

# Szárítási hibák okai és megelőzésük

Prof. Dr. Németh Róbert

[robert.nemeth@skk.nyme.hu](mailto:robert.nemeth@skk.nyme.hu)

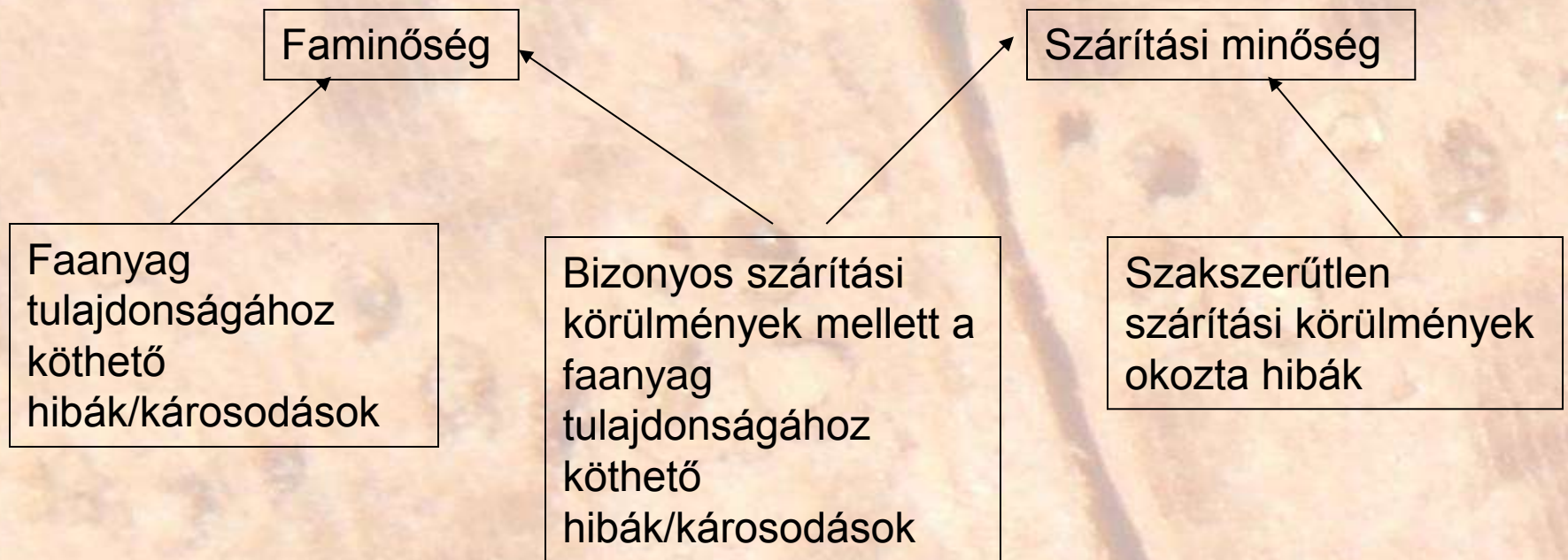
# A szárításra vonatkozó szabványok

MSZ-08-0595:1989	<b>Visszavonva!</b> Fűrészelt fatermékek szárításának minőségi követelményei
MSZ EN 13183-1:2004	A fűrészáru nedvességtartalma. 1. rész: Meghatározás szárítószekrényes kiszáritással
MSZ EN 13183-2:2004	A fűrészáru nedvességtartalma. 2. rész: Meghatározás a fa villamos ellenállásának mérésével
MSZ EN 13183-3:2005	Angol nyelvű! A fűrészáru nedvességtartalma. 3. rész: Meghatározás kapacitásméréssel
MSZ ENV 14464:2003	Angol nyelvű! Fűrészáru. A réteges elválás vizsgálatának módszere
MSZ EN 14298:2005	Fűrészáru. A szárítás minőségének értékelése
MSZ ENV 12169:2001	Fűrészárutételek megfelelőségértékelésének követelményei

# Minőség és minőség

- A faanyag egy biológiai „termék”, ezért minden egyes darab különbözik a másiktól, egyedi, akárcsak az egyes emberek.
- A faanyag jellegzetességei, a zsugorodás, az egyenes rostúság, repedékenység, nedvességtartalom, szöveti szabálytalanságok, megjelenés, illat, stb.
- Amennyiben egy jellemző túlzottan hangsúlyos, akkor bizonyos célokra alkalmatlanná válhat a faanyagunk
- Az egyik legfontosabb ilyen jellemző a faanyag nedvességtartalma. A nem megfelelő nedvességtartalom az egyik legsúlyosabb szárítási hiba.
- A nedvességtartalom változása fahibákkal kombinálva fokozottan ronthatja a faanyag minőségét (pl. nyomott fa, ferde rostlefutás).

# Fahibák és Szárítási hibák elkülönítése



# Faanyag tulajdonságai, Faminőség és a szárítás hatása

Faanyag tulajdonságai, Faminőség	Szárítás hatása
Mechanikai tulajdonságok	Átlagos fanedvesség
Sűrűség	Fanedvesség szórása
Zsugorodási hajlam	- deszka vastagsága mentén
Szabálytalan rostlefutás	- deszka hossza mentén
Csavart rostúság	- egy szárítónyi mennyiségen belül
Reakciófa	- egy szállítmányon belül
Juvenilis fa	Kérgesedés (belső feszültségek)
Göcsök	Felületi repedések
Növekedési feszültségek	Belső repedések
Gyűrűs elválások	Bütü repedések
Gyantatáskák	Sejtösszeroppanások
	Egyes deformációk
	Egyes elszíneződések

