizonyos hőfoknál azt tapasztaljuk, hogy az edény faláról gőzbuborékok válnak le /b./ A víz forrni kezd. A víz forráspontja állandó nyomáson mindig ugyanaz lesz. Ha a nyomás változik, vele együtt változik a víz forráspontja is. Ha a dugattyút a melegítés kezdetén felfelé huzzuk, akkor a vízszint felett légritkulás /vákuum/ jön létre és a víz már  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  alatti hőmérsékleten is forrni kezd. Ezek után megállapítható, hogy a víz forrási hőmérséklete és nyomása egymással összefüggő tényezők. Ha a légköri nyomás  $760\text{ Hgmm}$  akkor a víz  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál forr. Állandó továbbmelegítés mellett keletkező gőz a víz felszine felett összegyűlve a dugattyút felemeli /b./.

Az ilyen módon keletkezett gőzt telített gőznek nevezzük. Ha a forralást tovább folytatjuk, állandó nyomás esetén, amikor a víz és a gőz hőmérséklete egyforma, akkor érjük el az ún. telítési hőfokot. Az előzőek szerint tehát minden nyomásértékhez meghatározott telítési hőfokérték tartozik. A vizet még tovább hevítve az teljesen gőzzé alakul és mivel víz felülettel már nem érintkezik száraz telített gőzt kapunk /c./. További melegítés esetén - állandó nyomást tartva - a gőz hőfoka a nyomáshoz tartozó telítési hőfok fölé emelkedik, miközben térfogata tovább nő /d./. Az ilyen gőzt túlhevített gőznek nevezzük.

A tulhevitett gőz az állapotváltozások során a gőzokkal azonos módon viselkedik.

#### 1,4 Párolgási, vagy rejtett hő

Amíg a víz melegítés következtében eléri a  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, közben minden  $1\text{ kg}$ -jának  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal való emeléséhez  $1\text{ kcal}$  hőmennyiségre volt szükség. A víznek gőzzé alakításához lényegesen több hőre van szüksége. Ezt a hőmennyiséget rejtett hőnek vagy párolgási hőnek nevezzük.

A párolgáshő annál kisebb, minél magasabb nyomáson és hőmérsékleten megy végbe a halmazállapot-változás. Pl.  $1\text{ kg}$   $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -u víznek gőzzé alakításához  $537\text{ kcal}$  szükséges.

A száraz telített gőz hőtartalma két részből tevődik össze, amelyet:

- folyadékhő-nek és
- rejtetthő-nek

nevezzük.

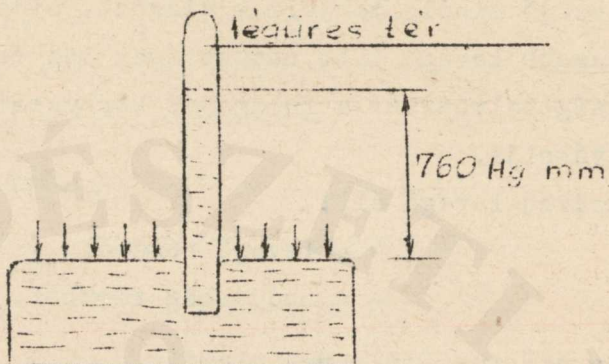
#### 1,5 A levegő

A tiszta száraz levegő  $78\%$  nitrogént,  $21\%$  oxigént és  $1\%$  egyéb gázt tartalmaz. A levegő mindig tartalmaz bizonyos mennyiségű vizgőzt és különböző szennyező anyagot. A levegő vizgőztartalma függ: a nyomástól, hőmérséklettől és a vizgőz részarányától. A levegőt szennyező anyagok: gázok, por, gőz, stb.

A föld felszínén uralkodó légnyomást, a levegőréteg súlya okozza. Minél feljebb haladunk a föld felszínétől, annál inkább csökken a levegő nyomása és ezzel együtt a sűrűsége, illetve fajsúlya is.



A levegő atmoszférikus nyomása a légüres térhez viszonyítva 760 mm magas higanyoszloppal tart egyensúlyt.



2. ábra

A levegő nyomását a

$$P = h \cdot \gamma \text{ kp/m}^2$$

képlettel lehet meghatározni, ahol a  $h$  = a levegőoszlop magassága, a  $\gamma$  = a higany fajsúlya.

Behelyettesítve:

$$P = 0,76 \cdot 13,595 = 10,332 \text{ kp/m}^2$$

ez az érték a gyakorlat számára kerekítve 10.000 kp/m<sup>2</sup> a technikai atmoszféra.

A műszaki gyakorlatban a ventillátorok teljesítménye v.o.mm-ben /vivoszlop magasság mm-ben/, vagy kp/m<sup>2</sup>-ben lehet megadni.

A képlet átrendezésével ki lehet számítani, hogy 10.000 kp/m<sup>2</sup> atmoszférikus nyomás milyen magas vivoszloppal tart egyensúlyt

$$h = \frac{P}{\gamma} = \frac{10000}{1000} = 10 \text{ m v.o.} = 10000 \text{ v.o. mm}$$

tehát a technikai atmoszféra egységben számolva a légköri nyomás 10.000 kp/m<sup>2</sup>, vagy 10 m vivoszlop magasság, vagy 10.000 v.o. mm értékkel egyenlő, jele: 1 at.

./.

## 1,6 A levegő nedvességtartalma

A levegő mindig tartalmaz vizgőzt. Hidegebb levegő kevesebb, melegebb levegő több nedvességet tud felvenni. A levegő nedvesség-felvételét a földrajzi környezet is nagymértékben befolyásolja.

A nedves levegő áll:

- a levegő részből
- a nedvesség részből.

A levegő nyomása ennek alapján

$$P_k = P + P_g \quad \text{kp/m}^2$$

A levegő térfogatát adja a

$$V_k = V + V_g \quad \text{m}^3 \text{ képlet}$$

A levegő sulya meghatározható a

$$G_k = G + G_g \quad \text{kp képlettel}$$

-A levegő tömege:  $m_k = m + m_g$  kg-ban fejezhető ki.

Tehát a nedves levegő nyomása a  $P_k$  egyenlő a száraz levegő résznyomás  $P$  és a gőzrész nyomás  $P_g$  összegével.

A szellőzéstechnikában és a mesterséges szárítóknál a nedves levegő nyomását  $H_g$  mm-ben vagy Torr-ban szokták megadni.

1 Hg mm = 1 Torr = 13,59 v.o. mm.

A levegő vizgőz keverék nedvességének meghatározására két kifejezést használnak.

Ezek:     - a levegő abszolút nedvességtartalma  
          - a levegő relatív nedvességtartalma.

Abszolút nedvességtartalom nem más mint 1 m<sup>3</sup> nedves levegőben lévő gőz gr-okban mért sulya. Meghatározható az alábbi képlet segítségével, ha ismeretes a nedves levegő önyomása  $P_k$  /amit a barométer mutat/ és a vizgőz résznyomása  $P_g$ .

$$x = 0,622 \cdot \frac{P_g}{P_k - P_g} \quad \frac{\text{kg}}{\text{kg}}$$

./.

A szellőzéstechnikában a levegő-vizgőz keverék nedvességtartalmát  $x$ -szel jelölik, dimenziója  $\frac{\text{kg}}{\text{kg}}$ , vagy  $\frac{\text{gr}}{\text{kg}}$ . A számításoknál mindig az  $1 + x$  kg nedves levegőmennyiséggel kell dolgozni, mert az 1 kg száraz levegőrész sulya a folyamatok során nem változik, az  $x$  kg nedvesség változhat.

Ezt az alábbi táblázat mutatja:

735,5 Torr. nyomású telített levegő nedvességtartalma:

Hőmérséklet C°	Nedvességtartalom / $X_t$ / gr/kg
- 20	0,65
- 10	1,65
0	3,90
+ 10	7,88
20	15,19
30	28,14

Relatív nedvességtartalom a levegőben jelen levő víz mennyiségének viszonya azon vizgőz mennyiséghez, amely a levegőt ugyanazon a hőfokon és nyomáson telítené. Más szóval: a levegő abszolút nedvességének és az ugyanilyen hőmérsékletű és nyomású telített levegő 1 m<sup>3</sup>-ben lévő gőz sulyának viszonya. Jele  $\psi$ , kifejezhető %-ban.

$$\psi = \frac{X}{X_t} \%$$

A levegő nedvességtartalom szempontjából lehet:

Telítetlen, ha a relatív nedvessége 0,01 %- 99,99 % között van.

Telített, ha a relatív nedvessége 100 %

Tultelített, ha a relatív nedvessége 100 % fölött van.

A telítetlen és a telített nedves levegő csak gőz halmazállapotú nedvességet tartalmaz. A tultelített állapotban együtt van jelen a gőz és a folyadék. A természetben a levegő rendszerint telítetlen állapotú.

Előfordul azonban, hogy telített, esetleg túltelített állapotba kerül. Ilyenkor megindul a ködképződés. Azt a hőmérsékletet, amelynél a túltelített levegő már több nedvességet magában nem tud tartani - megindul a cseppképződés - harmatponti hőmérsékletnek nevezük. Azt a hőmérsékletet, amelynél a levegő vízgőzzel éppen telített - több vízgőzt nem képes felvenni - telítési hőmérsékletnek nevezük.

### 1,61 A levegő nedvességtartalmának mérése

A légnedvesség mérésére legelterjedtebb módszer az un. pszichrometrikus módszer. A pszichrométer két azonos osztású higanyos hőmérőből áll. Az egyiknek a higanyzsjákjára vízszívó szövetből készült "harisnyát" huznak, amely egy állandóan vízzel telt edénybe ér. Ez a nedves hőmérő, a másik normál beépítésű, a száraz hőmérő. A nedves felület mindig párolog /ha nem telített levegővel érintkezik/. A párolgáshoz hőre van szükség, amely hőt a környező levegőből és a hőmérő anyagából veszi fel a víz. A nedves hőmérőn a hőmérséklet - a száraz hőmérséklethez képest - annál alacsonyabb, minél kevesebb a levegő páratartalma, ill. a vízgőz résznyomása. A levegő nedvességtartalmának növelésével emelkedik a nedves hőmérséklet is - a vízgőz résznyomása is - és telített állapotban a két hőmérő azonos értéket mutat.

A száraz és nedves hőmérőn leolvasható hőmérséklet különbség a pszichrometrikus különbség.

$$t = t_{sz} - t_n$$

Az így leolvasott hőmérséklet értékekhez tartozó relatív nedvességet táblázatokból vagy diagramokból lehet meghatározni.

./.

### 1,611. Hajszálas légnedvességmérő /hajszálhigrométer/

A hajszál /különösen a szőke női haj/ a környező levegőből nedvességet vesz fel, s megnyulik. A megnyulás, hosszváltozás arányos a hajszál által felvett, vagy leadott nedvességgel.

A műszerben egy hajszálat feszítenek ki finom rugóval, s a műszer mutatójához kötik. A mutató skála előtt mozog. Így a nedvességváltozás ill. a hajszál hosszváltozása a mutatót kimozdítja. Hibája a pontatlanságon túl, hogy gyakran kell hitelesíteni. Még ma is igen elterjedten használják.

### 1,7 Hőközlés.

Az anyag hőállapotára hőmérséklete jellemző. Ha egy anyag minden részén azonos hőmérsékletű, akkor az kiegyenlített hőállapotú. A természetben ez az állapot ritkán fordul elő. Általában az anyagok hőmérséklete különböző időben különböző helyeken eltérő. Két különböző hőmérsékletű anyag-pont között hőáramlás indul meg, mégpedig mindig a magasabb hőmérsékletű helyről az alacsonyabb hőmérsékletű hely felé. A hőáramlás mindaddig fennáll, amíg hőmérséklet különbség van a két pont között.

### 1,8 A hővezetés.

A hővezetés a hőközlés azon speciális módja, amikor a hő az anyagban a magasabb hőmérsékletű részecskéből a vele szomszédos alacsonyabb hőmérsékletű részecske felé terjed, anélkül, hogy a részecskék egymáshoz viszonyított helyzete megváltozna.

Hővezetés esete áll fenn pl. akkor, amikor hideg fémrudat tűzbe helyezünk, s egy idő múlva érezzük, hogy melegszik. A rudban a hő vezetés útján terjed. Ha a fenti kísérletet különböző anyagokkal végezzük, akkor azt tapasztaljuk, hogy a hő egyes

anyagoknál gyorsan terjed, /fémek/ egyes anyagoknál lassabban terjed /tégla/, más anyagok esetén egyáltalán nem terjed /azbeszt/.

Tehát minden anyagra jellemző, hogy hogyan vezeti a hőt. Ezt az anyagjellemzőt hővezetési tényezőnek nevezzük. Értékét laboratóriumi mérésekkel határozzák meg, jele:  $\lambda$ , egysége:

$$\frac{\text{kcal}}{\text{m, ó, C}^\circ}$$

A hőt jól vezető anyagokat, hővezetőknek, a hőt rosszul, vagy nem vezető anyagokat hőszigetelő anyagoknak nevezzük. Az anyagok hővezetési tényezőit táblázatok tartalmazzák.

### 1.9 Hőszugárzás.

A testek folyamatosan bocsátanak ki magukból energiát elektromágneses hullámok formájában. Az elektromágneses hullámoknak azt a tartományát, amelyen belül a kisugárzott energia kizárólag a sugárzó test hőtartalmából származik és a más testet ért sugárzás elnyelt része kizárólag hővé alakul, hőszugárzásnak nevezzük.

A hőszugárzás terjedéséhez nincs szükség közvetítő anyagra. A hőszugarak hullámhossz tartománya  $0,8 - 400 \mu / 1 \mu = 0,001 \text{ mm}$

A különböző anyagok azonos hőmérsékleten különböző erősséggel sugározzák, vagy nyelik el a hőt. Pl. a fekete, matt /nem fényes/ felületű anyag sokkal több hőt képes elnyelni, mint a fehér fényes felületű ugyanazon anyag.

