

Nyugat-Magyarországi Egyetem

Faipari Mérnöki Kar

Gépészeti és Mechatronikai Intézet

Összehasonlító vizsgálatok természetes faanyagok felületi érdessége témakörében

A TDK dolgozat készítője:

Molnár Zsolt

II. évf. (MSc) faipari mérnök hallgató

Konzulensek:

Dr. Magoss Endre egyetemi docens

Tatai Sándor egyetemi adjunktus

Sopron

2011.

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	1
1. Előszó.....	2
2. Felületek geometriai jellemzése.....	3
3. A mérés menete:.....	8
4. A kiértékelést segítő program működése:.....	12
5. Kiértékelés:	14
5.1. Gyalult minták szűretlen profil:.....	14
5.2. Gyalult minták szűrt profilok:.....	24
5.3. Csiszolt minták:	28
6. Összefoglalás:	33
7. Irodalomjegyzék:	35
8. Melléklet	37

1. Előszó

A felületek, mechanikai megmunkálás után, legyen szó akár fémekről, műanyagokról vagy fáról, sohasem tökéletesen simák, hanem azokon különböző kiemelkedések és bemélyedések figyelhetők meg. Ezeket a felületi egyenetlenségeket érdességnek nevezzük. A természetes faanyag felületi érdessége több tényező együttes hatásaként jön létre. Ezek a tényezők két alapvető csoportra bonthatók: egyrészt a mechanikai megmunkálás paraméterei, másrészt pedig a faanyag anatómiai jellemzői. A legfontosabb megmunkálási paraméterek a vágási sebesség, a szerszám élének állapota, a vágási szög, a vágás iránya, a gépasztal illetve a munkadarab rezgése. A legfontosabb anatómiai jellemzők a fafaj a sűrűség, a nedvességtartalom és a szövetszerkezet. Ezt a bonyolult felületet különböző módon lehet értékelni.

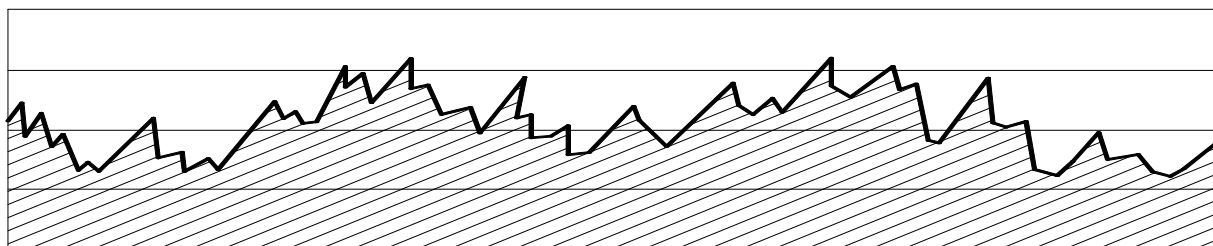
Mint faipari mérnök fontosnak tartom, hogy megfelelő minőségű termékeket tudjunk gyártani. Ennek eléréséhez, a faanyag felületi érdességének pontos ismerete a további megmunkálás illetve a termék esztétikai megjelenésének megítélése szempontjából egyaránt fontos. A faanyag az eredeti színét sokkal jobban megmutatja, ha a felület egyenetlenségektől mentes. Esztétikai szempontból tehát a minimális felületi érdesség elérésére kell törekednünk. Amennyiben további megmunkálási folyamatok következnek (ragasztás, felületkezelés) szerencsésebb, ha érdekesebb a felület, hiszen mind a ragasztási kötés kialakulása, mind a felületkezelő anyag felületen történő megtapadása sokkal hatékonyabb. Nem minden esetben kell tehát a minimális érdességre törekedni. A további megmunkálástól függően azonban információra van szükség a felület minőségéről. A megmunkálási folyamatok közti folyamatos méréssel biztosítható, hogy mindig a megfelelő érdességet lehessen biztosítani. Ehhez azonban olyan mérési módszer megalkotására van szükség, ami gyors és pontos. A tapintótűs érdesség mérés azonban erre alkalmatlan, hiszen nagyon lassú mérési eljárás, viszont nagyon pontos. Az optikai elven működő berendezések gyorsabbak, viszont pontatlanabbak. Jelen dolgozat célja, a tapintótűs felületi érdesség méréssel kapott érdességi paraméterek értékeinek a vizsgálata, attól függően, hogy éppen hol mértem a felületet. Arra a kérdésre keresem a választ, hogy milyen mértékben befolyásolja az érdességi paraméterek számértékét a mérés helye, azaz hogy melyik vonal mentén mérem az érdességet.

A dolgozat első részében röviden ismertetni szeretném az érdességgel kapcsolatos azon paramétereket, amelyekkel jellemezni és értékelni tudjuk a mért felületi érdességet. A felületi minőség olyan komplex fogalom, amely a felület rendkívül sok tulajdonságát foglalja magába, így elengedhetetlenül fontos a felület jellemzőinek ismertetése.

2. Felületek geometriai jellemzése

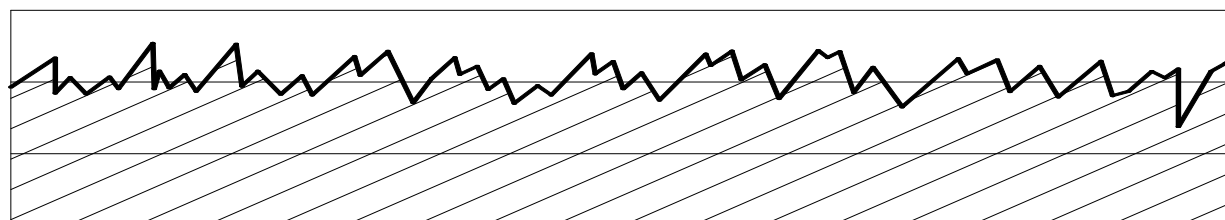
A megmunkált felületet minden szempontból egyértelműen jellemző paramétert találni nem lehetséges. Emiatt az idők folyamán több érdekességi paramétert is megalkottak. Ezeket a paramétereket szabványokban határozták meg az azonos értelmezés és használat miatt. Ezen paraméterek egy nagybetűből és egy vagy több indexként használt kisbetűből állnak. Az első nagybetű lehet:

- P: akkor használjuk, ha az elsődleges profilt szeretnénk jellemezni



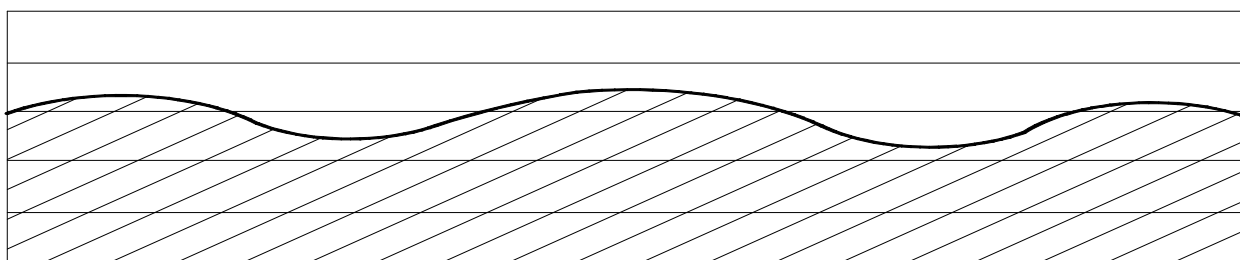
1. ábra P profil [8]

- R: akkor használjuk, ha az érdekesség profilt szeretnénk jellemezni



2. ábra R profil [8]

- W: akkor használjuk, ha a hullámosság profilt szeretnénk jellemezni

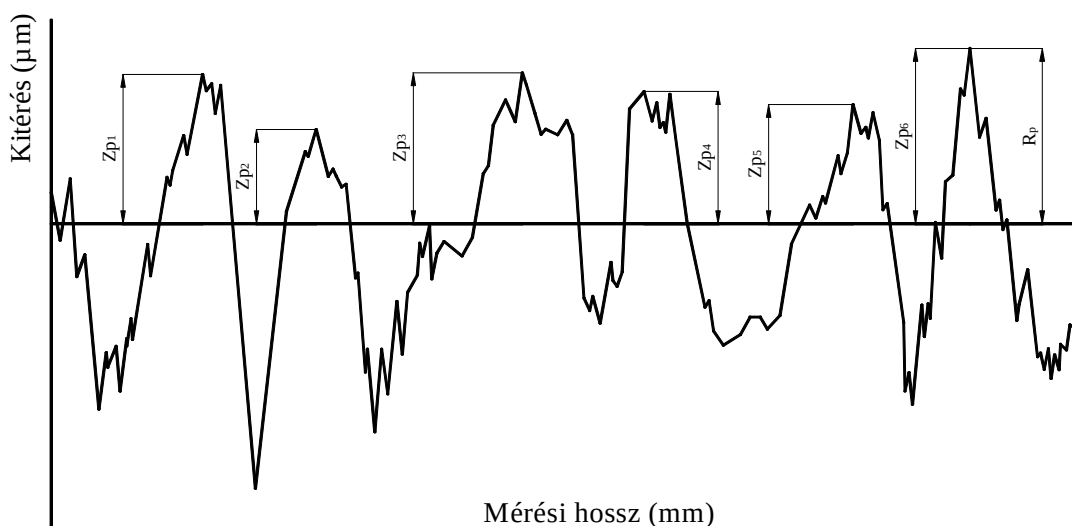


3. ábra W profil [8]

Az indexként használt kisbetű lehet:

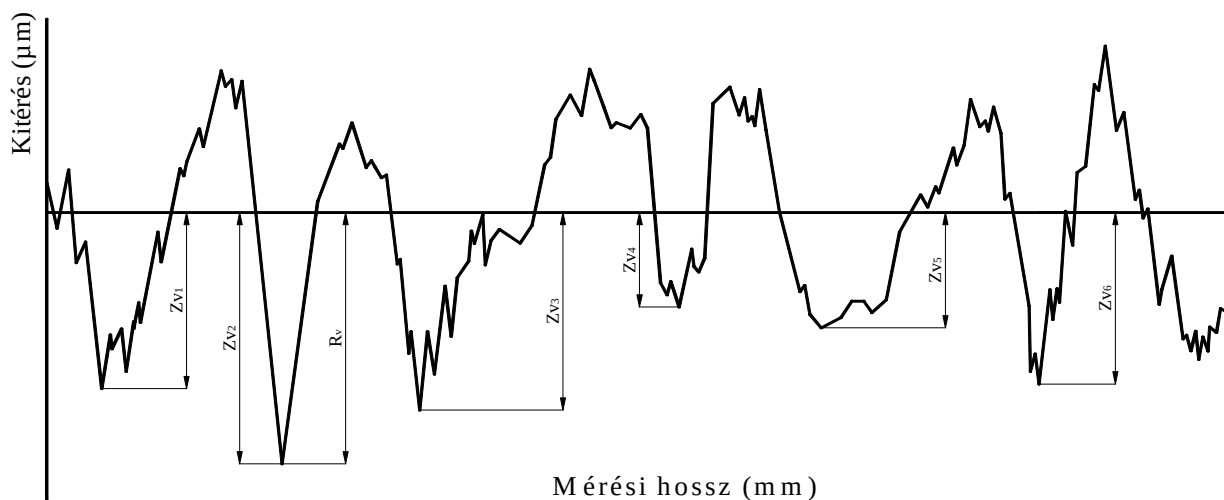
- p: maximális profilcsúcs magasság (P_p R_p W_p). A középvonal és a legnagyobb csúcs közti távolság [13]

Középvonal: A középvonal az érdességi jelalakot úgy osztja, hogy a fölötte lévő kiemelkedések és alatta lévő bemélyedések előjelhelyesen vett összege éppen 0.



4. ábra Maximális profilcsúcs magasság [13]

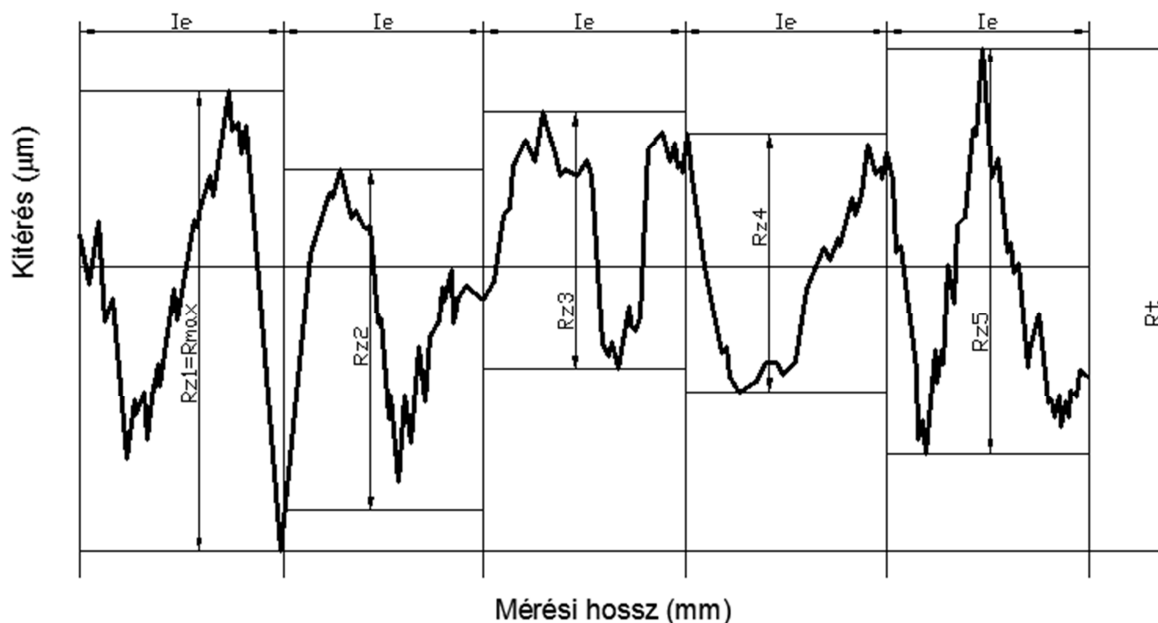
- v: maximális profilmélység (P_v R_v W_v). A középvonal és a legmélyebb völgy közti távolság [13]



5. ábra Maximális profilmélység [13]

- z: maximális profilmagasság egy mintavételezési hossz. Az egyes mintavételezési hosszakon kapott legnagyobb profilmagasságok számtani közepe (P_z R_z W_z).

Alaphossz: az érdességi paraméter meghatározásához (mintavételi hossz) szükséges minimális távolság. [13]



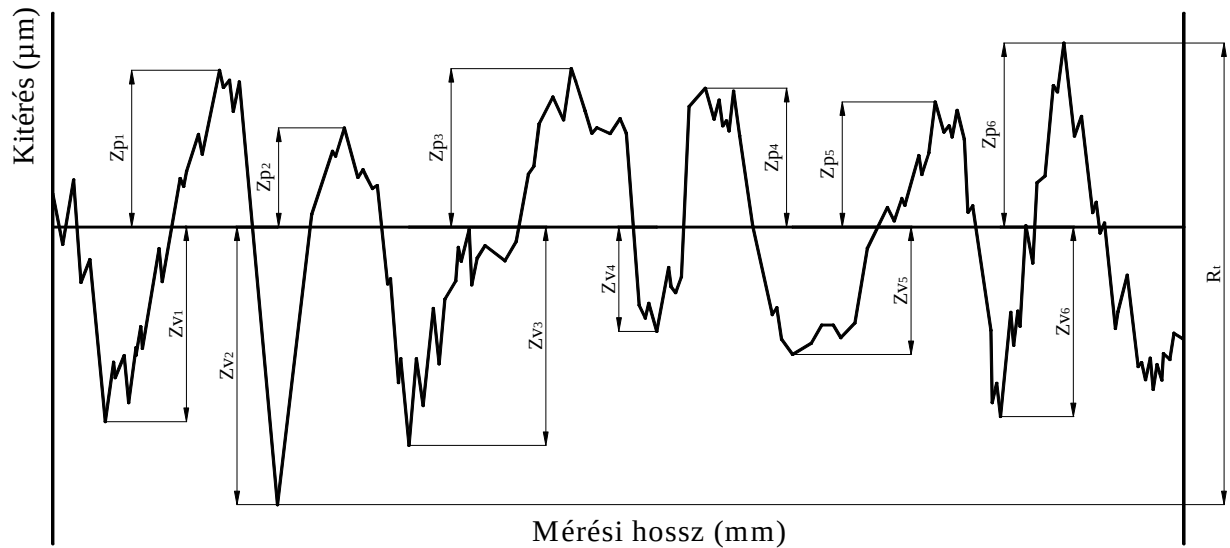
6. ábra Maximális profilmagasság a mintavételezési hossz [13]

- max: maximális érdesség a mintavételezési hossz (P_{max} , R_{max} , W_{max}). A legmagasabb profilcsúcs és profilmélység összege a vizsgált szakaszon belül.
- t: maximális profilmagasság az értékelési hossz (P_t R_t W_t) A legmagasabb profilcsúcs és profilmélység összege a vizsgált szakaszon belül. [13]

Mérési hossz (kiértékelési hossz): az alaphossz egészszámú többszöröse.

Ebből következik, hogy: $P_t \geq P_z$, $R_t \geq R_z$, $W_t \geq W_z$

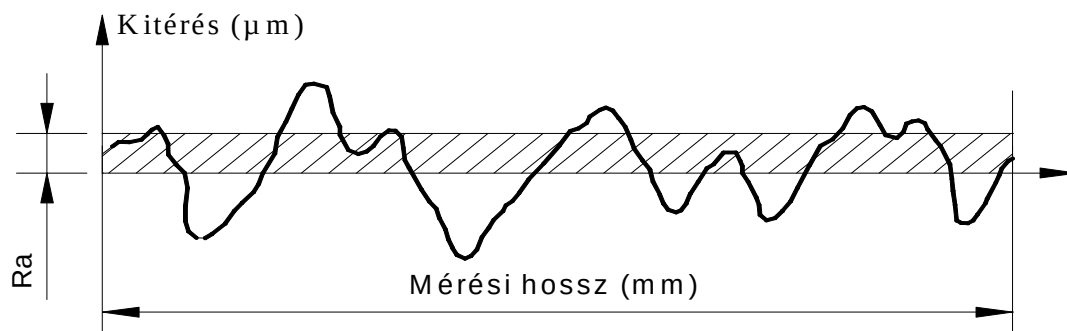
A különbség a P_t és a $P_{\max}$ között, hogy a P_t a teljes profil legnagyobb eltérése, míg a $P_{\max}$ csak az egyes mintavételezési hosszak közül a legnagyobb eltéréssel rendelkező szakasz maximális profilmagassága. Abban az esetben, ha a legmagasabb és legalacsonyabb pont ugyanabban a részszakaszban található a kettő megegyezik, de ez ritka.