# MSZ EN 14298:2005

## Fűrészáru. A szárítás minőségének értékelése

- Elemek (deszkák) darabszámának 93,5%-a

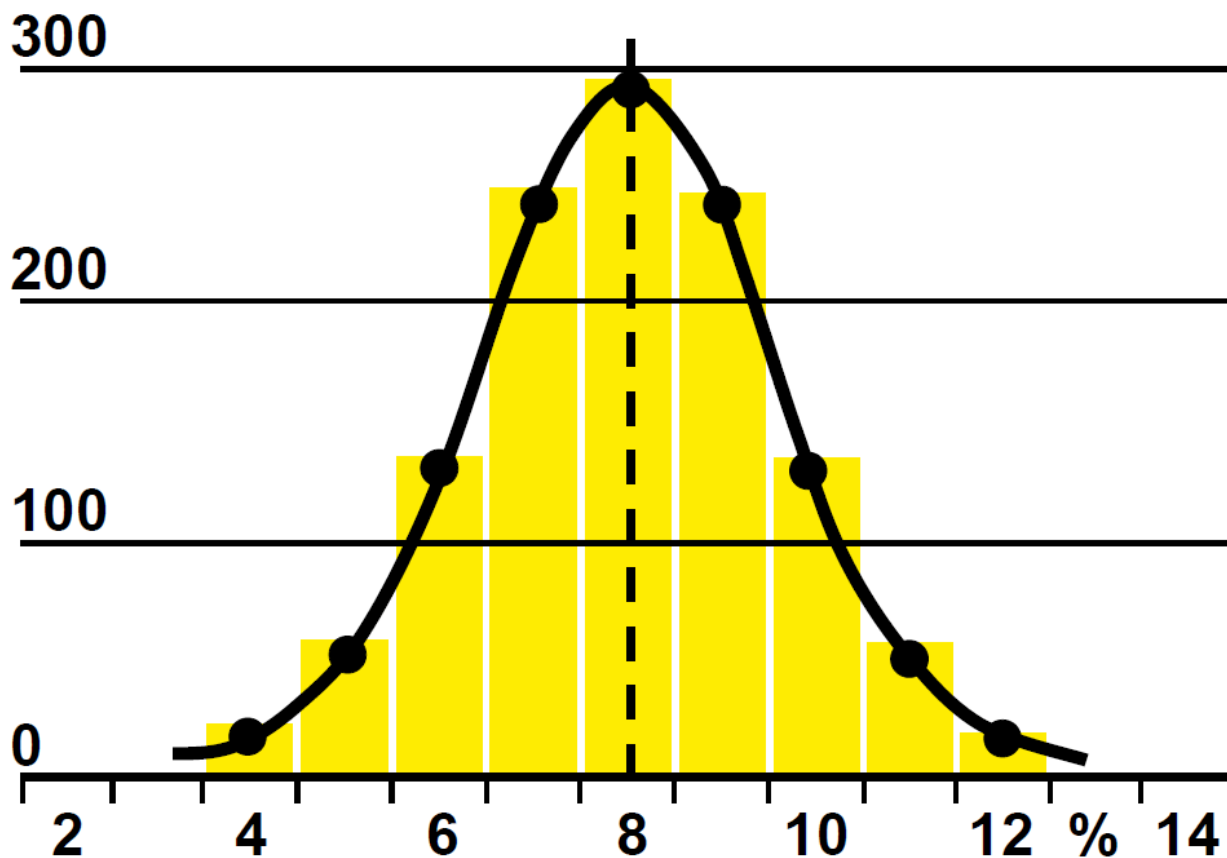
$$0,7^* U_{\text{célzott}} \leq U_{\text{tényleges}} \leq 1,3^* U_{\text{célzott}}$$

# MSZ EN 14298:2005

## Fűrészáru. A szárítás minőségének értékelése

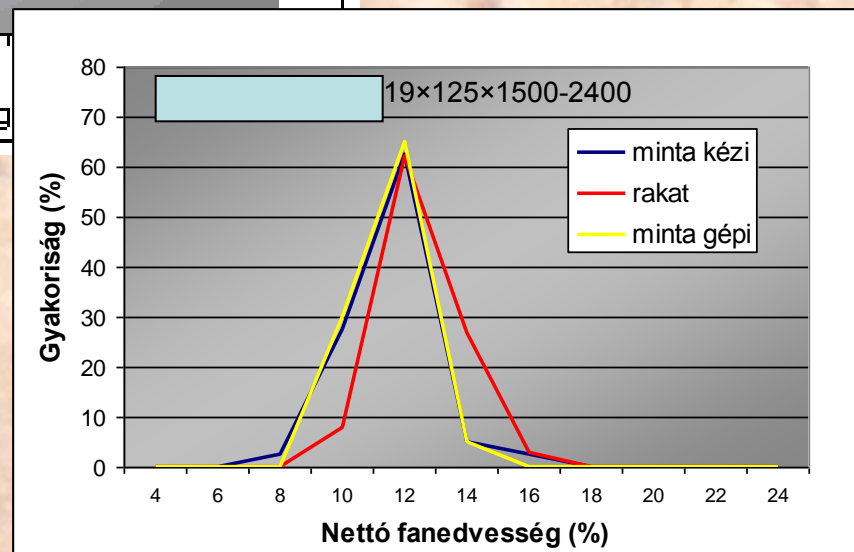
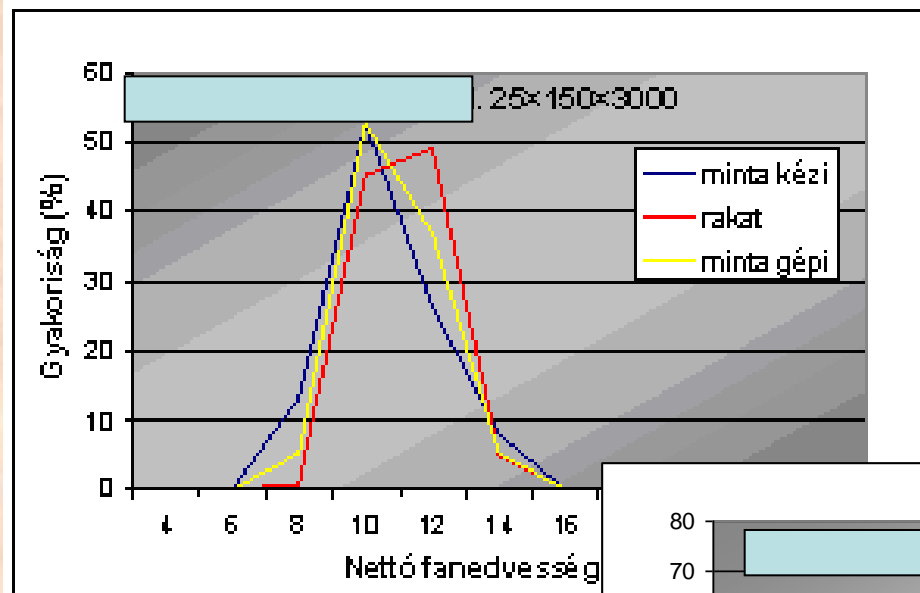
Célzott nedvességtartalom, %	$U_{\text{átl}}$ tartománya célzott $U_{\text{célzott}}$ körül
7	-1/+1
8	-1/+1
9	-1/+1
10	-1,5/+1,5
11	-1,5/+1,5
12	-1,5/+1,5
13	-2,0/+1,5
14	-2,0/+1,5
15	-2,0/+1,5
16	-2,5/+2,0
17	-2,5/+2,0
18	-2,5/+2,0

