

Nyugat-Magyarországi Egyetem
Sopron

Doktori (Ph.D) értekezés tézisei

**FAANYAGOK FELÜLETI ÉRDESSÉGÉNEK
VIZSGÁLATA „P” ÉS „R” PROFILON, KÜLÖNÖS
TEKINTETTEL A NAGYEDÉNYES FAJOKRA**

Csiha Csilla

Sopron
2004

Doktori Iskola: **Cziráki József Faanyagtudomány**
(Vezető: Dr. Winkler András)

Program: **Fafeldolgozó Technológiák**
(Vezető: Dr. Kovács Zsolt)

Tudományág: **Anyagtudományok és technológiák**

Témavezető: **Dr. Szabó Imre**

I. A kutatómunka tárgya és célkitűzései

A különböző fafajok érdesség meghatározása során, ezen anyagra jellemző, sajátos problémaként merül fel, hogy míg egyes fajok szöveti szerkezete sűrű, nagy, nyitott edényektől mentes, addig más fajok kisebb-nagyobb átvágott edényeket tartalmaznak, melyeknek számossága, jelenléte a mérési hosszban belül nagymértékben befolyásolja az eredményeket, torzítja a felületi megmunkálás jóságának megítélését. Nagy, átvágott edényeket tartalmazó fajok felületi érdességének kiértékelése során gyakran találkozunk azzal a problémával, hogy egy igen jónak vélt megmunkálás mellett is, a statisztikai úton számított különböző érdességi paraméterek egy igen rossz felületi minőségre engednek következtetni. Felvetődik annak szükségessége, hogy a felület milyenségének objektív megítélése érdekében eltávolítsuk a profilból az edények azon porcióit, melyek a mérési eredmények gyakorlati használhatóságát ellehetetlenítik. A probléma jellegzetesen olyan faanyagok mérésével és kiértékelésével kapcsolatos, ahol nagy, átvágott edények jelennek meg a mért profil mentén (mint pl. az akác, tölgy, kőris, nyír), de mivel a különböző fafajokon belül is csak egy csoportot érint, ez a terület hosszú időn keresztül kívül esett a figyelem látószögén. Az egyre szigorodó minőségi előírások és elvárások azonban ezen a területen is változást sürgetnek.

Az edények zavaró jelenlétének kiszűrésével azonban koránt sem oldódik meg minden probléma, mely a fafelületek érdesség mérését jellemzi.

A felületek minősítése a gyakorlatban jórészt kézzel történik. A gyors és objektív minősítést az edények kiszűrésén túl nagyban segítené, ha rendelkezésre állna, egy olyan paraméter, amely a felület valódi jellegét egyszerűen (egy paraméterrel) írná le. Ennek értelmében további vizsgálatokat végeztem annak feltérképezésére, hogy alkalmas lehet-e erre a feladatra a P profil illetve annak R_z mintájára előállított P_z paramétere.

A témaválasztás aktualitását olyan esetek is alátámasztják, amikor gyártó és megrendelő mérési lehetőség és előírt jellemző hiányában nem tudtak megállapodni a gyártott tölgy asztallapok érdességének megfelelőségéről. A lefolytatott méréseknek ezen dolgozat keretein belül is szűk határt szab a tapintótűs mérőműszer, mely folyamatos gyártásközi ellenőrzésre alkalmatlan. Várható kiváltását szem előtt tartva, az edények kiszűrésére kidolgozott eljárás független attól, hogy a profilpontok adatait milyen mérőműszerrel vettük fel. A módszer elsősorban az edények kiszűrését célozza, kitérítve az érdességmérés szempontjából értékelhető fafajok körét, miközben megvilágítja a hagyományos mérés technika néhány célszerűtlen aspektusát.

Következtetések a szakirodalom feldolgozása nyomán:

1. A faanyagok érdességével kapcsolatos szakirodalmat áttekintve egyértelműen látszik, hogy a legnagyobb volumenű publikációk elsősorban német nyelvterületről származnak és többségükben a gyalulás, és marás összefüggéseit vizsgálják, alig néhány publikáció foglalkozik a csiszolással.
2. A cikkekből kitűnik, hogy fafelületek mérésére elsősorban tapintótűs berendezéseket használnak. A szerzők nagy többsége, a fémipari szabványokra és a berendezésre támaszkodva, felhasználóként, kritika nélkül alkalmazza fafelületek mérésére és kiértékelésre, a rendelkezésre álló mérőműszert. A munkák alig egy kis része kérdőjelezi meg a mérőműszer és a mérési eljárás faanyagok mérésére és kiértékelésére való alkalmasságát és veti fel a felülvizsgálás szükségességét.
3. Több szerző véleménye egyezik abban, hogy az Abbott görbe paramétereit figyelembe véve, az anatómiai és megmunkálási érdesség elkülöníthető, a megmunkálási- az R_{pk} és R_k , míg az anatómiai érdesség az R_{vk} értékekben tükröződik. Ezzel szemben, azonban, nagyedényes fajok érdességének vizsgálata során számos publikációban találkozunk azzal a megjegyzéssel, hogy a nagy edények jelenléte ellehetetleníti a kiértékelést. Megfigyelhető, hogy a nagyedényes fajok okozta kiértékelési problémákat a szerzők két úton oldják meg: egyrészt már a minták megválasztásánál kihagyják a nagyedényes fajokat, vagy, amire szintén több példát is találunk, a nagyedényes fajokat visszavonják a minták sorából, amint kiértékelésre kerül sor. Szükség van tehát olyan módszer kidolgozására, amellyel a nagyedényes fajok felületi minősége jól értékelhető.
4. A mérések irányával kapcsolatban úgy összegezhethetünk, hogy a szerzők mindenkor a rostra merőleges mérési irányt választják, a döntést némelykor összehasonlító mérésekkel indokolva, vagy gyakran anélkül. A mért profilon, tehát rostra merőlegesen, értelmezik a hullámosságot és az érdességet. Ugyanakkor több szerző is, egymástól függetlenül úgy említi a hullámosságot, mint a rosttal párhuzamosan mérhető kinematikai érdességet, ami azt jelenti, hogy faanyagok esetében rostra merőlegesen, a megmunkálásból származó hullámot nincs értelme keresni. Tekintettel arra, hogy a mérésekhez a Mahr cég műszere állt rendelkezésre, rálátás nyílt e visszásságra, amely abból fakad, hogy a mérőberendezések nem teszik lehetővé érdességi adatok számolását, anélkül, hogy az elsődleges P profilból hullámosságot és érdességet ne

választanánk szét. Vagyis a mérések során a hullámosság felvétele (rostra merőlegesen is) egy,- a mérőműszerrel velejáró kényszer.

5. A mérőműszerek a különböző érdességi R paramétereket kizárólag az R profilhoz rendelik hozzá, holott fafelületek mérésénél ez torzulást okoz a valódi felületi geometriához képest. Szükség lenne az elsődleges profilhoz hozzárendelt érdességi paraméterek meghatározására és minősítő paraméterként való alkalmasságának vizsgálatára.

A fenti észrevételek tükrében, jelen munka a felmerült elvi megfontolások alátámasztását, az ellentmondások tisztázását illetve egy olyan módszer kidolgozását célozza, amely az edények eltávolításán alapszik (a mért profilból), és lehetővé teszi a nagyedényes fafajok felületi érdességének kiértékelését. Elsőként a P profilon végrehajtott mérések esetében érdességi paraméterek megállapítására volt szükség, az R paraméterek mintájára. A „P” paraméterek kialakítását és vizsgálatát az indokolja, hogy törekednünk kell a jelenleg kézzel történő üzemi felületminősítés kiváltására, ezért a kézi értékeléshez legközelebb álló, valóságos profil, az elsődleges profil kiértékelhetőségének megteremtése, majd paramétereinek minősítő jellemzőként való alkalmassága a vizsgálatok fő célja. Annak érdekében, hogy a P paraméterek jelentéstartalma összehasonlítható legyen, szükséges a profilok edény és hullámosság szűrése. Így egyazon profilon vizsgálható mind a P_z , mind az R_z paraméter, mind pedig azok egymáshoz való viszonya, úgy, hogy az elsődleges profil szűrését egy robusztus becsléssel előállított hullám segítségével végezzük, azért, hogy a hagyományos Gauss szűrő okozta torzulásokat az R profilon elkerülhessük. Az azonos hosszúságú mért szakaszokon a W_z hullámparamétert is értelmezni kell, amely R_z mintájára állítható elő. Vizsgálva a nagy átvágott edényektől mentes bükk mintá R_z és P_z értékeinek függését a szemcsefinomságtól, az edények kiszűrése után a többi vizsgált fafajon is hasonló összefüggést vártunk. Elemeztük a P_z/R_z hányados és a W_z hullámparaméter viszonyát, általános érvényű összefüggést keresve. Különböző felületminőséget adó csiszoló berendezéseken előállított akác mintákon megvizsgáltuk a P_z/R_z hányados és a W_z hullámparaméter viszonyát. A P profil P_z paraméterének jellemzésére felvettük és megvizsgáltuk a $P_z' = R_z + W_z$ paramétert és ezek egymáshoz való viszonyát.

Mivel a méréseket egyazon helyen többször is kell végezni, mindaddig, míg a minta és a mérőműszer relatív dőlése kiküszöbölhető, szükséges a nagyedényes fajokon is, egyazon nyomban ismételt mérések végrehajtása,

annak megállapítására, hogy ez milyen roncsolást eredményez a felületeken, és hogyan jelentkezik az érdességi paraméterekben.

Elvégeztük a különböző szemcsefinomsággal csiszolt nagyedényes fajok felületi érdességének feltérképezését, az edények kiszűrése folytán, annak igazolására, hogy az edények kiszűrése következtében az alapszövet (Molnár, 1999) érdessége jól korrelál a csiszolószemcse finomságával. Ezzel szemben az edények eltávolítása nélkül, semmilyen összefüggés nem mutatható ki.

