

Soproni Egyetem  
Simonyi Károly Műszaki, Faanyagtudományi és Művészeti Kar  
Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**Sarangolt választékok fotóanalitikus mennyiségi meghatározására  
vonatkozó feldolgozó algoritmus fejlesztése spline függvények segítségével**

**POLGÁR RUDOLF**

Sopron

2017

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Soproni Egyetem

Simonyi Károly Műszaki, Faanyagtudományi és Művészeti Kar

Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola

Vezető: Prof. Dr. Tolvaj László egyetemi tanár

Doktori program: Faanyagtudomány

Programvezető: Prof. Dr. Németh Róbert

Témavezető: Dr. Pásztory Zoltán

## 1. Bevezetés

Az erdőgazdálkodásban a sarangolt választékok mennyiségi meghatározása űrméterben vagy tömör köbméterben történik. A két mértékegység között átszámítási tényezők segítségével váltják át az értékeket. Az átszámítási értékeket a XIX. század első felében mérésekkel és statisztikai számításokkal alakították ki, majd később a különböző választékokra is megkülönböztették. Az elmúlt évtizedekben a választékok száma lecsökkent, illetve a legtöbb esetben a termelők egyetlen választékot állítanak elő különböző hosszúságokban.

A magyarországi erdőkből kikerülő hengeres faanyag nagyon nagy arányban – közel 70%-ban – sarangolt választék. A korábbi évek kifinomult gyakorlatával szemben napjaink erdőgazdálkodási gyakorlata nem különböztet meg több célú sarangolt választékot, hanem csupán egyféle választékot készítenek az anyagok válogatása nélkül. Az egységes választéokra a korábban kidolgozott választékonkénti köbméter-űrméter átszámítási tényezők, gyakorlati mérések szerint, jelentős hibával lehetnek terheltek.

A XX. század első felében a sarangolt faválasztékok számára sok mérés alapján dolgoztak ki űrméter és köbméter közötti átszámítási tényezőket. A sok mérés ellenére a természet sokszínűsége miatt a szórás nagyon magas az egyes rakatok, fafajok, termőhelyek között. Az akkori módszer pontosítása érdekében differenciálták a fafajokat és a választékokat. Külön átszámítási értéket rendeltek a kemény- és lágy lombosoknak és külön a fenyőknek. A választék milyenségét illetően is megkülönböztettek rost, forgács és tűzifát. Ezzel a differenciálással határozottan pontosítani tudták a köbmétert és űrmétert összekötő számokat. Az eltérések több tényezőre vezethetők vissza, mint a termőhely adottságai szerinti görbeségek, a választék átmérő szórása, az ágcsonkok levágásának igényessége, vagy az összerakás alapossága.

Az elmúlt két évtizedben több változás is módosította a gyakorlatban alkalmazott átszámítási értékek pontosságát, szinte minden esetben negatív irányban. Az erdőállományok ma nem tudják azt a minőségi faanyagot biztosítani, mint amit 50-100 évvel ez előtt tudtak. Az átmérő dimenziók csökkennek és a faanyag görbesége is gyakoribb lett. Sajnálatos, hogy az időjárási szélsőségek megjelenésével a biotikus és abiotikus károsítások is gyakoribbá váltak, ennek következtében a vágásforduló sem minden esetben tartható az 50-100 évvel korábbi szinten. Az időjárás egyre szélsőségesebb körülményeket biztosít az erdőknél, ma már nem ritka száraz nyarakkal, esetenként pedig a hirtelen nagy mennyiségű csapadékok sokkolják az erdőket. A széltörések kényszere következtében kitermelt faanyag mennyisége is megnőtt az elmúlt negyed évszázadban. Így az akkor kidolgozott tényezők aktualizálásra szorulnak. Vagyis a közel egy évszázados erdőgazdálkodási gyakorlat tapasztalatainak kiforrott ipari faanyagválasztékok számba vételi technikájának új – a technika mai állásának megfelelő innovatív - módszerre cserélése a cél.

## **2. A kutatás célja**

A sarang térfogatának meghatározásakor azzal a feltevessel élünk, hogy a rakat végén a fa бүтү felületek olyan részarányt foglalnak el a területből, mint amekkorát a tömör faanyag a térrészből. Ha a sarangot a бүтү felületre merőleges síkban metszenénk hasonló részarányt kapnánk. A matematikai és informatikai eszközök fejlődésével lehetőség nyílik olyan feldolgozási algoritmusok és az ezt megvalósító hardverek kialakítására, amelyek egyedileg képesek meghatározni az adott rakat vagy rakomány átszámítási tényezőjét, melyek a jelenlegi gyakorlatnál pontosabb és gyorsabb anyagfelmérést tesznek lehetővé.