# Nedvességtartalom eloszlása az átlag körül – ideális esetben

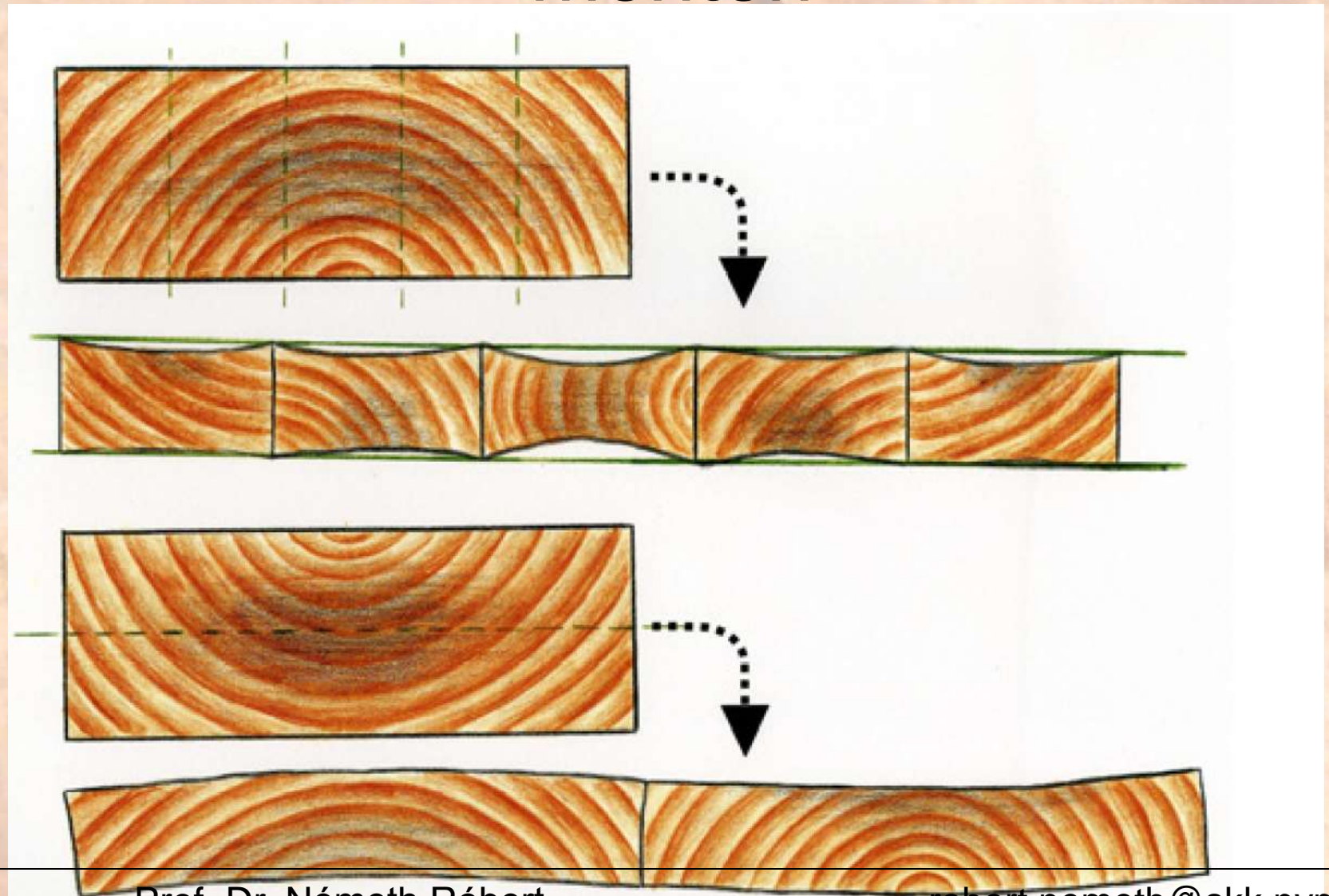




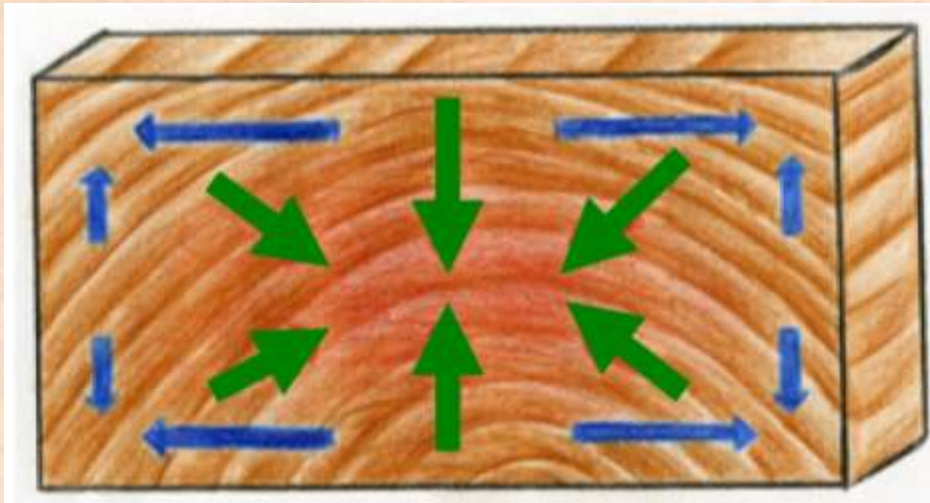
# Nedvességtartalom eloszlása az átlag körül – mérésekkel



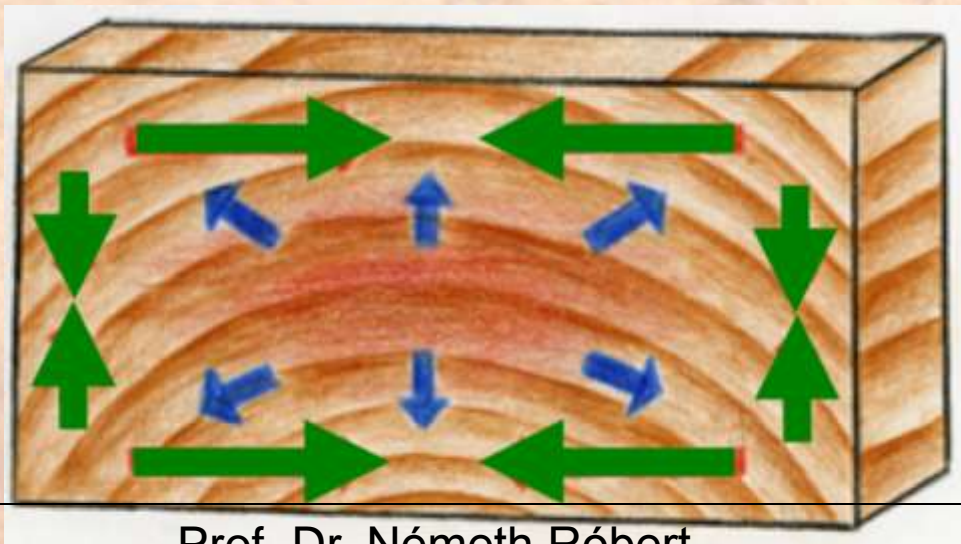
