

DENDROMETRIAI VIZSGÁLATOK SZIMULÁCIÓS MODELLEKEN

DR. SZENTKÚTI FERENC

Az erdőtervek fatérfigatadatainak pontossága és részletessége iránt a gazdálkodók részéről növekvő igény mutatkozik, ugyanakkor meghatározásuk módja erősen befolyásolja mind a megbízhatóságot, mind az erdőrendezés ráfordításait. Ezért lényeges megismernünk azokat a hatásokat — nagyságrendjükben is —, amelyek a fatérfigatadatok pontosságát befolyásolják.

Dendrometriai kutatásaink fő célja, hogy az állományok jellemzőitől és értékétől függően megadjuk a szükséges pontosságot és azt, hogy ez mely eljárással érhető el a leggazdaságosabban. Azok az élőfakészlet-meghatározási eljárások, amelyeket a gyakorlat a vágásérett és ehhez közel álló állományokban alkalmaz, zömmel mintavételezésen alapulnak. Ez esetben a legnagyobb hibaforrás a reprezentatív hiba, mely abból ered, hogy a mintának kivett részhalmaz sosem képviseli egészen híuen a teljes halmazt. Jelen cikk arról a kutatásról szól, mely a reprezentatív hiba összefüggéseit igyekezett feltárni.

A kutatás célja és a vizsgálati módszer

A kutatás célja volt megállapítani:

- az egyes felvételi eljárások pontosságát;
- a főbb állományjellemzők hatását a reprezentatív hibára;
- a valóságos hiba és a számított valószínű hiba viszonyát;
- az egyes eljárásokon belül az optimális próbatérnagyságot.

Módszerül a modellezést választottam, mert a terepi felvételeken alapuló vizsgálattal szemben a következő előnyökkel rendelkezik:

- gyorsabb;
- az eredményeket nem torzítják el felvételi hibák;
- az állományjellemzők szabadon variálhatók;
- bármikor azonos alapon bővíthető a vizsgálat.

Ehhez olyan modellrendszert kellett előállítani, amely természetűen szimulálja mind az állományokat, mind a mintavételi eljárásokat.

A vizsgált eljárások: körös próba, Prodan f. próba, rácsos (pásztás) próba, szög-számláló próba és ezek kombinációi. A vizsgált állományjellemzők: területnagyság, sűrűség, egyenletesség a törzsszámeloszlásban, elegyedésben, átmérőben. A becsült fatérfigatall kapcsolatos adatok: törzsszám, átlagátmérő, átmérőterjedelem, kör-lapösszeg, fafajkörlaparány. A magasságot azért nem vontam be a vizsgálatba, mert meghatározásának és felhasználásának módja nem függ össze az egyes mintavételes eljárásokkal, azok reprezentatív hibájától elkülönült reprezentatív hibái vannak.

A modellek felépítése a következő: Egy-egy modell egy-egy állományt képvisel, a modell elemei pedig az állomány egyes törzseit. A modell építőkövei a modulok. Ezek negyed hektárt reprezentáló négyzetek, és az elemek kereteiül szolgálnak. Szimulációs szerepük nincs, csupán a modellek összeállítását, a vizsgált állományjellemzők variálását könnyítik meg. Az elemeknek a modulok bal alsó sarkpontjára vonatkoztatott koordinátáik vannak. Ezeket a modulkoordinátákat modellkoordinátákká kell transzformálni aszerint, hogy hol és milyen forgatási helyzetben van a modul a modellben.

Az elemek fafaja és átmérője szabadon választható és cserélhető, az átmérőnél azonban figyelembe kell venni egy statisztikai összefüggést: a természetben előforduló eloszlástípusokat.

