

# ÉLŐFAKÉSZLET- ÉS NÖVEDÉKMEGHATÁROZÁS A SZÁLALÓ, ILLETVE ÁTALAKÍTÓ ÜZEMMÓDÚ ERDŐKBEN EGYVÁLTOZÓS FATÉRFOGATFÜGGVÉNY ALKALMAZÁSÁVAL

Kolozs László<sup>1</sup> és Veperdi Gábor<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal, Erdészeti Igazgatóság

<sup>2</sup>Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet

## Kivonat

Az utóbbi években a természetszerű erdőgazdálkodás előtérbe kerülésével egyre nagyobb teret nyer a hazai erdőgazdálkodásban a szálaló és – ehhez kötődve – az átalakító üzemmód. Az említett üzemmódok szakszerű alkalmazása megköveteli a faállomány növedékének főbb vastagsági méretcsoportonkénti pontosabb becslését. A becslési munka gyorsítása és pontosabbá tétele céljából a szerzők új fatérfogat-becslési eljárást dolgoztak ki a 15 éves FNM mintavételek adatait alapul véve.

*Kulcsszavak:* szálaló és átalakító üzemmód, növedékbecslés, fatérfogat-számítás.

## DETERMINATION OF THE VOLUME AND INCREMENT OF SELECTION AND TRANSFORMATION FORESTS WITH ONE-VARIABLE VOLUME FUNCTIONS

### Abstract

Recently the selection and transformation systems became more and more important due to the close-to-nature forest management in Hungary. The application of these systems requires a more accurate estimation of the increment by diameter classes. In order to improve the accuracy and the speed of the inventory work the authors elaborated a new volume estimation method based on the data of the Growth Monitoring Network gathered for the past 15 years.

*Keywords:* selection system, transformation system, increment estimation, volume estimation

## BEVEZETÉS

Szakmai körökben közismert tény, hogy a szálaló üzemmódú erdőkben a növedék és a kitermelt fatérfogat között szoros kapcsolat áll fenn. Ezekben az erdőtömbökben a kitermelhető famennyiség meghatározásához tehát – ellentétben a vágásos üzemmódú erdőkkel – fontosabb a növedék, mint a fakészlet ismerete.

Az erdőleírás során a megfelelő becslési mód kiválasztásakor ugyancsak szem előtt kell tartanunk, hogy a szálaló üzemmóddal kapcsolatos tervezési munkákhoz elengedhetetlen a faállomány vastagsági méretcsoportok szerinti megoszlásának ismerete. Ez eleve kizár több olyan hatékony erdőbecslési módot, mint pl. az egyszerű körlapösszegmérés (átlagfa és alakszám alkalmazásával), illetve a fatermési táblás becslés.

Biztosítani kell a fatérfogat becslési folyamat ellenőrizhetőségét is, hogy a gazdálkodó és a hatóság kölcsönösen meggyőződhesen egymás becslési munkájának pontosságáról.

Tekintettel arra, hogy a fatérfogat-becslési eljárás elsősorban a növedék, illetve a korábbi beavatkozás mértékének megállapítására szolgál, azt legalább 5–10 évenként meg kell ismételni.

A feladat tehát adott: gazdaságos, a visszatérést támogató és ellenőrizhető becslési módszer kidolgozása és alkalmazása, a faállomány vastagsági méretcsoportok szerinti megoszlásának ismeretével.

Az új erdőtvény kapcsán fokozott mértékben merült fel az igény egy olyan erdőbecslési eljárás kidolgozására, melynek alkalmazásával gyors és megbízható eredmények biztosíthatók a szálaló, illetve az átalakító üzemmódra előírt erdőtömbök növedékének becslésére.

Az új erdőbecslési eljárás fontos része az egyváltozós tarifarendszer kidolgozása, mivel részint jelentős mértékben leegyszerűsíti a terepi munkákat a magasságmérés elhagyása révén, részint pedig pontosabbá teszi a növedékszámítást.

Jelen cikkünkben az egyváltozós fatérfogatfüggvény („szilv”, „tarifa”) kidolgozása, paramétereinek kiszámítása terén elért eredményeinkről számolunk be.

## TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

A szálaló erdők felmérésének történeti vonatkozásait áttekintve megállapítható, hogy az alapelv, miszerint a terepi munkák egyik leginkább időigényes (és leginkább hibaterhelt) része a magasságmérés, és ezt a munkafolyamatot célszerű lenne kiváltani oly módon, hogy az élőfakészlet meghatározásának pontossága ne csökkenjen számottevően, már korábban is többször felmerült külföldön is, itthon is. Palotay István 1958-ban tett javaslatot a szentgyörgyvölgyi szálalóerdők tervezése kapcsán egységes fatérfogat-tarifákra, a szilvekre, amelyeket az átmérő függvényében határozott meg (Palotay 1958). Megjegyzendő, hogy ez még a Sopp-táblákat megelőzően történt.

A *szilv* tehát gyakorlatilag nem más, mint egyváltozós fatérfogatfüggvény.

A szálaló üzemmódú erdők esetén az élőfakészlet ismereténél mindenképpen fontosabb a növedékének ismerete, mivel a szabályos szálaló erdőkben ez utóbbi alapján (azzal megegyezően) határozhatjuk meg a kitermelhető fatérfogatot.