Az anyagokra jellemző a sugárzási tényező, melyet táblázat tartalmaz, jele: C, egysége:  $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2, \text{ó, C}^\circ}$

## 2. A FANEDVESSÉG FOGALMA.

A fa mint minden élőlény, sejtekből épül fel. A fában lévő nedves-ség-tartalom megértéséhez át kell tekinteni a sejtek rendeltetését, rendszerét, szerkezetét és összefüggését.

### A fát alkotó sejtek:

Edénysejtek	/tracheák/
Rostsejtek	/libriform/
Alapsejtek	/parenchim/
Áledények	/tracheidák/

A lombosfák 20 %-a edénysejtekből áll. Tülevelű fákban nem fordulnak elő. Az edénysejtek egymással és a bélsugarakkal a sejtfalakon lévő nyílásokon keresztül vannak összeköttetésben.

Az életműködésüket az un. thillisek gátolják.

A rostsejtek kisüregű vastagfalú sejtek oldalukon hasítottak, feladatuk a fák szilárdítása. Kizárólag a lombos fákban találhatóak.

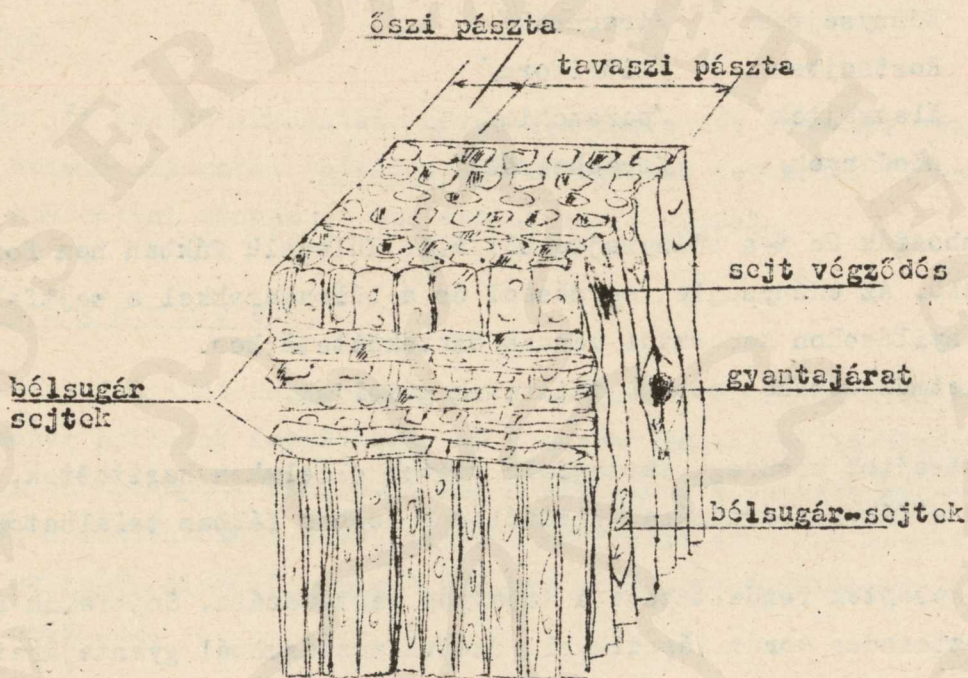
Az alapsejtek rendeltetése a tápanyag raktározása. Sejtfaluk csak a gesztésedés során fásodik el. Szétválasztásuknál gyantajaratok keletkeznek.

Az áledényeknek két fajtájuk van. A tulajdonképpeni áledények, ezek vékonyfalú, nagyüregű, tápanyagot szállító sejtek. A másik fajta áledények a rosttracheidák, ezek vastagfalú szűkebb üregű szilárdító sejtek. A tülevelű fáknek 90-95 %-át a tracheidák alkotják, a lombosfákban ritkán fordulnak elő.

### 2.1 A fa sejtjeinek összefüggései.

A legegyszerűbb az egyszikű növények felépítése. Ha a nád bütismetszetét megvizsgáljuk, kívül a kemény kovárateget, belül a parenchim sejtekbe ágyazott libriform sejtekből álló nyaiábokat találjuk, amelyek közepében 2-3 a táplálék vezetésére szolgáló csőedény helyezkedik el.

Legszabályosabb felépítésűek a tülevelű fák. Ennél a tracheidák radiális sorokban futnak a kambiumtól a bélig, a közöttük vannak a bélsugarak, amelyek főleg parenchimek, de kisebb számmal tracheidákat is találunk. A bélsugarak rendszerint egysorosak, kivételt csak azok képeznek, amelyek közepén gyantajarat helyezkedik el. A tracheális rendszerben történik a víznek és a benne oldott anyagoknak a vezetése a gyökétől a koronáig.



Erdei fenyő szöveti szerkezetének nagyított vázlata.

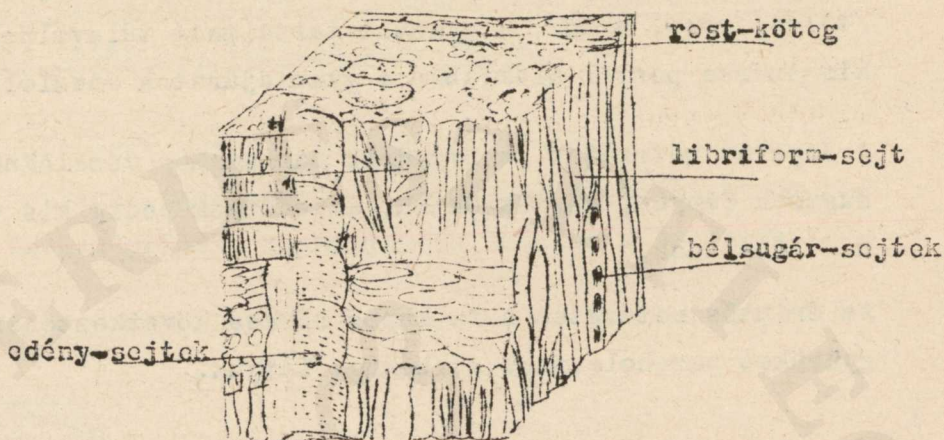
3. ábra.

A tülevelű fák vízszükséglete kisebb és egyenletesebb, ezek számára tehát a tracheális rendszer megfelelő. A tülevelű fák tavaszi pásztjának minden eleme a táplálékvezetést szolgálja.

A lombosfák vízvezetési rendszere a tülevelűeknél sokkal tökéletesebb. Ez teszi lehetővé egyszerre nagy vízmennyiség felemelését. Amellett, hogy a lombos fák szerkezete fejlettebb, egyben szabálytalanabb is, ami a szárításnál komoly nehézséget jelent.

./.





Tölgyfa szöveti szerkezetének nagyított rajza.

4. ábra.

A táplálék vezetésére szolgáló edénysejtek vagy övszerűen vagy egyenletesen szétszórtan helyezkednek el. A gyűrűs likacsu fáknál a nagy átmérőjű edények a tavaszi pásztában találhatóak. Az őszi pásztában található edények kisebb átmérőjűek. A szétszórt likacsu fáknál mindkét pásztában egyenesen találhatóak a kis és nagy átmérőjű edények. A gyűrűs esőedényű fák szilárdsága kisebb mint az ugyanolyan sűrűségű szétszórt likacsu fáké.

A kereszt, illetve sugárirányú táplálékvezetésről a bélsugarak gondoskodnak, amelyek főleg parenchyma sejtekből állnak. Vannak fafajok, ahol a bélsugarak csak 1-2 sejtsorból épülnek fel, és vannak ahol 30-40 sejtsorból tevődnek össze. A fák simára gyalult bütüfelületén a több sejtsorból álló bélsugarak szabadszemmel is jól láthatók. Láthatók még az évgyűrűk, amelyek különösen a tülevelüknél tűnnek elő élesen.

./.

A bélig hatoló bélsugarakat elsőrendűnek, míg a többi másodrendűnek nevezzük.

A nagy edénysejtű fáknál, azok szabadszemmel is jól láthatók /tölgy, cser, akác/, a gyantát tartalmazó tülevelüeknél pedig kis szürke pontok alakjában a gyantajáratok szemlélhetők.

A sugaras metszeten az évgyűrűk párhuzamos vonalaknak, a bélsugarak fényes, un. tükröknek, az edények pedig kis vonalaknak látszanak.

Az érintős metszeten a fa kupos növése következtében az évgyűrűket parabolászerű görbéknek látjuk.

A fasejtek méretei.

parenchim	hossz	0,02-0,16 mm	átmérő	5-50 $\mu$ /mikron/
tracheida	"	0,7 -11,0 "	"	10-60 $\mu$
libriform	"	0,2 - 6,0 "	"	1,2-8,5 $\mu$
edény	"	0,5 mm-től 5 m-	"	10-400 $\mu$

2.2 A fa szilárd váza

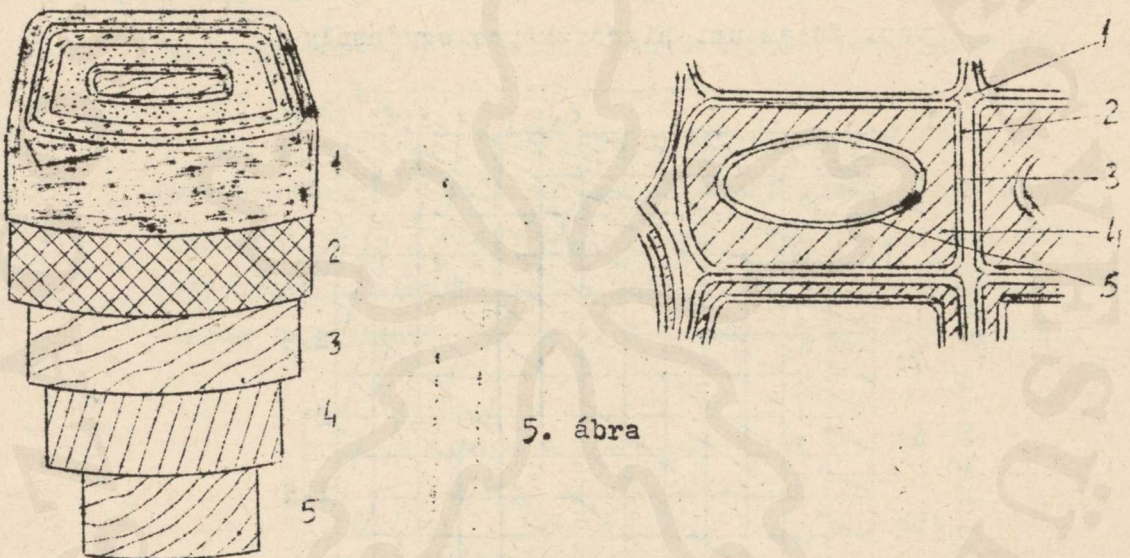
Cellulóz	52 %	/sejtfal/
lignin	28 %	
hemicellulóz	15 %	
egyéb szerves anyag	4 %	
hamu	1 %	

A cellulóz molekulák glükóz molekulákból láncszerűen épülnek fel. A cellulózlánc micellát, a micellák pedig cellulóz fibrillákat alkotnak. A köztük levő üregeket plazma, víz és egyéb anyagok töltik ki.

2,3 A nedvesség kötősmódja a fában.

A micellákat a molekuláris vonzóerő tartja össze. A víz nem hatol be a micellák belsejébe, hanem csak azok közé, vagyis a duzzadás intermicellárisan megy végbe.

Feltételezés csak, hogy a sejtek falát alkotó cellulóz is ilyen micelláris szerkezetű. A sejtfalak micellái három rétegűek. Ezeket primér, szekunder és terciér rétegeknek hívják.



5. ábra

A fa sejtfalának felépítése

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. Ragasztó-réteg | 4. Középső réteg |
| 2. Primér sejtfal | 5. Belső réteg   |
| 3. Külső réteg    |                  |

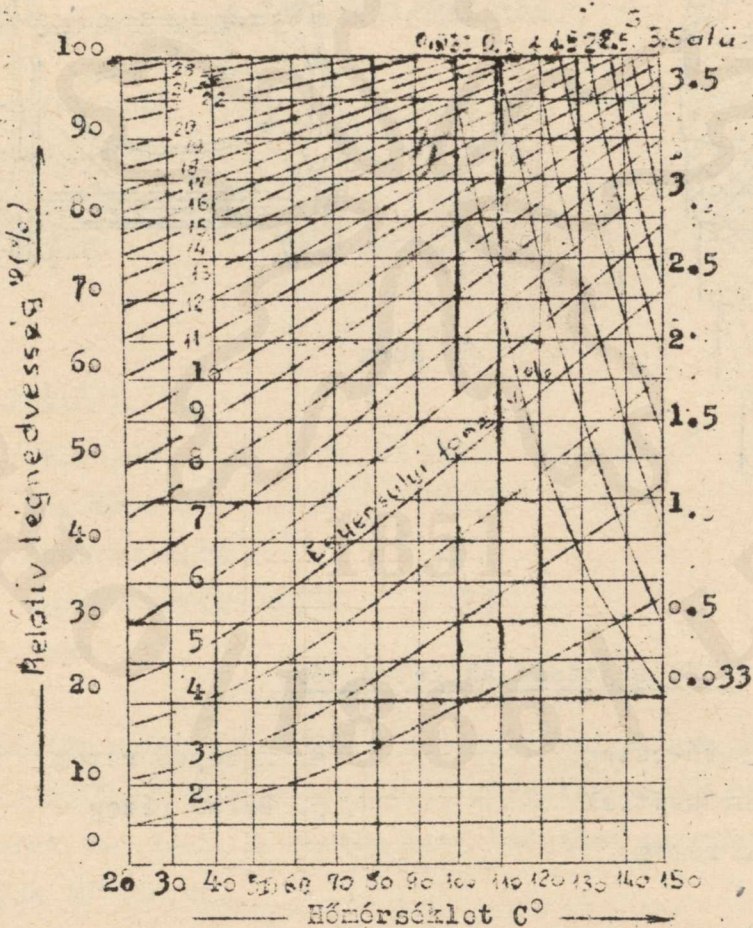
Ha a fát rézoxidammóniákkal kezelik, akkor a belső réteg cellulóz megduzzad. A külső réteg helyenként tágul és így gyöngysorszerű képződmény keletkezik, amelyen megfelelő

./.

nagyítással a sejtfal csikossága s a fibrillák /rostok/ csavarodottsága is kivehető. Ez a szerkezet az oka a fa vízfelvételének, zsugorodásnak és dagadásnak.