Az egyik lehetséges új technológia fotóanalitikus és matematikai módszereken alapszik. A nagy felbontású képek számítástechnikai feldolgozása komoly számítási kapacitást és hosszabb feldolgozási időt igényel, emiatt az egyik fontos célkitűzés gyorsabb feldolgozó algoritmusok kidolgozása. Tudományos matematikai eszközök segítségével a számítási igény és a feldolgozási idő csökkenthető. A бүтү felületről elkészített, mérethelyessé transzformált fotó, feldolgozott képpontjainak megadott algoritmus szerinti csökkentésével a feladat gyorsabban és kisebb kapacitású gép segítségével is elvégezhető. A kutatás fő feladata simító algoritmus kidolgozása úgy, hogy a feldolgozási pontosság is szabályozható legyen.

## **3. A kutatás módszere**

A digitális fényképezés és a digitális képfeldolgozás ma már lehetővé teszi 10-12 megapixeles képek készítését és feldolgozását. A nagy felbontás jelentősége abban van, hogy a valójában pl. 10 cm átmérőjű бүтүkorong hány pixellel fogható be. Ha a 10 cm-t mindössze 10 pixel fogja át, akkor pixelenként 1 cm-es felbontásunk van, ha azonban 20 vagy 30 pixel jut a 10 cm-re akkor 5- illetve 3,3 mm-es felbontással dolgozhatunk. A nagy felbontású képek alapján alkalmas algoritmusok segítségével le lehet tapogatni és információkat lehet kinyerni a képekből. Ennek az információnak a kinyerése igényli az intelligens algoritmusok kifejlesztését, amely sok ellenőrző mérésen alapul és folyamatos finomításokkal fejlődik. Ennek megvalósítását is célozza jelen kutatás.

További lehetséges gyorsítási lehetőség statisztikai módszerek alkalmazásával érhető el. A képpontok közül szabályozottan (mintaszám, eloszlás) kiválasztott mintából következtetni lehet a teljes kép jellemzőire. A kiválasztott képpontok számának változtatásával meghatározható, az elvárt pontosságot biztosítani képes mintaszám és a feldolgozás során csak ezt az előre kalkulált pixel számot kell feldolgozni.

Az algoritmusok kidolgozása és működésének igazolása jelentős szakmai és feldolgozás pontossági előrelépést jelenthet a faipari és erdészeti szakma számára.

## **4. Eredmények**

Az értekezés célja bemutatni egy olyan digitális képfeldolgozó módszert, amellyel faválasztékok бүтү felületeiről készült kép elemzésével meghatározható a vizsgált faválaszték térfogata, feltételezve, hogy azonos hosszúságúak a rönkök.

A módszer kidolgozásának célja a már meglévő eszközök és eljárások továbbfejlesztése volt. A korábbi eredmények jelentősen függtek a kezelőtől, azaz a mérést végző egyén szakmai felkészültségétől. Célként fogalmazódott meg ezért egy automatizált elemző eljárás, amely a kezelő szakmaiságától nem, vagy csak kis mértékben függ.

A módszer kidolgozásánál különböző tudományágak ismeretei kerültek felhasználásra: statisztika, matematika, fizika, számítógépes grafika. Az ismertetett eljárás több lépésben meghatározza egy digitális kép esetén a leggyakrabban előforduló színtartományhoz tartozó pixeleket, melyeket eredményközléskor egy semleges színnel megjelöl.

A módszer tesztelésére egy JAVA programnyelven, az Eclipse integrált fejlesztői környezetben megírt program került kivitelezésre, amely a WSA (Wood Spectrum Analysis) nevet kapta.

A kísérleti mérések során igazolódtak a kezdeti feltételezések, miszerint egy bütüről készült fénykép alapján a rakomány vagy rakat bütü összfelülete, átszámítással a tömör térfogati aránya meghatározható. Optimális esetben a rendszer képes a hagyományos felmérési hiba töredékét elérni.

## 5. Tovább lépési lehetőségek

*A kialakítandó mérőeszközbe fényerősség-mérő kerüljön.* Az elemzések során az egyik fő probléma a rönkök bütü felületeiről készült digitális kép minőségéből adódott. Az optikai felbontóképességet lehet jobb paraméterekkel rendelkező lencsével megoldani, de a kép elkészítésének minőségét ez egy szinten túl nem tudja megoldani. Nagyobb gondot a rakat bütü felületének minősége (például beszennyeződött), illetve a kép készítésének fényviszonyai jelentik. Utóbbi fényerősség mérő beszerelésével tudnánk mérni, ezáltal tovább lehetne pontosítani a 4.3 pontban ismertetett paramétereket, melyekkel még könnyebbé lehetne tenni a felhasználók számára a program használatát, illetve nagyobb pontosságot lehetne elérni.

