

INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN SILVICULTURĂ „MARIN
DRĂCEA”

I.N.C.D.S. - "MARIN DRĂCEA"		
- CONSILIUL ȘTIINȚIFIC -		
INTRARE	Nr.	14
IESIRE		
An. 2026	Luna 03	Zi 12

Avizat în ședința extraordinară a
Consiliului Științific al
Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare
în Silvicultură "Marin Drăcea"



Președinte CS-INCD
CS I dr. ing. Ovidiu Badea



RAPORT

al Grupului de lucru privind pentru ajustarea a metodologiei de prelucrare a informațiilor
de teren colectate în Ciclului al III-lea IFN și de îmbunătățire a aplicației informatice
specifice

CUPRINS

1	INTRODUCERE	5
2	ANALIZA ȘI PERFEȚIONAREA METODOLOGIEI DE PRELUCRAREA A DATELOR DIN CICLUL AL III-LEA (2020-2024) AL INVENTARULUI FORESTIER NAȚIONAL.....	6
2.1.	JUSTIFICAREA MODIFICĂRIILOR DE ABORDARE ÎN ANALIZA DATELOR IFN	6
3.	STRUCTURA BAZEI DE DATE SI VERIFICĂRI ASUPRA CALITĂȚII DATELOR	8
4.	SUPRAFATA DE PADURE.....	12
5.	VOLUM DE LEMN PE PICIOR.	13
6.	CREȘTEREA ANUALĂ A PĂDURII.....	15
7.	VOLUMUL DE LEMN EXPLOATAT	23
8.	VOLUMUL DE LEMN RECOLTAT	26
9.	MORTALITATEA ANUALA A ARBORILOR.....	28
10.	ESTIMAREA ERORILOR PENTRU ESTIMATORUL RATIO	29
11.	BILANTUL CREȘTERII	30

GLOSAR DE TERMENI UTILIZAȚI ÎN ACEST RAPORT

Ciclul I IFN (IFN1) – perioada în care s-a efectuat prima inventariere a arborilor din cuprinsul suprafețelor de probă IFN.

Ciclul II IFN (IFN2) – perioada în care s-a efectuat cea de-a doua inventariere a arborilor din cuprinsul suprafețelor de probă IFN.

Ciclul III IFN (IFN3) – perioada în care s-a efectuat cea de-a treia inventariere a arborilor din cuprinsul suprafețelor de probă IFN.

Suprafața de pădure acoperită cu arbori – suprafața de pădure delimitată pe baza evaluării sectoarelor suprafețelor de probă (SSP) cu cod categorie folosință = 100 (Pădure). Aceasta reprezintă doar suprafața de pădure acoperită efectiv cu arbori, utilizată pentru evaluarea volumelor la hectar, și nu întreaga suprafață de pădure conform definiției folosită în IFN.

Volumul de lemn pe picior – volumul de lemn (m^3) aferent arborilor aflați în picioare, cu diametru de bază (dbh) minim stabilit prin metodologia IFN (diametrul la 1,3 m $\geq$ 5.6 cm). Include tulpina și ramurile arborilor din pădure atât pentru speciile de rășinoase cât și pentru cele de foioase.

Fond productiv (growing stock) – volumul arborilor vii pe picior existenți în pădure, cu diametru de bază minim stabilit prin metodologie (diametrul la 1,3 m $\geq$ 5.6 cm). Include trunchiul și ramurile arborilor din pădure atât pentru speciile de rășinoase cât și pentru cele de foioase.

Creșterea brută – volumul de lemn total acumulat de arborii vii într-un ciclu IFN, incluzând atât volumul acumulat de arborii rămași în pădure și a recruților, cât și creșterea arborilor exploatați și a celor dispăruți prin mortalitate.

Creșterea netă – volumul de lemn acumulat prin creștere brută într-un ciclu IFN, după scăderea pierderilor prin mortalitate.

Mortalitatea arborilor – volumul de lemn pierdut ca urmare a uscării sau distrugerii arborilor vii din cauze naturale sau antropice. Include arborii uscați pe picior într-un ciclu IFN, arborii care sau uscat și au căzut pe sol în același ciclu IFN, vârfurile arborilor vii rupte și căzute pe sol.

Volumul de lemn exploatat – Volumul arborilor tăiați între două cicluri IFN succesive și care nu au mai fost identificați în suprafața de probă. Acesta se compune din volumul arborilor recoltați și volumul resturilor de exploatare (crăci și vârfuri cu diametrul mai mic de 5 cm).

Volumul de lemn recoltat – Volumul arborilor tăiați între două cicluri IFN succesive și care au fost scoși cu certitudine din pădure. Include volumul arborilor tăiați prin tăieri selective sau integrale, precum și al celor pentru care nu s-a mai găsit cioata, la care se adaugă creșterea arborilor recoltați pentru jumătate din perioada ciclului IFN. Nu include volumul resturilor rămase în pădure în urma

procesului de exploatare (crăci cu diametrul sub 5 cm, trunchiuri ale arborilor tăiați rămase în pădure etc.).

Arbori morți căzuți la pământ – arbori care erau deja morți pe picior la momentul inventarierii din ciclul anterior, dar care în ciclul curent au fost găsiți căzuți pe sol. În acest volum sunt incluse și vârfurile rupte din arborii morți pe picior în ciclul curent, care au fost găsite pe sol. Acești arbori nu se înregistrează la mortalitate, ci se includ în **volumul de lemn mort**.