2,31 A higroszkópos egyensúly.

A fa nedvessége tulajdonképpen állandóan változik. A faanyag addig vesz fel, vagy ad le vizet, amíg víztartalma - a levegő relatív nedvességének és hőmérsékletének hatására - az egyensúlyi állapotot el nem éri. Amikor a fa sem nem vesz fel, sem nem ad le vizet, akkor a fanedvesség a környező levegővel egyensúlyban van. Ez az un. higroszkópos egyensúly.



Az egyensúlyi fanedvesség a hőmérséklet és a relatív légnedvesség függvényében.

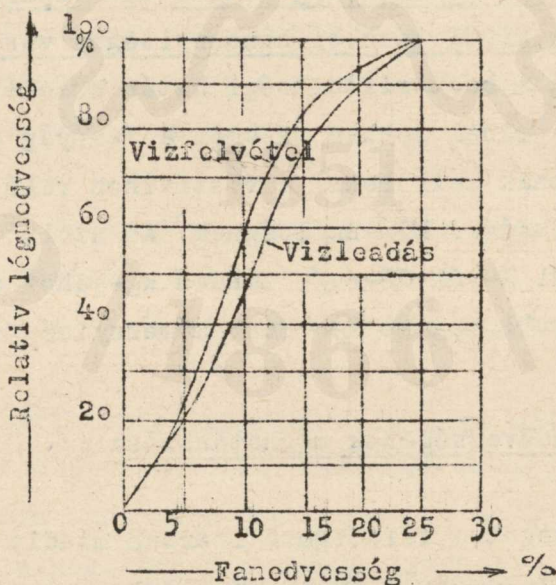
6. ábra

## 2,32 Gőzfeszültség

Egy nedvszívó anyagnak a gőzfeszültsége megállapítható, ha azt teljesen kiszáritjuk és mérjük az így felszabaduló gőz feszültségét. Különböző anyagok vízfelvevőképessége más és más. Pl. a facellulózának nagyobb a nedvszívó képessége, mint a gyapotcellulózé. A fában levő fehérjék és a telítéskor bevitt sók nem bírnak lényeges jelentőséggel a micellák óriási nedvszívó képességéhez viszonyítva.

## 2,33 Histerézis

Magas nedvességtartalomnál a nedvszívás és a nedvességleadás mértéke között különbség van. Ha a nedvességfelvételt és a száradást a levegő relatív nedvességének függvényében azonos diagramban ábrázoljuk, akkor a nedvességfelvétel görbéje magasabbra esik. Ez azt jelenti, hogy azonos fanedvesség mellett a gőzfeszültség a nedvesség leadásánál kisebb mint a nedvesség felvételénél.



A histerézist szemléltető ún. histerézis görbe.

7. ábra

A feldolgozó üzemekben a hinterézis jelenség előnyösen kihasználható. Pl. a butorgyárakban  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  és 57 % relatív légnedvességnek 12 % egyensúlyi fanedvesség felel meg. A faanyag előzetesen 8 %-ra való leszárítása azt eredményezi, hogy a 12 % nedvességet a faanyag akkor sem vesz fel ismét, ha a környezet hatásának megfelelő kiegyenlítő fanedvesség a 12 %-nak felel meg.

#### 2,4 A víz és a rostfal közötti kötés legyőzéséhez szükséges hő.

A fa telített gőzben egy bizonyos idő után eléri az un. rosttelítettségi határt. További nedvességfelvétel esetén - ami már nem okoz térfogatváltozást - az un. szabadviz a sejtüregekben helyezkedik el. A szabadviz a faanyagból úgy párolog el mint a nyílt vízfelszínről. A párolgáshoz elegendő az un. rejtett hő közlése, ami a vízfelszín párolgáshoz is szükséges.

A higroszkóposan kémiaiilag kötött víz elpárologtatásához a rejtett hőn kívül további hőmennyiségre van szükség. Ez a hőmennyiség a rosttelítettségi határ közelében még igen csekély, de minél jobban csökken a faanyag nedvessége, annál nagyobbak kell lenni a rostfalhoz való kötődés legyőzéséhez szükséges hőmennyiségnek. Az utolsó 1 %-nyi vízmennyiség /1 %-ról 0%-ra/ minden kg-jához az 537 kcal rejtett hőn kívül még kb 240 kcal hőmennyiség szükséges.

#### 2,5 A faanyag nedvességének meghatározása

A fanedvességet a feldolgozó iparban mindig a fa száraz súlyára vonatkoztatjuk. Ez az un. nettó %. Bruttó szárazságot - az érvényben lévő MSz 1220-71 számú szabvány szerint - csak a tűzifánál szokás számolni, ahol a vonatkoztatási alap 0 % helyett a légszáraz /15 %/ nedvességtartalom.

Ha a bruttó nedvesség ismert, akkor a nettó érték kiszámítható:

$$u = \frac{x}{1 - x} \cdot 100 \%$$

$u$  = nettó fanedvesség

$x$  = bruttó fanedvesség

2,51 A kiszáritásos eljárás menete; ha a fának egy kis darabját lemérjük nedves állapotban, utána abszolút szárazra kiszáritva újból lemérjük, a két értékből a fának a nedvességtartalma fél % pontossággal - ami a gyakorlat számára teljesen megfelelő - kiszámítható. A két mérés különbsége adja ugyanis a fában levő víz súlyát.

$$n = \frac{G_n - G_{sz}}{G_{sz}} \cdot 100$$

$u$  = fanedvesség % /nettó/

$G_n$  = nedves súly

$G_{sz}$  = abszolút száraz súly

A nedvességmeghatározásnál a próbadarabot mindig a fa vagy fűrészáru belsejéből kell venni, legalább 50 cm-re a végektől, mert a külső felületek, ill. részek mindig szárazabbak.

A mérés pontossága nagymértékben függ a mérlegelés pontosságától, amelyet általában un. táramérlegen kell elvégezni cg /centigram/ pontossággal.

A kiszáritást célszerűbb - ha erre mód van - elektromosan fűtött szárítószekrényben végezni, ahol a hőmérséklet pontosan szabályozható és a  $102\text{ C}^\circ$ -ot nem haladja meg. Magasabb hőmérsékletnél ugyanis a fából nemcsak a nedvesség, hanem a könnyen illó anyagok is eltávoznak és ilyen módon a nedvességmérésnél hamis értéket kapunk. A túlhevített gőzzel -  $100\text{ C}^\circ$  feletti - szárításnál más szabályok érvényesek.

./.

A szárítási mintákat úgy kell kialakítani, hogy annak a rostirányu mérete 10 mm-nél ne legyen nagyobb, mert a gyors nedvességleadást csak a viszonylag nagy bütüfelület biztosítja. A szárítást addig kell folytatni, amíg a fából a nedvesség teljes mértékben eltávozik. Erről úgy lehet meggyőződni, hogy időnként /4-8 óra/ a mintadarabokat mérlegeljük. A mintadarabok akkor tekinthetők súlyállandónak, ha két mérés között a súlyuk már nem csökken. Az előző képletbe ezzel az értékkel kell számolni. Kisebb 20-30 gr súlyu mintadarabnál a kiszáradás kb 24 óra. A szárítás megszakítása esetén annak érdekében, hogy visszanedvesedését megakadályozzuk a mintadarabokat teljesen száraz környezetbe exikátorba kell helyezni.

Előhyösen használhatók a kiszáritáshoz a textiliparban elterjedt kondicionáló készülékek, ahol a mintadarabok egy mérleg serpenyőjében vannak elhelyezve és a súlycsökkenés a kívül elhelyezett mutató segítségével ellenőrizhető, illetve leolvasható.

## 2,52 Fanedvesség mérése higrométerrel

A fanedvesség meghatározására használhatók az erre a célra készült higrométerek. A higrométer vége egy 10 mm átmérőjű 80-90 mm mély furatba becsavarható. A furatba ezáltal légmentesen bezárt tér keletkezik. 15-20 perc elteltével a műszer számlapján a furatban lévő légnedvesség és a hozzátartozó fanedvesség leolvasható. Tekintettel arra, hogy a gőzfeszültség függvénye a hőmérsékletnek, ezért a mérés időpontjában végzett hőmérséklet bizonyos korrekciós tényezőt ad, amelyet mérésnél figyelembe kell venni. A higrométerrel mért fanedvesség hozzávetőleges pontossága és csak 5-20 % között alkalmazható. A műszer főleg a fakereskedelemben használatos.



## 2,53 Fanedvesség mérése vegyileg kezelt papírral

A faanyag mérésre való előkészítése azonos módon végzendő mint a higrométerrel való mérésnél. Ennél a módszer-nél a fanedvesség meghatározására vegyileg kezelt papír-csik szolgál. A furatba helyezett papír - a légmentes zá-rás után - a fában keletkező gőzfeszültség hatására a színét megváltoztatja /rózsaszínből-kékig/. 10-15 perc elteltével az elszíneződött papírnak az etalonnal való összehasonlításából a fanedvesség leolvasható. A fafel-dolgozó ipar ezt a módszert sem alkalmazza, mert a gya-korlat számára nem ad elfogadható eredményt.

## 2,54 Az elektromos ellenálláson alapuló fanedvességmérés.

A fanedvességmérés a fa ohmikus ellenállásának, vagy di-elektromos állandójának mérésén alapszik. A fa ohmikus ellenállása ugyanis a víztartalommal fordítottan arányos, ami azt jelenti, hogy minél kisebb a fa nedvességtartalma, annál nagyobb az ellenállása, más szóval annál rosszabb a vezetőképessége. Az abszolút száraz fának az ellenállása kb. egymilliószer nagyobb mint a 30 % nedvességet tartalmazó fác. A sejtfeltelési határ és a teljes telítettségi állapot között az ellenállás különbsége igen kismérvű, ezért a két határ között az elektromos nedvességmérők csak nagy pontatlansággal alkalmazhatók. A pontatlanság a sejtfeltelési határ közvetlen közelében eléri a  $\pm 5$  %-ot, 40 %-os fanedvesség felett pedig még ezt az ér-téket is meghaladja. A nedvességmérő műszereket gyártó külföldi cégek egyébként leírásokban közlik a mérési pon-tosság határait, valamint az egyéb feltételeket is, ame-lyeket a mérésnél be kell tartani. Ezek a feltételek egy-mástól el is térhetnek. Pl. vannak cégek, amelyek a hő-mérsékletnek, mások a fafajoknak tulajdonítanak jelentő-séget és közölnek korrekciós értékeket. A gyakorlatban

jól beváltak az elektromos hálózatról működtethető "Orion EMG 28-31" típusu, valamint a száraz teleppel működő "Orion Jupiter 4-02-1/E" típusu készülékek, amelyeknél a fanedvesség közvetítő táblázat segítségével olvasható le. A külföldi fanedvességmérők közül a Siemens cég által kiadott száraz teleppel működő műszer minden igényt kielégít. A műszer két mérési tartományban 0-tól 25 %-ig és 25-től 100 %-ig közvetlen fanedvességi értékeket mutat. A mérések pontatlansága - a már említettek miatt - ennél a műszernél is meg van. Döntő vizsgálatoknál tehát csak a leszárítós módszer alkalmazható.

A nedvességmérő műszerek elengedhetetlen tartozékai az elektródák. A legismertebb elektródák - amelyek a műszer érzékelői - a késes, tűs, beszorítós, tapintós, becsavarható, stb. Az elektródák a mérés során - a tapintós és beszorítóst kivéve - mindig roncsolási nyomokat hagynak. A késztermékeknel ezért olyan elektródát kell alkalmazni, ami a legkevésbé vagy egyáltalán nem roncsolja az anyagot.

## 2.6 Faanyagok nedvesség szerinti osztályozása.

A nedvességtartalom szerinti osztályozást az MSz 6787-54.sz. szabvány is tartalmazza, ennek alapján a fafeldolgozóipar számára az osztályozás nettó %-ban:

Abszolút száraz fa nedvességtartalma:	n = 0
Tulszárított	" " n = 0 - 6 % között
Szobaszáraz	" " n = 6,1 - 12 % "
Légszáraz	" " n = 12,1 - 18,0% "
Félszáraz	" " n = 18,1 - 30,0% "
Félnedves	" " n = 30,1 - 50,0% "
Élőnedves	" " n = 50 %-nál nagyobb.

./.

Huzamosabb ideig viz alatt tárolt faanyag nedvességtartalma:

Hazai fafajoknál	n = 140 %
Európai "	n = 170 %
Világviszonylatban	n = 230 %-ot is elérheti.

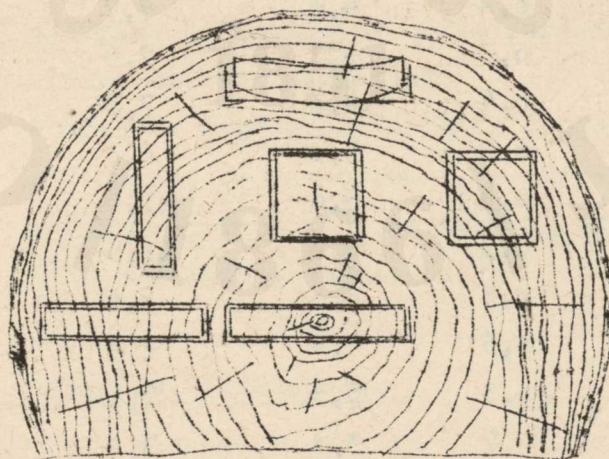
## 2,7 A fa zsugorodása és dagadása.

Minél nagyobb valamely fa térfogatsulya, annál több a micellák felülete. A dagadás, ill. zsugorodás mértéke is ennek megfelelően változik.

