

Nyugat-Magyarországi Egyetem
Sopron

Doktori értekezés tézisei

A sík- és hegyvidéki erdei fenyő főbb fizikai paramétereinek kapcsolatának összehasonlítása többváltozós függvénnyel

Dr. Csanády Viktória

Sopron
2004

Doktori Iskola: Cziráki József Faanyagtudomány és
Technológiák

Doktori Iskola (**vezető:** Dr. Winkler András)

Program: Faanyagtudomány F1 (**vezető:**

Prof.Dr.Molnár Sándor
D.Sc.)

Tudományág: Anyagtudományok és technológiák

Témavezető: Prof. Dr. Molnár Sándor D.Sc.

A KUTATÁSI TÉMA TÁRGYA, A KUTATÁS CÉLJA

Az egyre jobban növekedő faanyag felhasználás mellett az erdőterületek csökkenése, a faanyag lassú növekedése felveti annak igényét, hogy a feldolgozó a faanyag minél több tulajdonságának ismerete birtokában legyen. Ennek megfelelően egy-egy fajon belül is legyen összehasonlítási lehetőség a fizikai, mechanikai tulajdonságok terén, így a feldolgozás során az esetleg kedvezőtlenebb tulajdonságokkal bíró anyag az ennek megfelelő helyre kerüljön. Mivel ismeretes tény, hogy hazánkban a fenyőerdők egyharmada síkvidéken áll, nem őshonos, hanem telepített fafaj, mely mostoha körülmények között növekszik, további kétharmada hegyvidéki termőhelyű, ezért felmerül annak igénye, hogy megbízható összehasonlítási lehetőség álljon rendelkezésre fizikai és mechanikai tulajdonságaik vonatkozásában. A feladat tehát a sík- és hegyvidéki erdei fenyő összehasonlítása főbb fizikai paramétereinek kapcsolatában. A téma alaptudományi jelentőségét kiemeli az a tény, hogy az eddigiek során a szilárdsági jellemzők általában csak a sűrűség függvényében lineáris, esetenként egyszerűbb nem lineáris egyváltozós összefüggésként kerültek elemzésre.

A fentiek alapján az értekezésnek két célja van:

- a.) új matematikai modell kidolgozása és alkalmazása az összehasonlító faanyagvizsgálatokhoz,
- b.) feltárni a sík és hegyvidéki termőhelyekről származó erdei fenyő szöveti és fizikai sajátosságait ill. azok különbözőségét.

Ehhez azonban a hagyományos statisztikai vizsgálatoktól, nevezetesen mintaelemzésektől eltérő vizsgálatra van szükség, ami a két különböző származáshelyi anyag előzőekben megadott összevetését lehetővé teszi. Ennek során kiválasztásra került, mint főbb fizikai paraméter a sűrűség, univerzális anyagjellemzőként, a pásztaarány, mint az évgyűrű szerkezet fő jellemzője és a nyomószilárdság. A cél tehát a két anyag közötti eltérés három változó kapcsolata révén történő bemutatása. Ehhez azonban feltétlenül szükséges egy fizikai értelemben is alkalmas többváltozós függvény illesztése, melynek független változói a sűrűség és pásztaarány, függő változója pedig a nyomószilárdság. A többváltozós illesztést egy kismintás kísérlet előzi meg, melynek során elsőként a sűrűség és nyomószilárdság újszerű, nem lineáris függvénykapcsolata kerül meghatározásra. A kismintás előkészítő vizsgálat célja a fő szöveti részek közötti eltérés jellemzése az említett nem lineáris regresszió által.

II. A VIZSGÁLT ANYAG, A VIZSGÁLAT MÓDSZERE ÉS KÖVETELMÉNYEI

A vizsgálatban felhasználásra kerülő anyagok származási helyei a Soproni Erdészet, valamint a Bugaci Erdészet volt. Az elővizsgálathoz átlagosan 12 darab próbatesttel rendelkező kisminták a geszt, szijács és juvenilis részből, a fővizsgálathoz pedig 200-200 elemű nagyminták, mind a síkvidéki, mind pedig a hegyvidéki anyagok geszt részéből kerülnek felhasználásra. Az egyes

próbatéseken az érvényben lévő szabványok szerint megtörténtek a szükséges mérések, melyek a kiinduló adathalmazt szolgáltatják a sűrűség – nyomószilárdság illetve sűrűség – pásztaarány – nyomószilárdság kapcsolatának elemzésére.