*A WSA program véletlen rácsokkal való tesztelése.* A 4.4 fejezetben foglalkoztunk a módszer statisztikai elveken alapuló gyorsítási lehetőségével. A téglalap-(négyzet-) rácson végzett elemzések azt mutatták, hogy a módszer hibahatáron belül gyorsítható. Ahhoz, hogy ne csak kimutatásra kerüljön az analógia a mintavételi nagyságok becsléseivel, célszerű többféle véletlen mintavételezés mellett is alátámasztani az eredményeket.

*Élkeresés.* A 4.5 fejezetben említett parkettázós-módszer alternatívájaként kidolgozható a WSA program további tesztelésével és a paraméterek változtatásával egy élkereső algoritmus. A rönkök kerületének meghatározása után a színezési eljárás tovább egyszerűsödne. Az előzetes vizsgálódás során olyan lineáris vagy nemlineáris összefüggéseket lehetett megállapítani a H–S–V értékek között, amelyek arra utalnak, hogy létezik a rönkök vizsgálata esetén élkereső eljárás.

## 6. Az értekezés tézisei

- I. Továbbfejlesztésre került a sarangolt anyagok fotoanalitikus átvételének módszere. Az RGB színek elemzés helyett a HSV színtérre való áttéréssel készült el a fotoanalitikus elemzés, melynek két fő oka van: egyrészt az eszközezőrlő rendszerek számítógépes grafikai elemzéséhez ez a legalkalmasabb, másrészt a feladatok egy része egyetlen komponens módosításával elvégezhető és elemezhető. Az elemző módszert statisztikai módszerek segítségével sikerült automatizálni, azaz a kézi referencia pontok kiválasztásával szemben az eljárás a kezdeti alapbeállítások után magától választja ki a fa színű referencia értékeket.
- II. A HSV színtéren végzett elemzések segítségével, az S és V értékek résztartományokra bontásával meghatározásra kerültek empirikus paraméterezési értékek, melyekkel különböző fényviszonyok és a látható szennyezettségek mellett a digitális kép legjobban elemezhető.  
A módszer alapján megírásra került JAVA nyelven egy program, amely a WSA (Wood Spectrum Analysis) nevet kapta. A program segítségével több mintán elvégzett vizsgálatok elemzéseinek összevetése után adott környezeti feltételekhez alkalmas, optimális alapértékek kerültek meghatározásra.
- III. A módszer alapján írt szoftver futás idejének és memória igényének csökkentése érdekében statisztikai eljárások segítségével történt vizsgálat.  
A faanyagokról készült digitális kép több millió pixelt tartalmaz. Kérdésként merült fel, hogy a nagyszámú mintákra vonatkozó mintavételi eljárásokkal csökkenthető-e a feldolgozandó pixelek száma, illetve a csökkentett adatmennyiség milyen pontossággal közelíti a tényleges eredményt.  
A rácson végzett vizsgálat igazolta a minta nagyságának megállapítására vonatkozó módszertanban megismert ismérveloszlás várható értékeit, melynek eredményeképp adódott az optimális rács megválasztásának lehetősége.
- IV. A módszer helyességének vizsgálatára kidolgozásra került egy elméleti eljárás, mivel a probléma gyakorlatias volta miatt nincs etalon minta, melyhez össze lehet hasonlítani a módszer pontosságát.  
A helyesség vizsgálatát digitálisan létrehozott és szerkesztett képekkel sikerült igazolni. Első esetben ún. tökéletesen idealizált rönkökön, majd valós rakatokról készült képek részeiből szerkesztett idealizált rakatokon lett futtatva a WSA. A mérések teljes mértékben visszaigazolták a módszer helyességét, illetve hibahatáron belüli működését.
- V. Az eredmények további pontosítása érdekében spline függvények segítségével sikerült közelíteni a rönkök határvonalát.  
Ideális esetben kör alakú rönköket feltételezhetnénk, de a valóságban inkább eltérnek a бүtü felületek ettől. A spline-ok segítségével pontosabban sikerült leírni a бүtü felületek határvonalát, és ennek okán pontosabban becsülhető a területe is.

A spline-ok könnyen algoritmizálható eljárásokat jelentenek, ez az oka, hogy elterjedt a számítógépes kiértékelések során.

A vizsgálat során az általánosított spline-ok lettek alkalmazva, mivel az illesztési feladatot az adatok simításával egyidejűleg oldja meg.