II. A kutatómunka, módszer rövid összefoglalása

A vizsgálatokra elsősorban laboratóriumi körülmények között - és csak bizonyos kiegészítő vizsgálatokra - került sor üzemi körülmények között. A mintadarabok felületének csiszolását a Nyugat- Magyarországi Egyetem Tanműhelyében, kézi csiszológéppel végeztük, SIA márkajelzésű, különböző szemcsefinomságú, új, 75 x 533 mm-es, végtelenített csiszolóvásznak felhasználásával. A csiszolóvásznak szemcsemérete a következő: 60, 80, 100, 120, 150, 180, 220, 240, 280, 320, 400, 500, 600. A vásznakot, a gyártó ajánlásának valamint az ISO 4586-2-nek megfelelően, a felhasználást megelőzően, 72 órán keresztül 23±2°C-on és 45 % relatív páratartalomra kondicionálták. A korund csiszolószemcséket elektrosztatikus úton, műgyantával rögzítették a magas flexibilitású ún. hajlékony vászonra. A szemcseszórat zárt rendszerű. A minták felületéről a csiszolatport finomszűrő, porelszívóhoz csatlakoztatott kefével távolították el.

Az **azonos nyomban végzett mérésekhez** fafajonként 150-nel és 180-assal megcsiszolt, tölgy, nyír és bükk mintát használtam fel, igazodva a gyakorlatban leggyakrabban alkalmazott csiszolószemcse finomsághoz. Azonos nyomban 10-szer ismételt méréseket hajtottam végre annak vizsgálatára, hogyan változik az érdesség. A tapasztalatok alapján 3-4 igazítással a dőlés már jól korrigálható. Az akácon minden szemcsefinomság mellett 20-szor ismételt méréseket hajtottunk végre.

Fafaj	Szemcsefinomság												
	60	80	100	120	150	180	220	240	280	320	400	500	600
Akác	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tölgy	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Kóris	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Nyír	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Bükk	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Kézi és kontaktcsiszolón előállított minták R_z és P_z értékeinek összehasonlító vizsgálatára 120-al, 150-el és 180-al csiszolt mintákat alakítottunk ki, minden szemcseméretre 5 darabot, úgy, hogy kézi és gépi csiszolón is készült 5 felület azonos csiszoló szemcse finomsággal.

A választott mérőműszer: Perthometer S3P, tapintótűs érdességmérő, mely 5 µm-es lekerekítési sugárral rendelkezik. A mérőműszert és a számítógépet RSC 232-es kábellel összekötve, egy ASCII formátumban íródott programmal megvalósítható az adatok exportálása. A kiegészítő programra azért volt szükség, mert a mérőműszer a mért profilt papírcsíkon, nyomtatott formában jeleníti meg, az érdességi profilhoz számolt paramétereket digitálisan közli, így a program teremti meg az eredeti, mért adatokhoz való hozzáférést.

Az edényszűrő, CurveCut program: Borland Delphi programnyelven íródott. A rutint Dr. Alpár Tibor készítette, a szerző által definiált algoritmus alapján. Az adatok behívása után megjeleníthető segítségével az érdességi profil, különböző felbontás mellett a gyakorisági görbe, kijelölhető a kivágandó tartomány és választólagosan megadható a kivágandó értékek helyettesítési értéke. A program, az edények eltávolítása után, megrajzolja az érdességi profilt és gyakorisági görbét, továbbá lehetőséget kínál az adatok exportálására. További optimalizálása folytán, a szűrt adatok és a megadott hullámprofil adatait egyenlőtlen relációban elemezve, lehetővé teszi a szűrés után a profilban maradó edénycsomkok eltávolítását. Az edények kiszűrése után előálló profilon újraszámolja a regressziós egyenest és az eltávolított edények széleit összehúzza. A továbbiakban, a P profilból, robusztus Gauss szűrővel előállított hullámösszetevő leválasztásával R profilt generál.

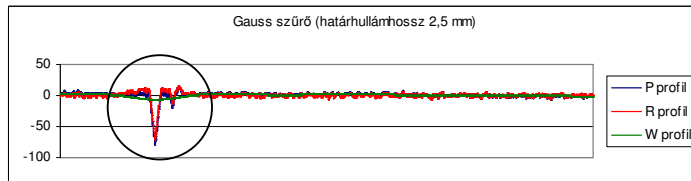
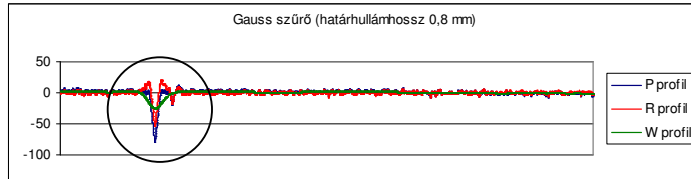
A kísérleti mérések kivitelezésénél hagyományos Gauss szűrővel csak demonstrációs céllal hajtottunk végre néhány mérést, a hullám és az R profil előállítása mindenkor az ún. robusztus Gauss regressziós szűrővel történt, annak érdekében, hogy kiküszöböljük a hagyományos Gauss szűrő kedvezőtlen kísérő jelenségeit.