7. ábra Maximális profilmagasság az értékelési hosszon [13]

- a : a profil pontjainak a középvonaltól mért átlagos távolsága (P_a R_a W_a)

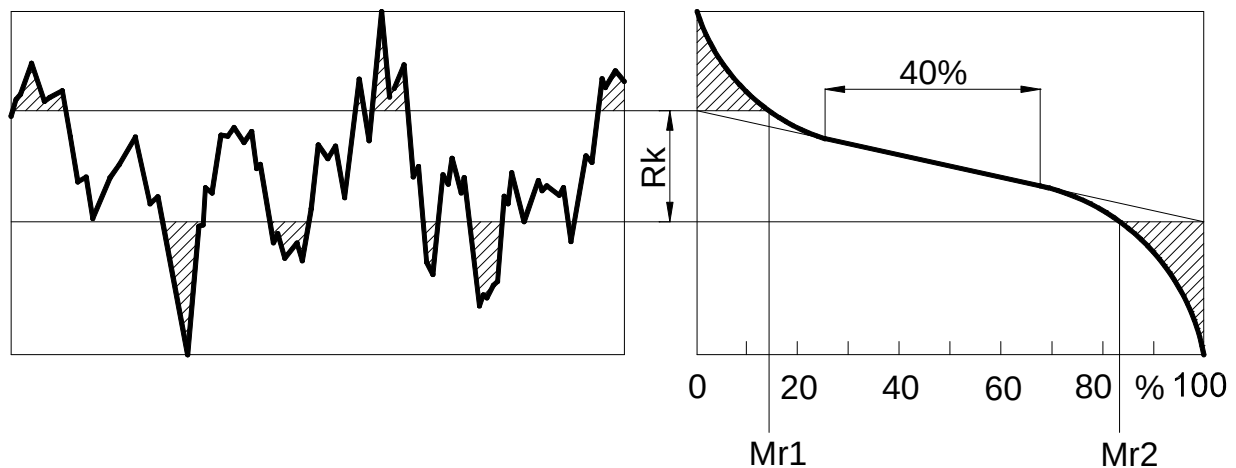
$$R_a = \frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} |z(x)| dx$$



8. ábra Átlagos érdesség [9]

Az érdességi profilon belül a tér egy részét anyag, míg a maradék részt levegő tölti ki. A kettő viszonyát az anyagtartalom görbe (Abbot-görbe) fejezi ki.

Az anyagtartalom, az anyag és a hozzá tartozó elemek arányát jelenti egy adott „c” szinten. Az Abbot-görbe ennek a definíciónak a grafikus ábrázolása. Az anyagtartalom görbe mindig „S” alakú görbe, amelynek egy inflexiós pontja van.



9. ábra Az anyagtartalom görbe [16]

Az anyagtartalom görbe jellegzetes paramétereit:

- R_k : magprofil magassága. A magprofilon az érdesség profil azon részét értjük, amely a legmagasabb csúcsokat és a legmélyebb völgyeket már nem tartalmazza.
- Mr_1 : anyagtartalmi pont. Az a pont az anyagtartalmi görbén, amely felett lévő csúcsokat nem veszünk figyelembe.
- Mr_2 : anyagtartalmi pont. Az a pont az anyagtartalmi görbén, amely alatt lévő völgyeket nem veszünk figyelembe.
- R_{pk} : redukált csúcsmagasság
- R_{vk} : redukált völgymélység

A magprofil meghatározása úgy történik, hogy anyagtartalom görbén megkeressük azt a 40% hosszú szakaszt, amelynél a legkisebb a változás mértéke.

Ez a szakasz a görbe középső részén lesz. Abban az esetben, ha nagyon kicsi az érdesség, akkor nem olyan egyszerű megtalálni ezt a szakaszt, hiszen nincsenek kiálló csúcsok és bemélyedő völgyek. Ekkor az anyagtartalom görbe kicsi meredekségű és nem teljesen egyértelmű ez a szakasz. Ha meghatároztuk ezt a 40% hosszúságú szakaszt, akkor a két végpontját egy egyenessel kötjük össze. Ezt az egyenest mindkét irányba meghosszabbítjuk, ami így a 0%-nál és a 100%-nál is megad egy magasságot. Ezeket a magasságokat rávetítjük a görbére. Így megkapjuk az Mr_1 és Mr_2 pontokat. A kapott két magasságot rávetítjük az érdességre és az Mr_1 pont feletti részeket levágjuk. Ugyanezt meg tesszük az Mr_2 -vel is. Az Mr_1 és Mr_2 pontok közti szakasz magassága az R_k . A levágott csúcsok magassága az R_{pk} , a levágott völgyek magassága R_{vk} .

3. A mérés menete:

A dolgozat célja, a vonalmenti 2d tapintótűs felületi érdesség mérés térbeli kiterjesztése. Mint tudjuk, a tapintótűs eljárással a felületről, egy vonal mentén mérve az érdességet, egy kétdimenziós képet kapunk. A mérőműszer azonban alkalmas arra, hogy a mérést háromdimenzióssá tudjuk tenni. Ennek elérése érdekében egymással párhuzamos vonalak mentén mértem az érdességet. A párhuzamos vonalak közti távolság $100\ \mu\text{m}$ volt, azaz minden mm-ben 10 mérést végeztem. Azt vizsgáltam, hogy az érdességi paraméterek milyen mértékben változnak a mérési vonal megváltozása esetén. Milyen mértékben befolyásolja a mérés helye a kapott érdességi paraméterek értékeit? Természetesen a különböző fafajok esetében is fontos az, hogy éppen hol halad a tű. Vizsgáltam azt is, hogy melyek azok a fafajok, amelyikeknél nagymértékben befolyásolja a kapott érdességi paramétereket a mérés helye, az hogy éppen hol mértem a felületet. A méréseket összesen 14 fafajon végeztem el.

Minden fafajból készítettem egy kb. 1 méter hosszúságú, 5 centiméter x 2,5 centiméter keresztmetszetű lécet. Ezeknek a léceknek minden oldala vastagsági gyalugéppel lett megmunkálva, hogy párhuzamos felületeket kapjunk. Ezek után egy Royal Fx típusú gyalugéppel a lécek felületét legyalultam.

Ez egy állókéses gyalugép ahol a kés áll és egy felső gumiszalag tolja az anyagot, ezáltal leválaszt egy nagyon vékony réteget a felületről. A gép segítségével nagymértékben kiszűrhető a mechanikai megmunkálásból származó érdesség, hiszen nem keletkeznek ciklois ívek, az edényeket nem tömíti el por vagy forgácsdarab.



10. ábra Royal Fx gyalugép



11. ábra A gép által leválasztott forgács

A megmunkálás után 5 x 5 x 2,5 centiméteres kockákat vágtam a lécekből. Ezeken a kis kockákon tudtam elvégezni a felületi érdesség méréseket.



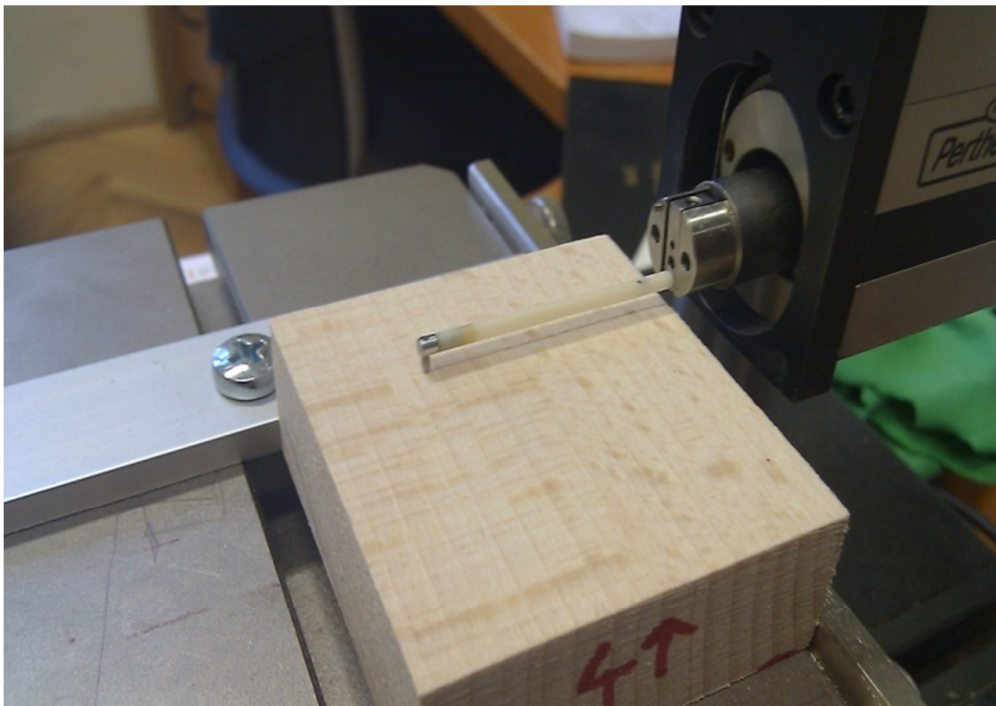
12. ábra Mért fakocka

A méréseket egy Mahr S2 típusú Perthometerrel végeztem el. A gép asztalához rögzítettem két alumínium darabot, amiknek a szerepe a mérendő felület oldalirányú ütköztetése volt. Így minden kockát pontosan tudtam pozícionálni. A pozícionálás után a felületre eresztve a tapintótűt elkezdődött a mérés. A méréseket szádirányra merőlegesen végeztem el. Ez azért fontos, mert tapintótűs mérések során, ha a rostkötegekkel párhuzamosan végezzük el a mérést, akkor a rostkötegek megvezethetik a tűt, amely így egy árokban haladva nem képes a valós profil kiemelkedéseit követni. A tapintótű előtolási hossza 17,5 mm. Minden fakockán 175 mérést végeztem el. 1 mm-en 10 mérést végeztem tehát 100 μm -es lépésekben haladtam. Így pontosan egy 17,5 x 17,5 mm-es négyzetet mértem le minden fakockán. Ez pontosan 14 x 175 azaz 2450 vonal menti mérést jelent.

A mérési eljárás azonban nagyon időigényes, hiszen egy mérés körülbelül 2 percig tart. Ez azt jelenti, hogy minden nap egy kockát tudtam lemérni. Az egy kocka lemérése 6 órát vett igénybe. Ezek után öt fafajt kiválasztottam, amelyből manuális szűréssel eltávolítottam az edényeket, hogy megtudjam, milyen mértékben változnak meg az eredmények az edények kiszűrésének hatására.

A szűrések után kapott eredmények miatt még 8 csiszolt felületet is vizsgáltam. Ez újabb 8 x 175, azaz 1400 mérés. Így összesen a 22 munkanapba teltek a mérések és további 5 napba a szűrések elvégzése.

A lemért 17,5 mm-es vonalakat a gép azonban hét darab 2,5 mm-es szakaszra darabolja. Ebből a hét mezőből az elsőt és az utolsót nem rögzíti, így csak 12,5 mm-ről van adat minden mérésnél. Erről a 12,5 mm-ről azonban 8000 mérési pontot kaptam, azaz minden mm-en 640 mérést végzett el a gép. Minden mérési ponthoz egy számot rendel hozzá, ami az adott pontban a tű által mért érdességet jelenti. Ezekből a pontokból aztán kirajzolható az érdességi profil, ami egy kijelzőn meg is jelenik.



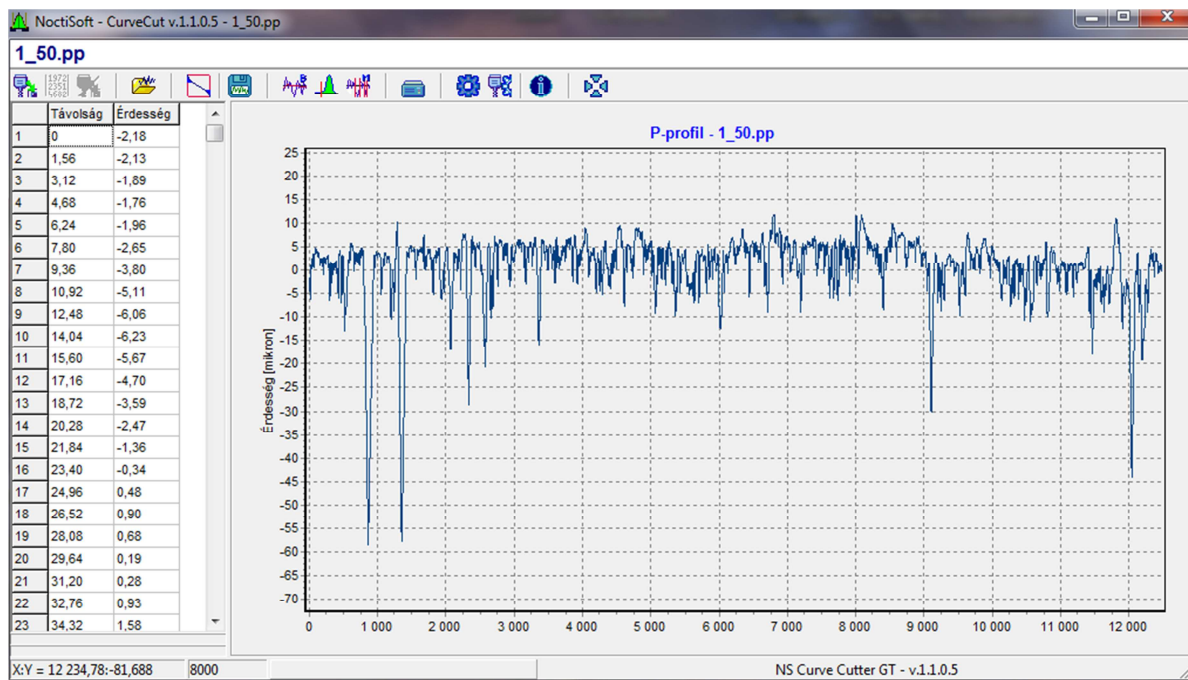
13. ábra A mérés

A mért profilt a gép kiértékeli és rögzíti. Ezek az adatok aztán számítógépre tölthetők és feldolgozhatók.

A mért értékek kiértékelését a Curve Cutter programmal végeztem el. A program segítségével, az adatok behívása után megjeleníthető az érdesség profil, különböző szűrések végezhetők, anyagtartalom görbe készíthető és ezek az adatok elmenthetők továbbfeldolgozás vagy tárolás céljából. Minden mérés után elkészítettem a mért profil anyagtartalom görbét, hogy az érdességi paramétereket megkapjam. Ezeket az értékeket használtam fel később.

4. A kiértékelést segítő program működése:

A program segítségével a perthometer által mért adatokat tudjuk kiértékelni. A program nagyon egyszerűen használható, minden funkció egyszerűen elérhető.



14. ábra A program kezelőfelülete

Az ablak bal oldalán található az a táblázat, amely a perthometer által mért adatokat tartalmazza. A legszélső oszlop 1-től 8000-ig tart, ezek a mérési pontok. A középső oszlop 0-tól 12500 μm -ig a mérési hosszat jelenti. A harmadik oszlop pedig a felületi érdességet jelöli.

A jobb oldalon az érdesség profil grafikus ábrázolása található. A menüsorban megtalálható minden funkció, amely a kiértékeléshez szükséges.

A program, különböző szűréseket tud elvégezni. Mivel a faanyag felülete nagyon bonyolult módon írható le, jellemzői nehezen és sokszor nem túl egyértelműen adhatók meg.

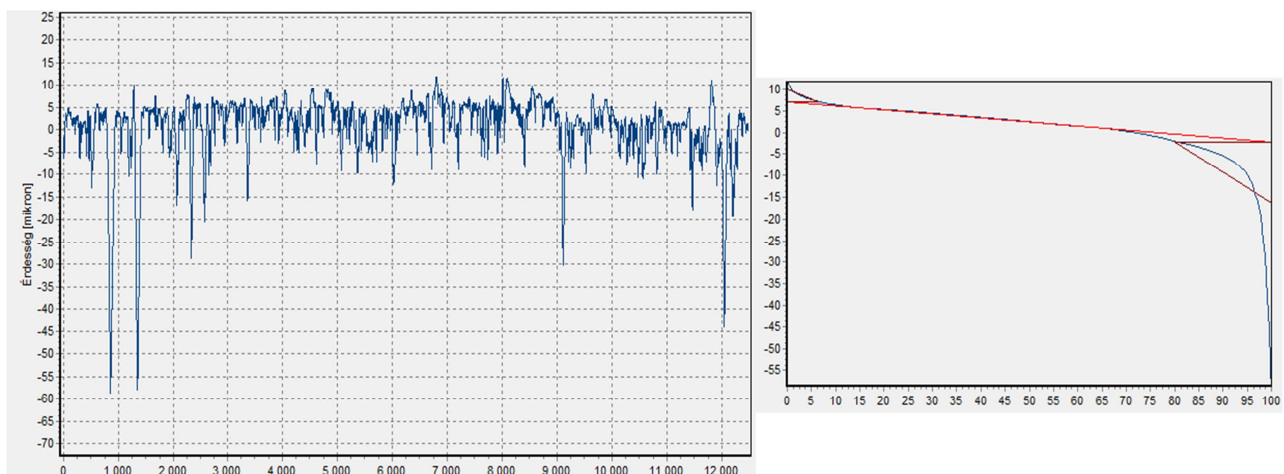
Két jellemző összetevő azonban általában könnyen megkülönböztethető: az amplitúdóhoz képest nagy hullámhosszúságú hullámosság és a nagyságrendekkel kisebb hullámhosszúságú érdesség. Ezek szétválasztása a szűrők feladata.

- Brinkmann szűrő: A Brinkmann szűrő feladata, hogy a Gauss szűrő által képzett úgynevezett mesterséges csúcsokat kiszűrje. Ezt több lépésben végzi, ezeket a lépéseket nevezzük iterációnak.

- Csiha szűrő: Segítségével meghatározható P profilértékek előfordulásának gyakorisága. Ez a gyakorisági görbének nevezzük. A gyakorisági görbe segítségével megjelölhetők az edények és ezek kivághatók a profilból.

- Szűrés manuális kijelölés alapján: Segítségével a P profilból tudjuk az edényeket kijelölni és kivágni. A szűrés úgy történik, hogy a P profilon kijelöljük az edények elejét és végét. A program nullával helyettesíti ezeket a részeket a profilon. Természetesen itt is lehetőség van a szűrt profil paramétereinek kiértékelésére. A vizsgálatok elvégzésére ezt a szűrést használtuk.

Mindhárom szűrés elvégzése előtt is (eredeti P profil), és utána is (szűrt profil) számoltatható a programmal az anyagtartalom görbe, amelynek a paraméterei ismeretében pontosan jellemezhető a felület. Minden mért és számolt érték menthető a program segítségével.