*Az egyváltozós fatérfogatfüggvény alkalmazása – a magasságmérés elhagyásának következtében – pontosabbá teszi a növedék meghatározását.*

Ezt már Palotay (1958, 1965) is kimutatta. Néhány gondolat 1958. október 19-én Zalaegerszezen „Szálalóerdők erdőrendezési kérdéseiről” címmel megtartott előadásából:

„Legyen a főállomány élőfakészlete egy bizonyos időpontban  $K_1$ , és egy bizonyos időszak - az ún. ellenőrzési időszak - elmúltával  $K_2$ . Ez tehát a kezdőkészlet és a zárókészlet. Legyen az ellenőrzési időszak folyamán kihasznált fatömeg  $H$ . Ha mármost a zárókészlethez hozzászámítjuk a használat fatömegét, és az összegből a kezdőkészletet levonjuk, akkor természetesen az ellenőrzési időszak folyamán keletkezett növedéket kapjuk,  $Z$ -t:

$$Z = K_2 + H - K_1$$

... A törzsenkénti felvétel a legpontosabb fatömegmérési módszerünk, eredményét egykorú erdőben »teljes pontosságúnak« szoktuk elfogadni. Erre jogunk is van, mert a helyesen végrehajtott törzsenkénti mérést csak elhanyagolhatóan kicsiny szabálytalan hiba terheli. Tudjuk, hogy a szabálytalan mérési hibák olyan – nehezen megállapítható – hibák, amelyek azonos valószínűséggel jelentkezhetnek pozitív és negatív irányban. ... Van azonban egy hibaforrás, amely a tapasztalat szerint a mérés pontosságát szálalóerdőben sokkal erősebben befolyásolja, mint az egykorú erdőben. Ez pedig a magasságmérés és a magasságmérés alapján szerkesztett magassági görbe.

Mi az oka annak, hogy a magassági görbe szálalóerdőben kisebb megbízhatósággal szerkeszthető meg, mint az egykorú erdőben? Az a tény, hogy a szálalóerdő fái sokkal nagyobb méretkülönbségeket mutatnak, mint az egykorú erdő fái. Azonos mellmagassági átmérőjű fák magasságában 50-100%-os különbségek elég gyakoriak a szálalóerdőben. Ezt könnyen érthetővé teszik azok a biológiai körülmények, amelyekről Roth Gyula a szálalóerdő jellemzése során említést tett. Egy-egy fa helyzete a közvetlen környezetéhez képest a szálalóerdőben sokkal változatosabb lehet, mint az egykorú erdő zárt koronaszínterében. Ennek azután az a következménye, hogy ha egymás után kétszer, egymástól függetlenül, ugyanabban a szálalóerdőben 30-40 magasságmérést végzünk, és mindkét esetben megszerkesztjük a magassági görbét, a görbék közt elég nagy eltérés lesz. Az egyik görbe esetleg nagyobb, a másik esetleg kisebb fatömeget fog adni a valóságosnál. A fatömeg eltérése a szakemberek becslése szerint  $\pm 5\%$ -ra is terjedhet.

Ha mármost a kezdőkészlet fatömegét mondjuk  $+ 5\%$ -os hibával határoztuk meg, a zárókészletét pedig véletlenül  $- 5\%$ -os hibával, akkor világos, hogy a növedéket erős torzítással fogjuk kapni. A fatömeg  $5\%$ -os hibája számításaim szerint a növedékben könnyen okozhat  $50\%$ -os hibát is. Ilyen nagy hiba pedig természetesen nem fogadható el. Az elmondottakra nézzünk egy hevenyészett példát. Legyen  $K_1 = 1050 \text{ m}^3$ ,  $K_2 = 1220 \text{ m}^3$ ; és  $H = 100 \text{ m}^3$ . Ekkor  $Z = 1220 + 100 - 1050 = 270 \text{ m}^3$ . Ha a kezdőkészletet hibásan  $1100 \text{ m}^3$ -nek mértük, a zárókészletet pedig ellenkező előjelű, de azonos abszolút értékű hibával  $1170 \text{ m}^3$ -nek mértük, akkor növedéknek  $1170 + 100 - 1100 = 170 \text{ m}^3$ -t kapunk. Az eltérés tűrhetetlenül nagy!”

Összefoglalásként tehát megállapítható, hogy a magasságmérés, különösen a vegyeskorú faállományban a magassági görbe alkalmazása fokozott hibaforrást jelent.



Palotay (1965) megállapítását idézve: „A növedékhiba kiküszöbölésére az ad lehetőséget, hogy módunkban van az említett szabálytalan hibát szabályos hibával helyettesíteni. Ha a szabálytalan hibát szabályossá tesszük, akkor - mint minden szabályos hiba - mindig azonos előjellel fog jelentkezni. Ha pedig a fatömeget magát a korszak elején és végén mindkét esetben azonos értékű és előjelű hiba terheli, akkor a számított növedék igényeinknek teljesen megfelelő pontosságú lesz.

Szemléltetésül nézzük meg, hogyan alakulna növedékszámításunk, ha az előbb említett példában a kezdőkészlet is és a zárókészlet is mindkét esetben a valóságosnál  $50 \text{ m}^3$ -rel magasabbnak állapítottuk volna meg. Így a szabályos hibával terhelt kezdőkészlet  $K_1 = 1100 \text{ m}^3$  lenne, a zárókészlet  $K_2 = 1270 \text{ m}^3$ , ha  $H=100 \text{ m}^3$  marad, akkor a növedék  $Z = 1270 + 100 - 1100 = 270 \text{ m}^3$ , vagyis pontosan ugyanannyi, mintha a fatömegeket pontosan állapítottuk volna meg. A gyakorlatban természetesen a többi hibaforrás megakadályozza, hogy a növedékszámítás egészen pontos eredményt adjon, de a hiba a megengedett mértéken belül fog maradni. ...

A tarifák legnagyobb előnye, hogy lehetővé teszik a növedék megfelelő pontosságú megállapítását. Alkalmazásuk másik haszna abban nyilvánul meg, hogy az erdőrendezési munkát nagymértékben egyszerűsíti. Főlösslegessé teszi ugyanis a famagasságmérést és a magassági görbe szerkesztését” (Palotay 1958).