Az adathalmazok birtokában elsőként az elővizsgálathoz szükséges regressziós modell kiválasztására kerül sor. A modellnek követnie kell a mérési adathalmaz pontjait a lehető legjobban, fizikailag értelmezhető határok között kell maradnia, aszimptotikus és korlátos legyen, valamint rendelkezzen egy olyan jellegzetes ponttal, melynek koordinátái , mint ún. speciális átlagértékek összevethetők az egyes illesztések során.

A fővizsgálatban pedig egy fizikailag is megfelelő, de itt már két független változós függvény alkalmazására kerül sor, melynek követelmény rendszere a következő:

- Az illesztett függvény adjon meg egy speciális átlag adathármaszt a ρ (sűrűség), K (pásztaarány) és σ (nyomószilárdság) vonatkozásában mindkét anyagra.
- Az illesztett függvény adja meg az egységnyi ρ változására eső σ változás értékét (növekedési mérték) mindkét anyagra.
- Az illesztett függvény adja meg az egységnyi K változásra eső σ változás értékét (csökkenési mérték) mindkét anyagra.
- Az illesztett függvény adja meg a σ technológiailag elfogadható legalsó és legfelső értékét, valamint az intervallum nagyságát mindkét anyagra nézve.

- Az illesztett függvény deriváltjai segítségével legyen meghatározható, hogy a növekedési mérték értékéhez milyen ρ határértékek (ρ_{\min} ; ρ_{\max}) tartoznak (technikailag értelmezhető ρ intervallum).
- Az illesztett függvény deriváltjai segítségével legyen meghatározható, hogy a csökkenési mérték értékéhez milyen K határértékek (K_{\min} ; K_{\max}) tartoznak (technikailag értelmezhető K intervallum).
- Az illesztett függvényben előforduló együtthetők fizikailag és technológiailag értelmezhetők és megfelelően dimenzionálhatók legyenek.
- Az illesztett függvény minél több olyan együtthetót tartalmazzon, melyek a kétféle faanyag vizsgálatánál eltérő értékeket mutatnak.
- Eymagában a magas korreláció nem elegendő, e mellett az illesztett modellnek eleget kell tennie a fent felsorolt nyolc feltételnek is együttesen.

III. A VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

A rendelkezésre álló mérési adathalmaz és a megfogalmazott követelmények alapján megtörtént az alkalmazható függvények részletes elemzése.

1.) A kismintás vizsgálat esetén egy tangens hiperbolikus függvény $\sigma = a \cdot th(d(\rho - b)) + c$ került

kiválasztásra, ami rendelkezik az előírt követelményekkel. Így korlátos, aszimptotikus és rendelkezik egy összehasonlításra alkalmas inflexiós ponttal, valamint szoros korrelációt adott a sűrűség és nyomószilárdság kapcsolatára. Összefoglalva tehát nemcsak jól leírja, illetve követi az adathalmaz pontjait, hanem inflexiós pontja révén összehasonlíthatók a fő szöveti részek. Így megállapítható, hogy a szijács és juvenilis fa esetében, bár magasabbak a σ értékek mint a geszt esetén, de a jelentős szóródás ezeknél jelentős labilitásra ad következtetést. A különbözőség tehát, kimutatható, ugyanakkor a függvény típusa útmutatóul szolgál a lineáris vagy egyszerűbb nem lineáris függvények helyett. A kismintákban rejlő bizonytalanság végett a belőlük képzett összesített nagymintára is megtörtént az illesztés mind három fő szöveti rész esetén, ahol is az eredmények egybecsengnek a kisminták eredményeivel.

2.) A nagymintás fővizsgálat esetén kiválasztásra került egy a már kismintáknál sikeresen felhasznált modell kibővített alakja, amely többváltozós, azaz két független változós tangens hiperbolikus függvény:

$$\sigma = a_1 \operatorname{th}(a_2(\rho - a_3)) + a_4 \operatorname{th}(a_5(K - a_6)) + a_7.$$

A felület részletes geometriai vizsgálata kimutatja, hogy a követelményeknek eleget tesz a választott modell, így célszerű az alkalmazása. A korrelációs adatokból, illetve a statisztikai vizsgálatokból kitűnik, hogy az illesztés szorossága megfelelő. (R értéke meghaladja a 0,84-et). Más egyszerűsített modellek fizikailag nem alkalmasak.