A fa mozgása a három fő anatómiai irányban különböző.

Szál- vagy rostirányban 0,1 - 0,6 %. Ez a minimális mozgás a micellák csavarvonalyszerű elhelyezkedésével magyarázható. Minél kisebb a csavarvonal emelkedése, annál kisebb a szálirányu mozgás.

A zsugorodás, ill. dagadás a rosttelítettségi határ és az abszolút száraz állapot között - a hazai fafajoknál átlagban: sugárirányban 5 %, érintő irányban 10 %.



A faanyag zsugorodása a különböző anatómiai irányokban

8. ábra

Különböző fafajoknál, de még ugyanazon fafajon belül is igen számottevő eltérés lehet a térfogatsúly és ennek következtében a zsugorodás és dagadás mértéke között. A sugárérintő irányu mozgás eltéréseinek oka az évgyűrük sűrűségének különbségében rejlik.

Az őszi pászták, amelyeknek dagadása azok sűrűsége miatt nagyobb, egy hézagnélküli zárt gyűrűt alkotnak, vagyis ebben az irányban a fa egyenletesen zsugorodik, ill. dagad, míg sugárirányban minden őszi pásztát lazaszövetű tavaszi pászta követ, ahol a vékonyfalu nagyüregű sejtek lényegesen vékonyabb sejt-falat, illetve micellát tartalmaznak, ezért a zsugorodás és dagadás mértéke egészen más határok között mozog. A nehéz térfogatsúlyu trópusi fáknál, amelyeknél az évgyűrűben alig van sűrűségkülönbség, a fa mozgásbeli különbsége - hur, ill. sugárirányba - eltűnik, vagy minimálisra csökken.

A gyakran használt hazai fafajok zsugorodása %-ban:

Fafaj	szál ir.	sugár ir.	érintés ir.	térfogatra
lucfenyő	0,3	3,6	7,8	12,0
jegenyefenyő	0,1	3,8	7,6	11,7
erdeifenyő	0,4	4,0	7,7	12,4
vörösfenyő	0,3	3,3	7,8	11,8
tölgy	0,4	4,0	7,8	12,6
kőris	0,2	5,0	8,0	13,6
bükk	0,3	5,0	11,8	17,6
gyertyán	0,5	6,8	11,5	19,7
juhar	0,5	3,0	8,0	11,8
éger	0,5	4,4	7,3	12,6
hárs	0,3	5,5	9,1	15,5
nyár	0,7	3,0	7,1	11,0
körte	0,4	4,6	9,1	14,7
dió	0,5	5,4	7,5	13,9

./.

A megmunkálás előtt a faanyagot arra a szárazsági állapotra kell kiszáritani, amely a fa későbbi környezetének megfelel.

Ez a különböző használati tárgyaknál:

rétegelt lemeznél	6	-	8 %
butor, parketta, belső ajtók			
központi fűtésnél	8	-	10 %
kályhafűtésnél	10	-	12 %
külső ajtók, ablakkeretek	12	-	15 %
külső használati tárgyak	13	-	16 %

A légnedvesség és a hőmérséklet nemcsak évszakonként, hanem naponta is ingadozik. Télen a fűtött szoba levegője annál szárazabb, minél kisebb a külső levegő hőmérséklete.

Példák: a/ mennyit fog zsugorodni egy 30 cm széles bükk fűrészáru ha 20 %-ról 10 %-ra szárad ?

A bükkfa zsugorodása érintős irányban /a táblázat szerint/ 11,8 % . A sejtfeltelítési határ alatt a zsugorodás egyenletesnek vehető. A kérdéses fűrészáru nedvességbeli különbsége 10 %, a zsugorodás tehát  $10,0 \cdot 0,39 = 3,9$  % vagyis 30 cm széles fűrészáru  $30 \cdot 3,9 = 1,17$  cm.

b/ mennyire kell vágni a kőris fűrészárut, hogy az előirt méretet megkapjuk?

A kőrisfa legnagyobb érintős zsugorodása 8 %; 1 %-ra jut  $8/30 = 0,266$  % . A fűrészáru szélességéhez 2,66 %-ot kell hozzáadni, hogy száradás után a megadott mérete legyen.

## 2,8 Vetemedés, kajszulás, teknősödés.

A száradó fának a kéreghez közelebb eső részei fiatalabbak /szijács/, több nedvességet tartalmaznak, ezért száradáskor a zsugorodásuk is nagyobb lesz. A bélhez közelebb eső részek /geszt/ kevesebb nedvességet tartalmaznak, ezért kisebb mértékben zsugorodik.

./.

Mivel a fa nem egyenlő nedvességű és a különböző mértékű mozgásnál még figyelembe kell venni a sugár- és érintőirányu mozgásbeli különbséget is, ez a fűrészárúnál nagymérvű zsugorodást, kajszulást és repedést okoz. A faanyag mozgása ezért igen kellemetlen a fafeldolgozó ipar számára. A faipari alkatrészek gyártásánál és a szerkezeteknél ezért igen fontos nemcsak a mesterséges szárítás, hanem a szerkezetek kialakítása is, mert a jól megválasztott szerkezetek bizonyos mértékig az alkatrészeket gátolhatják a görbülésben és vetemedésben, de a zsugorodásban, illetve dagadásban is.

### 3. A MESTERSÉGES SZÁRÍTÁS KÜLSŐ ÉS BELSŐ TÉNYEZŐI

A szárítással szemben alapvető követelményként kell támasztani, hogy a szárítóba berakott nedves faanyag meghatározott módon, a szükséges végnedvességre, előírt minőségben történjen meg.

Külső tényezők: a szárító levegő hőmérséklete, relatív nedvességtartalma, sebessége és nyomása.

Belső tényezők: A száradó faanyag térfogatsulya /fafaj/, méretei /vastagsága, hossza/ és nedvessége.

Technológiai tényezők: a megengedhető selejtszázalék, a megengedhető nedvességdifferenciák, a napi üzemórák száma, az ürités és kamra berakás időtartama.

#### 3.1 A szárítási idő.

Mint azt később részletezésre kerül a szárítási idő három fő folyamatból, szakaszból tevődik össze:

- Felmelegítés
- Szárítás
- Kiegyenlítés

./.

A fa anyagában lévő nedvesség elvonás a szárítás szakaszában történik.

### 3,2 A szárítás sebessége

A szárítás sebességén értjük a fa nedvesség csökkenésének időegységre eső részét, azt, hogy egy óra alatt hány % nedvességet vontunk el a fa anyagából. Pl. egy mintadarab nedvessége 30 %, 24 óra múlva ismét lemérve, már csak 18 %, akkor a szárítás sebessége

$$\frac{30-18}{24} = 0,5 \text{ \%/óra}$$

### 3,3 A külső tényezők hatása a szárítási sebességre

A szárítás sebességét a szárító levegő hőmérséklete és áramlási sebessége a nedvességtartalma és a fa egyensúlyi nedvessége határozzák meg.

A fafelület párolgását az a gőznyomáskülönbség idézi elő, amely a szárító levegőjében lévő vízgőz- és a száradó faanyag külső felületén a rostüregben levő vízgőz ugyanazon hőfokon adott gőznyomása között fennáll. Minél nagyobb ez a gőznyomáskülönbség, annál intenzívebb a fanedvesség elvonása, a szárítás sebessége. Ha egy + 20 C°-on telített levegő gőznyomása 17,5 Hgmm, nedvességtartalma 15,2 gr. A levegőt melegítve gőzének résznyomása változatlan marad.

Pl. ha 30 C°-ra melegítjük, a levegő nedvességtartalma változatlanul 15,2 gr, gőznyomás 17,5 Hgmm. A fa felületén lévő nedves felület hőmérséklete 30 C°, a fanedvesség résznyomása pedig 31,8 Hgmm. A nyomáskülönbség 31,5 - 15,2 = 16,6 Hgmm. A párolgást előidéző gőznyomás különbség a hőmérséklet emelésével növekedik, s vele együtt nő a párolgás intenzitása, a száradás sebessége is.

Amikor a faanyagból a szabad víz már elpárolgott, a fanedvesség 25 - 30 % alá csökkent, a külső felületen lévő vízgőz nyomása többé már nem éri el a 100 % körüli telített levegő gőz nyomását.

Ez a nyomás annál kisebb lesz, minél kevesebb a víz a rostokban. Ha a levegőben lévő gőz nyomása nagyobb, mint a faanyag legkülső felületén levő gőzé, akkor a szárítással ellentétes folyamat zajlik le, a fa nedvességet vesz fel a levegőből. Ez történik egyébként a kiegyenlítési idő első szakaszában is.

3,31 A szárító levegő sebessége. A víz című fejezetben már megismertük, hogy ha a vízfelszín felett nő a levegő sebessége, akkor növekszik a víz párolgása is. A szárítás során ugyanez a szabály érvényesül. Tehát minél nagyobb a fafelület mellett a szárító levegő sebessége, annál inkább növekszik a párolgás sebessége.

A hagyományos szárítóberendezéseknél a rakat hézagaiba a légsebesség 0,2 - 1,0 m/mp; a korszerű szárítóknál 3 - 5 m/m/mp; egyes esetekben még a 10 m/mp-et is elérheti.

### 3,4 Belső tényezők hatása a szárítási időre és a szárítási sebességre.

#### 3,41 A térfogatsúly

A térfogatsúly alatt a fa egységnyi térfogatának /cm<sup>3</sup>, dm<sup>3</sup>, m<sup>3</sup>/ súlyát értjük. A térfogatsúly a szárítás sebességére nagy hatással van, ennek megértéséhez gondoljuk végig a következőket. Minden faanyag nagyjából ugyanazon anyagokból van felépítve. Ezeket az anyagokat együttesen a rostfal anyagának nevezzük. A kutatók megállapították, hogy a rostfal cellulóz anyag tömör, fajsúlya 1,51 gr/cm<sup>3</sup>, azaz 1510 kg/m<sup>3</sup>. Egy köbméter balzafa térfogatsúlya 0,15, vagyis ténylegesen 150 kg/m<sup>3</sup>, akkor az az egyköbméternyi térnek csak igen kis részét tölti ki tömöranyaggal, nagyobb része száraz állapotban lévő levegő, nedves állapotban víz. A szabad víz valamely fában annyit tehet ki, amennyi az edénysejtek térfogata. A kötött víz viszont kb. a térfogatsúly 25-30 %-a. Minél nagyobb a fa térfogatsúlya, annál több a viktartalmából a kötött víz és annál kevesebb a szabad víz.



Márpedig a szabad víz elpárologtatása sokkal könnyebb, -ahogy arról már szó volt- mint a kötött vizé, ugyanis az elpárologtatáson túl a kötött víz esetében külön hőenergiára van szükség a vizrészecske és a rostfal közötti tapadás eredjének legyőzésére.

### 3,42 A faanyag méretei.

A faanyag mérete szintén hatással van a szárítási időre és sebességre. Minél vastagabb a faanyag, annál inkább növekszik a szárítás ideje. Ugyanis a fa-nedvesség áramlása annál nagyobb ellenállásba ütközik. A nedvesség áramlás leggyorsabb rost-irányban, lassabb bél-sugár irányban, és még lassabb az évgyűrűk /érintő/ irányában. A szárításnál pedig a két utóbbi a sugár- és érintő-irány dominál.

### 3,43 Technológiai tényezők hatása.

A kamrán belüli darabok közötti nedvesség különbség bizonyos mértékben növelik a szárítás idejét. A szárító berendezés napi.üzemóráinak száma szintén hatással van a szárítási időre, ugyanis 8, 16, 24 órás üzem esete különböző következményekkel jár. A szárítási idő szempontjából leggazdaságosabb a 24 órás folyamatos szárítás. Ha valamilyen oknál fogva ez nem valósítható meg, akkor 16 vagy 8 órás üzemidejű szárítás is végezhető, amely a szárítási idő szempontjából igen hátrányos üzemmód, hiszen az üzemszüneti idő alatt még a jól szigetelt kamrák is lehűlnek, így az újrainduláskor mindig felmelegítési veszteség-idők jelentkeznek. A veszteség-idők költségkihatása pedig tekintélyes összeget tehet ki.

#### 4. MESTERSÉGES SZÁRÍTÓK SZERKEZETI RÉSZEI.

A fűrésziparban legelterjedtebb szárítási eljárásnál a hőhordozó és a vizgőzt felvevő közeg a levegő, vagy füstgáz és levegő keverék. Ezt a szárítási módszert konvekciós szárításnak nevezzük. E téma tárgyalásánál csak ez a szárítási eljárás kerül ismertetésre. A konvekciós szárítók két nagy csoportját különböztetjük meg:

- szárító kamrák
- szárító csatornák, vagy alagutak

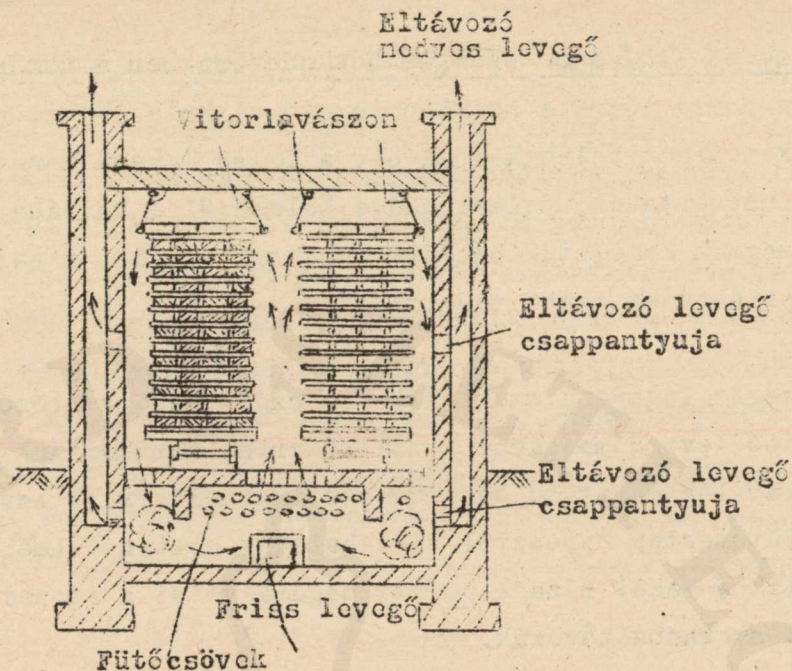
##### 4,1 Szárító kamrák.