## ALKALMAZOTT MÓDSZEREK ÉS EREDMÉNYEK

Figyelembe véve azt,

- hogy a száraló erdők vegyeskorúsága miatt a magassági görbék alkalmazása eléggé hibaterhelt,
- hogy a mintavétel során valamennyi fa magasságának megmérése igen sok időt – és munkaráfordítást – igényelne,

felvetődött, hogy a Sopp-táblák alapján meg lehetne próbálni fafajonként egyváltozós (átmérő) fatérfogatfüggvényt szerkeszteni, amelynek alkalmazása kiküszöbölné a magasságmérések szükségességét.

A Sopp-táblákból számított tarifa esetén azt tapasztaltuk, hogy a vastagsági méretcsoportok növekedésével arányosan növekszik az egy- és kétváltozós függvénnyel számított fatérfogatértékek közötti százalékos eltérés mértéke is.

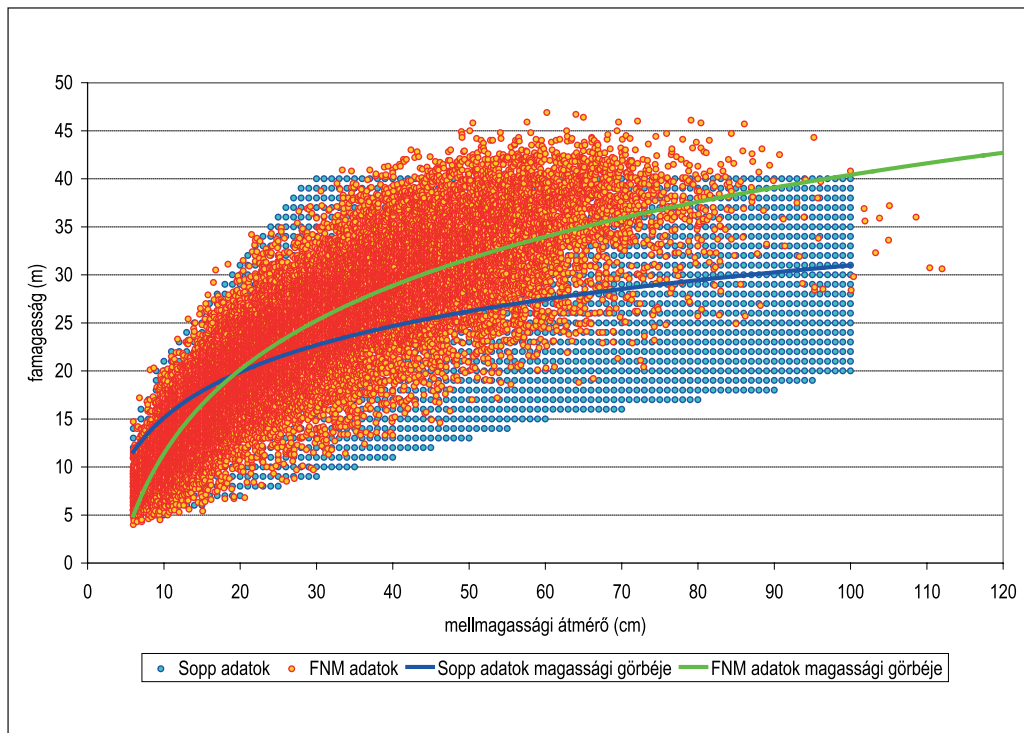
Az eltérést a bükk példáján szemléltetjük (1. ábra).

Az eltérés alapvető oka abban rejlik, hogy a Sopp-táblában (amelynek adatai alapján számítottuk a tarifákat) a bükk maximális magassága nem haladja meg a 40 métert, ennek következtében az átmérő/magasság adatpárok nem megfelelő eloszlásúak, ezért a Sopp-tábla adataiból számított magassági görbe (és ennek megfelelően az egyváltozós fatérfogatérték) az alacsonyabb értékek irányába tolódik el.

Összehasonlítottuk az FNM (Faállományok Növedékének Megfigyelése Monitoring Rendszer) felvételek során az egyedi felvételű mintafák adataival. (Megjegyzendő, hogy az FNM során készültek az utóbbi évek legpontosabb törzsenkénti faegyedfelvételei, ellenőrzött törzsenkénti magasságméréssel.) Jól látható, hogy az adatok természetesebb eloszlása következtében a vas-

tagabb átmérő mérettartományokban az FNM-adatok alapján számított magassági görbe akár 2 méterrel is meghaladja a Sopp-tábla adataiból számított magassági görbét.

A fentiekből kiindulva arra a megállapításra jutottunk, hogy a tarifákat, vagyis az egyváltozós fatérfogatfüggvény fafajonkénti paramétereit az FNM-felvételek adataiból célszerű kiszámítani.



1. ábra: A bükk faegyedek magassága az átmérő függvényében  
Figure 1: Height of beech trees as a function of their diameter

## Az egyváltozós fatérfogatfüggvény paramétereinek kiszámítása

A Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Erdészeti Igazgatósága az Erdővagyon-gazdálkodási Intézet rendelkezésére bocsátotta az FNM-1 három felvételi ciklusában egyedi felvételű mintakörökben mért mintafák adatait, melyek fafajonkénti, illetve fafaj-csoportonkénti eloszlását az 1. táblázat szemlélteti.

A számításokat erdészeti nagytájanként végeztük el, természetesen csak azokra a nagytájakra vonatkozóan, ahol az adott fafaj, illetve fafajcsoport megfelelő számban reprezentálva van.

A mintafák fatérfogatát a mellmagassági átmérő függvényében vizsgáltuk.

Fafajonként és erdészeti nagytájanként számítottuk ki a paramétereiket.