A Gauss szűrő kedvezőtlen kísérő jelenségei:

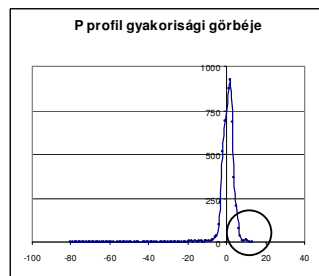
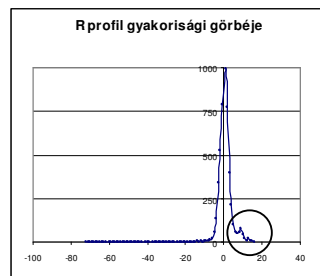
- Nagyedényes fajok mérésekor az edények környezetében, nagy amplitúdójú hullámossági profilt kapunk, a Gauss szűrő működésének következtében. A valóságoshoz képest, az érdességi profil jelentősen feltüremkedik, mesterséges vállak jelennek meg az edények szájának környezetében. A jelenség mindkét hullámhossz alkalmazásakor fennáll, azonban rövidebb hullámhosszt választva a torzulás jelentősebb. A kedvezőtlen változás mértéke alapvetően az edények mélységétől és

átmérőjétől függ, de befolyásolja az edények száma és a mérési hosszon belüli elrendeződése, csoportosulása is.

- Gauss szűrővel szűrve a nagyedényes fajokat, az érdességi R



profilon, a középvonalhoz képest pozitív tartományban, feltüremkedések jelennek meg. Az R profil a valódi profilnak egy olyan torzulása, amely anyagot jelenít meg ott, ahol a valóságban az nem is létezik. Miután felvetődik a probléma, hogy a különböző mérőműszerek a szabványos paramétereket az érdességi profil alapján szolgáltatják, megfontolandó, hogy alkalmas-e a Gauss szűrővel szűrt R profil nagyedényes fajok érdességének kvantitatív kiértékelésére. Mivel az R profil torzulása a szűrés miatt következik be, vizsgálandó a szűrés szükségessége, illetve a Gauss szűrő kiváltásának lehetősége.



- A feltürt edényszélek a pozitív tartományban jelennek meg. A megmunkálási hiba is a pozitív tartományban jelenik meg. Ezért nagyedényes fajoknál az edények jelenléte a Gauss szűrővel előállított R profilon közvetlenül a megmunkálási érdesség értékét rontja.

- Az R profil gyakorisági görbájén is megjelennek a feltürt edényszélek. Összehasonlítva az R profil gyakorisági görbáját a P profil gyakorisági görbéjével, szembevetendő, hogy a pozitív tartományban az R profilon dudor keletkezik, a feltürt edényszélek miatt, aminek a P profilon nyoma sincs.

Az alapszövet robusztus Gauss regressziós hullámösszetevője:

Az alapszövet hullámösszetevőjének leírása egyenértékű azzal a feladattal, hogy olyan hullámot kell előállítanunk, amely a nagy edények környezetében nem húzódik bele a profilba, hanem ezeken a helyeken is megtartja az alapszövet jellegzetességét. A hullámösszetevő leírására az ISO/CTS 16610-31, 2002 -ben kiadott szabványtervezet vezérfonalát használtuk fel, melyet eljuttattak több, a témában érintett kutatóknak is és jelenleg a véleményezés szakaszában van. A szabványtervezet egy Brinkmann által javasolt eljárást tartalmaz, amely robusztus becsléssel, ún. robusztus Gauss regressziós szűréssel állítja elő a hullámot. A szűrő azért viseli a robusztus megnevezést, mert bizonyos megfontolások alapján úgy állítja elő a hullámot, hogy az nem érzékeny ún. „kilógó” adatokra. Nagyedényes faanyagoknál a mély edények nem járulnak hozzá a megmunkálás minőségének jellemzéséhez és mint ilyenek tekinthetők „kilógó” adatoknak.

A robusztus Gauss regressziós szűrő a következő általános regressziós elrendezéssel fogalmazható meg (Gurau, 2002):

$$\sum_{l=1}^n (z_l - w_k)^2 \cdot \delta_l^m \cdot s_{kl} \cdot \Delta x \rightarrow \min$$

Ahol a súlyfüggvény:

$$s_{kl} = \frac{\sqrt{\pi} \cdot \Delta x}{\sqrt{\ln 2} \cdot \lambda} \cdot \exp\left(-\frac{\pi^2}{\ln 2} \cdot \frac{(k-l)^2 \cdot \Delta x^2}{\lambda^2}\right)$$

z_l – a szűretlen profil érdességi értéke

w_k – a hullám értéke a k indexnél

k – súlyfüggvény pozíciójának az indexe a profilon belül

l – a profilpontok indexe

s_{kl} – a súlyozó függvény

δ_l^m – hozzárendelt vertikális súly

m – az iterációs lépés indexe

Δx – az adatvételi köz

Az első lépésben, amikor $m=0$, akkor a hullámosságot a hagyományos

Gauss szűrővel állítja elő és $\delta^0 = 1$ vertikális súllyal szorozódik minden adat. Az ezt követő iterációk során, a δ értékét a következő feltétel adja:

$$\delta_l^{(m)} = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{z_l - w_l^{(m)}}{c_B^{(m)}} \right)^2 \right]^2 & \text{ha: } |z_l - w_l^{(m)}| \leq c_B \\ 0 & \text{különben} \end{cases}$$

A robusztus algoritmus egy regressziós szűrést végez, majd iterál egy adatsoron mindaddig, míg a hullám megfelelő nem lesz. A robusztus szűrő egy függőleges kiterjesztésű súlyfüggvényt ($\delta_l^{(m)}$) is figyelembe vesz, minden egyes adatpontnál.