15. ábra Az eredeti profil és az anyagtartalom görbéje

5. Kiértékelés:

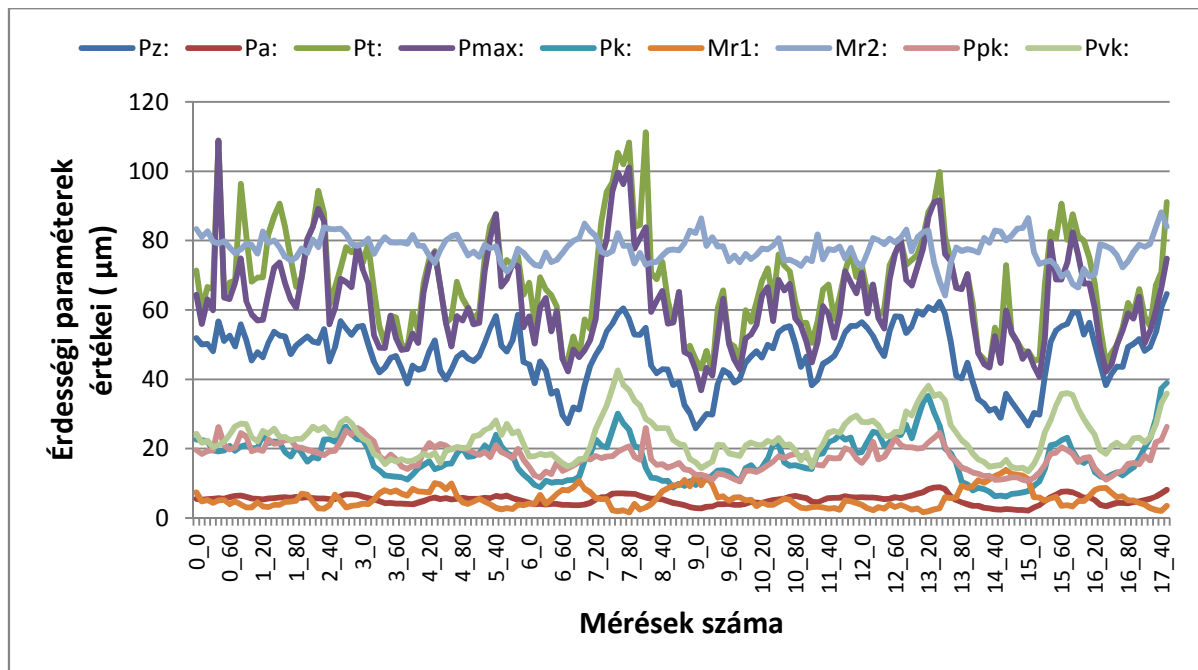
5.1. Gyalult minták szűretlen profil:

A faanyag inhomogén, ortogonálisan anizotróp szerkezetű anyag. Ez a tény megkérdőjelezi a vonalmenti 2d felületi érdességi mérések elégségességét. Erre a problémára a 3d mérések kidolgozása kínál megoldást. A vonalmenti mérések során a kapott eredményeket nagyban befolyásolja a mérés helye, a háromdimenziós mérés azonban valóságos képet mutat a felületről.

A tapintótűs érdességmérővel párhuzamosan felvett profilok egymás mellé sorolásával képezhető háromdimenziós felület. Az eljárás rendkívül időigényes módszer, ezért a gyakorlatban nem használják. Én azonban mégis ezt a megoldást alkalmaztam, mert igaz hogy lassú eljárás, de pontos. Összesen 14 fajtát és az összehasonlítás kedvéért 1 alumínium darabot is vizsgáltam.

A vizsgálathoz azokat a fafajokat próbáltam összegyűjteni, amelyeket a leggyakrabban használnak a hazai iparban (Erdeifenyő *Pinus sylvestris*, Vörösfenyő *Larix decidua*, Tölgy *Quercus robur*, Bükk *Fagus sylvatica*, Kőris *Fraxinus excelsior*, Nyár *Populus alba*, Dió *Juglans regia*). A trópusi fafajokból pedig azokat próbáltam kiválasztani, amelyek a mérések szempontjából különleges szöveti szerkezettel rendelkeznek (Balsa *Ochroma lagopus*, Etimoe *Copaifera mildbraedii*, Kotibe *Nesogordonia papaverifera*, Sipo *Entandrophragma utile*, Sapelli *Entandrophragma cylindricum*, Okume *Aucomea klaineana*, Zebrano *Microberlinia brazzavillensis*).

A továbbiakban azt vizsgálom, hogy a mért érdességi paraméterek mennyire térnek el fafajon belül, attól függően, hogy éppen hol mérem az érdességet. A Curve Cutter program segítségével 9 érdességi paramétert tudtam meghatározni minden egyes mérés után. A paraméterek értékeit a mérések sorrendjében fafajonként külön grafikonon ábrázoltam, és így látható, hogy az egyes paraméterek hogy változnak a fafajon belül, attól függően, hogy épp hol haladt a tű.



16. ábra Bükk érdességi paramétereinek változása

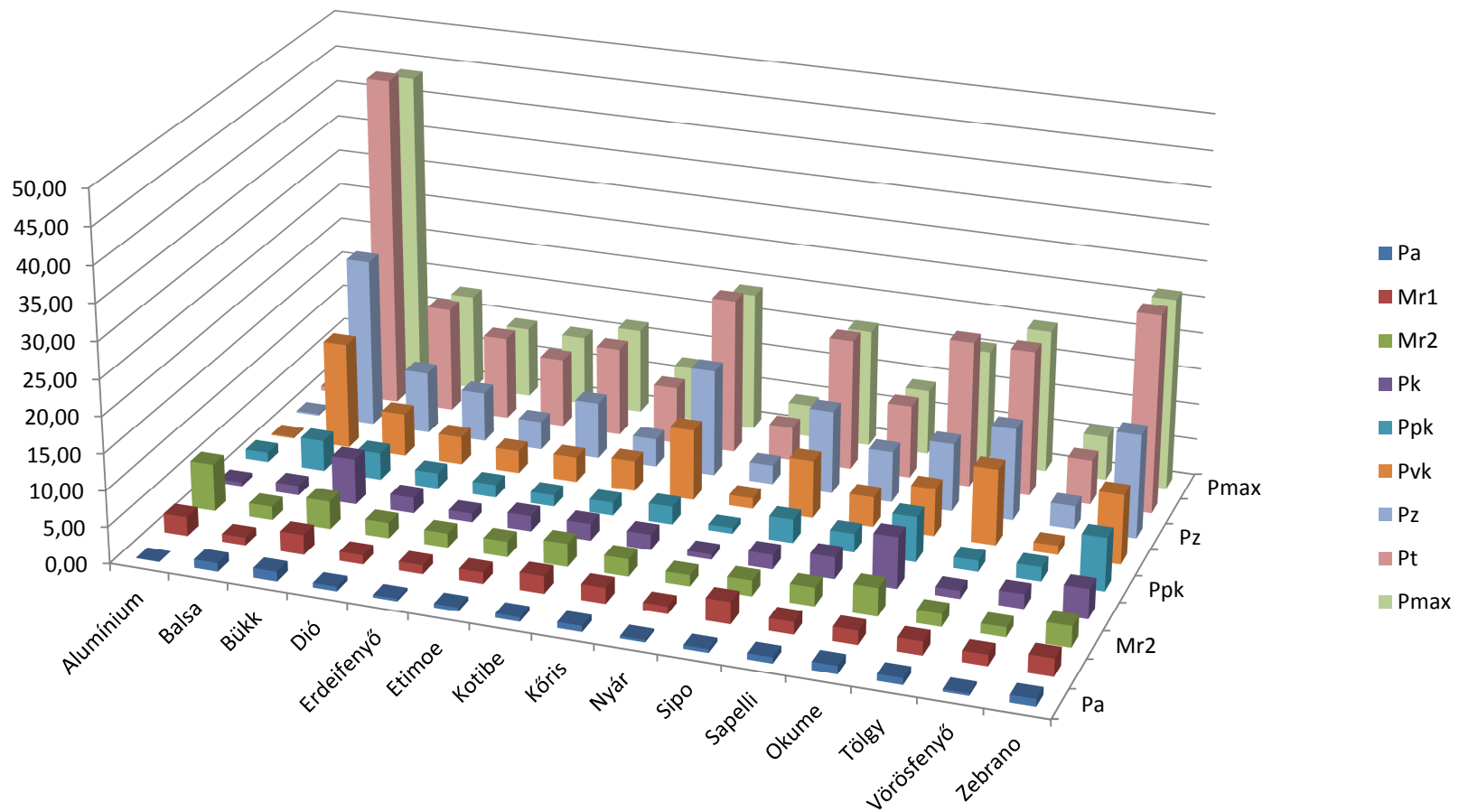
Ezek a grafikonok a mellékletben megtalálhatók.

A program által meghatározott paraméterek értékeiből számolt értékekkel végeztem az összehasonlítást. Ilyen számolt értékek az átlag, és a szórás. A kapott értékeket először egy összesítő táblázatban foglalom össze, majd egy-egy paraméterre koncentrálna diagramok segítségével mutatom be a kapott eredményeket.

	Alumínium		Balsa		Bükk		Dió		Erdeifenyő		Etimoe		Kotibe		Kóris	
			<i>Ochroma lagopus</i>		<i>Fagus sylvatica</i>		<i>Juglans regia</i>		<i>Pinus sylvestris</i>		<i>Copaifera mildbraedii</i>		<i>Nesogordonia papaverifera</i>		<i>Fraxinus excelsior</i>	
	Átlag (μm)	Szórás (μm)	Átlag (μm)	Szórás (μm)	Átlag (μm)	Szórás (μm)	Átlag (μm)	Szórás (μm)	Átlag (μm)	Szórás (μm)	Átlag (μm)	Szórás (μm)	Átlag (μm)	Szórás (μm)	Átlag (μm)	Szórás (μm)
Pz: (μm)	3,16	0,24	74,49	23,38	46,86	8,58	47,30	6,86	45,64	3,91	54,23	7,78	47,78	3,88	71,20	14,77
Pa: (μm)	1,03	0,04	5,86	1,16	5,24	1,32	3,83	0,64	4,25	0,36	4,45	0,53	4,32	0,58	4,56	0,81
Pt: (μm)	6,38	0,67	128,61	45,97	67,78	14,54	70,85	11,50	68,59	9,62	84,05	12,28	68,28	7,93	119,37	21,39
Pmax: (μm)	3,91	0,70	120,01	43,69	62,57	13,29	65,43	9,77	60,87	9,64	80,97	11,81	61,15	7,50	107,99	19,15
Pk: (μm)	4,23	0,54	17,98	1,31	17,36	6,25	11,75	2,17	16,27	1,24	13,60	2,17	15,95	2,35	13,62	2,14
Mr1: (%)	3,67	2,65	7,28	1,09	5,60	2,75	6,13	1,26	8,02	1,22	6,68	1,57	14,88	2,41	12,93	2,16
Mr2: (%)	83,50	6,47	84,09	1,88	77,67	3,88	78,70	2,16	81,51	1,97	79,54	2,15	86,81	3,16	87,23	2,38
Ppk: (μm)	3,07	1,34	21,03	4,25	17,48	3,73	12,80	2,14	16,11	1,76	13,99	1,58	17,48	1,82	14,17	2,52
Pvk: (μm)	2,05	0,19	34,37	14,67	23,26	5,92	19,14	3,86	23,17	3,12	22,09	3,44	24,75	4,14	44,94	9,71

	Nyár		Sipo		Sapelli		Okume		Tölgy		Vörösfenyő		Zebrano	
	<i>Populus alba</i>		<i>Entandrophragma utile</i>		<i>Entandrophragma cylindricum</i>		<i>Aucomea klaineama</i>		<i>Quercus robur</i>		<i>Larix decidua</i>		<i>Microberlinia brazzavillensis</i>	
	Átlag (µm)	Szórás (µm)	Átlag (µm)	Szórás (µm)	Átlag (µm)	Szórás (µm)	Átlag (µm)	Szórás (µm)	Átlag (µm)	Szórás (µm)	Átlag (µm)	Szórás (µm)	Átlag (µm)	Szórás (µm)
Pz: (µm)	48,84	2,61	73,08	11,40	79,24	7,00	70,35	9,34	69,88	12,64	41,52	3,24	85,71	14,27
Pa: (µm)	3,84	0,32	4,59	0,50	7,72	0,83	5,34	1,12	5,00	0,92	3,38	0,33	7,98	1,03
Pt: (µm)	58,28	4,58	112,67	18,10	105,25	10,06	112,19	20,18	118,07	20,04	55,16	6,13	132,32	27,35
Pmax: (µm)	55,19	4,44	101,93	16,26	99,72	9,01	98,69	15,68	108,73	19,71	49,90	6,03	121,40	26,36
Pk: (µm)	8,42	0,71	16,29	1,97	17,50	2,97	13,39	7,03	10,84	1,09	15,39	1,99	35,53	4,04
Mr1: (%)	7,56	1,02	12,42	2,98	6,97	1,68	10,15	1,92	12,54	1,88	10,38	1,52	5,57	2,44
Mr2: (%)	74,82	1,55	89,03	2,15	78,04	2,54	79,67	3,82	85,59	1,72	87,44	1,32	86,29	2,87
Ppk: (µm)	9,36	0,81	18,89	3,28	21,95	2,60	18,69	6,23	16,63	1,51	16,25	1,96	30,22	7,26
Pvk: (µm)	25,91	1,47	39,00	7,90	36,66	4,17	34,32	6,58	38,93	10,50	15,91	1,25	48,57	9,59

17. ábra Az érdességi paraméterek számolt értékei

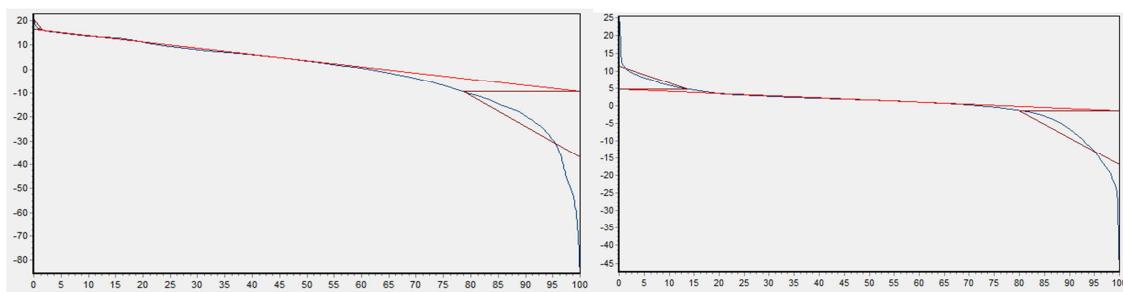


18. ábra Az érdelességi paraméterek szórása különböző faanyagok esetén

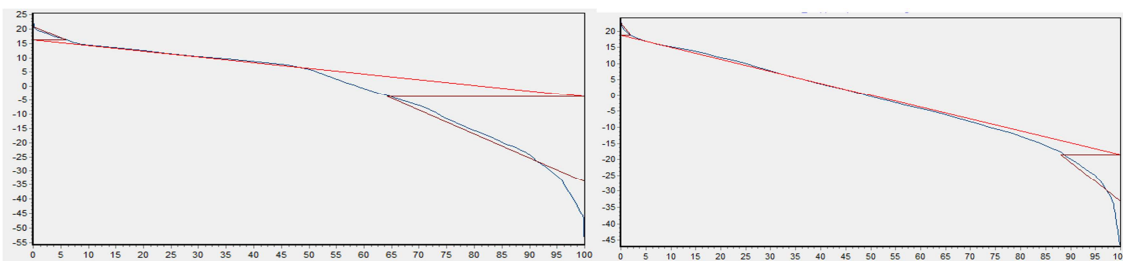
Jól látható, hogy vannak olyan érdességi paraméterek, amelyek értéke szinte állandó fafajonként, vagy csak nagyon minimális mértékben változik. Ilyen például a P_a , azaz az átlagos érdesség a P profilon. Kivétel nélkül minden faanyag és az alumínium esetében is ennek a paraméternek az értéke változott a legkisebb mértékben. Az, hogy kismértékben változott az értéke arra enged következtetni, hogy nem függ nagymértékben a mérés helyétől. Mindegy, hogy hol halad a tű nem befolyásolja nagymértékben a kapott eredményeket.

A következő két érdességi paraméter az M_{r1} , és az M_{r2} . Ezek a legkisebb és legnagyobb anyag tartalmat mutatják, azaz a felszeletelt réteg porózussága olvasható ki belőlük. Az M_{r1} érdességi paraméter értékei mindenhol alacsonyak, hiszen az alsó anyagtartalmi pontot jelenti. Minél magasabb az értéke a felület annál simább. Az M_{r2} érdességi paraméter értékei viszont minden felület esetében magasak, hiszen a felső anyagtartalmi pontot jelenti. Minél alacsonyabb az értéke ennek a paraméternek a mért felület annál simább.

Annál simább felületet kapunk tehát, minél nagyobb az M_{r1} értéke, és minél kisebb az M_{r2} értéke. Ezek a megfigyelések a következő két anyagtartalom görbén jól láthatóak. Ezeket úgy kaptam, hogy bükk fafaj esetében visszakerestem, hogy melyik mérési vonal mentén kaptam a legkisebb M_{r1} értéket, és melyik vonal mentén a legnagyobbat.



19. ábra Bükk anyagtartalom görbéi minimális és maximális M_{r1} érték esetén



20. ábra Bükk anyagtartalom görbéi minimális és maximális M_{r2} érték esetén

Ennél a két érdességi paraméternél is megfigyelhető, hogy a többi paraméterhez képest kicsi az eltérés az értékek között. A többi paraméterhez képest nem befolyásolta nagymértékben a kapott értékeket a mérés helye.

A következő paraméter a P_k , azaz a magprofil magassága. A grafikonokról látható látható, hogy ennél az érdességi paraméternél már nagyobb eltérések vannak az értékek között. Ez azt jelenti, hogy itt már van különbség a mérési eredmények között attól függően, hogy éppen hol mérünk. Különösen nagyok az eltérések bükk, okume, és zebrano esetén. Balsa, erdeifenyő, nyár és tölgy esetében viszont nem számottevő a különbség.

Ha a magprofil magasságának értékeinél nagy eltérések vannak, akkor ez azt jelenti, hogy ezeknél a fafajoknál vannak olyan vonalak, ami mentén mérve, nem találtunk mély edényeket, de vannak olyan vonalak is ahol edényeket is mértünk az érdességbe. Emiatt az Abbot görbe alakja néha laposabb néha pedig hegyesebb volt. Ha laposabb az anyagtartalom görbe, akkor nem mértünk mély edényt és ezért egyenletesebb a felület, ha viszont hegyesebb, akkor több mélyebb edény is megtalálható a mérési vonalban, így az itt mért érdesség nagyobb. Emiatt alakulnak ki nagy eltérések az egyes mérések közt. A zebrano faanyag például nagyon sok kicsi, de mély edénnyel rendelkezik. Ennél az anyagnál gyakran előfordult, hogy olyan vonal mentén mértem, amibe nem esett egyetlen edény sem. Azon vonalak mentén azonban ahol edény is volt jóval eltértek az érdességi értékek. Emiatt alakult ki, hogy nagyok az eltérések az értékek közt. Bükk esetén nem található meg a felületen nagyméretű edények, hiszen a szórtlikacsú fafajaink közé tartozik. Itt az okozhatja az eltéréseket, hogy a felületen megtalálható bélsugártükrök felületi érdessége jóval kisebb, mint magának a faanyagnak. Ha olyan vonal mentén mértem ahol volt bélsugártükrök, akkor kisebb érdességet, ha olyan vonal mentén ahol nem volt bélsugártükrök, nagyobb érdességet kaptam. Az erdeifenyő és a nyár fafajok felületén nincsenek nagyméretű edények, emiatt viszonylag homogén szerkezetük van. Ebből kifolyólag nincsenek nagy különbségek a mért értékekben.