Alapvetően két függvényt alkalmaztunk. 15–25 cm átmérőig hatványfüggvényt, ezen felül pedig  $m=0$  másodfokú polinomiális függvényt. Az alacsonyabb mérettartományokban ugyanis inkább a hatványfüggvény, a magasabb méretcsoportokban pedig a polinomiális függvény fejezte ki jobban az összefüggés jellegét:

$$Szilv = q_1 \cdot d^{q_2} \quad (1),$$

illetve:

$$Szilv = b_2 \cdot d^2 + b_1 \cdot d \quad (2),$$

ahol:  $d$  – mellmagassági átmérő (cm);  
 $q_1, q_2, b_1, b_2$  – paraméterek.

Az erdészeti nagytájak kódjai:

1 –	Nagyalföld
2 –	Északi-középhegység
3 –	Dunántúli-középhegység
4 –	Kisalföld
5 –	Nyugat-Dunántúl
6 –	Dél-Dunántúl

Ha egy faj (vagy fajcsoport) vonatkozásában egy adott erdőgazdasági nagytájban kellő mennyiségű – legalább 500 db – FNM mintafa állt a rendelkezésünkre, akkor az adott fajra és az adott erdészeti nagytájra külön paraméterkészletet számítottunk.

Abban az esetben viszont, ha az adott fajcsoport FNM mintafáinak száma erdészeti nagytájaként alacsony volt, illetve egyes esetekben az erdészeti nagytájaként nem tapasztaltunk lényeges különbséget, akkor egy faj esetén közös paraméter számítottunk néhány erdészeti nagytájra (pl. KTT esetén a Nagyalföldre és a Kisalföldre), vagy pedig mind a hat erdészeti nagytájra (pl. a juharok, a szilek, a nyírek, a lucfenyő és a vörösfenyő esetén).

Ezzel a függvénnyel kiszámítottuk az FNM mintafák térfogatát, és azt egybevetettük a kétváltozós (Király-féle) fatérfogatfüggvénnyel számított értékekkel. Az egybevetés eredményét az 1. táblázat szemlélteti. A táblázatban külön színnel jelöltük azokat az erdészeti nagytájakat, amelyek esetén az adott fajra (fafajcsoportra) külön paramétert számítottunk.

A 2.a–c táblázatokban fajonként, illetve fajcsoportonként közöljük az erdészeti nagytájakénti paramétereket.

A táblázatok második oszlopában szereplő  $q_3$  érték azt a mellmagassági átmérő értéket jelenti (cm-ben), amelynél a szilv érték hatványfüggvénye (1) átvált a szilv érték másodfokú polinomiális függvényére (2). Ezt a  $q_3$  értéket, amely 15 és 25 cm mellmagassági átmérő között változik, fajonként, grafikus úton határoztuk meg. Megjegyezzük, hogy ez az átmérő-mérettartomány jóval a szálaló üzemmódban kitermelhető célátmérő értéke alatt található, így nem befolyásolja jelentősen a növedékszámítást.

A szilek esetében a  $q_3$  értéke: 10000 cm. Ez azt jelenti, hogy a rendelkezésünkre álló kisszámú FNM mintafa alapján végzett számítások eredményeként a teljes átmérő-mérettartományban (valamennyi erdészeti nagytájra vonatkoztatva) a szilv érték hatványfüggvénye (1) jól kifejezi az átmérő és a fatérfogat közötti összefüggést. Megjegyezzük, hogy a szilek esetében viszonylag kis mennyiségben szereplő elegendő fajról van szó.

1. táblázat: Az FNM mintafák darabszáma, két- és egyváltozós függvénnyel számolt fatérfogata fafajonként és erdészeti nagytájanként (folytatása a következő oldalon)

Table 1: Number of FNM trees and their volume calculated with one- and two input variable functions by species and forest regions (continued on the next page)



		Erdészeti Nagytájak						
Fafaj		1	2	3	4	5	6	Ó
B	db	1 754	11 586	4 817	236	3 883	3 179	25 455
	V	418	16 789	8 621	50	9 152	6 077	41 108
	Szilv	432	17 018	8 742	52	9 240	6 127	41 611
	S/V%	103,3%	101,4%	101,4%	103,5%	101,0%	100,8%	101,2%
CS	db	721	16 289	16 043	836	1 918	8 014	43 821
	V	408	8 757	10 425	1 185	1 538	6 933	29 246
	Szilv	413	8 770	10 483	1 185	1 552	6 922	29 326
	S/V%	101,2%	100,2%	100,6%	100,0%	100,9%	99,8%	100,3%
KTT	db	7	24 217	4 063	72	2 793	2 463	33 615
	V	16	14 084	3 296	150	3 164	2 802	23 512
	Szilv	16	14 229	3 319	150	3 189	2 810	23 713
	S/V%	100,0%	101,0%	100,7%	100,0%	100,8%	100,3%	100,9%
KST	db	9 104	1 270	1 353	914	3 277	5 586	21 504
	V	6 958	777	1 425	1 003	3 140	6 511	19 814
	Szilv	7 008	778	1 434	999	3 174	6 506	19 899
	S/V%	100,7%	100,1%	100,6%	99,5%	101,1%	99,9%	100,4%
GY	db	799	10 729	6 203	549	4 448	7 380	30 108
	V	323	3 048	2 281	156	1 610	2 607	10 025
	Szilv	317	3 098	2 320	164	1 627	2 611	10 137
	S/V%	98,0%	101,7%	101,7%	105,1%	101,1%	100,1%	101,1%
KÖRIS	db	3 444	2 248	5 847	808	425	1 164	13 936
	V	1 828	874	1 481	440	344	412	5 380
	Szilv	1 858	890	1 538	441	342	421	5 489
	S/V%	101,6%	101,8%	103,8%	100,1%	99,5%	102,0%	102,0%
JUHAR	db	2 113	3 382	2 554	382	394	1 832	10 657
	V	530	800	805	148	147	589	3 019
	Szilv	536	836	856	138	131	558	3 056
	S/V%	101,2%	104,5%	106,4%	93,5%	89,1%	94,7%	101,2%
SZIL	db	826	153	322	68	64	593	2 026
	V	213	57	66	47	19	134	536
	Szilv	208	49	64	45	16	130	511
	S/V%	97,6%	85,9%	96,7%	96,3%	84,3%	96,5%	95,4%
A	db	26 662	10 105	3 767	1 994	5 020	11 563	59 111
	V	5 410	2 293	958	480	1 406	2 995	13 541
	Szilv	5 530	2 326	965	486	1 425	3 025	13 757
	S/V%	102,2%	101,4%	100,8%	101,4%	101,4%	101,0%	101,6%
EKL	db	2 398	1 831	1 010	282	428	1 372	7 321
	V	644	446	285	179	205	473	2 233
	Szilv	620	507	336	168	201	477	2 309
	S/V%	96,3%	113,7%	117,8%	93,8%	98,0%	100,7%	103,4%
NYI	db	64	98	29	30	99	478	798
	V	15	32	11	13	32	200	303
	Szilv	17	31	10	15	31	201	305
	S/V%	111,2%	99,2%	94,4%	111,6%	95,5%	100,4%	100,6%