δ : nulla és egy közötti értékeket vesz fel.

$$c_B^{(m)} = 4.4478 \cdot \text{median} |z_l - w_l^{(m)}|$$

Azon profilpontok értékét, amelyek közel fekszenek egy előző (iterációs) lépésben előállított hullámprofilhoz, δ egyhez közeli értékével szorozzuk, vagyis majdnem teljes értéküket megőrzik. Ezzel szemben azok a profilpontok, amelyek c_B -nél nagyobb távolságra vannak a középvonaltól, nullával szorzandók. Az iterációs lépések száma a szabványtervezet szerint nem több hatnál, tapasztalataim szerint elégséges a három.

A robusztus regressziós hullámprofil paramétere:

$$w_k^{(m+1)} = \frac{\sum_{l=1}^n s_{kl} \cdot z_l \cdot \delta_l^{(m)}}{\sum_{l=1}^n s_{kl} \cdot \delta_l^{(m)}}$$

A P profil bevonása a vizsgálatokba

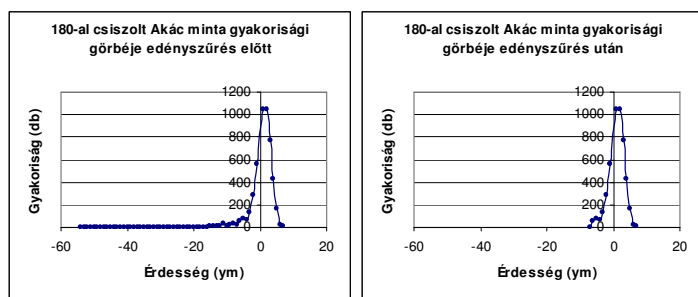
Az érdesség elemzésére nagyszámú szabványos paraméter áll rendelkezésre, miközben a f felületek egyrészt érdesség mérésével lehetetlen minősíteni. Jelen munka kivitelezésénél mindvégig azt tartottuk szem előtt, hogy a kapott eredmény, a felületek érdességén keresztül történő minősítéshez közelebb vigyen. Figyelembe véve, hogy a finoman megmunkált felületek érdességének minősítése a gyakorlatban kézzel történik, indokoltnak tartottuk a P profil bevonását a vizsgálatokba, tekintve, hogy ez az a profil, amely legközelebb áll a kézzel tapintható valódi profilhoz Vizsgálandó, hogy a P profil paraméterei alkalmasak lehetnek-e minősítő jellemzőnek, a kézzel tapintott felület érdességének leírására! Az összehasonlítás alapját azonos profilok R_z és „ P_z ” paraméterei adják. A mérőműszer (szabványosan) öt egyedi mérési szakaszon számolja R_z értékét, így a „ P_z ” paraméterrel való összehasonlíthatóság érdekében, „ P_z ” értékeinek számolása a lehetséges héttel szemben, mindvégig öt szakaszon történt.

Érvek az edények kiszűrése mellett:

- nagyon jó megmunkálás mellett is, a profilhosszon előforduló edények mélységének és számának függvényében, kedvezőtlen érdességi paraméterek adódhatnak, ellehetetlenítve a felület minőségének objektív megítélését. Az edények átmérője és mélysége több nagyságrenddel eltér a vezetősöveget jellemzőitől, így a minősítés során csak ronthat ez utóbbin előálló érdességi értékeken.
 - a tű, geometriájából adódóan, a 45°-nál meredekebb edényfalakat nem tudja valóságosan lemérni, így a profil diagramon megjelenített edény alakja nagymértékben eltér a valóságtól.
 - véletlenszerű, hogy egy edényt milyen szögben van átvágva, és hol helyezkedik el a felszínhez viszonyítva, így figyelembe vétele a mérések kiértékelésénél hasznos információt nem szolgáltat.
 - véletlenszerű, hogy egy adott mérési hosszban hány darab, milyen átmérőjű és milyen mélységű edény fordul elő, így a kapott érdességi adatok a megmunkálás paramétereivel nem korrelálnak.
 - edényszűrés után a megmunkálás gyengébb minősége az Abbott görbe pozitív tartományában R_{pk} -val jól azonosítható, míg korábban ezek az értékek keveredtek, esetenként felülfedődtek a feltűrt edényszélek érdességével.
 - az edények jelenléte megváltoztatja a regressziós egyenest is.