A tölgy és balsa fafajokról azonban ez nem mondható el, mégsem tapasztalunk nagy különbséget az értékek között. Ez annak köszönhető, hogy hiába rendelkeznek nagy edényekkel, ha azok az egész felületen megtalálhatóak nem lesz különbség a mért értékekben.

A következő két érdességi paraméter a redukált völgymélység P_{vk} , és a redukált csúcsmagasság P_{pk} . A P_{vk} paraméter értékei között jóval nagyobb eltérések vannak, mint a P_{pk} paraméter értékei közt. Ez abból látható, hogy a grafikonokon P_{vk} paraméterhez tartozó görbék kitérései minden fafajnál jóval nagyobbak, mint a P_{pk} paraméter kitérései. Ez érthető, hiszen a redukált völgymélység értékei nagymértékben függenek attól, hogy a mérési vonalban található mély edény, vagy sem.

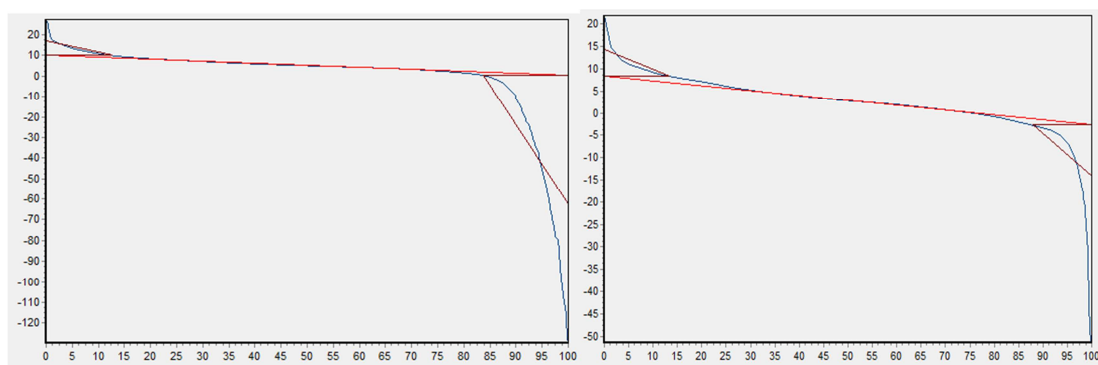
A P_{vk} érdességi paraméternél, nyár és vörösfenyő faanyagoknál tapasztalható a legkisebb eltérés a mért értékek között. Ez azt jelenti, hogy e két fafaj esetében mindig ugyanakkora részt vágott le a program az érdességi profilból. Ez azért fordulhatott elő, mert ezeknél az anyagoknál a többihez viszonyítva állandó volt a felületi érdességi profil, nem találhatók olyan mérési vonalak a felületen, amelyek mentén nagy edénnyel találkozhattunk volna.

A legnagyobb eltérést zebrano, tölgy, kőris és balsa felületeknél kaptam. Mint tudjuk, ezek a fafajták rendelkeznek a legnagyobb edényekkel, a mért faanyagok közül. Azok mentén a vonalak mentén ahol a túl mély edényen haladt keresztül nagyobb P_{vk} értéket kaptunk, ahol azonban nem volt edény ott kisebbet. Emiatt a két érték közti különbség jelentős lesz.

A P_{pk} paraméter értékeinél a nyár és a tölgy esetén kaptam a legkisebb eltérést, okume és zebrano esetén a legnagyobb eltérést.

A redukált csúcsmagasság értékei közt nagy különbség azoknál a fafajoknál alakulhatott ki, amelyek felületén a megmunkálás során több kiszakadt rostdarab található meg. Ezek a rostok kiszakadtak a felületből, de nem szakadtak el teljesen tőle. Mivel a mérőtű leszorító ereje napjainkban 0,7 - 0,8 mN értékre csökkent, ezért ezeket nem tolja el maga előtt, hanem átugrik rajtuk. Zebrano, okume és balsa esetén nagy különbségek láthatóak, ezért arra lehet következtetni, hogy ezek felületén a megmunkálás hatására sok felszakadt rost található.

Tölgy esetén láttuk, hogy a P_k és P_{pk} paraméterek értékei között nem volt nagy különbség, azonban a P_{vk} paraméter értékeinél ez nem mondható el. Éppen ezért, visszakerestem a P_{vk} maximum és minimum értékei alapján, hogy melyik vonal mentén kaptam ezeket az érdességi paramétereket. Ezeknek elkészítettem az Abbot görbéit, hogy megtudjam, mi okozza a nagy különbséget.



21. ábra Tölgy Abbot görbéi

A különbség azért alakult ki, mert, az első görbe esetén a tű olyan vonal mentén haladt, hogy a mély edényeket is mért, azonban a második Abbot görbén látható hogy ott valószínűleg nem volt ilyen.

A tölgy nagy edényei miatt fordulhat elő az, hogy a P_k paraméter értékeiben nem találunk nagy eltéréseket, de a P_{vk} paraméter értékeiben viszont igen. Ezen a két görbén is látható, hogy a P_{pk} és P_k paraméterek értékei nem változtak nagymértékben csak a P_{vk} paraméter értékei.

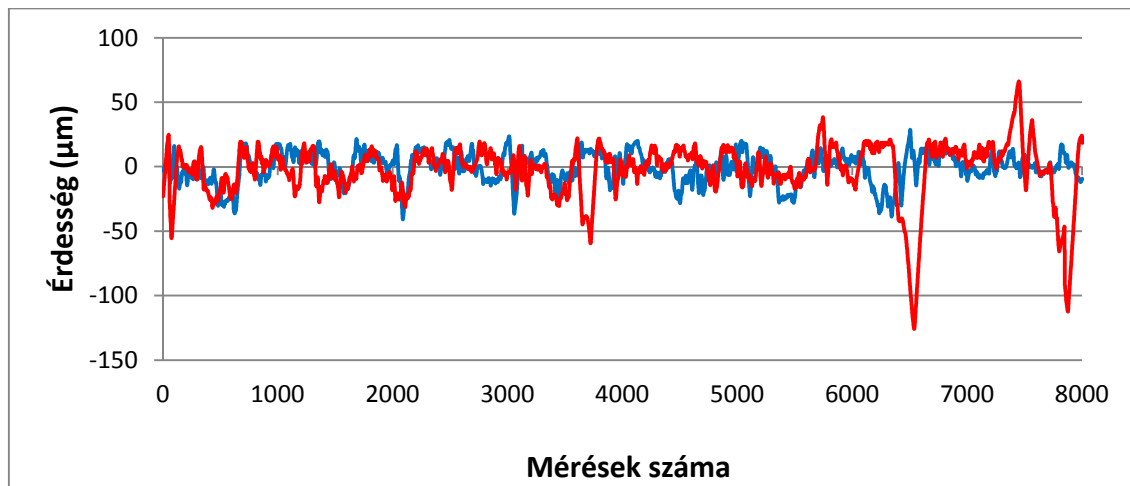
Érdekes balsa esetén, hogy itt viszont P_k paraméter értékei között kicsi eltérés tapasztalható, P_{vk} és P_{pk} paramétereknél nagy. Ez annyit jelent, hogy a magprofil állandó, azonban a csúcsmagasság és völgymélység értékek nagymértékben változtak attól függően, hogy hol történt a mérés.

Mindhárom érdességi paraméter esetén P_k , P_{vk} , P_{pk} , zebrano faanyagnál kaptam a legnagyobb átlagértékeket, nyárnál a legkisebb átlagértékeket bár P_{vk} , érték esetében vannak fafajok, amelyeknél kisebb az érték.

A következő három érdességi paraméter a P_z , azaz a maximális profilmagasság a mintavételezési hosszon, és a P_t , azaz a maximális profilmagasság az értékelési hosszon, és a P_{max} , azaz a maximális érdesség a mintavételezési hosszon.

A kapott 9 érdességi paraméter közül ennek a három paraméternek az értékei változnak a legnagyobb mértékben a mérés helyétől függően. Ez azt jelenti, hogy fafajtól függetlenül (alumínium esetében is), ezen három érdességi paraméter értékeit befolyásolja a legnagyobb mértékben a mérés helye. Ezek a paraméterek a legmélyebb völgy és a legmagasabb csúcs közti távolságot jelentik, különböző értékelési hosszakon. A paraméterek értékei minden mérési vonal mentén nagymértékben változtak attól függően, hogy a mért vonal mentén milyen mély edények találhatók. Ahol mély edény is található, ott magasak lesznek az értékek, ahol nincs ott alacsonyabbak.

Kimagasló különbségeket kaptunk balsa és zebrano faanyagoknál, e három érdességi paraméter esetén. Ez azt jelenti, hogy balsa esetében nagy különbségek vannak a paraméterek értékei közt, attól függően, hogy melyik vonal mentén történt a mérés. A legkisebb eltéréseket az értékek közt nyár esetében figyelhetjük meg.



22. ábra Zebrano felületi érdessége két vonal mentén

Zebrano esetében a legnagyobbak az eltérések a három paraméter értékei között. A nagy eltérések magyarázata a grafikonon jól látható. Míg a kék színnel jelölt vonal mentén nem láthatunk sem mély völgyet sem magas hegyet, addig a piros vonal mentén mindkettő megtalálható. A két mély völgy feltehetőleg két edényt jelöl, a kiugró hegy viszont egy felszakított rost miatt alakulhatott ki. A legmélyebb völgy és a kiugró csúcs közti távolság jóval nagyobb érték, mint amit például a kék vonal mentén kaptunk.

Összességében elmondható vannak olyan paraméterek, amelyek kevésbé függnak a mérés helyétől, és vannak olyanok is, amelyek értéke nagymértékben változik a mérés helyének függvényében. Kevésbé függ a mérés helyétől a P_a , P_k , nagymértékben függnak a P_z , P_{max} , és P_t paraméterek. Nem elég tehát a faanyagok felületének érdességét csak egy vonal mentén mérni és abból következtetni a felület minőségére.

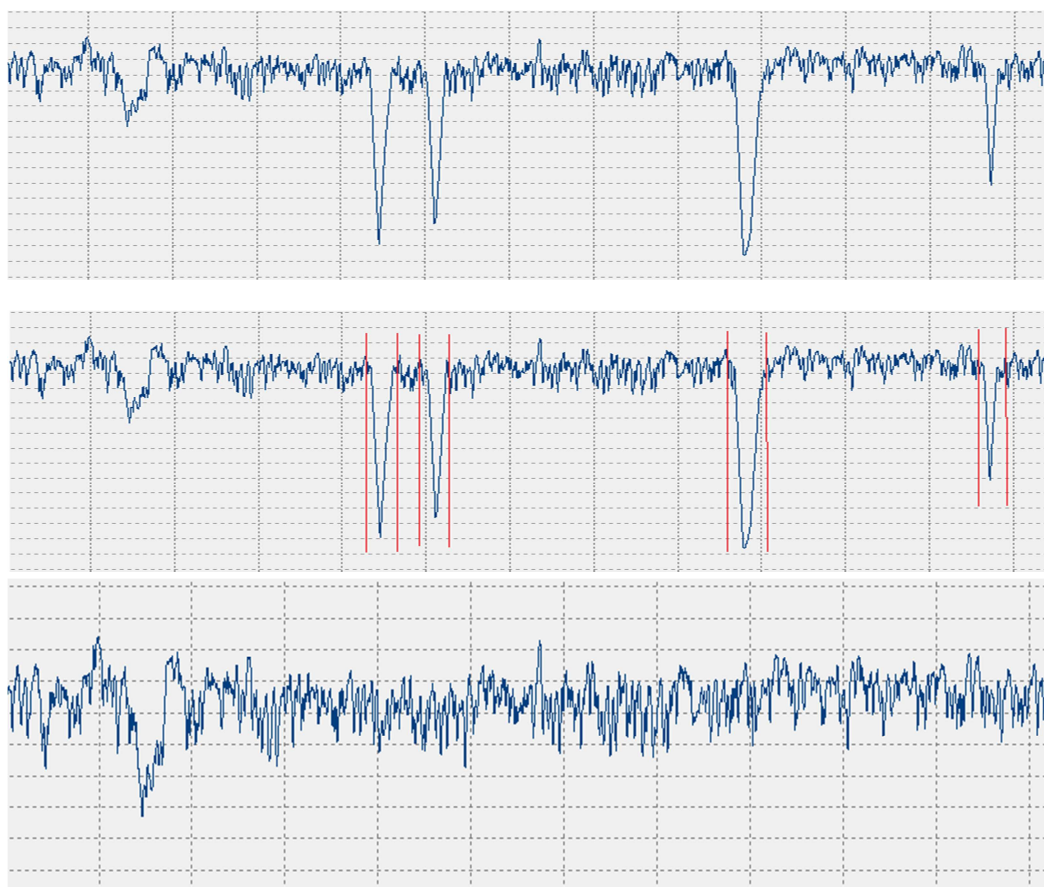
A különböző fafajok között is vannak azonban különbségek. Ahogy ezt láttuk majdnem az összes paraméter esetében a nyár fafajnál tapasztaltunk a legkisebb különbségeket. A többihez viszonyítva kis eltérések tapasztalhatók még erdei- és vörösfenyő, és kotibe esetén. Nagy eltérések vannak például zebrano és balsa faanyag esetén. Ezeknél az anyagoknál nagymértékben függ tehát a mért felületi érdesség a mérési vonal helyétől.

5.2. Gyalult minták szűrt profilok:

A mért adatok kiértékelése után láthatóvá vált, hogy a nagyméretű edényekkel rendelkező fafajok esetében alakultak ki a legnagyobb különbségek a paraméterek között. Mivel a Curve Cutter program lehetővé teszi az edények manuális eltávolítását a mért profilból, ezért elvégeztem ezt a szűrést, hogy megtudjam, hogyan változnak meg az eredmények.

A szűrést öt fafajon végeztem el (balsa, kőris, sapelli, tölgy, zebrano). Azért ezt az ötöt választottam, mert a mért faanyagok közül ezek rendelkeznek a legnagyobb edényekkel, és ezeknél könnyen és egyértelműen lehetett elvégezni a szűréseket. A többi fafajnál nem volt ilyen egyértelmű elkülöníteni az edényeket az érdességtől.

A szűréseket úgy végeztem, hogy a mért profilból kijelöltem az edények két szélét és a program kivágta a profilból a két pont közti darabot.

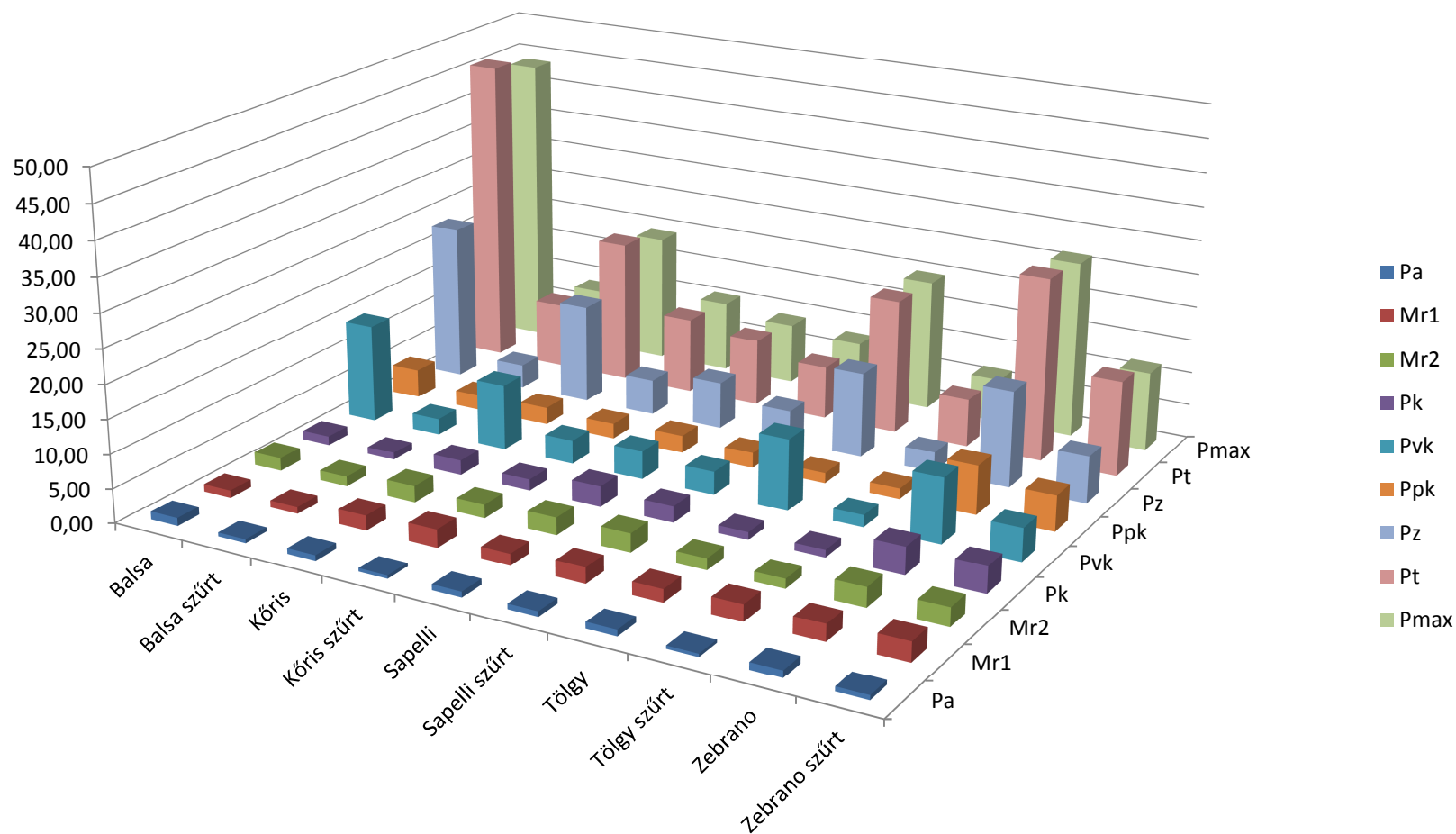


23. ábra A szűrés menete

	Balsa		Balsa Szűrt		Kőris		Kőris Szűrt		Sapelli		Sapelli Szűrt	
	<i>Ochroma lagopus</i>		<i>Ochroma lagopus</i>		<i>Fraxinus excelsior</i>		<i>Fraxinus excelsior</i>		<i>Entandrophragma cylindricum</i>		<i>Entandrophragma cylindricum</i>	
	Átlag (µm)	Szórás (µm)	Átlag (µm)	Szórás (µm)	Átlag (µm)	Szórás (µm)	Átlag (µm)	Szórás (µm)	Átlag (µm)	Szórás (µm)	Átlag (µm)	Szórás (µm)
Pz: (µm)	74,49	23,38	41,47	3,52	71,20	14,77	29,52	5,29	79,24	7,00	33,66	4,76
Pa: (µm)	5,86	1,16	4,64	0,57	4,56	0,81	2,74	0,48	7,72	0,83	6,36	0,77
Pt: (µm)	128,61	45,97	56,96	9,81	119,37	21,39	46,20	11,33	105,25	10,06	51,15	7,90
Pmax: (µm)	120,01	43,69	53,54	8,82	107,99	19,15	39,81	10,56	99,72	9,01	46,70	8,03
Pk: (µm)	17,98	1,31	17,03	1,05	13,62	2,14	11,82	1,64	17,50	2,97	14,27	2,47
Mr1: (%)	7,28	1,09	7,61	1,07	12,93	2,16	14,56	2,62	6,97	1,68	8,58	2,32
Mr2: (%)	84,09	1,88	85,80	1,43	87,23	2,38	91,64	2,05	78,04	2,54	84,44	2,73
Ppk: (µm)	21,03	4,25	20,07	2,30	14,17	2,52	12,37	2,23	21,95	2,60	21,21	2,24
Pvk: (µm)	34,37	14,67	13,49	2,37	44,94	9,71	13,22	3,51	36,66	4,17	10,06	3,40