# Nedvességeloszlás a vastagság mentén



# Feszültségek alakulása a nedvességtartalom változásával



Szárítás első szakasza, kívül húzás, belül nyomás = használat során szárízabb helyre kerül



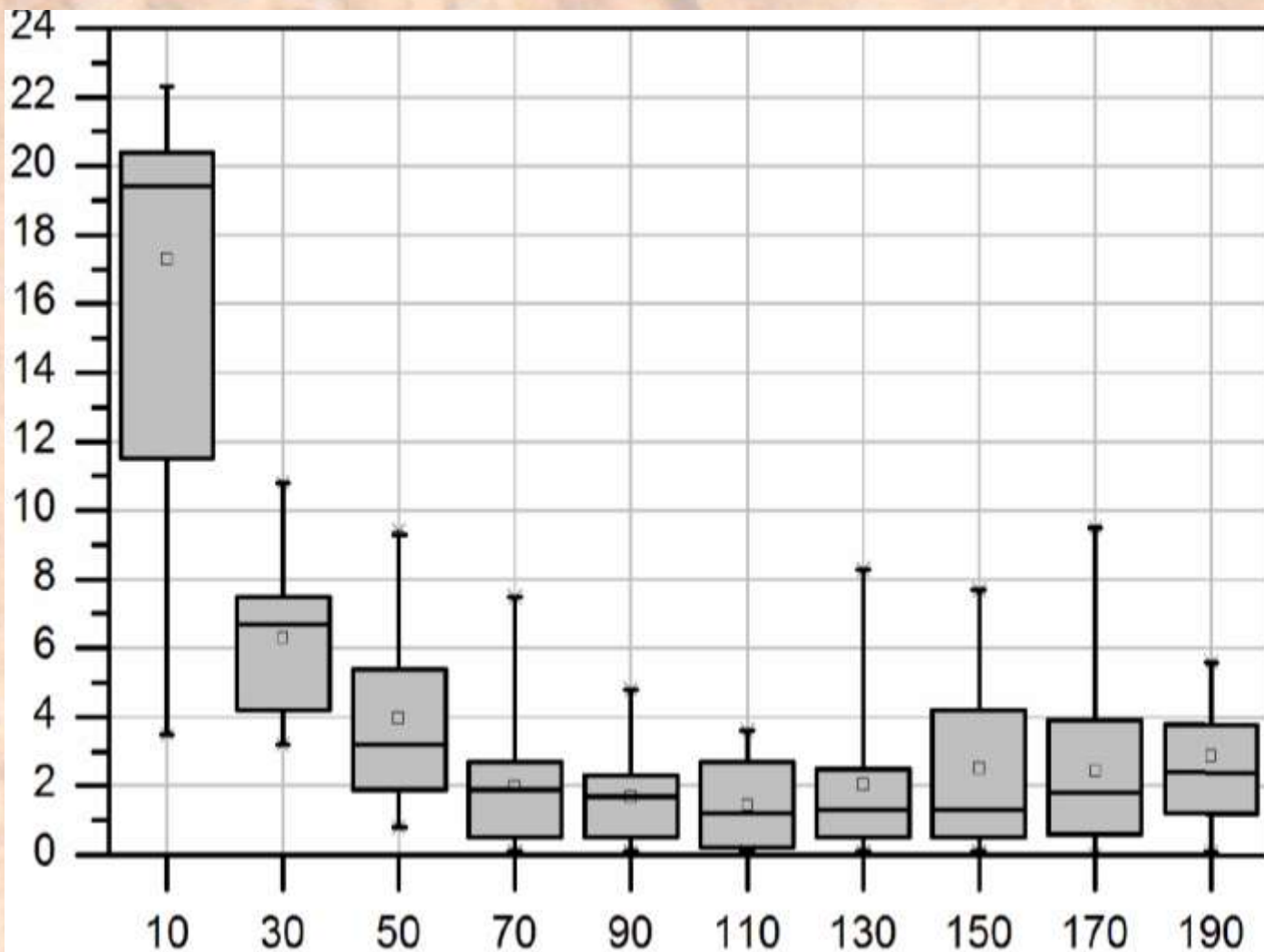
Szárítás második szakasza, kívül nyomás, belül húzás = használat során nedvesebb helyre kerül