= egyedi paraméter  
 = közös paraméter



1. táblázat: (folytatás az előző oldalról). Az FNM mintafák darabszáma, két- és egyváltozós függvénytől számolt fatérfogata fajonként és erdészeti nagytájanként  
 Table 1: (continued from the previous page) Number of FNM trees and their volume calculated with one- and two input variable functions by species and forest

		Erdészeti Nagytájak						
Fafaj		1	2	3	4	5	6	Ó
ÉGER	db	729	438	374	950	1 366	6 644	10 501
	V	251	192	162	301	584	3 197	4 688
	Szilv	256	193	162	305	592	3 197	4 705
	S/V%	102,2%	100,4%	99,7%	101,2%	101,3%	100,0%	100,4%
HÁRS	db	172	987	2 031	226	377	3 977	7 770
	V	37	352	742	44	96	1 977	3 249
	Szilv	37	364	751	43	90	1 993	3 278
	S/V%	99,6%	103,4%	101,3%	97,5%	93,8%	100,8%	100,9%
HNY	db	4 753	336	138	347	157	332	6 063
	V	3 514	99	151	450	80	438	4 732
	Szilv	3 548	95	176	420	75	470	4 783
	S/V%	100,9%	95,8%	116,7%	93,4%	93,6%	107,4%	101,1%
FUZ	db	1 472	156	107	420	93	306	2 554
	V	1 009	68	84	237	36	213	1 648
	Szilv	1 004	70	85	236	38	217	1 651
	S/V%	99,5%	102,5%	101,3%	99,4%	107,3%	102,0%	100,2%
EF	db	10 231	4 339	1 823	851	7 852	4 789	29 885
	V	2 052	1 092	465	247	3 674	1 969	9 499
	Szilv	2 080	1 106	473	251	3 701	1 985	9 595
	S/V%	101,3%	101,3%	101,7%	101,8%	100,7%	100,8%	101,0%
FF	db	8 063	1 793	1 931	534	166	644	13 131
	V	1 497	571	523	136	105	250	3 083
	Szilv	1 535	574	532	147	98	256	3 142
	S/V%	102,5%	100,4%	101,8%	107,7%	93,4%	102,3%	101,9%
LF	db	25	899	100	0	2 675	170	3 869
	V	12	401	55	0	921	45	1 433
	Szilv	15	401	56	0	930	50	1 452
	S/V%	125,9%	100,0%	102,3%	0,0%	101,0%	112,6%	101,3%
VF	db	2	106	32	0	241	109	490
	V	1	35	23	0	180	35	273
	Szilv	1	39	22	0	175	38	275
	S/V%	156,3%	111,3%	95,6%	0,0%	97,3%	109,7%	100,7%
Ó	db	73 339	90 962	52 544	9 499	35 676	60 595	322 615
	V	25 137	50 767	31 858	5 266	26 434	37 861	177 323
	Szilv	25 431	51 375	32 323	5 244	26 629	37 993	178 995
	S/V%	101,2%	101,2%	101,5%	99,6%	100,7%	100,3%	100,9%

 = egyedi paraméter  
 = közös paraméter



2a. táblázat: Az 1. és 2. erdészeti nagytájra számított függvényparaméterek fajonként, illetve fajcsoportonként  
 Table 2a: Function parameters calculated for the forest regions 1. and 2. by species or species groups