A szárító kamrákra a szakaszos üzem jellemző. Itt a levegő nedvességtartalmát folyamatosan csökkentjük ezáltal érhető el a szárítandó anyag nedvességcsökkenése, miközben az anyag végig egyhelyben van. A szárító kamrában tehát a már említett -felmelegítés, szárítás, kiegyenlítés - szakaszoknak megfelelő paraméterek a menetrend szerint egymást követik. A szárítás befejezésével a kamra ajtókat kinyújtjuk, kihuzzuk a száraz anyagot és a kamrát új nedves fával töltjük meg.

4,2 A szárító alagutban a levegő állapota, hőmérséklete, nedvességtartalma a szárítótér egyes szakaszaiban állandó, a faanyag a szárítás azon szakaszának befejezése után tovább kerül, tehát helyét a csatornában, alagutban szárítási szakaszonként változtatja. Így az alagut egyik végén szakaszonként egy-egy kocsirakománykivehető, a másik végén a megüresedett helyre nedves farakomány behelyezhető.

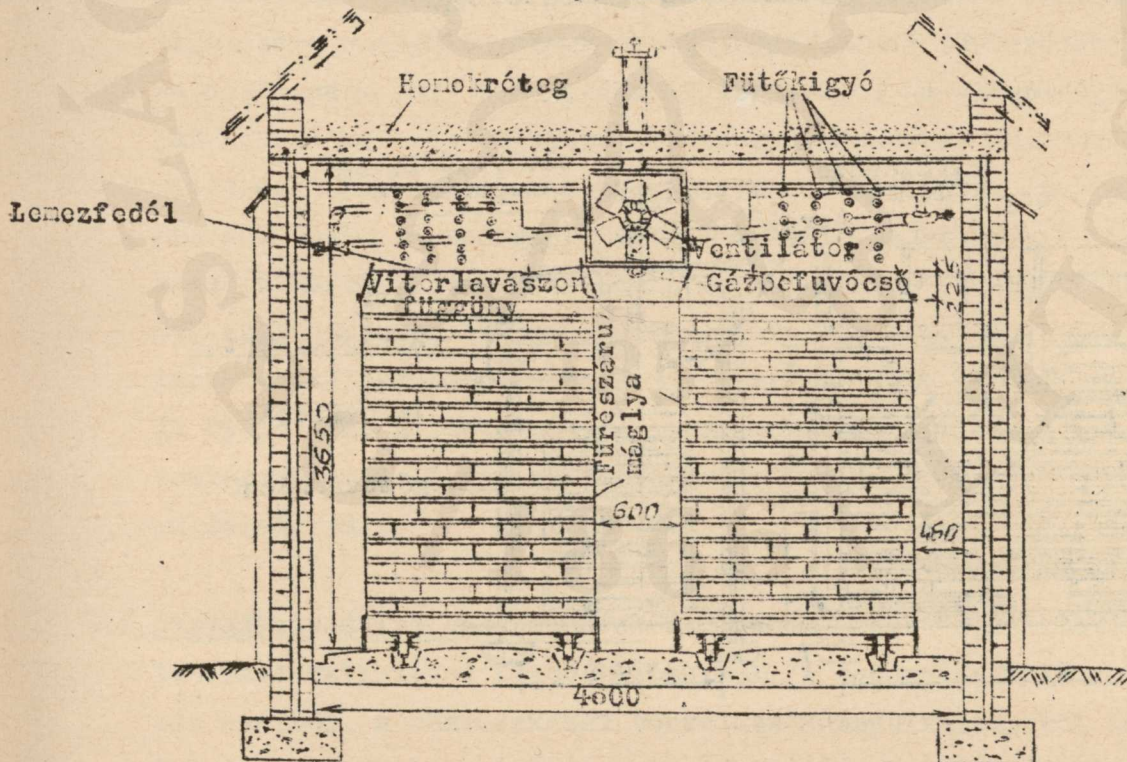
A szárító kamrákban és alagutakban a szárító levegő mozgása történhet természetes vagy mesterséges uton. E szerint megkülönböztetünk:

- természetes légáramlású
- mesterséges légáramlású szárító berendezéseket.



Természetes huzatu gőzfűtéses szárítókamra vázlatos keresztmetszete

9. ábra.



Belső elhelyezésű axiál-ventillátoros szárítókamra keresztmetszete

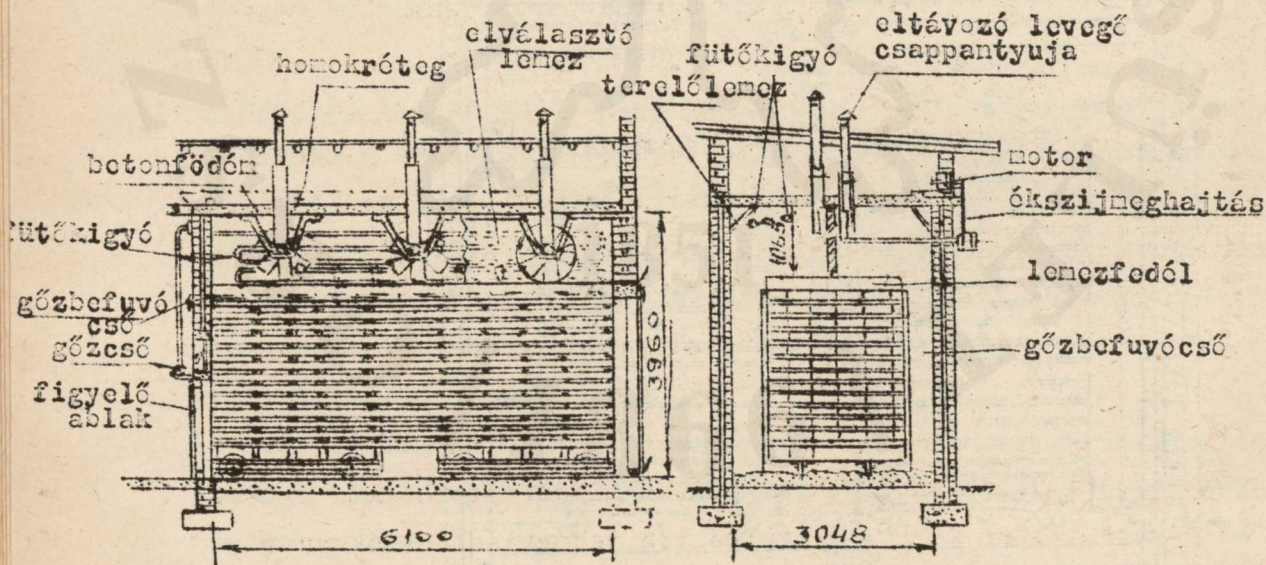
10. ábra.

4,3 Természetes légáramu szárító berendezésekben a hőmérséklet különbség hozza létre a szárító levegő cirkulációját, a fűtőcsövek a farakat alatt helyezkednek el, a friss levegő keresztül áramlik a fűtőtesteken, felmelegedve belekerül a kamrába, majd a rakat hézagain keresztül haladva felveszi a fából a nedvességet és kéményen át a szabadba távozik.

4,4 Mesterséges légáramu szárító berendezésekben az előzőtől eltérően a szárító levegő mozgását ventilátorral biztosítjuk, amely az egyszeres légforgatású berendezésnél mindig friss levegőt szív be és fűtőtesten keresztül az áthaladás közben felmelegszik, majd átáramlik a rakat hézagain, ott magába veszi a fa nedvességét, s utána a szabadba távozik.

A szárító berendezéseket anyaguk szerint az alábbi két csoportra osztjuk:

- falazott
- vasvázas berendezések /szárító gép/



Felső elhelyezésű kereszt-tengelyre szerelt axiál-ventillátoros szárítókamra metszete

11. ábra.

./.

4,5 Falazott szárító berendezések hagyományos kivitelben különböző falvastagságokkal téglából készülnek. Tetőszerkezetük az oldal-falaknak megfelelő minőségű hőszigetelő anyagból készül. A korszerűbb építési anyagok bevezetésével ma már szinte kivétel nélkül többrétegű falból készítenek szárító kamrákat. Ezek belső szerkezeti része a teherviselő és légcsatornákat magába foglaló vasbeton fal és önhordó tetőszerkezet. Ezenkívül helyezkedik el 10-15 cm vastagságban valamilyen hőszigetelő anyag /perlit, szalakgyapot, üvegszál, stb./, majd legkívül egy a hőszigetelő réteget a külső károsodástól /mechanikai sérülés, ázás, stb./ védő szilárd burkolat, ami egyszerűbb esetben 12 cm vastagságú téglafal.

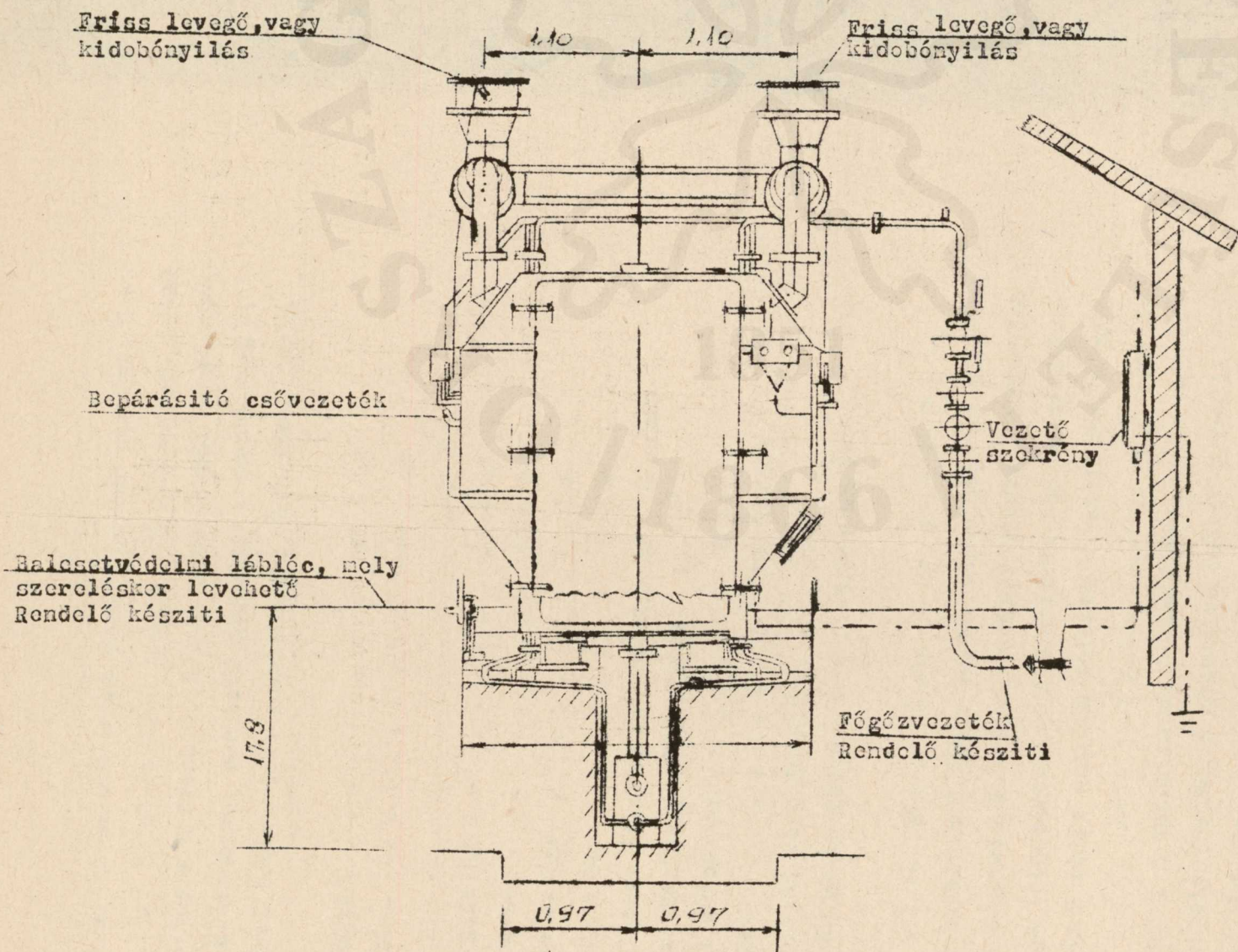
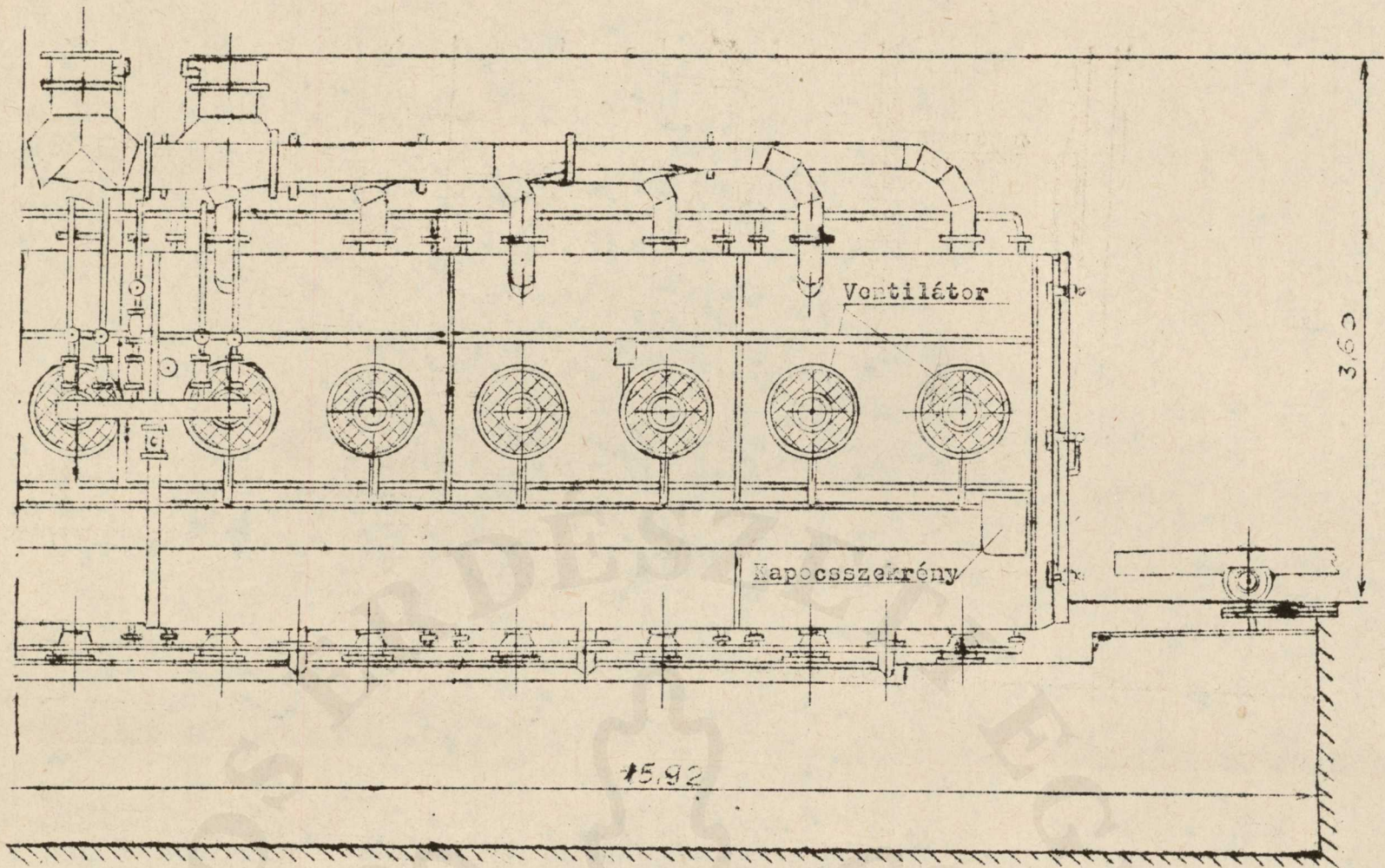
A falazott szárítókamrák előnyösebb, jobb hőhasznosítású megoldásai a füstgázfűtésű kamrák. E kamrák hasznos máglyatere általában nagyobb, üzemeltetési költségük kisebb, mint a gőzfűtéses kamráké, beruházási eszközigényük alacsonyabb és a füstgáz előállítására szolgáló generátor tüzelése száraz fűrészporral, gyaluforgáccsal, vagy fahulladékkal történhet. Az elhasznált füstgáz-levegő keverék visszavezethető a rendszerbe, ami tovább javítja az ilyen szárítók hőhasznosítását. Légszáraz lágylombos fűrészáru 10-12 % nedvességtartalomra való szárításának ideje a külső hőmérséklettől, fűrészáru vastagságától és egyéb tényezőktől függően 30-40 óra. 25 mm vastagságú 30 % kezdeti nedvességtartalmu tölgyfűrészáru 8-10 % végértékre való szárításának ideje 85-90 óra. A füstgázfűtésű szárítókamrák építése az utóbbi években jelentős teret hódított az erdőgazdaságoknál és faipari vállalatoknál.