# Egyensúlyi nedvességtartalmak kültérben, Európában

Country	EMC % January	EMC % July	EMC % annual average	EMC % practical annual average
Iceland	21	19	20	17 - 18
Great Britain	20	16	18	16 - 17
The Netherlands	20	16	18	16 - 17
Poland	20	15	17,5	15 - 16
Germany	20	14	17	15 - 16
Norway	18	16	17	15 - 16
Spain	16	10	13	11 - 12
Greece	15	9	12	10 - 11
Turkey	16	8	12	10 - 11

A beltéri egyensúlyi nedvességtartalmat a kültéri határozza meg a lakók szokásait is figyelembe véve (fűtés, főzés, stb.).

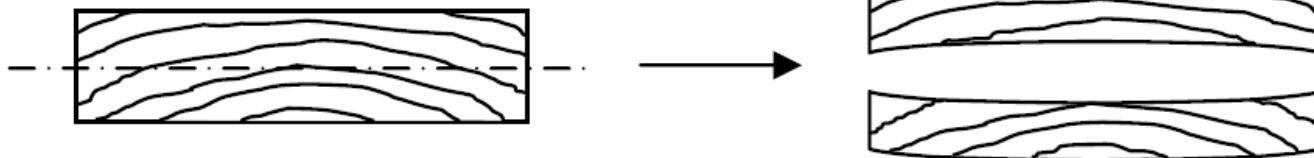
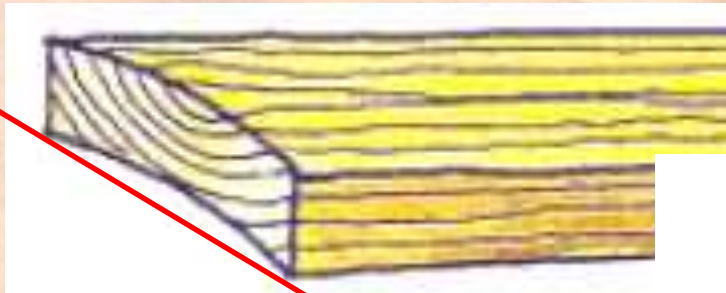
Csvarodás, °-ban



Béltől mért távolság, mm

# Deformációk

# Keresztirányú görbület



# Keresztirányú görbület

- Előfordulása, okai:
- Szárítás során, zsug-dag. anizotrópia miatt
- Használat során (nedv. tartalom változás)
- Hasítás során felszabaduló belső feszültségek



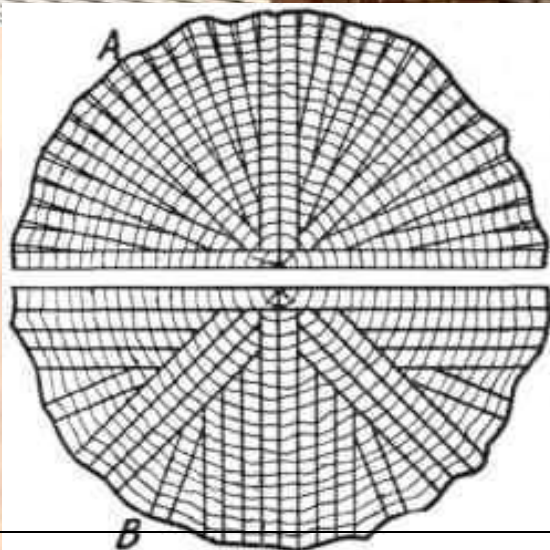
# Keresztirányú görbület

- Mérése, értékelése
- STANDARD  $\leq 4.0$  mm / 100mm szélességre
- SUPERIOR  $\leq 2.0$  mm 100mm szélességre