F-fajok, fajcsoportok	Függvény- váltás az alábbi $q_3$ átmérőnél	$q_1$	$q_2$	Erdőgazdasági nagytájak					
				1 (Nagyalföld)			2 (Északi-köz)		
				$b_1$	$b_2$		$b_1$	$b_2$	
B	25	0.000143085	2.585215178	-6.97961239686812E-03	1.14874307642468E-03	-2.82046041469785E-02	2.03510784817563E-03		
CS	20	0.000152502	2.525756479	-1.15308517100539E-02	1.30711595043771E-03	-8.71994010156667E-03	1.20541252392607E-03		
KTT	20	0.000154198	2.538238746167	-2.13869314854522E-02	1.89821582001005E-03	-1.29635291522423E-02	1.41437167623295E-03		
KST	15	0.000144399	2.554299247	-1.62910338928304E-02	1.53858531867429E-03	-1.72449304226247E-02	1.5033219516604E-03		
GY	20	0.000113374	2.653923725	-1.22946932930412E-02	1.50189849515706E-03	-1.18681185304861E-02	1.43016800303248E-03		
KÖRIS	20	0.000147585	2.504068665	-1.53708907814501E-02	1.47647434248382E-03	-1.16348235416329E-02	1.27196474203225E-03		
JUHAR	15	0.000144969	2.505918141	-7.88180297139097E-03	1.11394033946166E-03	-7.88180297139097E-03	1.11394033946166E-03		
SZIL	10000	0.000152455	2.520548795	-	-	-	-		
A	15	0.000278273	2.325712979	-7.19347469216725E-03	1.13964759826391E-03	-5.39472779512457E-03	1.01198991637111E-03		
EKL	15	0.00014959	2.521173605	-1.42657571988033E-02	1.50174365669838E-03	-1.42657571988033E-02	1.50174365669838E-03		
NYI	15	0.0002437096	2.3468384385	-6.11212488842863E-03	1.01616023183472E-03	-6.11212488842863E-03	1.01616023183472E-03		
ÉGER	15	0.0001268416	2.5724599347	-0.013743530297983	1.415356866970762E-03	-7.05507065149106E-03	1.06141830687448E-03		
HÁRS	15	0.0001419957	2.5232849395	-6.67726631567169E-03	1.04374793803275E-03	-6.67726631567169E-03	1.04374793803275E-03		
HNY	25	0.000208249	2.400358532	-1.33833552785431E-02	1.30601061599495E-03	-1.41926578264223E-02	1.29708210664693E-03		
FUZ	15	0.0002700665	2.2830953171	-5.67270584663243E-03	9.136229035936718E-04	-5.60704046288529E-04	7.7794784679077E-04		
EF	15	0.0002340744	2.3690329819	-4.68853358191011E-03	9.20148409196933E-04	-6.86637949064468E-03	1.07036748655641E-03		
FF	15	0.0003173723	2.2674795768	-6.46036300831368E-03	1.06778004845038E-03	-4.86161693644108E-03	9.79702668648055E-04		
LF	15	0.0002201214	2.4524289725	-9.93583301949182E-03	1.40287402115905E-03	-9.93583301949182E-03	1.40287402115905E-03		
VF	15	0.0001443232	2.5323062163	-8.377829303086303E-03	1.21270912125558E-03	-8.377829303086303E-03	1.21270912125558E-03		

2b. táblázat: A 3. és 4. erdészeti nagytájra számított függvényparaméterek fafajonként, illetve fafajcsoportonként  
 Table 2b: Function parameters calculated for the forest regions 3. and 4. by species or species groups

Fafajok, fafaj- csoportok	Függvény- váltás az alábbi $q_3$ átmérőnél	$q_1$	$q_2$	Erdőgazdasági nagytájak					
				1 (Dunántúli-ktg.)			2 (Kisalföld)		
				$b_1$	$b_2$		$b_1$	$b_2$	
B	25	0.000143085	2.585215178	-2.97169731206887E-02	2.09666383533406E-03		-5.0347495193129E-03	1.02099482441405E-03	
CS	20	0.000152502	2.525756479	-1.01134999837917E-02	1.2553775387919E-03		-0.013350415669746	1.54088274348534E-03	
KTT	20	0.000154198	2.538238746167	-1.34263806638049E-02	1.42479200183297E-03		-2.13869314854522E-02	1.89821582001005E-03	
KST	15	0.000144399	2.554299247	-1.92739479788337E-02	1.62700689024175E-03		-2.25322425823703E-02	1.71557898338937E-03	
GY	20	0.000113374	2.653923725	-1.29402331929791E-02	1.48251752942984E-03		-1.22946992930412E-02	1.50189849515706E-03	
KÖRIS	20	0.000147585	2.504068665	-9.98795896464239E-03	1.17997621010481E-03		-1.05545783665538E-02	1.11394033946166E-03	
JUHAR	15	0.000144969	2.505918141	-7.88180297139097E-03	1.11394033946166E-03		-7.88180297139097E-03	1.11394033946166E-03	
SZIL	10000	0.000152455	2.520548795	-	-		-	-	
A	15	0.000278273	2.325712979	-2.85457569086542E-03	8.92660839379331E-04		-6.54459004941061E-03	1.12656643174378E-03	
EKL	15	0.00014959	2.521173605	-1.42657571988033E-02	1.50174365669838E-03		-1.42657571988033E-02	1.50174365669838E-03	
NYI	15	0.0002437096	2.3468384385	-6.11212488842863E-03	1.01616023183472E-03		-6.11212488842863E-03	1.01616023183472E-03	
ÉGER	15	0.0001268416	2.5724599347	-5.79771989177127E-03	1.08890760388374E-03		-8.0846781813427E-03	1.14369094976842E-03	
HÁRS	15	0.0001419957	2.5232849395	-5.37690871176122E-03	1.00552246014319E-03		-6.67726631567169E-03	1.04374793803275E-03	
HNY	25	0.000208249	2.400358532	-1.41926578264223E-02	1.29708210664693E-03		-1.41926578264223E-02	1.29708210664693E-03	
FUZ	15	0.0002700665	2.2830953171	-5.60704406288529E-04	7.7794784679077E-04		-5.60704406288529E-04	7.7794784679077E-04	
EF	15	0.0002340744	2.3680329819	-7.16468932538096E-03	1.05937085024247E-03		-8.09976244213446E-03	1.09742290769757E-03	
FF	15	0.0003173723	2.2674795768	-6.62850503762359E-03	1.05105873077576E-03		-0.01156610710602	1.3360430390142E-03	
LF	15	0.0002201214	2.4524289725	-9.93583301949182E-03	1.40287402115905E-03		-9.93583301949182E-03	1.40287402115905E-03	
VF	15	0.0001443232	2.5323062163	-8.37782903086303E-03	1.21270912125558E-03		-8.37782903086303E-03	1.21270912125558E-03	

2c. táblázat: Az 5. és 6. erdészeti nagytájra számított függvényparaméterek fajonként, illetve fajcsoportonként  
 Table 4c: Function parameters calculated for the forest regions 5. and 6. by species or species groups