## 7. Publikációk és előadások

### Publikációk:

- [1] Polgár R. (PR), Általánosított spline approximáció, Geomatikai Közlemények VII., MTA GGKI Sopron, 2004., 197-209. o.
- [2] Andor K., PR, Spline-ok alkalmazása a mozgásgeometriában, Közlekedéstudományi Szemle, KTE Bp., 2004., 3., 111-112. o.
- [3] K. Andor, PR, Die Anwendung der Splines bei Absteckung und Kontrolle von Übergangsbögen, Der Eisenbahn Ingenieure, Hamburg 2004. 7., 25-28. o.
- [4] PR, Andor K, Using splines in setting out and controlling transition curves, Der Eisenbahn Ingenieure, 55:(7), Hamburg 2004, 58-60. o.
- [5] K. Andor, PR, Beschreibung der Bahn des Wagenschwerpunktes eines sich auf der Strecke bewegenden Wagens mit Hilfe der Splines, Der Eisenbahn Ingenieure, Hamburg 2005. 4., 45-47. o.
- [6] PR, Általánosított bilineáris spline approximáció, Geomatikai Közlemények IX., MTA GGKI Sopron, 2006., 97-105. o.
- [7] PR, A Generalized Bilinear Spline Approximation, Annales Univ. Sci. Budapest., Sect. Comp. 32, 2010., 37-48. o.
- [8] PR, A Generalized Spline Approximation, Annales Univ. Sci. Budapest., Sect. Comp. 32, 2010. 103-121. o.
- [9] K. Andor, PR, Localization of bearing errors using spline method, Periodica Polytechnica – Civil Engineering, Vol. 58, No. 4, 2014., 339-345. o. (impact factor: 0,261)
- [10] K. Andor, A. Lengyel, PR, T. Fodor, Z. Karácsonyi, 2015., Experimental and statistical analysis of spruce timber beams reinforced with CFRP fabric, Construction and Building Materials, Vol. 99, 200-207. o. (impact factor: 2,29)
- [11] Polgár R., Pásztor Z., Spline függvények története és fajtái I. rész, Faipar, Vol. 63, No. 2., 2015., 1-8. o.
- [12] Polgár R., Pásztor Z., Spline függvények története és faipari alkalmazásuk II. rész, Faipar, Vol. 63, No. 2., 2015., 9-14. o.
- [13] Andor K., Polgár R., Matematikai módszerek a mechanikában, Dimenziók, Matematikai Közlemények, III. köt., 2015., 49-52. o. (doi: 10.20312/dim.2015.07)
- [14] Z. Pásztor, R. Polgar, 2016., Photo Analytical Method for Solid Wood Content Determination of Wood Stacks, Journal of Advanced Agricultural Technologies, Vol. 3, No. 2016.

### Konferenciák:

- [k1] Differenciálegyenletek megoldása spline módszerrel, SE Tudománynapi Konferencia, Sopron, 1999., előadás



[k2] Konzervatív spline módszer másodrendű differenciálegyenlet(rendszer)ek kezdetiérték problémáira centrális erőterekben, Matematikus Doktoranduszok Konferenciája, BME, Bp., 2000, előadás

[k3] Evolúciós egyenletek megoldása spline módszerrel, Alkalmazott Matematika és Mechanika Konferencia, NyME, Sopron, 2001., előadás

[k4] Másodrendű egyenletek megoldása spline technikával Banach terekben, NyME Tudomány napi Konferencia, Sopron, 2002., előadás

[k5] Kiegyenlítő spline approximáció, Alkalmazott Matematika és Mechanika Konferencia, NyME, Sopron, 2003., előadás (nem referált konferencia kiadványban megjelent)

[k6] Spline-ok alkalmazása a mozgásgeometriában, Alkalmazott Matematika és Mechanika Konferencia, NyME, Sopron, 2003., előadás (nem referált konferencia kiadványban megjelent), Andor Krisztiánnal közösen

[k7] Z. Pasztory, R. Polgar, 2015., Photo Analytical Method for Solid Wood Content Determination of Wood Stacks, 2015 APCBEES TAIPEI CONFERENCES, January 24-25, 2015. Taipei, Taiwan, <http://www.icfee.org/program-2015.pdf>

Tanszéki szemináriumok, NyME EMK Matematikai Intézet:

[sz1] Spline módszer alkalmazása differenciálegyenletek megoldásában, 2000., előadás

[sz2] Spline approximációk, 2002., előadás

[sz3] K. Andor., R. Polgár, T. Fodor, MOKUS, Matematikai módszerek a mechanikában 2015. előadás

[sz4] K. Andor., R. Polgár, MOKUS, Matematikai módszerek a kinematikában, 2016. előadás

Szakkönyv

[szk1] Polgár Rudolf, Vasúth Mátyás, Számítástechnika és Multimédia, Hutchinson Diákenciklopédiák, Kossuth Könyvkiadó, 1996, fordítás és kiegészítés a Hutchinson Pocket Dictionary of Computing and Multimedia, Oxford c. könyvhöz, Helicon Publishing Ltd, 1995