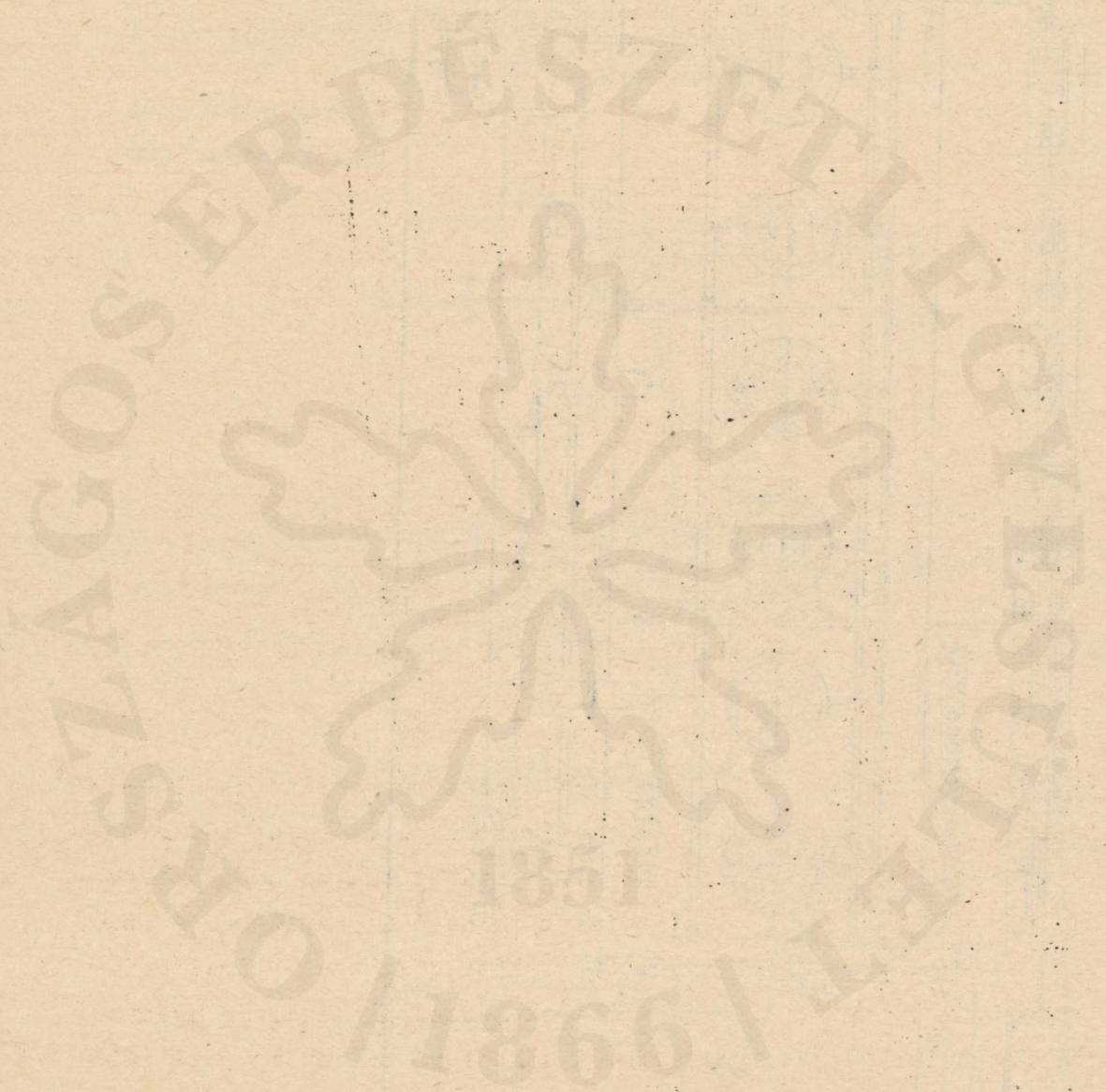
4,6 Vasvázás szárító berendezések általában minden szerkezeti elemét tekintve valamilyen fémből készülnek. A teherviselő szerkezet a váz acélból, a vázszerkezet burkolata könnyűfémlélemből készül. Itt is a belső burkoló lemez és a külső burkolat között valamilyen hőszigetelő anyagot alkalmaznak.

./.

A vázszerkezet kialakításánál fontos szempont, hogy a kamra belső terével fémesen kapcsolódó vázszerkezet hőszigetelt legyen, hogy hőhidat ne alkosson, ne rontsa a kamra hőszigeteltségét. Kényes része ezen berendezéseknek a burkolatok légtömör zárása, melyek jó tömítő anyag esetén is bizonyos idő múlva előregszenek, s a kamra tömitetlenné válik.

A kétféle kivitelű és anyagu szárítóberendezések mindegyikének meg vannak a maga előnyei, hátrányai is.







A magyar gyorszáritó berendezések közül legjobb szerkezetű és kivitelű a Szellőző Művek FSZEK-6 típusu száritókamrája. A  $100^{\circ}\text{C}$  feletti száritásra tervezett, 2 m-es egységekből összerakható, acélvázazs, alulemezzel borított hermetikuss zárású, gyürt aluminium-fóliával hőszigetelt száritókamra főbb műszaki adatai:

Kamratérfogat . . . . .	25,5 m <sup>3</sup>
Fűtőfelület . . . . .	138. m <sup>2</sup>
Súly . . . . .	7,200 kg
Hasznos máglyatér . . . . .	15,6 m <sup>3</sup>
hossza . . . . .	12,0 m
szélessége . . . . .	1,2 m
magassága . . . . .	1,8 m
Elérhető átlagos légsebesség rakaton át . . . . .	4 m/sec
Legmagasabb száritási hőmérséklet . . . . .	120 $^{\circ}\text{C}$
Megengedett gőznyomás . . . . .	6 at
Gőzsükséglet . . . . .	720 kg/óra
Elérhető átlagos végnedvesség . . . . .	10 %
Kapacitás /40 mm-es fenyő/. . . . .	3.500 m <sup>3</sup> /év

A száritó összes teljesítményfelvétele 16 kW. A 12 db 750 mm átmérőjű reverzálható axiálventillátor egyedi meghajtású és elektromos irányváltó kapcsoló automatikus működtetésével időközönként változtathatja forgásirányát. A száritóba 760 mm nyomtávú csillán van beépítve és a rakat csillán tolható a száritóba. A száritó közeg fűtése egységenként 4 db kétregiszteres spirálbordás hőcserélővel történik. A kalóriferek összeépítettek, de egymástól függetlenül szabályozhatók. A gőzbefuvó csövek a ventillátorokkal szemben lévő oldalon a száritó közép magasságában vannak elhelyezve.

A száritóban fenyőfélék /erdei, luc. légszáraz és nedves/ 18-45 mm vastagsági méretig, az előszáritott, lehetőleg légszáraz lombfák /tölgy/ 20-80 mm vastagsági méretig kifogástalanul szárithatók.

Nemrég jelentek meg a hazai iparban a Német Demokratikus Köztársaságban gyártott SHT típusu szárítók. Ezek az acélvázaz, több egységből összerakható alulemezzel borított oldalventillátoros kamrák választás szerint a gőz, forróvíz vagy elektromos üzeműek,  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  alatti vagy feletti szárításra alkalmasak. A kamrák programszabályzásu automatikával vannak ellátva, amely a szárítási paramétereket automatikusan változtatja és emberi beavatkozás nélkül levezeti a szárítást.

### 5. SZÁRÍTÁSI DIAGRAMOK, MENETRENDEK.

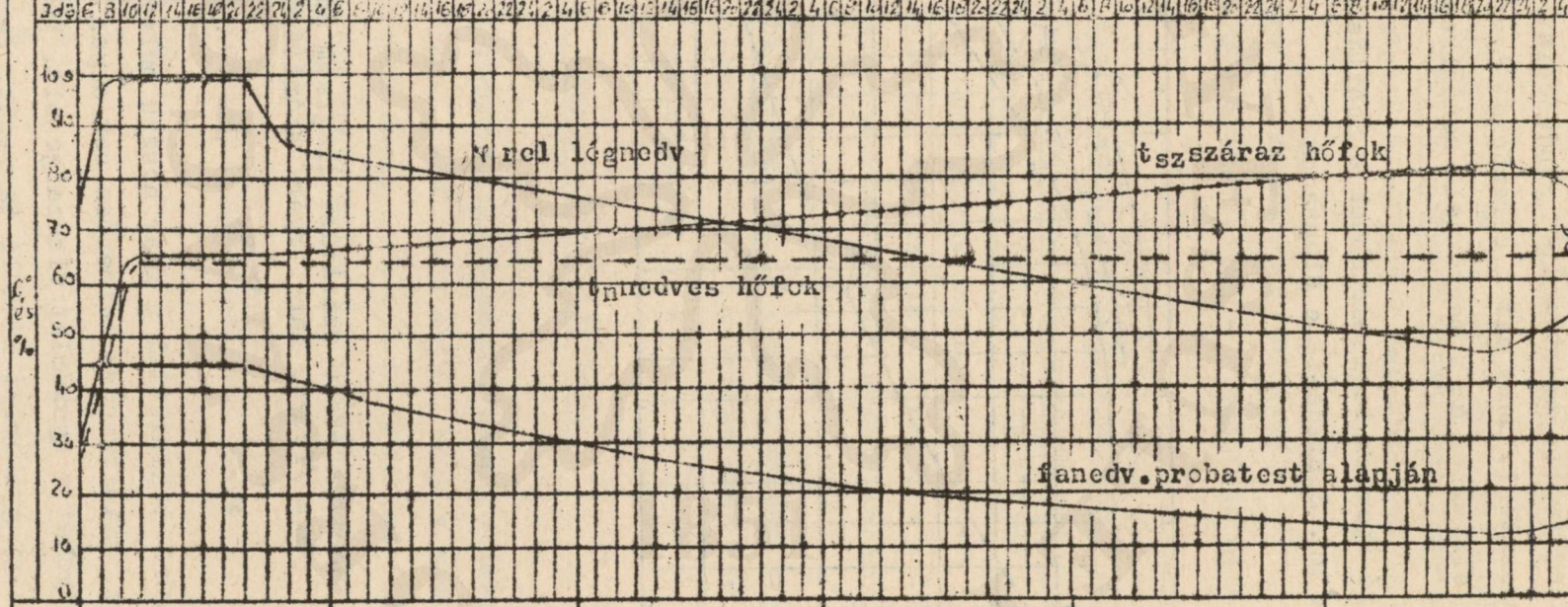
A szárítás megkezdése előtt a szárítás levezetését, folyamatát meg kell tervezni. A tervezéshez a kiinduló adatok: a szárítóberendezés megadott paraméterei, valamint a szárítandó faanyag jellemző adatai. E kétfajta ismeretanyagból meg lehet határozni a szárítás lefolytatásához szükséges előírásokat. A szárítási idő megállapításánál természetesen alkalmazható valamelyik már ismertetett szárítási módszer is /Kollmann, Sokolov, stb./. Ha a szárítás levezetése adott előírás, utasítás diagram jellegű, akkor szárítási diagramnak, ha táblázatban összegyűjtött számsorokból áll szárítási menetrendnek nevezik. A szárítási utasítás tehát mindkét formában megadható, mindkét esetben kiegészítő szöveg kíséretében.