	Tölgy		Tölgy Szűrt		Zebrano		Zebrano Szűrt	
	<i>Quercus robur</i>		<i>Quercus robur</i>		<i>Microberlinia brazzavillensis</i>		<i>Microberlinia brazzavillensis</i>	
	Átlag (µm)	Szórás (µm)	Átlag (µm)	Szórás (µm)	Átlag (µm)	Szórás (µm)	Átlag (µm)	Szórás (µm)
Pz: (µm)	69,88	12,64	29,10	2,93	85,71	14,27	60,78	6,88
Pa: (µm)	5,00	0,92	3,49	0,45	7,98	1,03	6,60	0,65
Pt: (µm)	118,07	20,04	45,50	7,09	132,32	27,35	85,03	14,13
Pmax: (µm)	108,73	19,71	39,26	6,52	121,40	26,36	77,43	11,74
Pk: (µm)	10,84	1,09	9,70	1,07	35,53	4,04	33,08	3,87
Mr1: (%)	12,54	1,88	13,91	2,42	5,57	2,44	5,85	2,82
Mr2: (%)	85,59	1,72	89,82	1,39	86,29	2,87	88,35	2,74
Ppk: (µm)	16,63	1,51	16,07	1,56	30,22	7,26	26,82	5,31
Pvk: (µm)	38,93	10,50	7,09	1,76	48,57	9,59	30,85	4,82

24. ábra Az érdességi paraméterek számolt értékei szűrés után



25. ábra Az érdelességi paraméterek szórása szűrés után különböző fafajok esetén

Ezután a szűrt profilnak elkészítettem az anyagtartalom görbáját és megkaptam az érdeességi paramétereket. Ezeket ugyanúgy hasonlítom össze, mint az előzőekben. A fafajonkénti érdeességi paraméterek változásairól készített grafikonok a mellékletben megtalálhatók.

Elsőként itt is a P_a paraméter értékeit hasonlítom össze. A szűrt értékeknél is elmondható, hogy ennél a paraméternél volt a legkisebb az eltérés minden fafaj esetén.

A következő paraméter a P_k . Szűrés után a P_k paraméter esetében zebranonál tapasztalható a legnagyobb eltérés az értékek közt, balsánál a legkisebb. Ha megnézzük a szűrés előtti és szűrés utáni grafikonokat ezen fajok és ezen paraméter esetében akkor látható, hogy az edények kiszűrésével nem változtak nagymértékben a P_k paraméter értékei. Ez az összes fafaj esetében igaz. Nem sokkal, de minden fafaj esetében csökkentek az értékek, és kismértékben az értékek közti különbségek.

A következő két paraméter P_{vk} , és a P_{pk} . A két paraméter közül természetesen az edények kiszűrésével a P_{vk} paraméter értékei csökkentek nagyobb mértékben. Nemcsak az értékek csökkentek azonban nagymértékben, hanem az értékek közti különbségek is.

P_{pk} paraméter esetében viszont alig figyelhető meg változás a szűrés előtti és szűrés utáni értékek között. Mivel szűréssel a mély edényeket vágtam ki a felületből, ezért a redukált csúcsmagasság értékei csak minimális mértékben csökkentek. Mind az öt fafaj esetében elmondható, hogy kicsi a paraméter értékei közti különbségek csökkenése is.

Az utolsó három paraméter P_t , P_z , és a P_{max} . A szűrések elvégzése után is ez a három paraméter az, amelyeknél a legnagyobb különbségek figyelhetők meg az értékek között. Szűrés hatására csökkentek a különbségek, de ebben az esetben is kimagasló különbségeket figyelhetünk meg ezen három paraméter esetében a többi érdeességi paraméterhez viszonyítva.

Szűrés után azonban mind az öt fafaj esetében nagymértékben csökkentek a különbségek. Ez a grafikonokon az egyes paraméterek görbéinek kitérésén jól látható.

5.3. Csiszolt minták:

Minekután látható, hogy szűrés hatására milyen mértékben csökkentek egyes érdességi paraméterek értékei közti különbségek, úgy gondoltam készítek néhány csiszolt próbatestet és megvizsgálom, csiszolás hatására hogyan változnak az értékek. Csiszolás hatására ugyanis a nagy edényekkel rendelkező fafajok esetében a csiszolatpor könnyen beleülhet az edényekbe, eltömítve azokat. Ennek következtében a mérőtű nem tudja az edényeket belemérni az érdességbe. Természetesen az eltömődés mértéke függ a fafajtól (edények mérete), és függ a csiszolópapír szemcsenagyságától. Kétféle szemcsenagyságú csiszolópapírt használtam. Egy finomabb 150-es, és egy durvább 40-es szemcsenagyságú papírt. Minkét papírral 4 fafajt csiszoltam meg száliránnyal párhuzamosan. A négy fafaj közül kettő nagy edényekkel rendelkezik (balsa, tölgy), kettő pedig kicsi edényekkel (bükk, erdeifenyő).

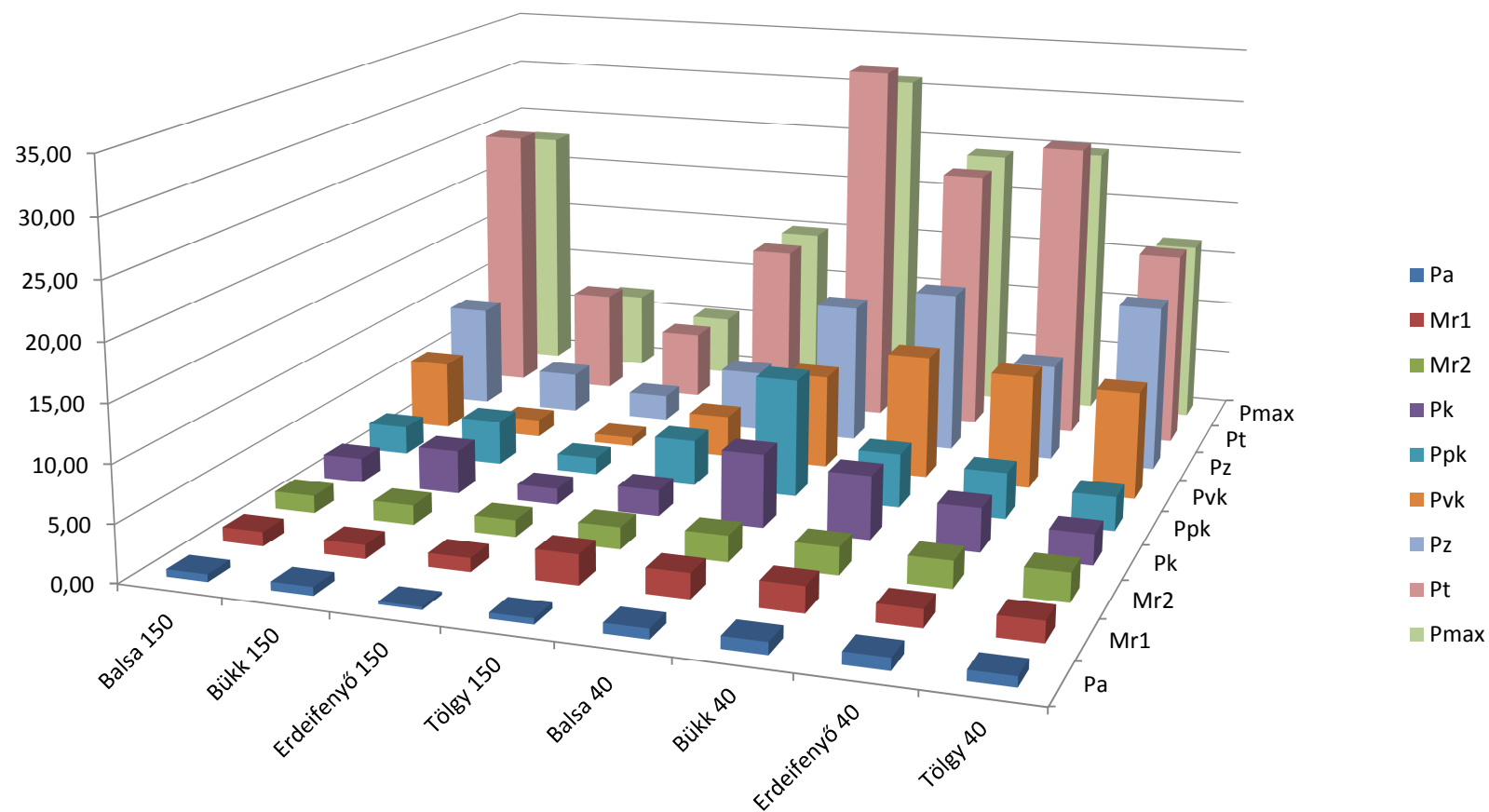
A felületek előkészítése után a mérések ugyanúgy zajlottak. Minden felületen 175 mérés, ezután az anyagtartalom görbe paramétereinek meghatározása, majd a grafikonok elkészítése. Ezek ebben az esetben is a mellékletben találhatók meg. A 40-es szemcsenagyságú papírral csiszolt felületeken azonban a 175 mérés helyett csak 100 párhuzamos mérést tudtam elvégezni. Az így kapott eredményekből is láthatók azonban a különbségek.

A grafikonokat nézve azonnal látható, hogy a legkisebb különbségeket csiszolás után is P_a paraméter esetén kaptuk. Egyértelmű a különbség azonban a két szemcsenagyságú papírral történő megmunkálás közt. A 40-es csiszolópapírral megmunkált felületeken minden fafaj esetében nagyobb különbségek figyelhetők meg P_a paraméter esetében.

Ez annak tudható be, hogy a csiszolatpor valóban eltömítette az edényeket, így a tű kisebb érdességet mért, amik között kisebb különbségek voltak, és így csökkentek az értékek közti különbségek. 40-es durvább papír hatására kevésbé, 150-es finomabb papír hatására nagyobb mértékben csökkentek az értékek, mivel a finomabb por könnyebben beleül az edényekbe, mint a durvább.

	Balsa 40		Balsa 150		Bükk 40		Bükk 150		Erdeifenyő 40		Erdeifenyő 150		Tölgy 40		Tölgy 150	
	<i>Ochroma lagopus</i>		<i>Ochroma lagopus</i>		<i>Fagus sylvatica</i>		<i>Fagus sylvatica</i>		<i>Pinus sylvestris</i>		<i>Pinus sylvestris</i>		<i>Quercus robur</i>		<i>Quercus robur</i>	
	Átlag (μm)	Szórás (μm)	Átlag (μm)	Szórás (μm)	Átlag (μm)	Szórás (μm)	Átlag (μm)	Szórás (μm)	Átlag (μm)	Szórás (μm)	Átlag (μm)	Szórás (μm)	Átlag (μm)	Szórás (μm)	Átlag (μm)	Szórás (μm)
Pz: (μm)	128,11	12,67	58,89	9,25	80,02	14,64	33,48	3,62	75,10	8,75	37,39	2,37	99,79	15,02	44,16	5,53
Pa: (μm)	13,16	0,89	5,53	0,65	6,93	1,04	4,68	0,74	7,78	1,05	4,67	0,25	10,19	0,87	4,81	0,51
Pt: (μm)	187,75	33,39	92,86	24,81	120,89	24,00	51,13	9,30	112,19	27,20	53,88	6,14	145,44	17,72	73,98	15,19
Pmax: (μm)	174,31	31,08	85,15	23,05	111,04	24,26	42,14	7,09	98,71	25,06	44,43	5,55	131,66	16,68	67,63	15,07
Pk: (μm)	62,16	6,50	23,08	2,17	30,67	5,63	19,17	3,88	35,57	3,88	19,71	1,43	44,19	2,70	18,80	2,31
Mr1: (%)	9,83	2,20	8,62	1,26	10,56	2,27	7,22	1,22	7,34	1,56	8,44	1,20	7,65	1,82	8,59	2,64
Mr2: (%)	88,54	2,30	87,98	1,57	88,05	2,40	87,67	1,76	85,97	2,38	89,65	1,48	86,14	2,53	87,13	1,94
Ppk: (μm)	62,88	10,56	24,76	2,52	32,05	4,82	20,84	3,98	33,24	4,13	22,47	1,51	38,72	3,01	22,93	4,10
Pvk: (μm)	60,28	8,43	24,84	6,18	38,24	11,11	12,02	1,55	37,23	10,23	12,02	0,81	54,31	9,65	15,87	3,74

26. ábra Az érdességi paraméterek számolt értékei csiszolás után



27. ábra Az érdességi paraméterek szórása csiszolás után

P_k paraméter esetében is jól látható a különbség a két csiszolópapírral történő megmunkálás közt.

A durvább 40-es papírral megmunkált felületek esetében ennél a paraméternél is nagyobb különbségek figyelhetők meg az értékek közt.

A durva csiszolás hatására emelkedtek a paraméter értékei közti különbségek, majd a finomabb csiszolás hatására újra csökkentek, de még mindig magasabbak, mint gyalulás után. Minden faanyag esetében a durva csiszolópapír szemcséi mély karcokat vágtak a felületbe, és így növekedtek a különbségek a paraméter értékei közt. Finom csiszolás hatására is nagyobbak a különbségek ezen paraméter esetében mint gyalulás után.

P_{vk} és P_{pk} paraméterek értékei közti különbségek is eltérnek a két csiszolópapír használata után. P_{vk} paraméter esetében is ugyanolyan módon változtak az értékek, mint P_k paraméter esetében. A durva csiszolás hatására emelkedtek a paraméter értékei közti különbségek, majd a finomabb csiszolás hatására újra csökkentek.

P_{vk} paraméter esetében azonban megint érdekes értékekkel találkozhatunk. Durva csiszolás hatására balsa, és tölgy faanyagok esetében csökkentek a különbségek. Bükk és erdeifenyő esetében azonban növekedtek. Ebből arra lehet következtetni, hogy a nagyedényes fajoknál csiszolás hatására valamennyire eltömődtek az edények, így csökkentek a különbségek a paraméter értékei között. Kis edényekkel rendelkező fajoknál azonban a csiszolópapír által okozott felületi karcok mélyebbek lettek, mint magának a faanyagnak az érdessége. Így ebben az esetben növekedtek a különbségek. Finomabb csiszolás hatására aztán jelentős csökkenés figyelhető meg, minden faj esetében. A finom csiszolás után kisebbek lettek a különbségek, mint gyalulás után. Ez megint csak az edények eltömődésének köszönhető.

Csiszolás után is a P_t , P_z , és P_{max} érdességi paraméterek rendelkeznek a legnagyobb eltérésekkel az értékek között.

Mindhárom érdességi paraméter esetében az értékek változásában ugyanazok a tendenciák figyelhetők meg. Nagyedényes fajok esetén (balsa, tölgy) csiszolás hatására csökkentek a különbségek az értékek közt. Durva csiszolás hatására kevésbé, finom csiszolás hatására nagyobb mértékben. Kis edényekkel rendelkező faanyagok esetében (bükk, erdeifenyő) a durva csiszolás után nagyobb különbségeket figyelhetünk meg az értékek közt, mint gyalulás után. Finom csiszolás után azonban kisebbek lettek a különbségek, mint gyalulás után.

Az adatok kiértékelésével láthatóvá váltak a különbségek a paraméterek és fajok közt. Természetesen nem csak ez a kiértékelési módszer létezik, a mért adatokat másféle statisztikai mérőszámokkal is lehet jellemezni, és több más módszer is létezik a kiértékelés elvégzésére. Más statisztikai mérőszámokkal esetlegesen még többet tudhatunk meg a mért adatokból.

6. Összefoglalás:

Dolgozatom célja, a 2d tapintós felületi érdesség mérés térbeli kiterjesztése, és így a mért felület nagyságának hatása a természetes faanyag érdességére. Munkám során arra a kérdésre kerestem a választ, hogy milyen mértékben befolyásolja az érdességi paraméterek számértékét a mérés helye, azaz hogy melyik vonal mentén mérem az érdességet. Mint ahogy a dolgozatból kiderül, minden érdességi paraméter értékei másképpen változnak meg, attól függően, hogy melyik vonal mentén mértem az érdességet. Vannak olyan paraméterek, amelyeket kevésbé befolyásolja a mérés pontos helye. Ilyen érdességi paraméter P_a , azaz az átlagos érdesség, és a P_k , azaz a magprofil magassága. E két érdességi paraméternél nagyobb különbségek figyelhetők meg a P_{pk} , és P_{vk} azaz a redukált csúcsmagasság és völgymélység paraméterek esetében. Ez azt jelenti, hogy ezeknél a paramétereknél már nagymértékben befolyásolja a kapott eredményeket a mérés helye. A legnagyobb különbség pedig egyértelműen P_z , P_t , és P_{max} , azaz a maximális profilmagasság különböző értékelési hosszakon, paraméterek rendelkeznek. Ezen három paraméternél tapasztalható a legnagyobb eltérés az eredményekben a mérés helyétől függően.

Az egyes érdességi paraméterek értékei közti különbséget kétféle módon is lehet csökkenteni. Az egyik módszer, amit alkalmaztam az edények kiszűrése a mért profilból. Ahogy az eredményekből kiderül valóban csökkentek az egyes paraméterek értékei közötti különbségek, de szűrés után is megfigyelhetők a különbségek a paraméterek között.