Fajok, faj- csoportok	Függvény- váltás az alábbi $q_3$ átmérőnél	$q_1$	$q_2$	Erdőgazdasági nagytájak			
				1 (Nyugat-Dunántúli)		2 (Déli-Dunántúli)	
				$b_1$	$b_2$	$b_1$	$b_2$
B	25	0.000143085	2.585215178	2.585215178	2.49856575595877E-03	-3.27294633398061E-02	2.20987513374501E-03
CS	20	0.000152502	2.525756479	2.525756479	1.57819261331191E-03	-1.22320651072631E-02	1.455764394786882E-03
KTT	20	0.000154198	2.538238746167	2.538238746167	1.97664760951957E-03	-1.92625888186143E-02	1.7766688428563E-03
KST	15	0.000144399	2.554299247	2.554299247	1.56178438948637E-03	-2.18799974152802E-02	1.787037975264443E-03
GY	20	0.000113374	2.653923725	2.653923725	1.70196602916873E-03	-1.42719219803209E-02	1.616425538882219E-03
KÖRIS	20	0.000147585	2.504068665	2.504068665	1.37010368331055E-03	-1.30643900245212E-02	1.37581162998607E-03
JUHAR	15	0.000144969	2.505918141	2.505918141	1.11394033946166E-03	-7.88180297139097E-03	1.11394033946166E-03
SZIL	10000	0.000152455	2.520548795	2.520548795	-	-	-
A	15	0.000278273	2.325712979	2.325712979	1.28812155696828E-03	-5.96891855439397E-03	1.08466855324549E-03
EKL	15	0.00014959	2.521173605	2.521173605	1.50174365669838E-03	-1.42657571988033E-02	1.50174365669838E-03
NYI	15	0.0002437096	2.3468384385	2.3468384385	1.01616023183472E-03	-6.11212488842863E-03	1.01616023183472E-03
ÉGER	15	0.0001268416	2.5724599347	2.5724599347	1.35852069371607E-03	-7.24786849277678E-03	1.131586601502773E-03
HÁRS	15	0.0001419957	2.5232849395	2.5232849395	1.04374793803275E-03	-1.40465482218093E-02	1.39679232089052E-03
HNY	25	0.000208249	2.400358532	2.400358532	1.29708210664693E-03	-1.41926578264223E-02	1.29708210664693E-03
FUZ	15	0.0002700665	2.2830953171	2.2830953171	7.7794784679077E-04	-5.60704406288529E-04	7.7794784679077E-04
EF	15	0.0002340744	2.3690329819	2.3690329819	1.24883517577267E-03	-9.10012840895543E-03	1.1892118341603E-03
FF	15	0.0003173723	2.2674795768	2.2674795768	1.3360430390142E-03	-0.01156610710602	1.3360430390142E-03
LF	15	0.0002201214	2.4524289725	2.4524289725	1.40287402115905E-03	-9.93583301949182E-03	1.40287402115905E-03
VF	15	0.0001443232	2.5323062163	2.5323062163	1.21270912125558E-03	-8.37782903086303E-03	1.21270912125558E-03

Megvizsgáltuk továbbá, hogy néhány kiemelt fafajra (B, KTT, KST, CS és EF) alkalmazható-e egyváltozós fatérfogatfüggvény a fatermési csoportok (jó – közepes – gyenge) szerint. E felosztást a legutóbbi fatermési táblák alapján végeztük el, a bükk esetében ezt módosítottuk az FNM-felvételek alapján.

Ez a tarifarendszer véleményünk szerint elsősorban inkább az átalakító üzemmódú erdőtömbök felvételénél alkalmazható, hiszen e módszer többé-kevésbé homogén faállományt feltételez. A fatermési csoportot ugyanis a faállomány korának, illetve átlagmagasságának alapján lehet meghatározni. Vegyeskorú beállt szálaló üzemmód esetén elméletileg megállapítható a fatermési csoport a főfafaj felső koronaszintű állományrésze alapján, mindazonáltal hibalehetőségeket hordoz.

3. táblázat: *Fatermési csoportonként (jó – közepes – gyenge) számított függvényparaméterek fajonként, illetve fajajcsoportonként*

Table 3: *Function parameters calculated by yield class groups (good – medium – poor) and species or species groups*

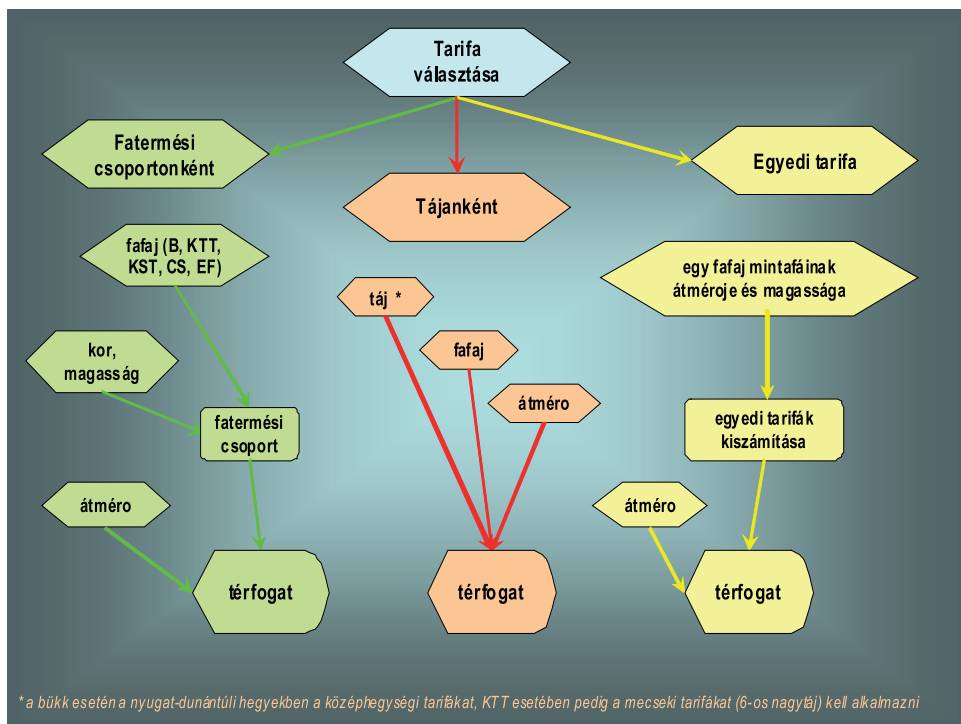
Fajajok	Függvényváltás az alábbi $q_3$ átmérőnél (cm)	$q_1$	$q_2$	Fatermési csoportok					
				1 (jó)		2 (közepes)		3 (gyenge)	
				$b_1$	$b_2$	$b_1$	$b_2$	$b_1$	$b_2$
B	20	0,00014309	2,58521518	-0,03536006	0,00235388	-0,01553711	0,00161491	-0,00741706	0,00113445
CS	10	0,0001525	2,52575648	-0,01275105	0,0014556	-0,00763398	0,00113759	-0,00505379	0,0008718
KST	20	0,0001444	2,55429925	-0,02139561	0,00180355	-0,01483449	0,00147919	-0,00566058	0,00098092
KTT	20	0,0001542	2,53823875	-0,02019423	0,00182426	-0,01269817	0,0014223	-0,00800914	0,00108512
EF	10	0,00023407	2,36903298	-0,01105059	0,00129153	-0,00889996	0,00118571	-0,00489305	0,00093402