Az edények kiszűrésének elvi megfontolásai:

A szűrés megvalósítása azon a megfontoláson alapszik, hogy az edények a középvonalhoz képest negatív tartományban jelennek meg, így **a gyakorisági görbén is, a negatív értékek tartományában, jellegzetes hosszan elnyúló láb formájában azonosíthatók.** A gyakorisági görbéből kiolvasható, hogy az alapszövet alkotta 'hordfelületfelület', a legszámosabb érdeességi adat környékén van. Az edények kiszűrésére kifejlesztett Curve Cut program lehetőséget kínál arra, hogy a gyakorisági görbén megjelöljük, majd tetszőleges értékkel helyettesítsük a kivágni kívánt tartomány adatainak mindegyikét. Az edényekhez tartozó adatokat nullával helyettesítjük, így az eredeti érdeességi adatállományba nem kerülnek fiktív adatok.



Az adatok helyettesítése:

Ha az edény két szélé közötti adatokat, az adatok számát megtartva, a hullám helyi értékével helyettesítjük: tulajdonképpen nem az edény kiszűrése, hanem annak „feltöltése” történne, ami nem lehet célunk, mert úgy változtatná meg az Abbott görbe lefutását, hogy anyagot tüntetne fel ott, ahol az valójában nincsen.

Az edények helyén, a hullám helyi értékeire történő helyettesítés, az adatpontok számának megtartása mellett, olyan felületet eredményezne, amelyben az edények helyén igen „sima porciók” vannak. A helyettesítés így torzítaná R_a értékét.

Kijelenthetjük, hogy az edények szűrése során nem célszerű az adatok eredeti számának megtartása!

Ennek értelmében és tekintve, hogy a megmunkálás minőségét az alapszöveten tudjuk értelmezni, a szűrés során az edények adatait úgy

távolítjuk el a profilból, hogy az alapszövetet jellemző hullám értékéig szedjük vissza őket, majd az edény és a hullám találkozásának két pontját összevisszátartjuk, így az edényszélek környezetében lejátszódó jelenségek, azok valós feltüremkedése illetve kiszakadása már részt vesz a megmunkálási minőség jellemzésében.

Az edényszűréssel nyert profilok: R és P

A P profil középvonalként a regressziós egyenest tartalmazza. Az első lépésben előálló regressziós egyenes dőlését és pozícióját az érdeességi profilban, a mély edények száma és elhelyezkedése határozza meg. Mivel az érdeességi értékek nullához viszonyítottak, az edényszűréssel előállított profilnak is meg kell keresni a regressziós egyenesét, majd a profilpontok Y koordinátáit újra kell számolni, annak érdekében, hogy a meredekségét nullával tegyék egyenlővé! A lépés azzal indokolható, hogy csak az új regressziós egyenes felvételével számolt érdeességi értékek egyenértékűek egy nagyedényektől mentes, az alapszövetet jellemző profil érdeességi értékeivel.

A mérési („ P_z ”) eredmények az újrászámolt regressziós egyenes felvétele és a profiladatok újraértelmezése után kerültek kiértékelésre. Az edénymentes P profilból a továbbiakban R profilt állítottunk elő, a robusztus Gauss hullámra történő szűrés után.

III. A kutatómunka eredményei:

Nagy edényektől mentes bükkön a P_z illetve R_z értékek, és a csiszolószemcse finomsága között $y = y_0 + \frac{a}{x^n}$ alakú hiperbolikus összefüggést mutattunk ki. Ezzel szemben a nagy átvágott edényeket tartalmazó tölgy mintáknál sem az R_z sem a P_z értékek nem korreláltak a csiszolószemcse finomságával.

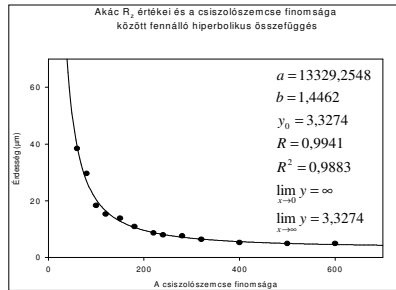
A megmunkálási minőség objektív megítélése érdekében kidolgoztunk egy eljárást az edények gyors, pontos kiszűrésére.

Az eljárás előnyei:

- objektív, gyorsabb, pontosabb, mint a meglévők
- bármilyen számú érdeességi adatra működik
- független attól, hogy milyen módon vettük fel az érdeességi adatokat
- a programmal nem szabványos paraméterek mérésére és kiértékelésére is lehetőség nyílik

- előnyös oldalát akkor tapasztalhatjuk meg, ha nagyon hosszú a mért érdességi profil.