A műszaki dolgozók számára a diagram igen előnyös, mert jól szemléltethető és a szárítás folyamatának esetleges módosítására azonnal utal. Ezen megjegyzés a mellékelt mintán is jól érzékelhető.

Száritási előírás  
diagram-menetrend, illetve száritási napló minta

Felfutési idő..... 16 óra	Száritási napló										
Száritási idő..... 120 "											
Kiegyenlítési idő..... 6 "	Fafaj: Bük	Kamra szám: 5	Jelentés szám: 126								
Összidő..... 142 "	Térfogatsúly: 650 kg/m <sup>3</sup>	Menny: 26.3 m <sup>3</sup>	Vastagság: 35mm								
Száritó hőmérséklet 65-80C°	Száritás kezdete: 1958 márc. 3					Kezd.fanedv. 44%					
	Száritás-vége: 1958 márc. 6					Legkivánt vég-fanedv. 12%					
	Próba szám	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Kezd.fanedv. 1%	46	43	44	42	45	40	45	43	35	43
	Vég-fanedv %banló	12	12	12	12	12	13	11	13	13	12

1.nap III.3      2.nap III.4      3.nap III.5      4.nap III.6      5.nap III.7      6.nap III.8



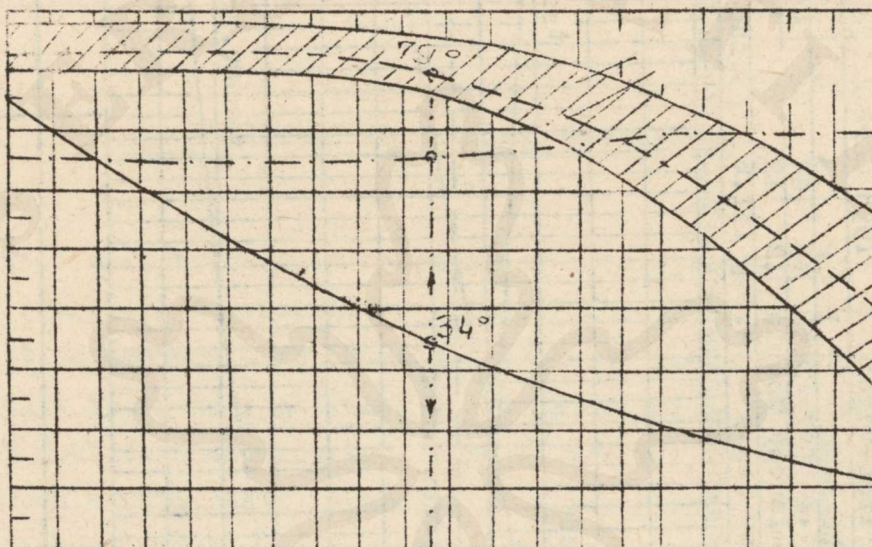
1											
2											
3											

1=Friss és távozó levegő csappantyú állás      2=Fűtőgőz szelep állása      3=Befúvó gőzszelep állása

14. ábra.

A szárítás diagramját, menetrendjét rendszerint nem az üzemeltetőnek kell elkészíteni, mert azt a berendezés tervezője, vagy a szállító cég már elkészíti és a megrendelő rendelkezésére bocsátja.

A fafeldolgozó iparban legismertebbek a Schilde Gépgyár szárítási diagramjai az un. Schilde-féle diagramok.



"Schilde"-Féle szárítási diagramm puhafa-fűrész-  
áru /fenyő, hárs, nyár/ szárítására.

15. ábra.

Ezek a diagramok - tekintettel a gyár hosszú múltjára - már az elméleti alapokon, számításokon túlmenően sok olyan korrekción mentek keresztül, amelyeket a gyakorlat visszaigazolt. Kevés tervezési gyakorlattal, vagy gyakorlat nélküli tervezők, vagy a berendezést gyártók hajlamosak arra, hogy a tervezett, vagy gyártott berendezéseiket - egy másikkal szemben - előnyösebb tulajdonságokkal rendelkezőnek tüntessék fel.

./.

Szakszerű diagram, illetve menetrend szerinti szárítás csak olyan berendezéssel végezhető, ahol a műszerek hibátlanul működnek.

Műszerhiány vagy hibás műszerek mellett a szárítás csak a faanyag rovására történhet.

Megadott szárítási diagramot, menetrendet mindaddig változatlanul lehet alkalmazni, ameddig a gyakorlatban - a szárítás minőségében - eltérés nem mutatkozik.

Amennyiben a szárítási napló, esetleg külön jegyzőkönyv adatai a szárítási diagrammal, illetve menetrenddel megegyeznek, úgy a menetrenden változtatást végezni nem ajánlatos. Esetleges változtatás esetén célszerű több szárítási ciklus megfigyelése, mert előfordulhat olyan körülmény, amely egy ciklus alatt elkerülte a figyelmet, pl. hibás műszer, helytelen reteszállítás, légtömő zárás hiánya, stb.

A szárítási naplóban a bemutatott minta szerint minden olyan adat feljegyzésre kerül, amelyek a szárítás menetében akár műszaki, akár gazdasági vonatkozásban szükségesek.

### 5,1 Szárítási diagramok, menetrendek felépítése.

Ha megvizsgáljuk a különböző diagramokat, menetrendeket, általános jellemzőként azonnal megállapíthatjuk, hogy a nedvességelvonást 30 % feletti fanedvesség esetében 10 %-onként állítják be, 30 % nedvességtartalom alatt pedig 5 % nedvességelvonást irányoznak elő periódusonként.

Pl. Kezdő nedvesség tartalom: 50 %

Fanedvesség

50 - 40 %

40 - 30 %

30 - 25 %

25 - 20 %

20 - 15 %

15 - 10 %

./.

A különböző menetrendek ezenkívül közlik az egyes periódusokra előírt száraz és nedves hőfok értékeket, valamint több menetrend közül az egyes periódusokra előzetes, illetve várható szárítási időket.

A hazánkban sok menetrend közül megfelelő tapasztalatokkal rendelkezők használják a Schilde és a korszerűen feszített Szovjet menetrendeket. Ügyelni kell azonban az Eisemann és az amerikai menetrendek alkalmazásánál, mert az előbbit nagy légsebességű szárítóberendezésekre, az utóbbit pedig egyes fafajok amerikai változataira készítették.

A szárítási menetrend elkészítésénél igen jól használható a Keylwerth féle módszer. Keylwerth több menetrend és saját kísérletei alapján viszonyszámokat dolgozott ki a száraz hőfok figyelembevételével a beállítandó nedves hőfok értékeire, illetve az egyensúlyi fanedvesség meghatározására, amely értékek a szárítás feszítettségére és ezen keresztül a szárítási idő alakulására nagy befolyással vannak, az egyéb körülmények figyelembevétele nélkül.

A száradó faanyag pillanatnyi átlagos nedvességtartalmának  $u_a$  és a szárító levegőhöz tartozó egyensúlyi fanedvességnek  $u_e$  a hányadosát elnevezte szárítási tényezőnek:

$$K = \frac{u_a}{u_e}$$

Az átlagosan javasolható szárítási tényező:

Keménylombos fűrészárúnál: 2,5  
Tülevelű fűrészárúnál : 3,0-3,5

## 6. A FÜRÉSZÁRU ELŐKÉSZÍTÉSE SZÁRÍTÁSHOZ

A szárítás eredményesen, gazdaságosan csak gondos előkészítés után végezhető. Az anyag-válogatásnál ügyelni kell az azonos fafaj és vastagság szerinti máglyázásra. A faanyag nedvességtartalma lehetőleg azonos legyen. A szárító kocsi a fűrészárut úgy kell összerakni, hogy a rakomány a szárító teret egyenletesen töltsse ki és a légáramlás az anyagot mindenütt egyformán érje. A hézagléceket az anyagvastagságnak megfelelően kell megválasztani. A gyakorlatban használt hézaglécek keresztmetszete:

13 x 25 mm, 20 x 25 mm és 30 x 40 mm.

A szárításnál alkalmazott hézaglécek általában méretre gyalultak és gondos kezelés esetén évekig használhatók.

A rakomány összeállításánál ügyelni kell arra, hogy a szárítás ideje alatt a száradás milyenségét jellemző próbadarabok a rakományból ellenőrzés céljából kivehetők legyenek.

### 6,1 Szárításnál előfordulható gyakoribb hibák.

#### 6,11 Kérgesedés

Különösen a lombos fáknál fordul elő, hiszen bizonyos kérgesedés már a természetes száradásnál is bekövetkezik. A kérgesedésnél a fűrészáru külső felületénél olyan sejtzsugorodás következik be, amely a fa belsejében lévő nedvesség útját elzárja. Ennek a következménye, hogy a faanyag belső részében keletkező feszültség a faanyagot megrepesztí és végső esetben teljesen használhatatlanná teszi. A kérgesedés megakadályozása céljából a lombos faanyag szárítása mindig gőzöléssel kezdődik. Ez még nem jelenti azt, hogy intenzív szárításnál a kérgesedés nem léphet fel újra.

A szárítási dagramok, menetrendek és műszerek /hőmérők/ éppen azt biztosítják - természetesen csak akkor, ha azokat kezelik - hogy a szárítás a legrövidebb idő alatt legyen elvégezhető, a faanyag meghibásodása nélkül.

./.

A kérgesedés és repedés veszélye különösen nagy a magas kezdeti nedvességű és vastag lombos fűrészáruknál.

#### 6,12 Elszineződés

Világos színű lombosfáknál /juhar, kőris, stb./ gyakran előfordul az elszineződés. Oka általában a magas relatív légnedvesség hosszabb ideig való tartása. A kiméletes szárítással az elszineződés elkerülhető.

#### 6,2 A szárítási idő számítása.

A szárítás sebességét igen sok tényező befolyásolja. Ezért azt csak közelítő pontossággal lehet kiszámolni. A szárítás idejének pontosabb meghatározása csak a berendezésben végzett szárítás többszöri megfigyelése és szárítási próbák alapján lehetséges. A szárítási napló vezetésének itt is fontos szerepe van.

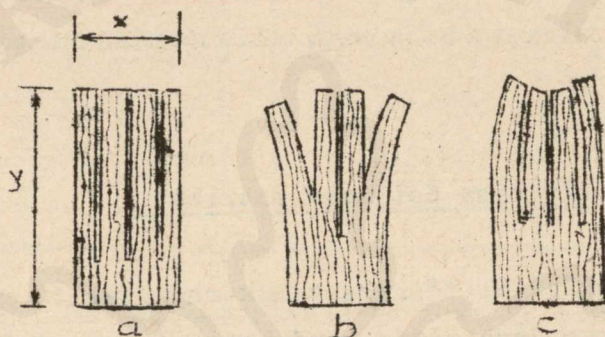
A szárítási idő kiszámítására több módszer ismeretes. Ezek közül leggyakrabban a Kollmann és Szokolov módszereket alkalmazzák a tervezési és a szárítási gyakorlatban.

A faanyag tényleges szárítási idejéhez hozzá kell adni a fel-fűtéshez szükséges időt is. Ez az időtartam a faanyagnak a szárítás megkezdésétől az előírt hőfokra való felmelegítését jelenti.



Ezért kellett megismerni azokat a legfontosabb fizikai jelenségeket, amelyek ismerete a szárításnál nem nélkülözhetők.

A kérgesedés megállapításához, illetve a száradó anyag nedvesség leadásának minőségéről az ún. villás próbák útján lehet meggyőződni.



13. ábra

A villás próbánál a mintadarabokat úgy kell kivenni, hogy az X a fűrészáru vastagsága legyen. Az Y mérete általában a vastagság /X/ kétszerese. A próbatest vastagsága 0,5-1 cm.

Ha a fűrészáru külső és belső része egyformán adta le a nedvességet, a villa szárai befűrészelés után egyenesen maradnak /a/. Ha az anyag külső részei szárazabbak /kezdeti kérgesedés/, akkor a villa szárai befűrészelés után kifelé hajlanak /b/. Ha a "b" jelű próbadarab szárítás következtében kiegyenesedik, a kérgesedés a többi anyagnál is megszüntethető újbóli gőzöléssel. Ha a villa szárai befűrészelésnél már befelé görbül, akkor a kérgesedés következtében a szárított anyag ipari célra már nem, vagy csak nagy veszteséggel használható fel.

A szárítás kiegyenlítő szakasza alatt megy végbe a fűrészáru felszíne és középrésze között kialakult nedvesség-különbség következtében létrejött feszültség kiegyenlítődése. Ennek a folyamatnak a relatív légnedvesség és a hőfok beállításával a szárítóba kell végbemenni.

A felfűtési és a kiegyenlítődési szakasz időtartamára vonatkozóan az irodalomban is a legkülönbözőbb ajánlások találhatók. A helyes és valóságos értékek a megadott szárítási diagramokból, illetve menetrendekből állapíthatók meg, ellenőrzésükre pedig a szárítási napló szolgál.

### 6,3 Szárítási idő számítása Kollmann szerint.

F. Kollmann a szárítás főszakaszának megközelítő minimális idejét nyolc tényező szorzása útján kapja meg. Ehhez az időhöz még hozzá kell adni a felfűtés és a kiegyenlítés idejét.