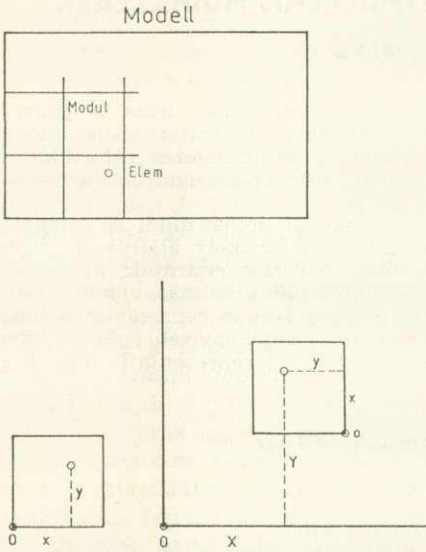
Az elemeknek tehát van egy állandó jellemzőjük: a modulkoordináta, mely az elemeknek a modul többi eleméhez viszonyított helyzetét meghatározza és három, változó jellemző:

- a modellkoordináta, mely a modell többi moduljához, azok elemeihez való helyzetét határozza meg;
- a fafaj;
- az átmérő.

A felvételi módszerek szimulálásához ki kell számítani a tervezett felvételi intenzitásnak megfelelő próbaközpont-koordinátákat. A próbák egyéb jellemzőit ismerve (körsugár, sáv szélesség, szög számláló szorzó stb.) egyértelműen eldönthető, hogy egy elem bekerült-e a mintába vagy sem.

A modelltervek alapján számítógépes programok végzik a koordinátatranszformációt, valamint a fafaj és átmérő szétosztását az elemekre. A próbák jellemző

1. ábra. A modellek felépítése



adatai alapján ugyancsak különböző programok végzik el a becslést és ennek alapján outputként megadják a mintavétel adatait, továbbá kétféle tévedési szinten a várható, valószínű hibát.

Dr. Orbai Péter (EFE) szervezte a rendszert számítógépre és írta a programokat.

Húsz modellet terveztem az állományjellemzők különböző variációival, amelyeken 1200 mintavételi felvételt futtattam át. Ez 16 000 adatot eredményezett. Amennyiben a felvételeket terepen végeztük volna, csak a becslésekhez 800 mérnöknapra lett volna szükség. Ehhez még hozzá számítandó mintegy 100 munknap a kiválasztásra, szervezésre, utazásra, időjárás miatti kiesésre, s emellett az eredmények megbízhatósági szintje is alacsonyabb lett volna.

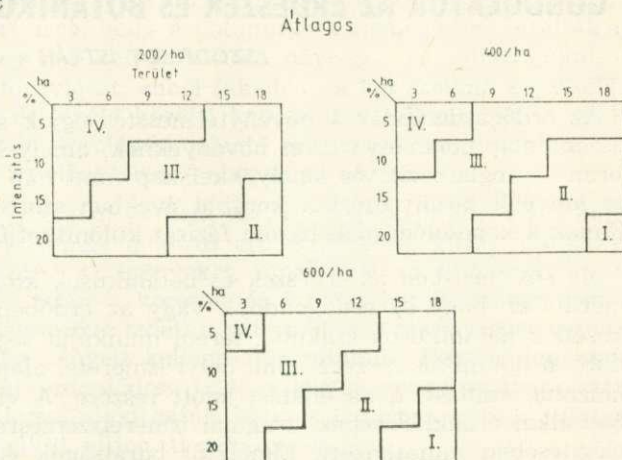
Eredmények és gyakorlati felhasználhatóságuk

A szimulált felvételekből nyert, illetőleg azok alapján számított becslési adatokat a regresszióanalízis, eltérésvizsgálat és a keresztosztályozás módszereivel elemeztem. Vizsgáltam az eltérések nagyságrendjét, a különbségek tendenciáját és szignifikanciáját. Amely problémánál erre lehetőség volt, mindhárom eljárást alkalmaztam, s csak ha azonos tendenciát mutattak, ejtettem el a véletlenszerűség lehetőségét. A leszűrt megállapítások természetesen csak a megfigyelési tartományon belül érvényesek.