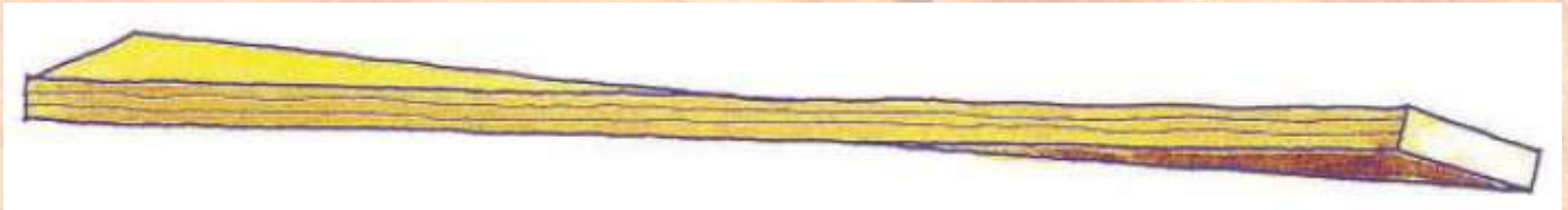
# Keresztirányú görbület

- Csökkentése



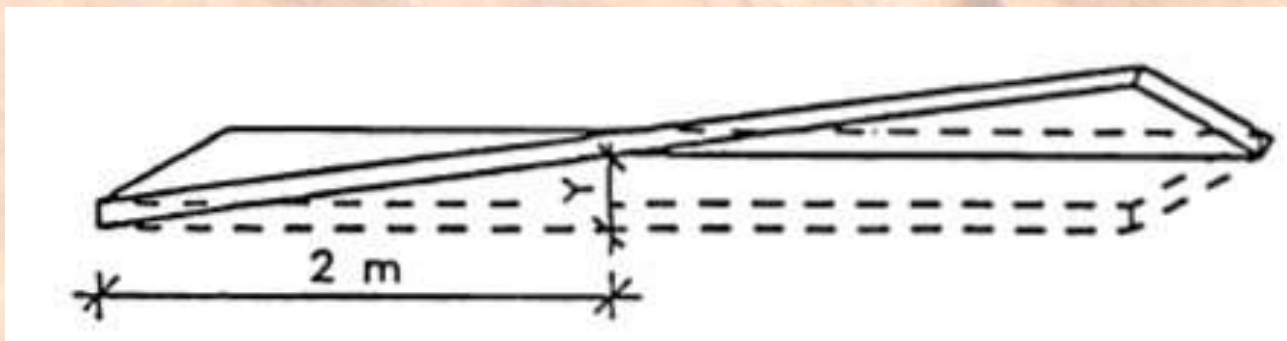
- Leterheléssel: 180-1000 kg/m<sup>2</sup>
- Használjunk több lécezt
- Kerüljük a túlszáritást
- Álló évgyűrűs vágás (forgatóvágás, rift)

# Csavaros vetemedés



# Csavaros vetemedés

- Mérése, értékelése



$$v = Y \text{ (mm) / szélesség (mm) } * 100\%$$

Épületasztalos iparban EN 942 1. táblázat

Quality level	J2	J5	J10	J20	J30	J40	J50
twist in mm/m	not allowed	not allowed	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 10$	$\leq 20$	$\leq 20$

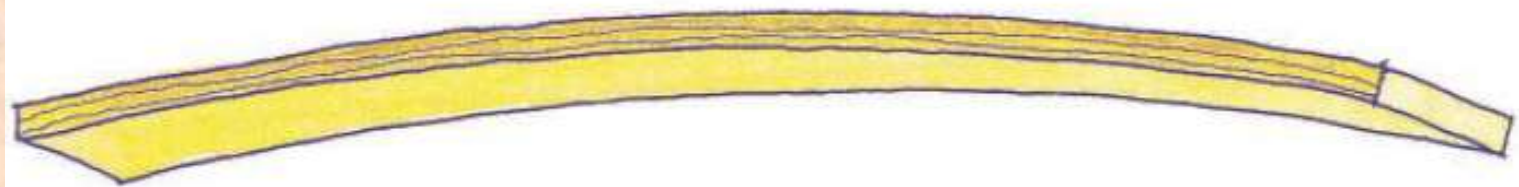
# Csavaros vetemedés

- Előfordulásának okai:
- Csavart rostúság
- Növekedési feszültségek a fában
- Leggyakoribb a juvenilis fában
- Bélhez közeli, ill. belet tartalmazó anyagok „veszélyeztetettek”.