A szárítási idő kiszámításának alapját képező tényezők:

- $a_1$  = a fafaj tényezője
- $a_2$  = a kezdeti és a végső fanedvesség tényezője
- $a_3$  = a térfogatsúly tényezője
- $a_4$  = a szárítás átlagos hőmérsékletének tényezője
- $a_5$  = a favastagság tényezője
- $a_6$  = a hossz és szélesség tényezője
- $a_7$  = a napi üzemidő tényezője
- $a_8$  = a szárítóberendezés tényezője

A fafajtényező:  $a_1$

Fafaj	Tényező
luc és jegenyefenyő	20
erdeifenyő	22
éger - hárs	32
vörösfenyő	35
nyír, bükk, kőris, dió, juhar	40
nyár	40
akác	50
tölgy, gyertyán	100

./.

A nedvességtartalom tényező:  $a_2$

Számítására vonatkozó képlet:  $a_2 = \ln u_1 - \ln u_2$

u	ln u	u	ln u	u	ln u	u	ln u
100	4,605	70	4,248	40	3,689	20	2,996
95	4,554	65	4,174	35	3,555	18	2,890
90	4,500	60	4,094	30	3,401	16	2,773
85	4,443	55	4,007	28	3,332	14	2,639
80	4,382	50	3,912	26	3,258	12	2,485
85	4,317	45	3,807	24	3,178	10	2,303
				22	3,091	8	2,079

pl. ha a kezdeti nedvességtartalom 60 % és az előírt végnedves-  
ség 10 %, akkor  $a_2 = 4,094 - 2,303 = 1,791$

A térfogatsúly tényezője:  $a_3$

Térfogatsúly g/cm <sup>3</sup>	Tényező	Térfogatsúly g/cm <sup>3</sup>	Tényező
Puhafára		Keményfára	
0,350	0,686	0,550	0,778
0,375	0,761	0,575	0,832
0,400	0,838	0,600	0,887
0,425	0,918	0,625	0,942
0,450	1,000	0,650	1,000
0,475	1,084	0,675	1,058
0,500	1,172	0,700	1,118
0,525	1,261	0,725	1,178
0,550	1,351	0,750	1,240
0,575	1,444	0,775	1,302
0,600	1,539	0,800	1,365
0,625	1,636	0,825	1,430
0,650	1,735	0,850	1,496
0,675	1,837	0,875	1,563
		0,900	1,630

./.

A szárítás átlagos hőmérsékletének tényezője:  $a_4$

Hőmérséklet C°	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Tényező	1,30	1,180	1,083	1,000	0,928	0,867	0,812	0,765	0,722

A favastagság tényezője:  $a_5$

Vastagság mm	Tényező
15	0,528
20	0,757
25	1,000
30	1,256
35	1,523
40	1,799
50	2,379
60	2,986
70	3,623
80	4,280
90	4,959
100	5,657

A fűrészáru hossza és szélessége szerinti tényező:  $a_6$

Fűrészáru	Tényező
2 m-nél hosszabb fűrészáru, érintős vágásu	0,90
2 m-nél hosszabb fűrészáru, sugaras vágásu	1,00
Ha a bütüfelület 15 %-nál kevesebb	0,75
Ha a bütüfelület 15 %-nál több	0,60

./.

Az üzemidő-módosító tényező:  $a_7$

Napi üzemóra	Tényező
24	1,00
16	1,17
8	1,35

A szárítóberendezés állapotának tényezője:  $a_8$

Jellemzés	Tényező
Korszerű, légtömör zárású /4 m/sec, légsebességű/	1,0
Közepes minőségű	1,2
Alacsony műszaki színvonalú	2,0

Fenti tényezők alapján kiszámított szárítási időhöz hozzá kell adni a kiegyenlítéshez /K/ és a felfűtéshez /F/ szükséges időt.

A szárítási idő Kollmann szerint:

$$Z = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 \cdot a_5 \cdot a_6 \cdot a_7 \cdot a_8 + F + K$$

#### 6.4 Szokolov módszere a szárítási idő számításához.

Ézt a módszert a Szovjetunióban dolgozták ki.

Lényege az, hogy ez a módszer az u.n. normálfa normál szárításán alapszik. Ennek a szárításnak az időtartama 5 nap.

##### Normálfa:

50 mm vastag, 150 mm széles, 1 m-nél hosszabb erdei fenyő, melynek kezdő nedvességtartalma  $u_k = 60\%$   
végnedvessége  $u_v = 12\%$

##### Normál szárítás:

Természetes vagy enyhe légsebességű kamrában végzett /I.o.minőségű/ szárítás 25 mm vastag hézagléceket alkalmazva.

Az ettől eltérő körülményeket az  $f_1, f_2, f_3 \dots$  stb. tényezőkkel módosítják.

A szárítási időt tehát úgy kapjuk meg, hogy az alapidőt, azaz a 6 napot és a szorzótényezők értékeit összeszorozzuk egymással.

##### Képletben:

$$Z = 5 \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot f_6 \cdot f_7 \text{ nap.}$$

Fafaj	$f_1$ Tényező
Luc és jegenyefenyő	0,92
Erdei fenyő	1,00
Nyírfa	1,67
Bükk	2,33
Vörösfenyő	2,67
Tölgy	4,67

Favastagság tényezője:  $f_2$

mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$f = \frac{d}{50}$	0	0,20	0,02	0,04	0,06	0,08	1,10	0,12	0,14	0,16	0,18
	10	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38
	20	0,40	0,42	0,44	0,46	0,46	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58
	30	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78
	40	0,80	0,82	0,84	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96
	50	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,22	1,25	1,28
	60	1,31	1,35	1,38	1,41	1,45	1,48	1,52	1,55	1,59	1,62
	70	1,66	1,69	1,73	1,76	1,80	1,84	1,84	1,91	1,95	1,99
$f = \frac{d}{50} \cdot 1,5$	80	2,03	2,06	2,10	2,14	2,18	2,21	2,25	2,29	2,33	2,37
	90	2,41	2,45	2,49	2,53	2,58	2,62	2,66	2,70	2,74	2,79
	100	2,83	2,87	2,91	2,95	3,00	3,04	3,09	3,13	3,17	3,22

Szélesség és vastagság tényezője:  $f_3$

Szélesség és vastagság aránya: $\frac{sz}{v}$	1-1,5	1,6-2,5	2,6-4,0	4,1-7,0	7,0-10
Tényező	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2

Hossz- tényező:  $f_4$

Hossz /m/	0,3-0,4	0,41-0,6	0,61-0,8	0,81-1,0	1,01
Tényező	0,7	0,8	0,9	0,97	1,0

Száritási minőség tényező:  $f_5$

Minőségi osztály	II.	I.	oszt.felüli
Tényező	0,83	1,00	1,33

./.

Száritólevegő áramlást kifejező tényező értékei:  $f_6$

Levegő áramlásának jellege	tényező
Természetes vagy enyhe áramoltatású levegő	1,0
Ellenáramú csatornás száritóberendezések	0,92
Keresztirányú és változtatható légáramú	0,83

A faanyag nedvességtartalmának tényezője:  $f_7$

$$f_7 = 1,43 \log \frac{u_k}{u_v}$$

Példa; a két módszer szerint kiszámított száritási időre:

Számítsuk ki egy 60 mm-es bükk pallókból álló rakomány száritásának idejét. Legyen az átlagos kezdeti nedvesség 50 %, az előírt végnedvesség 10 %. A fa átlagos térfogatsúlya 0,67 g/cm<sup>3</sup>. A száritást 50 C<sup>o</sup>-on kezdjük és 70 C<sup>o</sup>-on fejezzük be, az átlaghőmérséklet 60 C<sup>o</sup>. A pallók szélessége 25 és 40 cm között a hosszuk 2 m felett van. A száritóberendezés közepes teljesítményű, napi 16 óra száritási idő mellett.

Az adatok alapján:

$$\begin{aligned} a_1 &= 40 \text{ /bükk/} & a_5 &= 2,986 \\ a_2 &= 3,912 - 2,303 = 1,609 & a_6 &= 0,95 \text{ /vegyesmetszésű/} \\ a_3 &= 1,058 & a_7 &= 1,17 \\ a_4 &= 1,083 & a_8 &= 1,2 \end{aligned}$$

A felfűtési idő  $F = 6$  óra

A kiegyenlítési idő  $K = 50$  óra

A teljes száritási idő kollmann módszere szerint:

$$Z = 40 \cdot 1,609 \cdot 1,058 \cdot 1,083 \cdot 2,986 \cdot 0,95 \cdot 1,17 \cdot 1,2 + 6 + 54 = 293 + 60 = \underline{349 \text{ óra}}$$

A teljes száritási idő Szokolov módszere szerint:

$$\begin{aligned} f_1 &= 2,4 \text{ /bükk/} & f_5 &= 1,00 \text{ alapidő} = 5 \\ f_2 &= 1,39 & f_6 &= 1,00 \end{aligned}$$

./.



$$f_3 = 1,00$$

$$f_7 = 0,83$$

$$f_4 = 1,00$$

$$Z = 2,40 \cdot 1,39 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 0,83 \cdot 5 = \underline{14 \text{ nap} = 336 \text{ óra}}$$

A kétféle módszer szerinti eltérés 13 óra, a gyakorlat számára is elfogadható különbséget jelent.

### 6,5 Tulhevitett gőzben való szárítás

A legkorszerűbb szárítás egyike a  $100^\circ\text{C}$ -on felüli tulhevitett gőzben való faanyagszárítás.

A tulhevitett gőz jellemzője, hogy

- a nyomása mindig alacsonyabb mint azonos hőfoku telített gőz nyomása
- úgy előállítható, hogy a  $100^\circ\text{C}$ -os gőzt víztől elválasztva tovább melegítik
- a gőz telítetlen, tehát további nedvesség felvételre alkalmas.

A tulhevitett gőz esetében a relatív nedvességtartalom helyett a relatív telítettségi érték használaton.

Ezen összefüggés kifejezhető a:

$$\psi = \frac{m}{M} \cdot 100 = \frac{P_g}{P_{gt}} \cdot 100 \quad \text{!}$$

ahol  $m$  = jelenlévő gőzmennyiség

$M$  = telítettséget jelentő gőzmennyiség

$P_g$  = tényleges gőz nyomása

$P_{gt}$  = telített gőz nyomása.

Az irodalmi értékek szerint az egyensúlyi fanedvesség a  $100$  és  $1250$  közötti tartományban a legintenzívebb, ezért a tulhevitett gőzben való szárítás ebben a hőmérsékleti tartományban történik.

A tulhevitett gőzben való szárítás végezhető:

- tulhevitett gőzben normál nyomáson
- tulhevitett gőz + levegő normál nyomáson
- tulhevitett gőzben emelt nyomáson

./.

A túlhevített gőzben történő szárításnál az egyes szakaszok a:

- felmelegítési szakasz
- szárítási szakasz
- hűtési szakasz
- kiegyenlítési szakasz

100 C° feletti mesterséges szárítás a teljesség kedvéért került említésre, e jegyzetnek elsősorban a hagyományos, de a gyakorlat számára jól bevált és még napjainkban is kiterjedten alkalmazott módszerek és rendszerek ismertetése a célja. A 100 C° feletti szárítás hazai viszonylatban a kísérleti szakaszon még nem jutott túl.

1851

1866

7. ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK.

1. Ismertesse a vizre jellemző halmazállapotok jellemzőit.
2. Ismertesse a párolgási, vagy rejtett hő jelenségét.
3. Ismertesse a levegő nedvességtartalmával és a technikai atmoszférával kapcsolatos tudnivalókat.
4. Mit jelent a levegő abszolút és relatív nedvességtartalmának fogalma.
5. Ismertesse a száraz-nedves hőmérő és a hajszálas higrométer működését.
6. Mit értünk hőközlés, hővezetés és hőszigetelés alatt.
7. Melyek az alkotó sejtek a tülevelű és lombos fáknál.
8. Mit jelent a szabad-víz és kötött-víz fogalma.
9. Mit értünk a higroszkopos egyensúly alatt.
10. Ismertesse a hiszterézis jelenségét.
11. Ismertesse a fanedvesség, szárítással való meghatározásának folyamatát.
12. Ismertesse a fanedvesség meghatározására szolgáló műszerek rendszerét és használatát.
13. Ismertesse a fában lévő nedvesség-fokozatokat és a bruttó és nettó nedvességi értékek összefüggését.
14. Ismertesse a faanyag zsugorodási tulajdonságát és mértékét.
15. Ismertesse a mesterséges szárítók külső és belső tényezőit.
16. Mit értünk szárítási sebesség alatt.
17. Ismertesse a természetes és mesterséges légáramú szárítók jellemzőit.
18. Ismertesse a falazott szárítók szerkezetének főbb elveit.

19. Ismertesse a fémből készülő szárítógépek működését, előnyeit és hátrányait.
20. Ismertesse a szárítóba kerülő faanyag előkészítését és a szárítás leggyakoribb hibáit.
21. Ismertesse a szárítási idő kiszámítását Kollmann módszerrel.
22. Ismertesse a szárítási idő kiszámítását Szokolov módszerrel.
23. Ismertesse a szárítási diagramok, menetrendek szerepét.
24. Ismertesse a szárítási napló szerepét.
25. Ismertesse a túlhevített gőzben történő szárítás alapelvét.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- Szőke - Burda                      Faipari szárítók kezelése  
Műszaki Könyvkiadó Bpest, 1961.
- Cziráki - Veres                      Szárítás és gőzölés  
Egyetemi jegyzet, Sopron 1966.
- Zombori-Virág-Szabó                A fűrészáru-szárítás helyzete és  
korszerű irányai  
MÉM. Termelés- és Műszaki Fejlesztési  
Főosztály tanulmánya, 1970.
- Szabó - Dénes                        Faipari Kézikönyv  
Bpest, 1963. Műszaki Könyvkiadó
- F. Kollmann                         Technologie des Holzes und der  
Holzwerkstaffe I-II. Berlin 1955.





- 110 -

1888

1888