Az előzőekben felsorolt követelményekre nézve:

2.1 Az illesztett függvény megad egy átlag adathármaszt a ρ , K és σ vonatkozásában mindkét anyagra.

A regressziós vizsgálat esetében egyszerre több jellemző összhatása mellett kapunk értékeket. A vizsgált síkpont koordináták alulról becsülik a nagymintákból kapott átlagokat. Az eltérés a hegyvidéki erdei fenyő esetén nem tekinthető jelentősnek, nagyobb valamivel viszont a síkvidéki anyagnál. Kicsiny az eltérés a síkvidéki anyag esetén a K nagyminta átlagához képest, viszont egyértelműen magas a hegyvidéki erdei fenyő K értéke, melyet a felület ad meg. Ez az eltérés magyarázható azzal, hogy a kétváltozós függvényben K értékének szerepe nem domináns. A síkpont értékeinek jelentős eltérése viszont helyesen utal a két anyag eltérő évgyűrű szerkezetére.

2.2 Az illesztett függvény megadja az egységnyi ρ változásra eső σ változás értékét (növekedési mérték) az átlag adathármaszhoz tartozó helyen mindkét anyagra. Ez lehetővé teszi a különböző sűrűségi értékekhez a nyomószilárdság roncsolás mentes meghatározását.

A hegyvidéki erdei fenyő esetén adódott érték egybecsengve a korrelációs együtthatók értékével utal arra, hogy az anyag szerkezetét tekintve homogénebb, szilárdsági szempontból stabilabb, mint a síkvidéki erdei fenyő.

2.3 Az illesztett függvény megadja az egységnyi K változásra eső σ változás értékét (csökkenési mérték) az átlag adathármasához tartozó helyen mindkét anyagra.

Jelentős különbség mutatkozik az egységnyi K értékre eső nyomószilárdság változásában.

2.4 Az illesztett függvény megadja a σ , részben technológiailag is elfogadható legalsó és legfelső értékét, valamint az intervallum nagyságát mindkét anyagra nézve.

Az intervallumok határai a hegyvidéki erdei fenyő esetén megfelelnek az irodalmi adatoknak (MOLNÁR S. Faanyagismerettan 1999). A síkvidéki erdei fenyő felső határértéke szinte azonos a hegyvidéki anyagéval, viszont az alsó σ határ jelentősen eltolódott.

2.5 Az illesztett függvény deriváltjai segítségével megadhatók a növekedési mértékhez tartozó ρ határértékek $(\rho_{\min}, \rho_{\max})$ (így egyben megadható a ρ -ra vonatkozó intervallum).

A számítás során kapott határok technikailag értelmezhetők a sűrűségre.

2.6 Az illesztett függvény deriváltjai segítségével megadhatók a csökkenési mértékhez tartozó K határértékek (K_{\min}, K_{\max}) (így megadható a K -ra vonatkozó intervallum).

Megállapítható, hogy a síkvidéki fenyőre vonatkozó adatok a tényleges átlagos értéknek megfelelőek, a mért illetve

számított nagy minta K értékeit lefedi az intervallum. A hegyvidéki fenyőnél kapott számértékek viszont túlzottan magasak.

2.7 Az illesztett függvényben szereplő együtthatók értékei fizikailag és technológiailag értelmezhetők és megfelelően dimenzionálhatók.

2.8 Az illesztett függvényben öt olyan együttható $(a_1, a_3, a_5, a_6, a_7)$ szerepel, melyek a kétféle faanyag vizsgálatánál eltérő értékeket mutatnak.

2.9 egymagában a magas korreláció nem elegendő, emellett az illesztett modell eleget tesz a fent felsorolt feltételeknek is együttesen.

Összefoglalva a vizsgálati eredményeket kimondható, hogy az illesztett függvények teljesítették a követelményeket. A kapott eredmények azt igazolják, hogy a hegyvidéki erdei fenyő jelentős eltérést mutat a síkvidéki termőhelyűtől. Szilárdsági szempontból kedvezőbbnek bizonyul a hegyvidéki anyag - amit alátámaszt évgyűrűszerkezete, - annak ellenére, hogy a síkvidéki termőhelyű fa is adott kedvező termőhelyi földrajzi optimumában maximális sűrűségi és nyomószilárdsági értékeket érhet el.