Szűrések után is az átlagos érdesség és a magprofil magasságának az értékei változtak a legkevesebbet a mérés helyétől függően, és a maximális profilmagasság értékei között voltak a legnagyobb eltérések.

A másik módszer a paraméterek értékei közti különbségek csökkentésére a felületek csiszolása. Csiszolás után kisebb mértékben ugyan, de csökkentek a különbségek. Ezeken a felületeken is megfigyelhető ugyanaz a különbség a paraméterek közt, mint az előző esetekben.

Összességében tehát elmondható, hogy ahhoz hogy egy felületről pontos képet kapjunk többszöri, egymás melletti mérésre van szükség.

Egyetlen vonal menti mérés után nem lehet kijelenteni, hogy a kapott értékek egyértelműen jellemzik a felületet. Különösen igaz ez a kijelentés azokra a paraméterekre, amelyek nagy eltérésekkel rendelkeznek (P_z , P_t , P_{max}).

Természetesen nagy különbség van a faanyagok között is. Nyár, és vörösfenyő fafajoknál jóval kisebbek voltak a különbségek minden érdeességi paraméter esetében, a többi fafajhoz viszonyítva. Ez azt jelenti, hogy ezen fafajok esetében kevésbé függ az érdeességi paraméterek értéke a mérés helyétől. Nagymértékben függ azonban balsa és zebrano esetén. Ezeknél a fafajoknál egyáltalán nem mindegy a mérés helye.

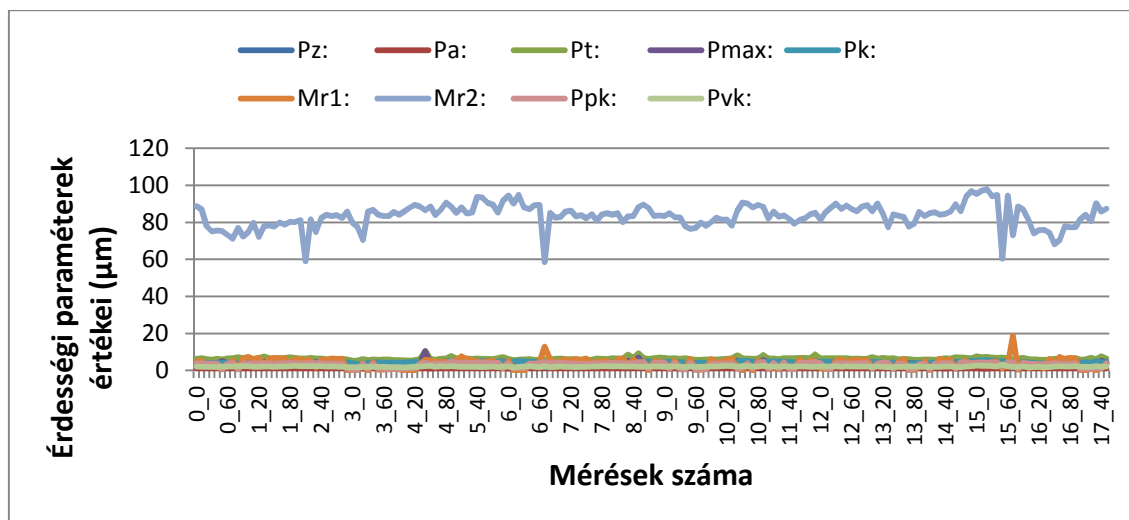
7. Irodalomjegyzék:

1. http://faipar.fmk.nyme.hu/Faipar_50_2.pdf
2. http://faipar.fmk.nyme.hu/Faipar_51_1.pdf
3. <http://forgacsolaskutatas.hu/elmelet/feluletminoseg.xml>
4. <http://frictioncenter.engr.siu.edu/course/file10.html>
5. http://193.224.76.4/download/konyvtar/digitgy/phd/2008/horvath_sandor.pdf
6. http://glink.hu/PAGES/bmegepesz/FILES/m%C3%A9r%C3%A9stech._%C3%A9s_automatiz%C3%A1l%C3%A1s-jegyzet-2007125394_bmegepesz.glink.hu.pdf
7. http://ilex.efc.hu/PhD/fmk/csihacs/de_1005.pdf
8. M. Sander (1993) Oberflächenmesstechnik für den Praktiker, Feinprüf Perthen GmbH, Göttingen (1993)
9. Dr. Magoss Endre (2006): Természetes faanyagok felületi érdekessége. Sopron
10. Dr. Boronkai László (szerk.) (2003): Faipari Kézikönyv III. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron.
11. Dr. Molnár S. – Dr. Bariska M. (2005): Magyarország ipari fái Szaktudás Kiadó Ház Rt., Budapest.
12. Dr. Molnár S. (1999): Faanyagismeret. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
13. MSZ EN ISO 4287:1998 Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Terms, definitions and surface texture parameters (ISO 4287:1997)
14. MSZ EN ISO 3274:1996 Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Nominal characteristics of contact (stylus) instruments
15. ISO 13565-3:1998 Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Profile method; Surfaces having stratified functional properties
16. ISO 13565-2:1996 Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Profile method; Surfaces having stratified functional properties
17. ISO 11562:1996 Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Metrological characteristics of phase correct filters

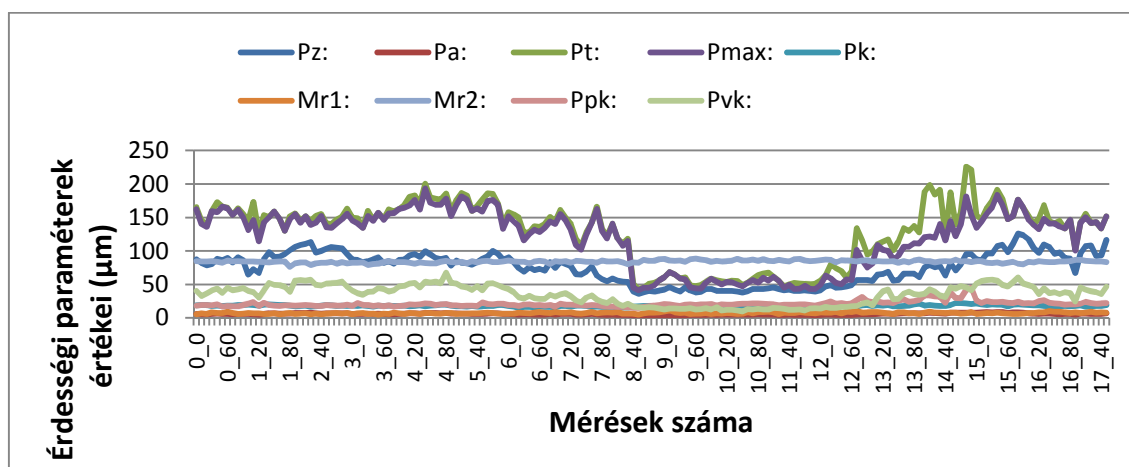
18. <http://www.mytolerans.se/up1/files/1980.pdf>
19. http://dspace.eme.ro/bitstream/10598/11185/1/15_FMTU2010%20_%20Nagyne%20Halasz%20Erzsebet%20_%20243-246%20old.pdf
20. <http://www.google.hu/search?hl=hu&biw=1366&bih=585&q=p%C3%A1szt%C3%A1z%C3%B3+elektronmikroszk%C3%B3p+m%C5%B1k%C3%B6d%C3%A9se&aq=f&aqi=&aql=&oq=>
21. oktatas.ch.bme.hu/oktatas/.../Szilárd--SEM-EDX-tananyag.doc

8. Melléklet

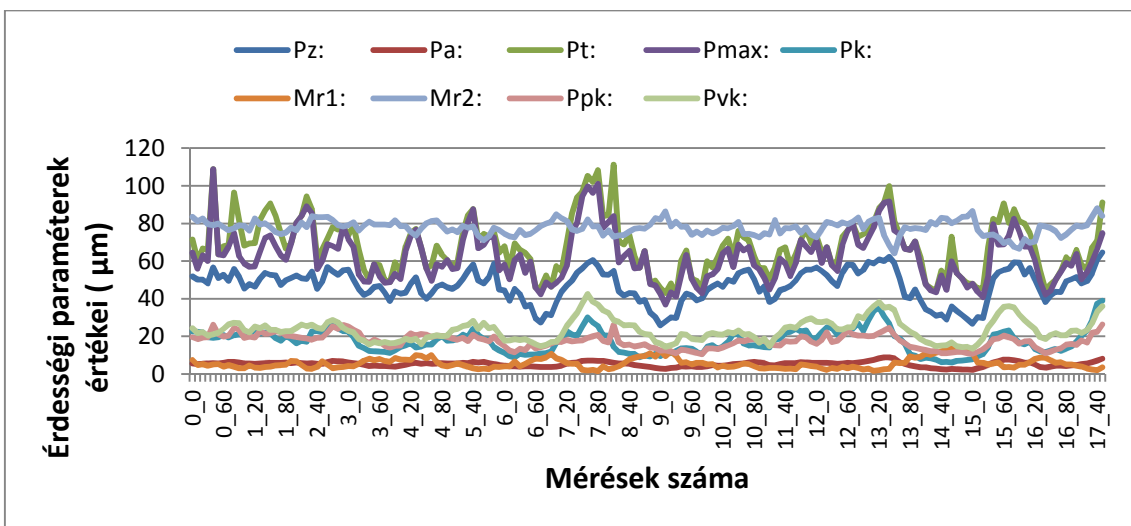
Az érdességi paraméterek változásait ábrázoló grafikonok fafajonként:



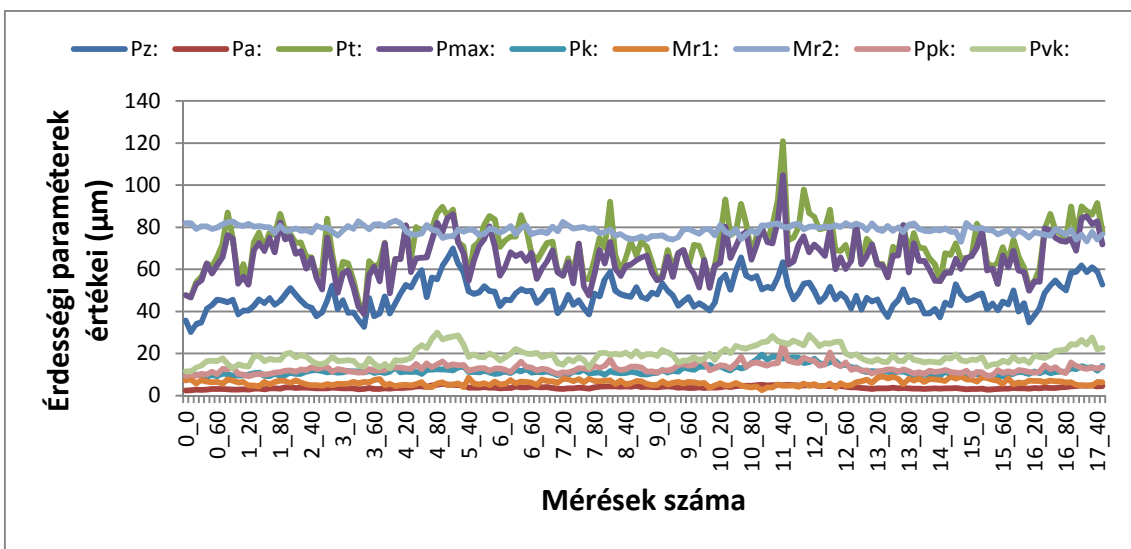
1. grafikon Alumínium



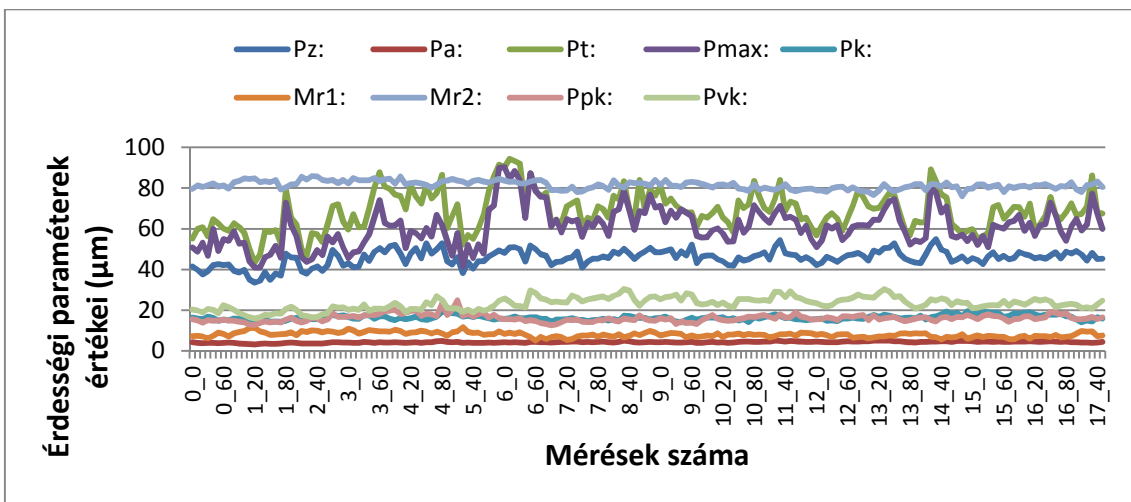
2. grafikon Balsa



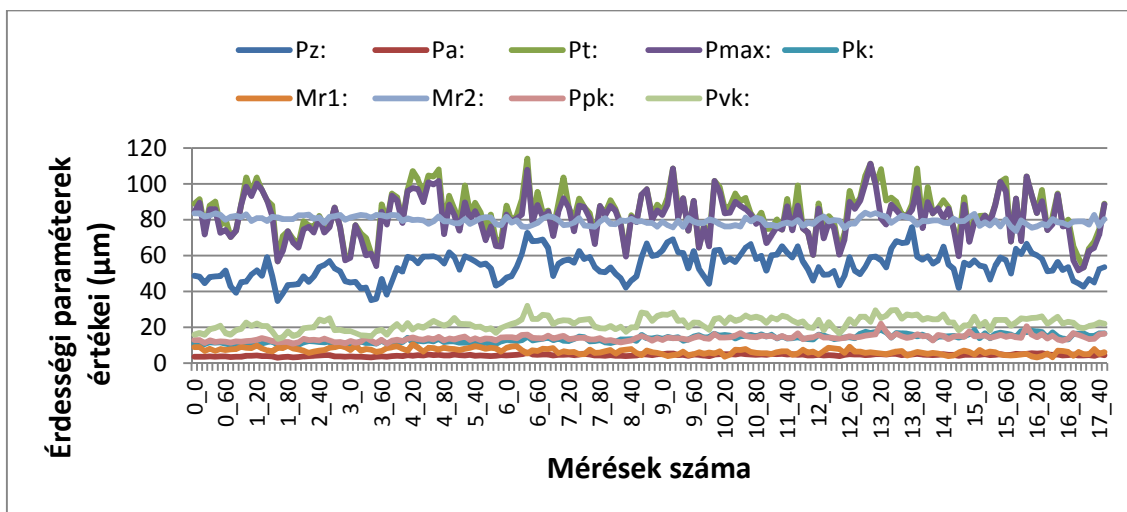
3. grafikon Bükk



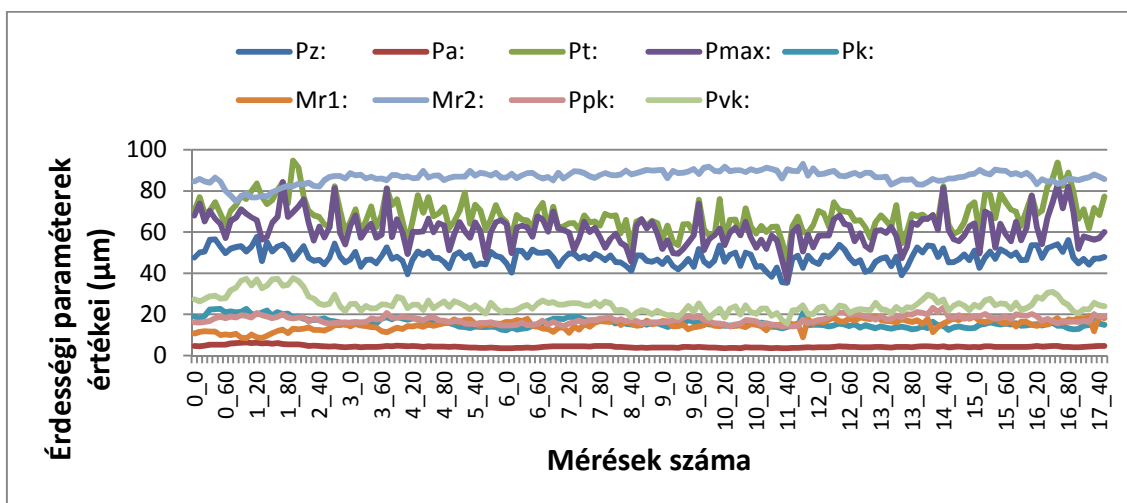
4. grafikon Dió



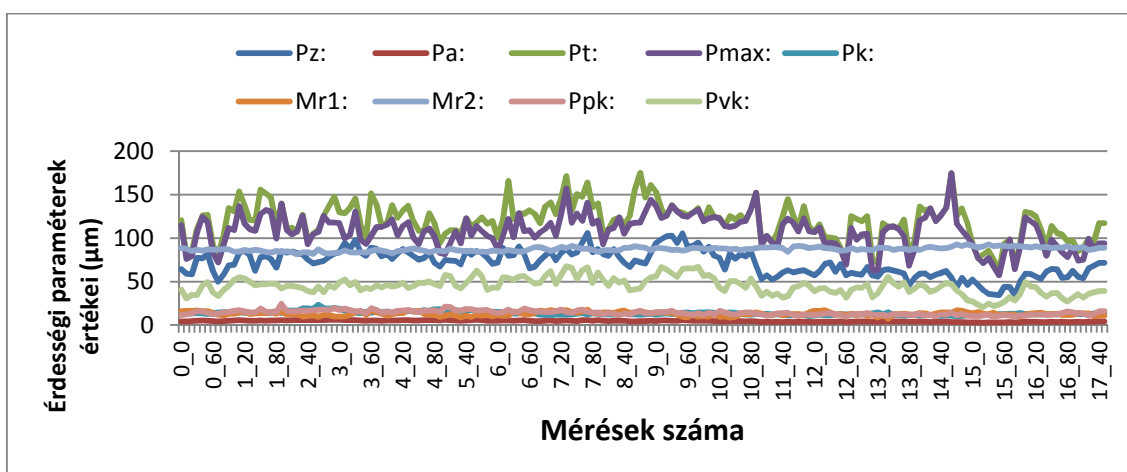
5. grafikon Erdeifenyő



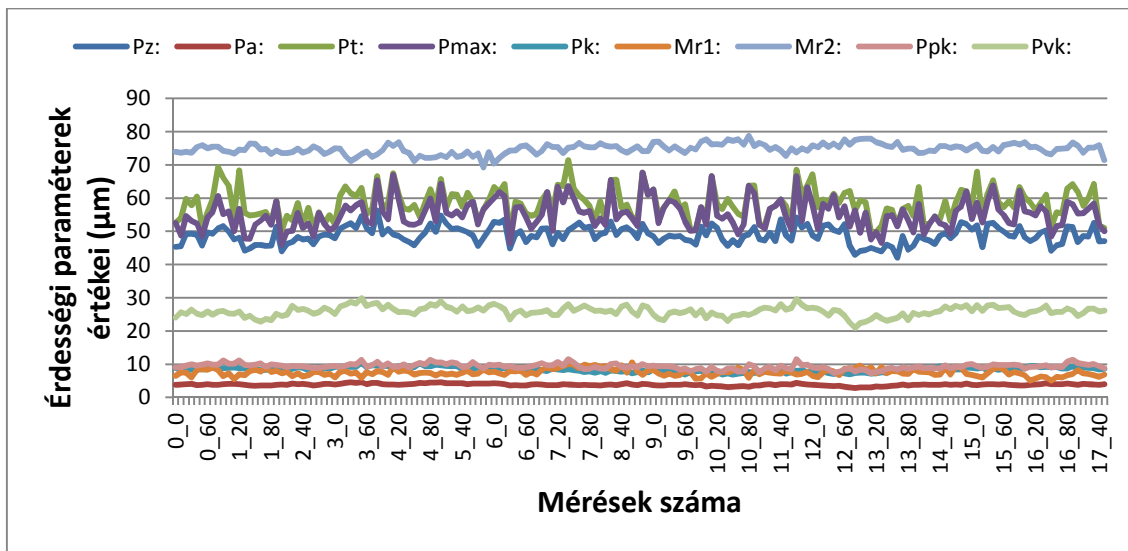
6. grafikon Etimoe



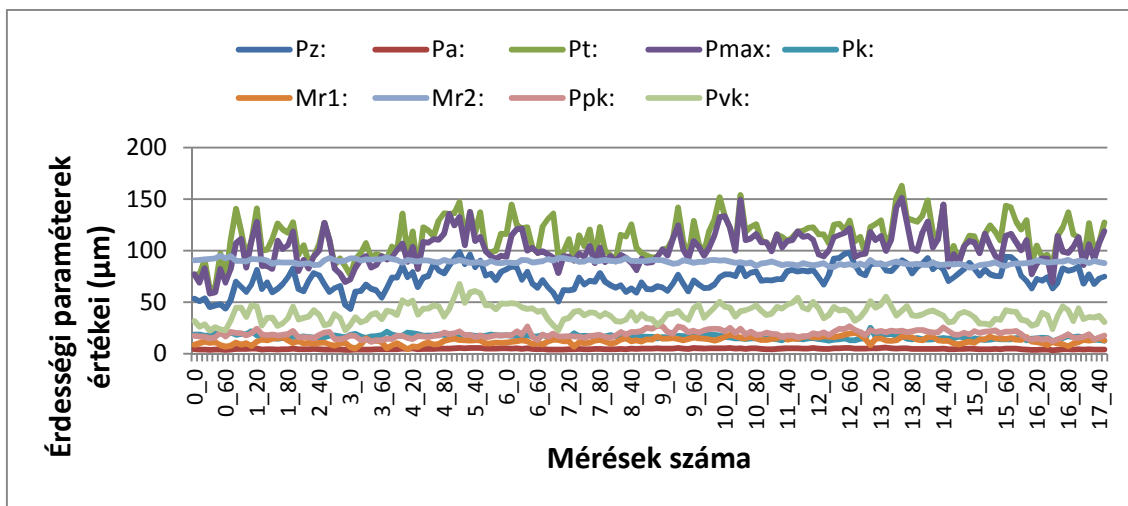
7. grafikon Kotibe



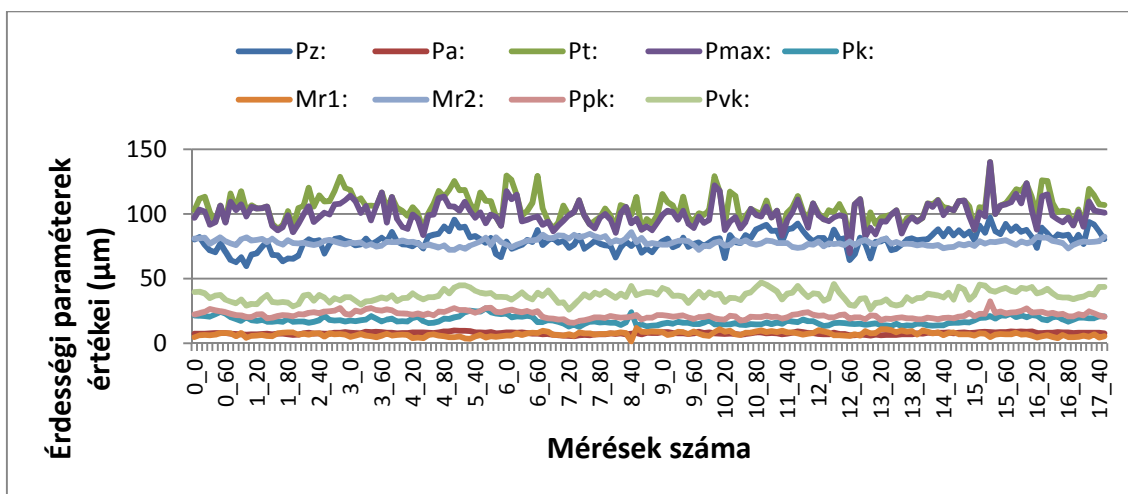
8. grafikon Kőris



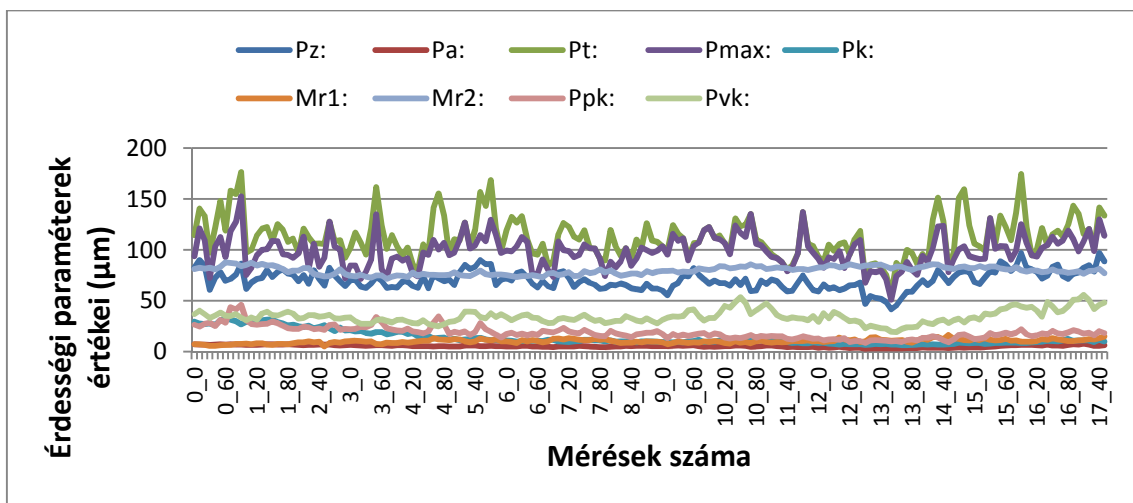
9. grafikon Nyár



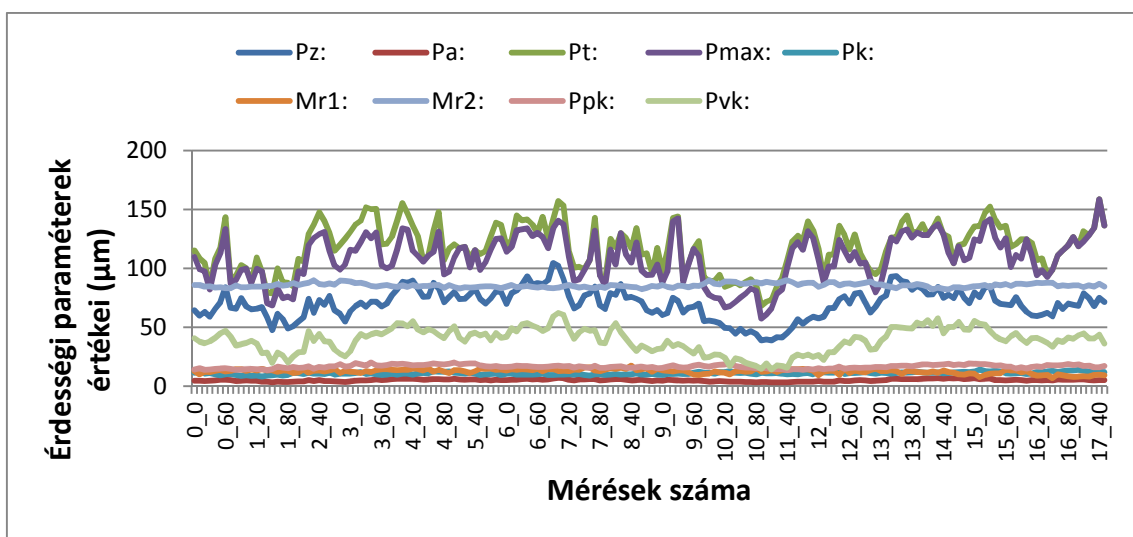
10. grafikon Sipo



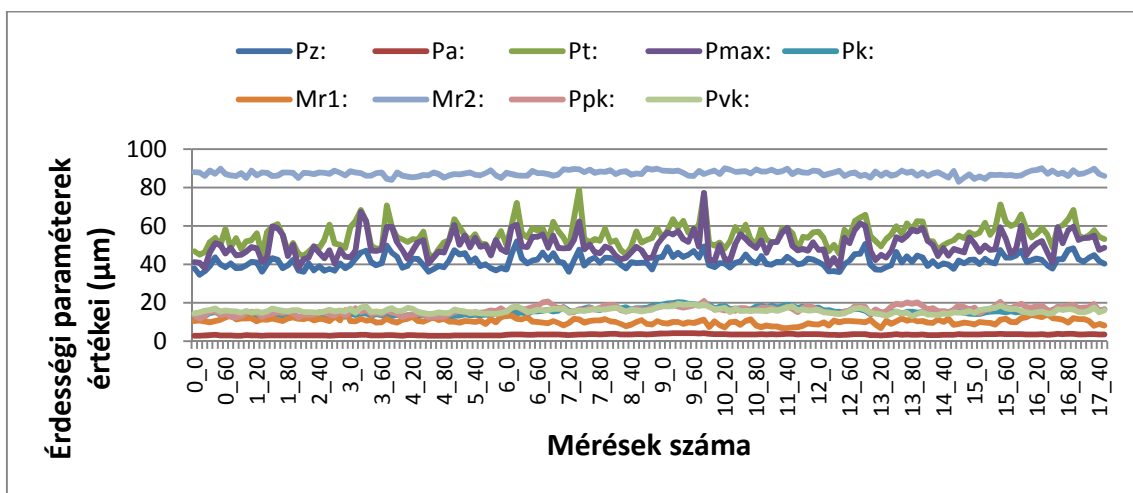
11. grafikon Sapelli



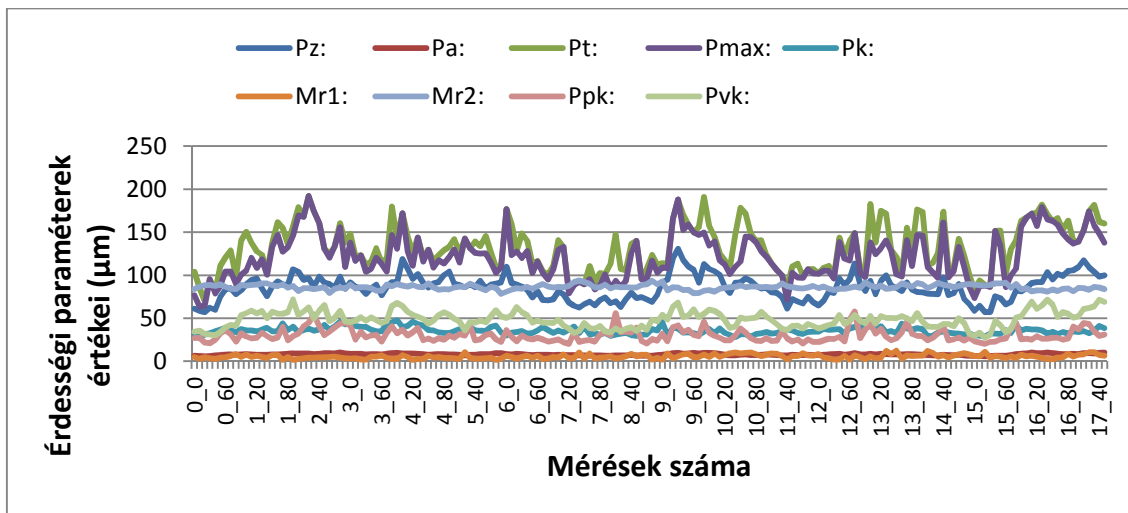
12. grafikon Okume



13. grafikon Tölgy

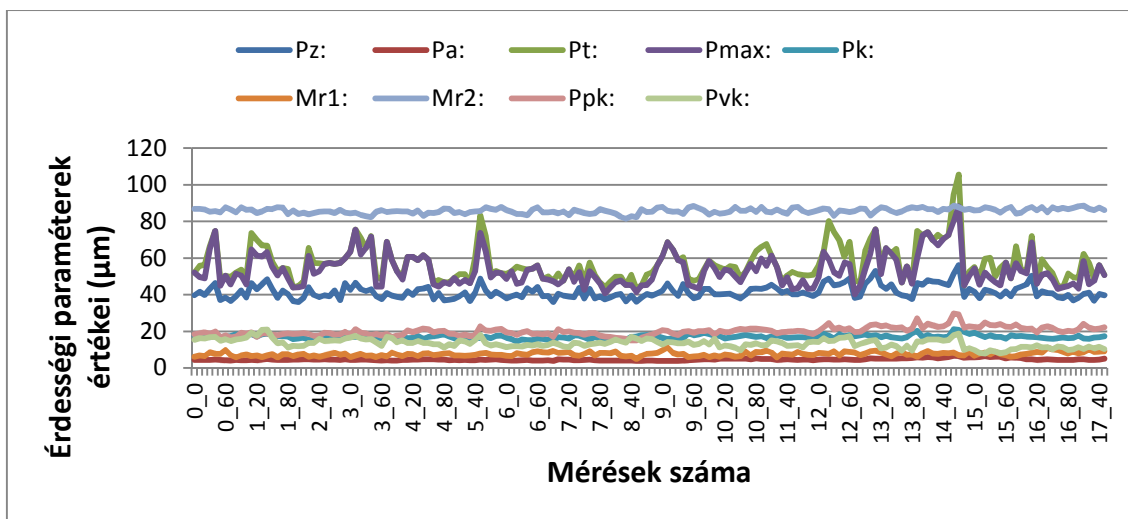


14. grafikon Vörösfenyő