# Csavaros vetemedés

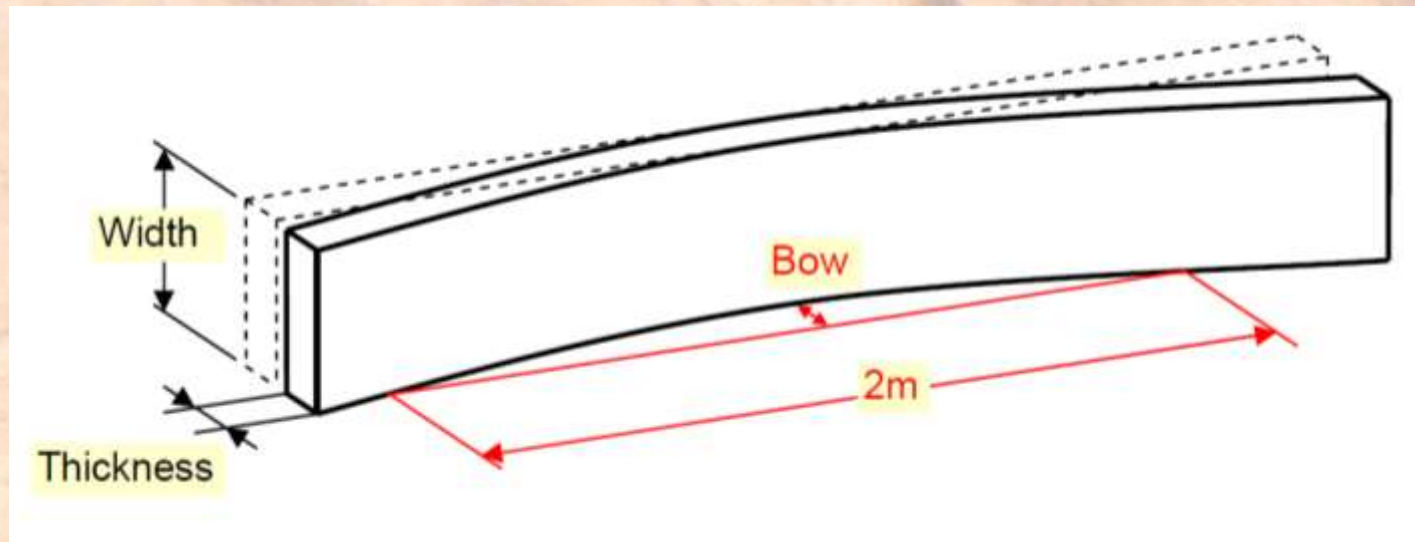
- Csökkentése:
- Leterheléssel: 180-1000 kg/m<sup>2</sup>
- Használjunk több lécezt
- Deformációra hajlamos fáknál magasabb hőm, és rel. páratartalom a szárítás során
- Kerüljük a túlszáritást
- Alkalmazzunk hosszabb kiegyenlítési szakaszt, pihentetést
- Kerüljük a kisméretű rönkökből termelt fűrészárút, és főként a belet
- Nem a szárítás okozza, csak ott jelenik meg!!!!

# Egyszerű vetemedés laphosszban



# Egyszerű vetemedés laphosszban

- Értékelése, mérése mm/2m



- Szerkezeti fánál EN 14081-1, EN 518 és EN 519

Quality level	$\leq$ C18	$>$ C18
Maximum bow over a length of 2000 mm	$<$ 20 mm	$<$ 10 mm



# Egyszerű vetemedés laphosszban

- Előfordulásának okai:
- Helytelen rakatképzés:
- A lécek és a „stafnifák” nem egymás fölött
- Túl nagy távolság a lécek között
- Rönk görbe alakú volt
- Rönk reakciófát tartalmazott (nyomott fa,, húzott fa) ezen farészek hosszirányban többszörös alakváltozásra képesek a normál fához képest (bimetál leve).
- Göcsök körüli szabálytalan rostlefutás
- Szeletelés után a magas belső fesz. miatt



# Egyszerű vetemedés laphosszban

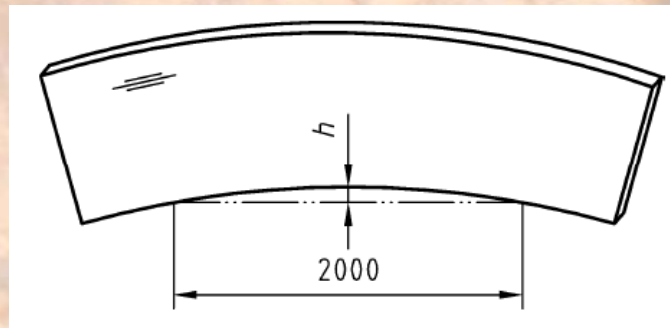
- Csökkentése:
- Ne a szárítás, hanem a visszavágás után mérjük a görbületet!
- Ha egyenetlen hézaglécezés okozta, akkor újra rakatolással és feszt. Csökkentő gőzöléssel csökkenthető a mértéke.
- Előosztályozás: rekációfával terhelt faanyagok kiválogatása
- Több hézagléc alkalmazása
- Leterheléssel: 180-1000 kg/m<sup>2</sup>
- Használjunk több lécet
- Deformációra hajlamos fáknál magasabb hőm., és rel. páratartalom a szárítás során
- Kerüljük a túlszárítást
- Alkalmazzunk hosszabb kiegyenlítési szakaszt, pihentetést

# Vetemedés élhosszban



# Vetemedés élhosszban

- Mérése, értékelése, mm/2m hosszra



- Szerkezeti fánál EN 14081-1, EN 518 és EN 519

Quality level	$\leq$ C18	$>$ C18
Maximum spring over a length of 2 m	$<$ 12 mm	$<$ 8 mm

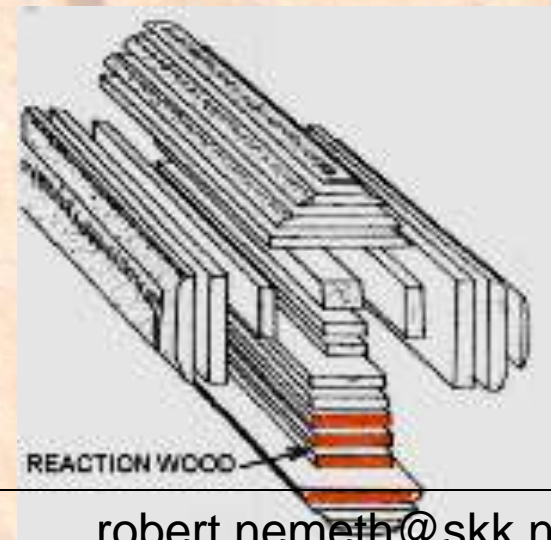
# Vetemedés élhosszban

- Előfordulásának okai:
- Leggyakrabban a rönk görbesége
- Rönk reakciófát tartalmazott (nyomott fa,, húzott fa) ezen farészek hosszirányban többszörös alakváltozásra képesek a normál fához képest (bimetál leve).
- Göcsök körüli szabálytalan rostlefutás
- Gyors növekedésű fáknál magas belső feszültségek miatt
- Ritkán túl gyors szárítás
- Az élhosszban beköbetkező vetemedés általában nem a szárítás miatt következik be!