IV. AZ EREDMÉNYEK TÉZISSZERŰ MEGFOGALMAZÁSA

1.) Megállapítottam, hogy az általam kiválasztott tangens hiperbolikus függvények mind a kismintás mind pedig a nagymintás vizsgálatoknál megfelelő modelleknek bizonyultak, magas korrelációval, így megbízhatóan leírják a vizsgált fizikai, mechanikai jellemzők kapcsolatát.

2.) A felhasznált modellek által sikerült megadnom mind az egyváltozós, mind a két független változós illesztések révén egy újszerű speciális átlagértéket a vizsgált jellemzőkre, valamint megadtam a függvények jellegzetes pontjában az egységre jutó fizikai jellemzők változási sebességét. Ez új információ a felhasználó számára.

3.) A kismintás vizsgálatból megállapítottam, hogy a juvenilis fa és a szijács fizikai paraméterei nagyobb szóródást mutatnak mint a geszté. Így ezen labilitás nem hagyható figyelmen kívül a vizsgálatok során.

4.) A két különböző termőhelyű anyagra történő függvényillesztésből azt a következtetést vontam le, hogy a két anyag jelentős különbséget mutat, melyet a modell együtthatóinak eltérése is alátámaszt.

5.) Ugyancsak az illesztés eredményeiből megállapítottam, hogy a pásztaarány szerepe a síkvidéki anyag esetében fontos befolyásoló tényező, míg a hegyvidéki anyagnál nem domináns. Ebből a tényből azt a következtetést vontam le, hogy az összehasonlíthatóság végett a pásztaarány, mint az egyik független változó, nem eliminálható a modellből.

6.) A számított regressziós modellek lehetőséget adtak arra, hogy technológiai intervallumokat adhattam meg a sűrűségre, nyomószilárdságra valamint a pásztaarányra, mely megadás újszerű, a változók kapcsolatát sem hagyja figyelmen kívül. További kutatási szempontból is célszerű figyelembe venni az intervallumhatárokat, kivételt képez a pásztaarány a hegyvidéki anyag esetén, mely még korrekcióra szorul.

V. LEHETSÉGES ALKALMAZÁSOK, TOVÁBBFEJLESZTÉS

A kutatási eredményekből kitűnik, ha a fizikai paraméterek kapcsolatának összehasonlítását végezzük, akkor a felhasznált regressziós modellek által többoldalú a vizsgálat. Az egy-, illetve kétváltozós függvény inflexiók illetve síkpontja általi vizsgálat több információt ad meg (lásd a követelményeket) a vizsgált fajokról. Ezért célszerű a közönséges lineáris modellek helyett az itt alkalmazott modelleket használni.

A kutatás továbbfejlesztésének egy sarkalatos pontja a pásztaarány még további vizsgálata, az esetleges szélsőséges adatok elhagyásával, illetve a teljes nagymintás vizsgálat megismétlése a fő szöveti részek eseteire.

V. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMÁJÁBAN

- Csanády V. (1988): Über einige Probleme der Funktionanalyse mit Kleincomputer. Bulletins for Applied Mathematics, BME, Budapest, 91-101.p.
- Csanády E. - Csanády V. (1990): Computerregression der Funktionen von holzchemischen Absättigungsprozessen. Acta Facultatis Ligniensis, EFE, Sopron, II. 29-46.p.
- Csanády V. (1994): Számítógépre konvertált nem hagyományos regressziós eljárások faipari - erdészeti kutatási és műszaki problémákhoz. Műszaki doktori értekezés, EFE, Sopron
- Csanády V. - Horváth R. - Szalay L. (1995): Matematikai Statisztika, Egyetemi jegyzet, EFE, Sopron
- Csanády V. (1995): Telítési függvény egyes regresszióinak numerikus összehasonlítása. NYME Tud.Közl.(Közlésre leadva), Sopron
- Csanády V. (2000): Konduktometriás meghatározás pontosítása numerikus módszerrel. NYME Tud.Közl., Sopron, 46.évf. 7-15.p.
- Csanády V. (1999): Normális eloszlású eredeti faanyagkészlet becslése maradványból. Soproni Egyetem, Tud.Közl., Sopron, 45.évf. 9-19.p.
- Csanády V. (2003): A sík és hegyvidéki erdei fenyő főbb fizikai paramétereinek többváltozós regressziója. Faipar, 2003.3. 24-27.p.