A fenti paraméterek alapján egyszerű, akár MS Excel táblázatkezelő programra írt számítógépes alkalmazásokat, algoritmusokat készíthetünk, melynek vázlatát a 2. ábrán szemléltetjük.

A „táj” elemhez a 2. ábrán fűzött megjegyzés tapasztalati számításokon alapul. A bükk esetén az 5. erdészeti nagytájban (Nyugat-Dunántúl) a kiváló fatermésű zalai bükkösök megnövelik a szilv értékét, ezért az itteni hegyvidéki bükkök esetében inkább a középhegységi (2. és 3. erdészeti nagytájak) függvényparaméterei fejezik ki jobban az átmérő és a fatérfogat közötti összefüggést. Hasonló a magyarázat a kocsánytalan tölgy esetében is, a megfelelő paraméterkészletet a Sopron-környéki hegyvidéki mintafák átmérő-fatérfogat összefüggései alapján javasoljuk.

Az algoritmus lehetővé teszi mind a fatermési csoportok, mind pedig az erdészeti nagytájak szerinti számítást, továbbá azt, hogy az adott erdőtömbre egyedi tarifákat szerkesszünk. Ez utóbbihoz a terepen le kell mérni mintegy 12 – 12 db mintafa átmérőjét és magasságát a legvékonyabb és a legvastagabb vastagsági méretcsoportból. Ezekből az adatokból a Király-féle kétváltozós fatérfogatfüggvénnyel kiszámítható a mintafák térfogata, az így kiszámított fatérfogatból a körlap függvényében fatömeg egyenes szerkeszthető, és ebből készíthető egyváltozós fatérfogatfüggvény az átmérő függvényében.

Az egyedi tarifák alkalmazása kapcsán fontos megjegyeznünk, hogy a legközelebbi visszatérő mérések adatainak feldolgozásakor az előző adatfeldolgozásnál alkalmazott tarifákat, illetve függvényparamétereket célszerű felhasználni.



2. ábra: Az egyváltozós fatérfogatfüggvény algoritmusának sémája  
Figure 2: Scheme of the algorithm of the one variable volume function

## AZ EGYVÁLTOZÓS FATÉRFOGAT-SZÁMÍTÁS EDDIGI EREDMÉNYEINEK ÖSSZEFOGLALÁSA

Összefoglalásként megállapítható, hogy az egyváltozós fatérfogatfüggvény alkalmazása

- nagymértékben egyszerűsíti a terepi adatfelvételi munkát, mivel lehetőséget nyújt a magasságmérés elhagyására;
- pontosabbá teszi a növedék meghatározását;
- az FNM egyedi felvételű mintafák adatai alapján fajanként (fafajcsoportonként) és erdészeti nagytájanként, illetve fatermési csoportonként kiszámíthatók a megfelelő egyváltozós fatérfogatfüggvény paraméterei, amelyek a továbbiakban egységesként is kezelhetők;
- egy-egy konkrét erdőtömbre helyi tarifák is számíthatók, ám ezeknek a paramétereit célszerű feljegyezni az ellenőrző mérések megkönnyítése végett.



## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani a Pilisi Parkerdő Zrt.-nek, a Zalaerdő Zrt.-nek, a KAEG Zrt.-nek, továbbá a NymE-ERFARET Nyugat-magyarországi Egyetem Erdő- és Fahasznosítási Tudásközpont Nonprofit Kft.-nek a GOP-1.1.2-08/1-2008-0004 projekt keretében nyújtott támogatásukért. A kutatást támogatták továbbá a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0006 és a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004 projektek.

Köszönetünket fejezzük ki továbbá a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Erdészeti Igazgatósága minden munkatársának, aki rendszeres konzultációkkal, hasznos tanácsokkal segítette munkánkat.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Palotay I. 1958: Szálalóerdők erdőrendezési kérdései. Előadás, Zalaegerszeg, 1958. X. 19.  
([http://www.aesz.hu/pdf/szal\\_hazai.pdf](http://www.aesz.hu/pdf/szal_hazai.pdf))
- Palotay I. 1965: Fatömegtarifák. *Az Erdő*, 14(9): 385-388.
- Sopp L. és Kolozs L. (szerk.) 2000: Fatömegszámítási táblázatok. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest

*Érkezett: 2012. február 27.*

*Elfogadva: 2012. szeptember 3.*