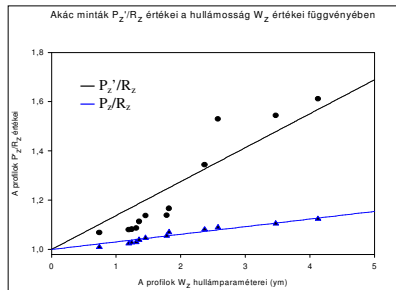
Egyparaméteres minősítő jellemzőt keresve vizsgáltuk a P_z , W_z és P_z/R_z paramétereket, valamint ezek egymáshoz való viszonyát. Az edényszűrés után mind P_z mind R_z értékei $y = y_0 + \frac{a}{x^n}$ hiperbolikus



összefüggés szerint változnak a csiszolószemcse finomságával. Ily módon az edények szűrésével előállt a várt korreláció a P_z , R_z értékek és a csiszolószemcse finomsága között. A vizsgált mintákon a P_z érdesség határa 5 μm körüli, R_z várható határértéke 3-4 μm .

A P_z/R_z viszonyt alapul véve, a kiemelten vizsgált acél mintákon összehasonlító vizsgálatokat végeztünk kézi csiszológéppel és papucsos kontakt csiszológéppel kialakított felületek érdességének jellemzésére. A P/R viszonyban az 5%-os eltérés a két megmunkálásra jellemző határérték. Az edények kiszűrése után felvett P_z/R_z hányados a profil hullámosságára enged következtetni, de nem ad információt arról, hogy ez a hullámosság milyen felületi érdesség mellett áll elő. Elméletileg eltérő érdességű profilokhoz is tartozhat azonos P/R viszony. Ahhoz hogy további információt kapjunk a hullámosság és a P/R hányados viszonyáról, felvettük a hullámok W_z paramétereit.

A $(P_z/R_z; W_z)$ értékpárookra az $y = I + a \cdot x$ egyenletű egyenesek



illeszkednek. A P/R viszony 1-nél kisebb számokra nem értelmezhető, ezért az egyenes balról (0;1)-el korlátos. Növekvő hullámosság lineárisan növekvő P/R viszonyt eredményezett a vizsgált fajok mindegyike esetében. Az elsődleges profil P_z paraméterének jelentéstartalmát további ellenőrzésnek vetettük alá azért, hogy kimutassuk, mekkora különbségek vannak a mért illetve

- az érdességi R_z és hullámossági W_z paraméterek összegeként – számított P_z' értékek között ($P_z' = R_z + W_z$). A $(P_z'/R_z; W_z)$ értékpárookra $y = I + a \cdot x$

egyenletű egyenesek illeszkednek, a különbség az 1 μm körüli értéket a hullámosság 10-12 μm körüli értékénél éri el. A különbség a P_z , R_z és W_z paraméterek definíciójából adódik, ti., hogy a P_z , R_z és W_z értékeket öt alaphosszon mért P_{zi} , R_{zi} és W_{zi} értékek ($i=1-5$) átlagából számítjuk. Ennek következtében növekvő hullám mellett egyre nő annak az esélye, hogy az alaphosszokon belül R_z -nek olyan csúcserőke fordul elő, amely hullám leszálló vagy felszálló ágán helyezkedik el és ezért az adott alaphosszon P_{zi} értékében nem jelenik meg. Ha az alaphosszak számát nem öt-, hanem több szakaszban állapítjuk meg a mért és számolt értékek egyezése javul.

Egyparaméteres minősítő jellemzőt keresve, vizsgálva a P_z , R_z , W_z paramétereket az tapasztalható, hogy nincs olyan minősítésre alkalmas jellemző, amely egymagában teljes körűen jellemezné a profil állapotát. Javaslatot tettünk arra, hogy az érdesség megadása két paraméterrel: (P_z/R_z ; R_z) történjék. Az R_z paraméter mellett, mely megmondja, hogy milyen érdes a kialakított felület, a P/R kiváló paraméter, mert érzékletesen fejezi ki, hogy a felület - hullámosodása által - mennyivel tér el az R profiltól és ugyanakkor a felületen a ténylegesen fennálló állapotokat is kifejezi a jelenlévő P_z paraméter által.

IV. Tézisek

Az elvégzett vizsgálatok a következő eredményre vezettek:

1. Kidolgoztam egy eljárást az edények megjelölésére és kiszűrésére, annak érdekében, hogy az edények gyakorisági görbe alapján történő azonosítása után, azok az alapszövetet jellemző hullám értékéig legyenek eltávolíthatók. Az eljárás független attól, hogy az adatokat milyen mérőműszerrel és milyen mért hosszban vettük fel, gyors kiértékelésre való alkalmassága főként a hosszú mérési szakaszok esetén mutatkozik meg. Az eljárással lehetővé válik a nagyedényes fajok megmunkálási érdességének objektív mérése és kiértékelése.
2. A gyors, objektív minősítést, mint szempontot szem előtt tartva, tovább vizsgáltam a P profilt. Javaslatot tettem arra, hogy az edények kiszűrése után a fennmaradó adatokra, még a P profinnál, új regressziós egyenest kell megállapítani, mert csak az új regressziós egyenes felvételével számolt érdességi értékek egyenértékűek egy nagyedénytől mentes, de az alapszövetet jellemző profil érdességi értékeivel. A kiszűrt edények helyén az eredeti adatok számát nem célszerű megtartani és a szűrt

edények széleit össze kell vonni. Az R_z mintájára bevezetett P_z paraméterrel képzett P_z/R_z hányadost a hullámosság W_z értékeinek függvényében vizsgálva, lineáris összefüggést állapítottam meg. A pontpárok az $y = I + a \cdot x$ egyenesre jól illeszkednek. Az egyenes meredeksége „a” vizsgálatok alapján század μm nagyságrendű és az alapszövetet alkotó elemek jellemzőitől - ily módon fafajtól is - függ.