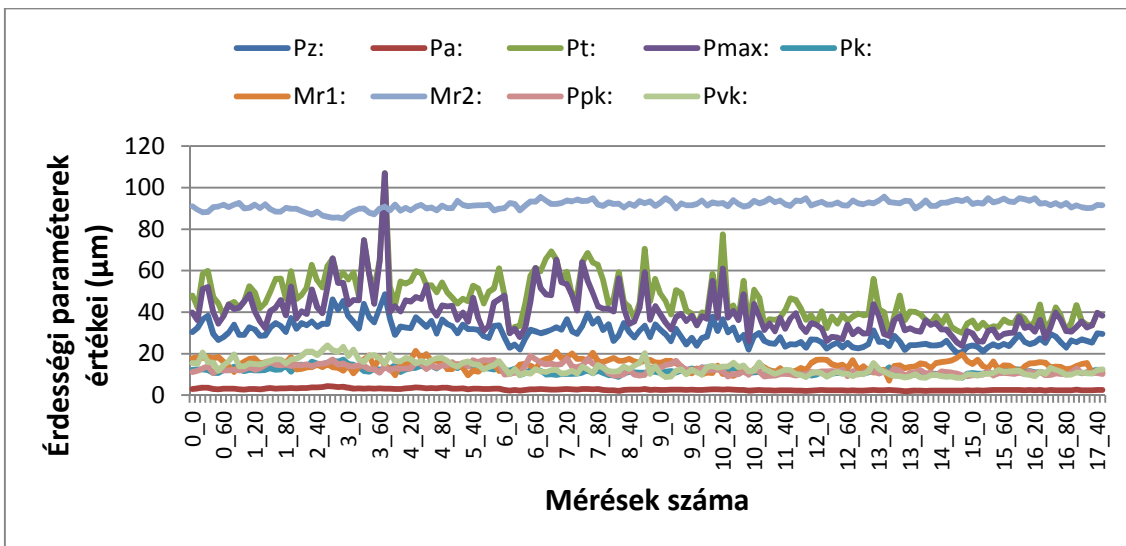


15. grafikon Zabrano

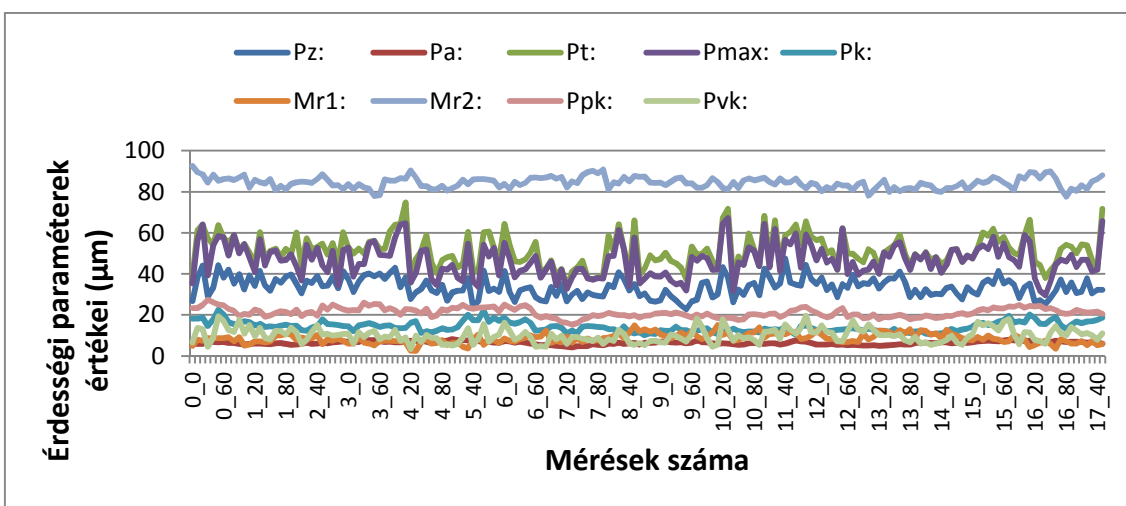
Szűrt profilok



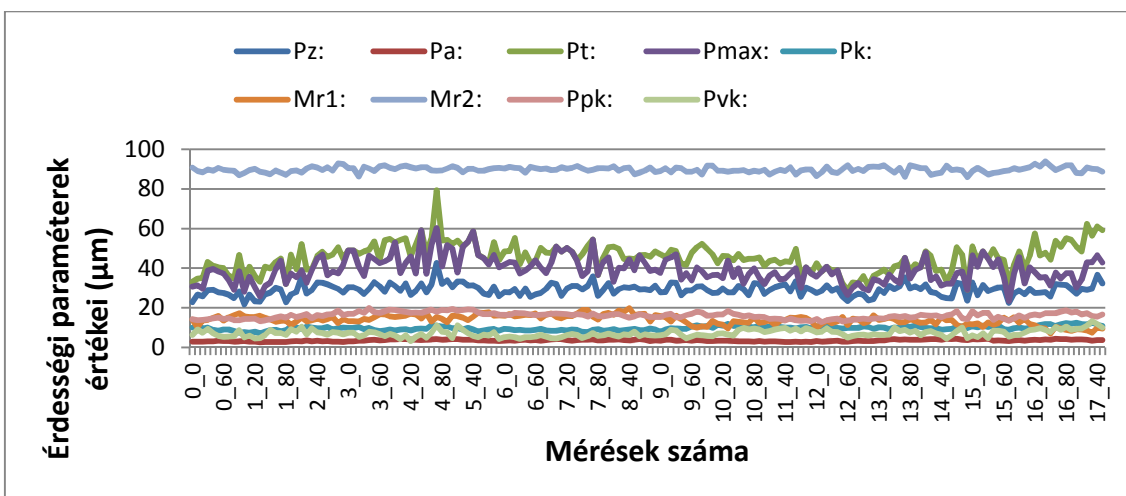
16. grafikon Balsa



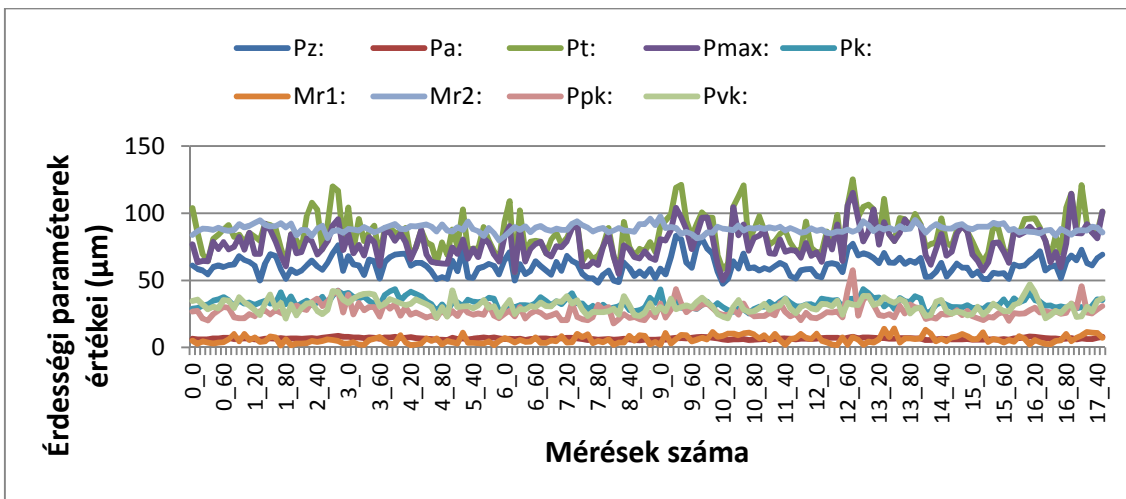
17. grafikon Kőrös



18. grafikon Sapelli

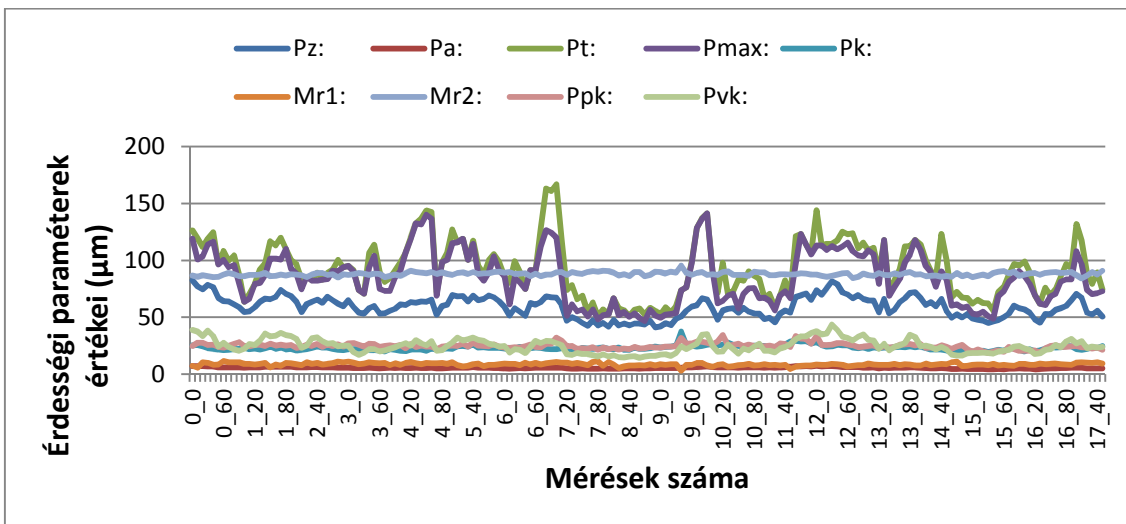


19. grafikon Tölgy

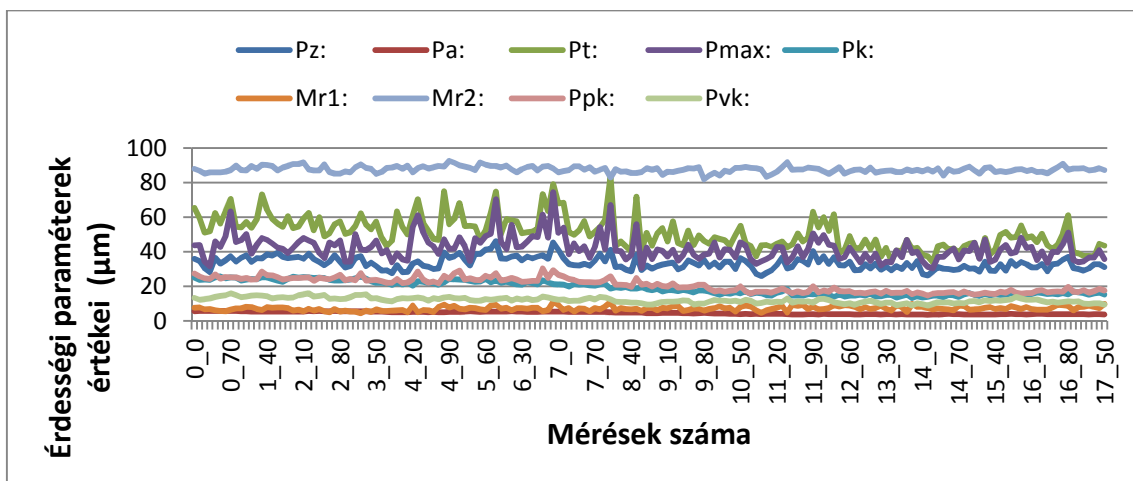


20. grafikon Zebrano

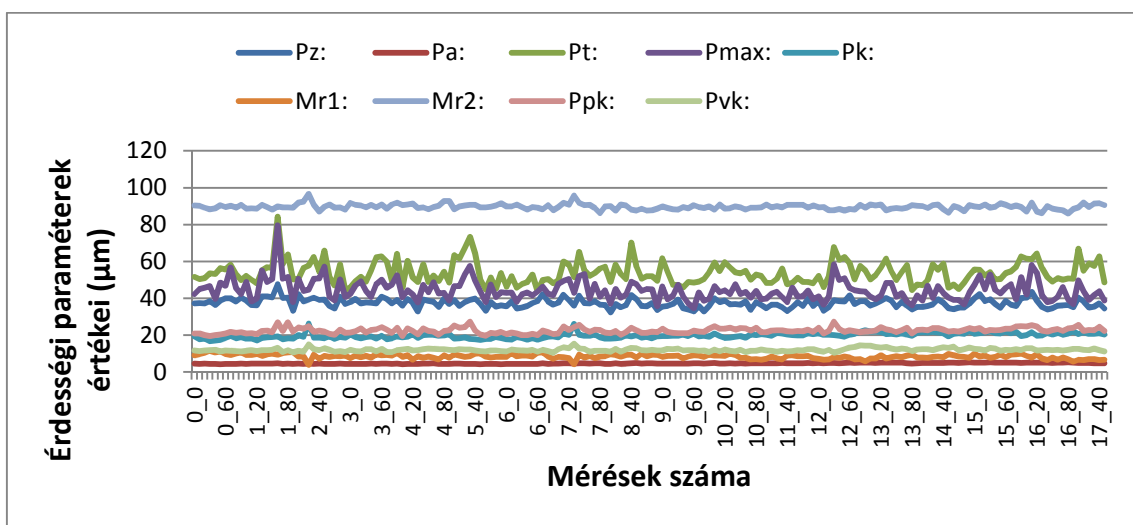
Csiszolt profilok



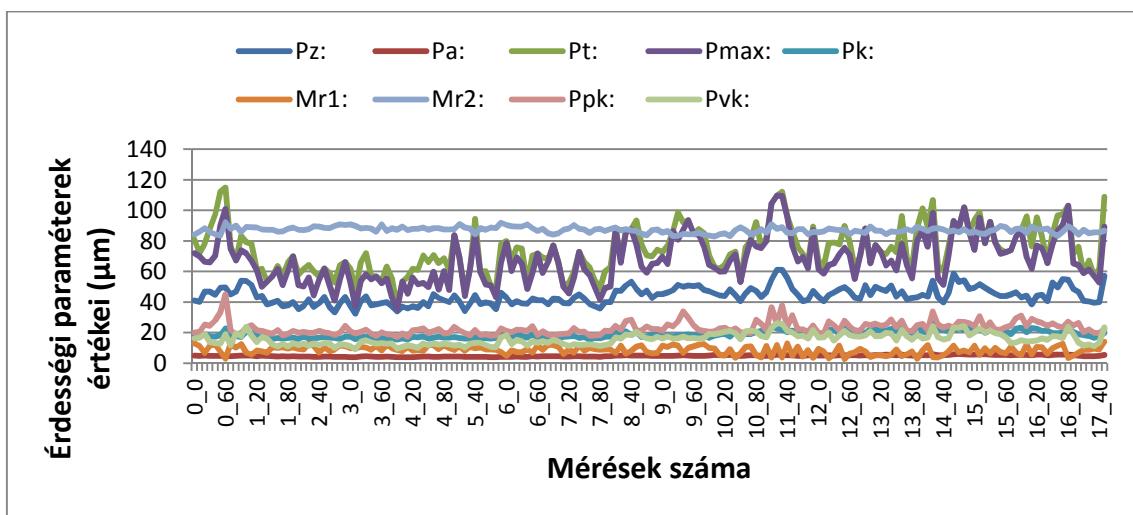
21. grafikon Balsa 150



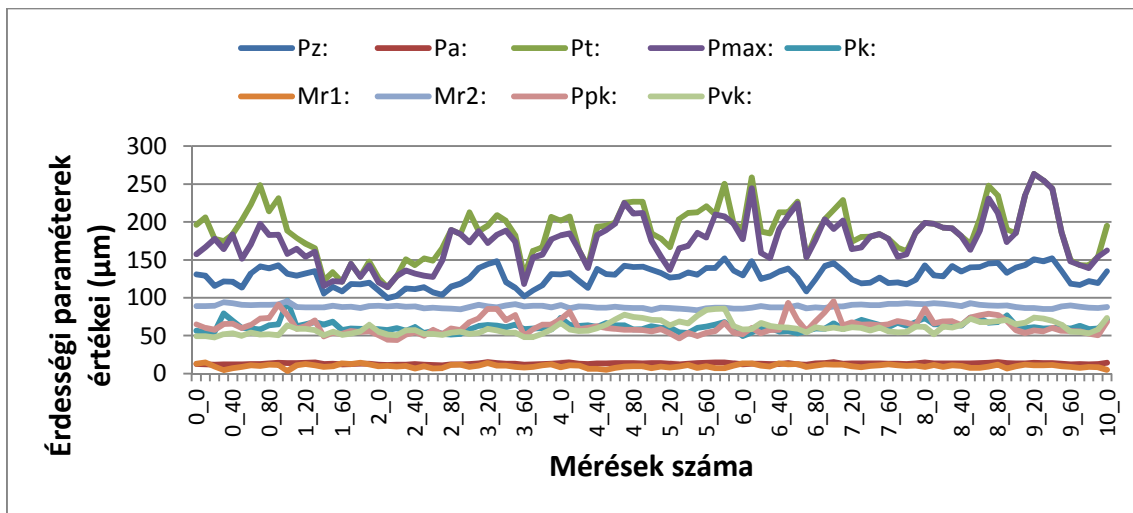
22. grafikon Bükk 150



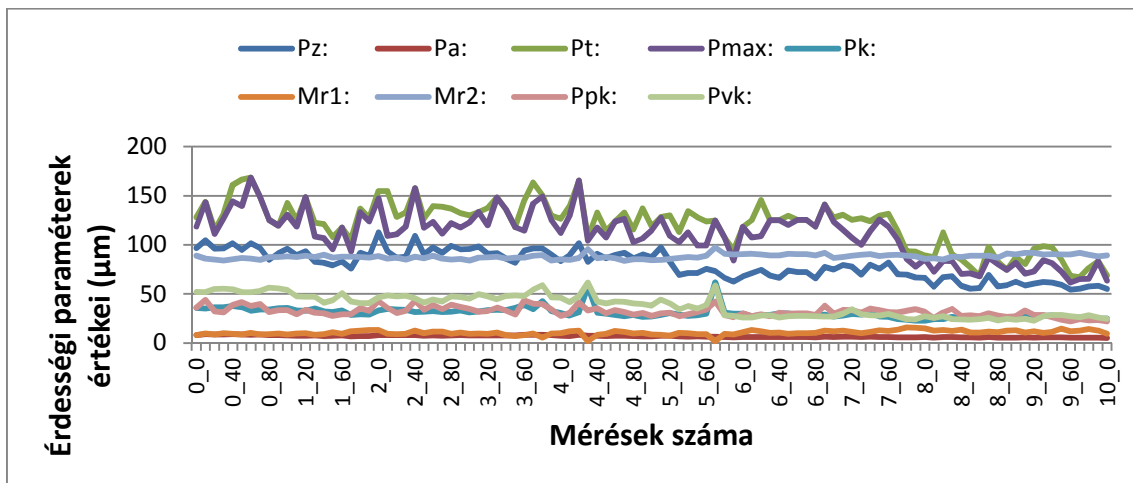
23. grafikon Erdeifenyő 150



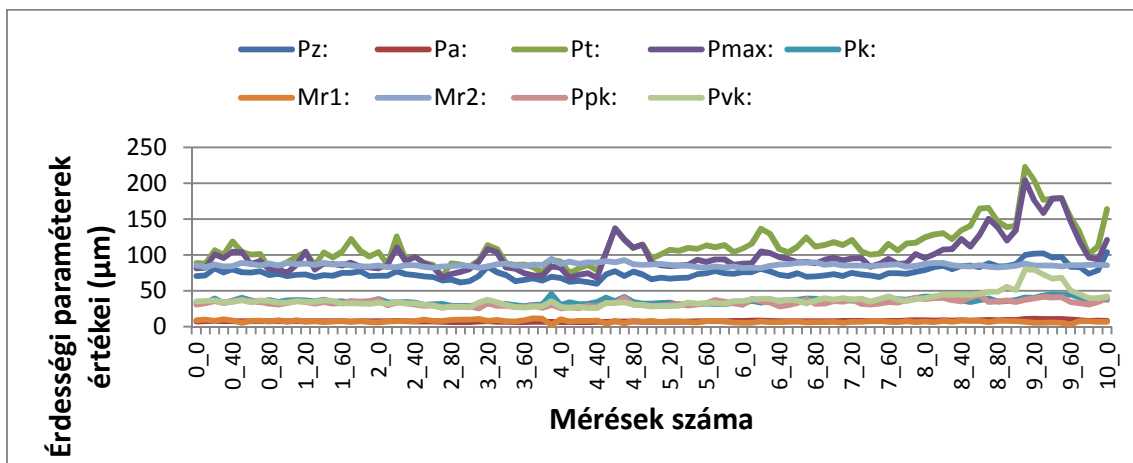
24. grafikon Tölgy 150



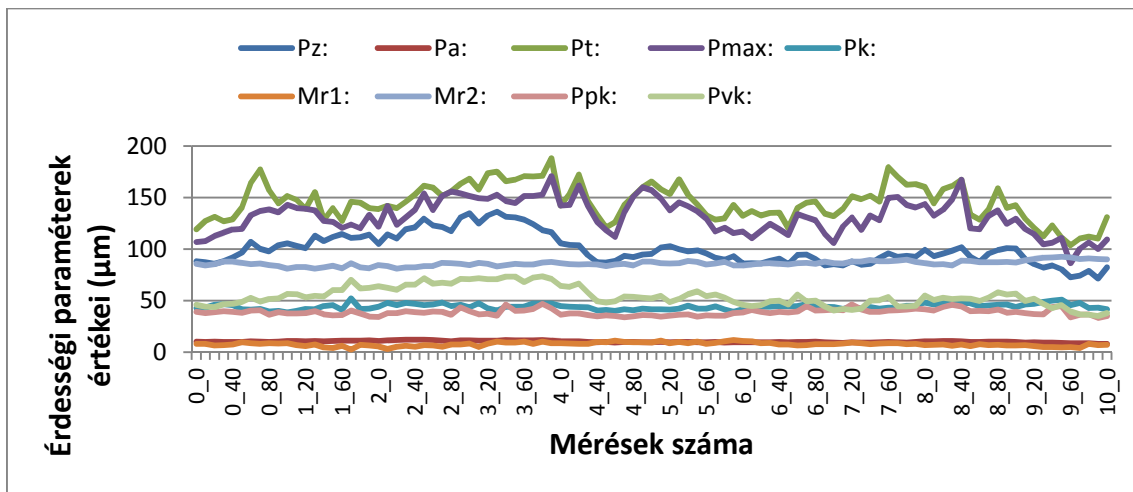
25. grafikon Balsa 40



26. grafikon Bükk 40



27. grafikon Erdeifenyő 40



28. grafikon Tölgy 40