# Vetemedés élhosszban

- Csökkentése:
- Görbe rönkök megfelelő tájolása a fűrészgépen (inkább laphosszban legyen vetemedés)
- Reakciófa kiejtése megfelelően tervezett fűrészvágásokkal
- Amennyiben a szárítás okozta, akkor alkalmazzunk egy plusz kiegyenlítő szakaszt, és/vagy megfelelően klimatizált csarnokban tároljuk, pihentessük.
- Deformációra hajlamos fáknál magasabb hőm., és rel. páratartalom a szárítás során
- Kerüljük a túlszárítást
- Szárítás előtti gőzölés segíthet a belső feszültségek csökkentésében



# Elszíneződések

- Nem kívánt elszíneződés a szárítás során, ami „elüt” a faanyag megszokott színétől.
- Okozhatják élő szervezetek (gombák, baktériumok), vagy fiziológiai reakciók az élő vagy frissen döntött élő fában, vagy kémiai, biokémiai reakciók, ill. ezek kombinációi .
- Száírtás közbeni extrém klímaállapotok (magas hőmérséklet és magas rel. páratartalom).
- Hosszú ideig rönkben történő tárolás vagy nedves állapotban történő tárolás fokozza az elszíneződés veszélyét.

# Elszíneződések csoportosítása

Okozó	Példa
Gomba	Erdeifenyő kékülése
Fiziológiai reakció élő sejtekben	Bükkfa tiliszképződése
Biokémiai reakciók	Éger sárga elszíneződése
Kémiai reakció	Tölgy reakciója fémekkel
Kombinált reakciók	Tölgy és szelídgesztenye: sárga elszíneződés gombatámadás miatt és tanninokkal történő reakció következtében



# Tölgy barna, ill. fehér foltosodása



# Tölgy barna, ill. fehér foltosodása

- Kiváltó okok:
- Természetes szárítás (X)
- Mesterséges szárítás (XXX)
  
- Megelőzés:
- Alacsony (<30°C) szárítás a rosttelítettségi állapotig (tölgynél kb. 25%).

# Tölgy, szelídgesztenye, dió reakciója fémekkel (foltosodás)



# Tölgy, szelídgesztenye, dió reakciója fémekkel (foltosodás)

- Kiváltó okok:
- Fűrészelés / Természetes szárítás (XX)
- Gőzölés (X)
- Mesterséges szárítás (XXX)
- Feldolgozás, használat során (X)
  
- Megelőzés:
- „Csepegő” kondenzátumot kiküszöbölni (fémcsövekről)

# Tölgy, szelídgesztenye, dió sárga foltosodása



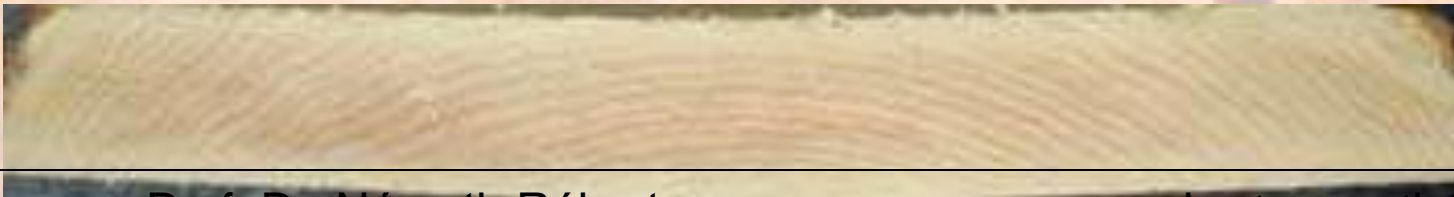
# Tölgy, szelídgesztenye, dió sárga foltosodása (Paecilomyces variotii. + tannin)

- Kiváltó okok:
- Fűrészelés / Természetes szárítás (X)
- Mesterséges szárítás (XXX)
  
- Megelőzés:
- Megfelelő (min. 0,5m/sec) légsebesség egyenletes biztosítása
- Kerülni a magas 80% fölötti relatív páratartalmakat

# Belső elszíneződés



- Bükk (*Fagus sylvatica* L.)
- Éger (*Alnus glutinosa*(L.) Gaertn.)
- Hárs (*Tilia cordata* Mill.)
- Juhar (*Acer platanoides* L., *A. spp.*)
- Kőris (*Fraxinus excelsior* L.)
- Nyír (*Betula pendula* Roth)



# Belső elszíneződés

(fenolos vegyületek enzimatiszus oxidációja)

- Kiváltó okok:
- Fűrészelés / Természetes szárítás (X)
- Mesterséges szárítás (XXX)
  
- Megelőzés:
- 30°C alatt gyorsan 20% alá szárítani a nedvességtartalmat
- Figyelem!  $V > 40\text{mm}$ -es anyagoknál túlszárításra ügyelni!



# Kékülés

(*Ophiostoma minus*, stb.)



- Erdeifenyő (*Pinus sylvestris* L.)
- Lucfenyő (*Picea abies* (L.) Karst.)
- Jegenyefenyő (*Abies alba* Mill.)

# Kékülés

- Kiváltó okok:
  - Frissen döntött fában (XXX)
  - Fűrészelés / Természetes szárítás (XXX)
  - Mesterséges szárítás (X)
  - Továbbfeldolgozás során (X)
- 
- Megelőzés:
  - ( $> 40^{\circ}\text{C}$ ), rel. légnedvesség kamrában  $<70\%$  jó légkeringetés mellett 20%-ig történő gyors szárítás

**Köszönöm a figyelmet!**