3. Azonos R_z értékhez különböző mikrogeometriájú felületek tartozhatnak, ezért a szabványosan használt R_z egyparaméteres jellemző nem írja le teljes körűen a felületi profil milyenségét. Vizsgálva a P_z , R_z , W_z paramétereket azt tapasztaltam, hogy nincs olyan minősítésre alkalmas, egyparaméteres jellemző, amely egymagában teljes körűen jellemezné a profil állapotát. Javaslatot tettem arra, hogy az érdesség megadása két paraméterrel: (P_z/R_z ; R_z) történnék.
4. A paraméterek kiértékelési módjából következik, hogy a mérési szakasz felosztását finomítva a P_z értéke a $P_z' = R_z + W_z$ értékhez tart. A mért P_z és számolt P_z' értékek közötti különbséget a W_z hullámérték függvényében vizsgálva kimutattam, hogy a növekvő hullámparaméter, növekvő különbséget okoz, az összefüggés lineáris: $y = I + a \cdot x$ szerint. A felület jellemzése javul, ha az alaphosszak számát nem öt-, hanem több szakaszban állapítjuk meg.
5. A kidolgozott edényszűrési eljárással akácon, tölgyön, körísen és nyíren, négy nagyedényes fafajon, $y = y_0 + \frac{a}{x^n}$ alakú hiperbolikus összefüggést mutattam ki a nagyedényes fafajok alapszöveti érdessége és a csiszolószemcse finomsága között mind P, mind R profilokon. P profilok esetében a csiszoló szemcse finomságának minden határon túli növelésével a különböző fafajokon az érdesség 5,1 és 6,3 μm között adódik, ezzel szemben az R profilok esetében a határérték 3,3 és 5 μm közötti. Ezek az értékek az adott fafaj ún. „anatómiai” érdességére adhatnak felvilágosítást. Attól mérés-technikai okokból térnek el, amennyiben a tapintótűs érdességmérővel nyert jellemzőink csak közelítik a kialakult valóságos profil jellemzőit.

V. Publikációs jegyzék

1. Csiha, Cs. (1998): Felületkezelő technológiai sorok összehasonlító elemzése KIPA módszerrel. (Doktori szigorlat)
2. Csiha, Cs. (1999): Wood surface evaluation – differentiation between vessels and other forms of roughness. Proceedings of the Fourth International Conference on the development of Wood Science, Wood Technology and Forestry Missenden Abbey.
3. Krisch, J. – Csiha, Cs. (2000): Analysing wood surface roughness – using an S3P Perthometer and computer based data processing, Badania dla meblarstwa XIII, Poznan, pp. 145-155, 2000
4. Csiha, Cs. - Krisch, J. (2000): Vessel filtration – a method for analysing wood surface roughness of large porous species, Drevarsky Vyskum 45(1): 13-22, 2000
5. Dr. Szabó, I. – Csiha, Cs. (2003): Ragasztási és felületkezelési folyamatok. Egyetemi jegyzet.
6. Csiha, Cs. – Alpár, T. (2003): Nagyedényes fajok felületi érdességének értékelése. Faipar LI. Évf. 2003/1., pp.:11-16.
7. Csiha Cs. (2004): Measurement of wood surface roughness of big porous species. COST E18 Coatings on wood, Symposium on measurement methods, Coating Consultancy Proceedings, Copenhagen

Szóban elhangzott előadások:

1. Csiha Cs. (1996): Bevonatok repedezése és kiváltó okai. Szakmai napok Székelyudvarhely, 1996
2. Csiha Cs. (1997): Felületi repedések kiértékelése számítógépes képelemző módszerrel. Szakmai napok Marosvásárhely, 1997

Kutatási jelentések:

1. . Síkvidéki nyár és fenyőültetvények termesztésének és a faanyag minőségének összefüggései. OTKA, Faanyagismerettan Tanszék (1994-1997);
2. High quality products from Black Locust, OTKA, TGYI - Zólyomi Egyetem (1998-1999)
3. Piacképes bútorcegység önálló kifejlesztése a hagyományos felületkezelés és kézi festés, patinázás és öregítő technológiák együttes alkalmazásával. OTKA - Hubertusz (1999-2000)
4. Bevonatok minősítő rendszerének kidolgozása, NKFP, (1999-2001)

5. Beltéri termékek fejlesztése hazai faanyag bázison (ragasztási, színhomogenizálási, felületkezelési kísérletek alapján), tömörfa parketták, frontelemek előállítására, NKFP, TGYI (2002-2003)

6. Kültéri bútortalálék előállítására tömörfából (akácból) technológiai, szerkezet- és formatervezési kérdések megoldása. Különös figyelemmel a színhomogenizálásra és a környezetbarát felületkezelésre. (2002-2003)