A vizsgálat lényegesebb megállapításai:

1. Az egyes eljárások között, figyelembe véve az összes becslési adat pontosságát és az összes állományjellemző, valamint a felvételi intenzitás hatását, lényeges különbség nem mutatkozott.
2. Szignifikáns eltérés volt viszont az egyes eljárásokon belül az elérhető pontosság tekintetében az alkalmazott próbatérnagyságok között. A körös, rácsos és szög-számláló próbánál egyaránt a kisebb próbaterek adtak megbízhatóbb eredményt, azonos intenzitáson. Ennek oka valószínűleg az, hogy a több kisebb próbatér részletesebben tárja fel az állományon belüli eltéréseket, mint a nagyobb, de kevesebb, tehát egymástól távolabb levő mintatér. Emiatt a vizsgálatot kiterjeszttem az optimális próbatérnagyság meghatározására, mely eredetileg nem volt benne a programban. A Prodan-féle próba esetében az ötfás bizonyult pontosabbnak, mint a háromfás.
3. Szög-számlálásnál a pástás próbával kombinált jobban ajánlható, mint a próbába eső törzsek átlalása.
4. A körlapösszeg és az átmérőterjedelem pontossága szempontjából a minta abszolút nagysága meghatározóbb mint relatív nagysága, vagyis nagyobb súllyal

2. ábra. Intenzitási táblák



esik latba az, hogy mekkora az összpóbatér, mint az, hogy ez hányadrésze az állománynak. Ebből következik, hogy az állomány területének nagysága jobban befolyásolja a hibát, mint a felvételi intenzitás. Az elegyarány pontosságánál már az intenzitásnak van nagyobb szerepe.

5. Együttesen vizsgálva valamennyi felvételi eljárás bevonásával az egyes állományjellemzők, valamint a felvételi intenzitás hatását a körlapösszeg és elegyarány* pontosságára, határozott összefüggések voltak megállapíthatók. A körlapösszeg tekintetében az összefüggés egy hétváltozós, az elegyarány tekintetében egy négyváltozós függvénnyel fejezhető ki. A függvények parciális korrelációs indexei alapján a reprezentatív hibára való befolyásokat az alábbi táblázatok érzékel-tetik, ha az összhatást 100%-nak vesszük:

Körlapösszeg:		Elegyarány:	
területnagyság	37%	felvételi intenzitás	47%
felvételi intenzitás	28%	területnagyság	39%
sűrűség	11%	egyenletesség elegyedésben	14%
egyenletesség átmérőben	10%		
egyenletesség elegyedésben	8%		
egyenletesség törzstávolságban	6%		

6. A matematikai statisztika hibaszámítási képletei a véletlenszerű mintavételen alapulnak, a becsléseknél azonban szisztematikus mintavételeket alkalmazunk, ezért tér el szignifikánsan a tényleges hiba és a számított valószínű hiba. Az eltérés nagysága a felállások számának függvénye. Az eltérés nem lineáris, hanem a próbák számának növekedésével négyzetesen csökken, s bizonyos próbaszám után eltűnik. Néhány jellemző adat: ha a hibát 95% valószínűségre számítjuk, akkor ez a csökkenés körös próbánál 130, Prodan-féle próbánál 80, szög-számláló próbánál 50 felállás esetén szűnik meg nagy valószínűséggel.
7. Az optimális próbatérnagyság vizsgálata még folyik a cikk megírása idején, így csak provizórikus eredményt tudok közölni. Kis területű állományok esetén (3–6 ha) körös próbánál a 0,01 ha-os próbakör, rácsos próbánál a 2 m sávzélességű próbaterület, szög-számláló próbánál a 4-es szorzójú sáv bizonyult előnyösebbnek.

Az eredmények gyakorlati hasznosításához táblákat szerkesztettem. Ezek a felvételi intenzitás, az állomány nagyság és egy-egy állományjellemző viszonylatában, a körlapösszegre és az elegyarányra vonatkozóan tartalmazzák az egyes valószínű pontossági zónákat. A zónák az átlagos valószínű hiba és annak felső határa szerint külfönülnek el. A 2. ábrán láthatók ilyen táblák, a sűrűség függvényében.

Ezekről a táblákról leolvasható az alkalmazható intenzitási intervalluma, az állomány értékétől függően. A kiválasztott intenzitást behelyettesítve az 5. pontban említett képletekbe, megkapjuk a valószínű hibahatárt. Ha ez nagyobb értéket ad, mint az az állomány értéke szerint kívánatos, növelni kell a felvételi intenzitást.

* Vizsgálataink esetében ez a fafajkörlaparányt jelenti.