Metodologie de calcul – ansamblu coerent de metode, reguli, ipoteze, surse de date, proceduri statistice și ecuații prin care datele măsurate sau colectate în teren sunt transformate în indicatorii și rezultate IFN. Metodologia precizează variabilele, pașii de preprocesare și agregare, estimatorii utilizați, formulele de calcul (inclusiv pentru erori/varianțe) și verificările de calitate.

Algoritm de prelucrare a datelor – secvență finită de pași operaționali, implementată informatic (subrutină), care aplică automat metodologia de calcul asupra datelor primare măsurate sau colectate, pentru a genera rezultatele IFN.

1 Introducere

Raportul prezinta procesele de analiză și prelucrare a datelor IFN parcurse de Grupul de lucru, constituit atât din specialiști ai departamentului de cercetare științifică cât ai serviciului IFN din cadrul INCDS la propunerea Consiliului științific (CS) al INCDS și nominalizat prin Deciziile nr. 530/19.11.2024 și 536/20.11.2024 ale Directorului general al INCDS pentru prelucrarea Ciclului al III-lea al Inventarului Forestier Național (IFN). Grupul de lucru a dezvoltat în comun un **algoritm de prelucrare și analiză** a datelor IFN, bazat pe **metodologia existentă și avizată** în forma preliminară, în scopul realizării controlului rezultatelor IFN obținute prin utilizarea metodologiei existente, iar prin compararea valorilor obținute să poată fi identificate eventuale discrepanțe în vederea îmbunătățirii procesului de prelucrare și a metodologiei de prelucrare a datelor

Scopul raportului este de a prezenta aspecte specifice, referitoare la prelucrarea datelor de Inventar Forestier Național din ciclul al III -lea în vederea atingerii următoarelor obiective:

- 1) Analiza și perfecționarea metodologiei de prelucrare a datelor Inventarului Forestier Național 2020-2024 (ciclul al III-le IFN), conform Hotărârii Consiliului științific nr. 6/19.11.2023;
- 2) Realizarea prelucrării datelor pentru categoria păduri aferente celui de-al III-lea ciclu IFN. Prelucrările se referă la obținerea indicatorilor cu reprezentativitate la nivel național: *suprafața pădurii, volumul pe picior, creșterea în volum, volumul recoltei și mortalitatea*.

IFN reprezintă principalul instrument pentru stabilirea celor mai relevanți indicatori ce descriu starea pădurilor din România și tendințele acestora în perioadele următoare, având un impact semnificativ asupra politicilor de mediu. Având în vedere importanța și utilizarea pe scară largă a rezultatelor IFN, este esențial ca modul de calcul al parametrilor să fie transparent și ușor de înțeles atât pentru specialiști, cât și pentru publicul larg.

Prin restructurarea algoritmului de prelucrare a datelor IFN s-a urmărit obținerea unor rezultate mai stabile, reducerea erorilor și creșterea eficienței procesării, menținând totodată o logică simplă și clară a estimărilor bazate pe măsurătorile de teren.

2 ANALIZA ȘI PERFECTIONAREA METODOLOGIEI DE PRELUCRAREA A DATELOR DIN CICLUL AL III-LEA (2020-2024) AL INVENTARULUI FORESTIER NAȚIONAL

2.1. JUSTIFICAREA MODIFICĂRILOR DE ABORDARE ÎN ANALIZA DATELOR IFN

Grupul de lucru constituit prin decizia Directorului General al INCDS, în urma analizei algoritmului de prelucrare al IFN utilizat pentru generarea rezultatelor – script caracterizat printr-o structură greoaie, cu un număr foarte mare de fișiere și fără o descriere explicită a rutinelor – a decis elaborarea unui **nou algoritm de calcul**, capabil să furnizeze rezultate pentru Ciclul al III-lea IFN și, în același timp, să permită o verificare și o analiză obiectivă a modului de calcul al parametrilor IFN.

În urma analizei **metodologiei de lucru, si a îmbunătățirilor identificate si considerate oportune** grupul de lucru a dezvoltat **un nou algoritm de calcul**, ce poate genera rezultate reproductibile în mod transparent:

Rezultate – furnizează printr-o agregare succesivă rezultate la nivel de arbore, la nivel de suprafață de probă, apoi la nivel de sondaj, strat omogen și, în final, la nivel național. Acest algoritm urmează logica abordării inițiale a scriptului IFN utilizat în prezent. Pentru a transparentiza, și ușura extragerea rezultatelor din măsurătorile și prelucrările IFN.

În plus, grupul de lucru a calculat și generat valori aferente suprafețelor și volumelor pentru fiecare arbore, și sector de suprafață de proba la nivel național. Astfel încât rezultatele putând fiind astfel centralizate într-un fișier (baza de date) care permite obținerea indicatorilor la nivel național, prin interogări simple (ex. prin filtre și agregări de tip „pivot table”), a rezultatelor dorite fără a fi necesară reluarea scriptului de prelucrare.

Pentru elaborarea raportului s-a propus inițial realizarea unei prelucrări alternative a datelor IFN, bazată pe principii diferite de cele utilizate în metodologia actuală. Pentru prelucrări alternativă ar fi fost nevoie de informații care nu au putut fi produse cu o acuratețe suficient de ridicată și de aceea s-a renunțat la ideea de a realiza o prelucrare diferită, insistându-se în schimb, pe replicarea și îmbunătățirea algoritmului existent. Spre exemplu, pentru algoritmul alternativ ar fi fost nevoie de proporția pădurii din cercul mic, cu aria de 200 m² (care conține arbori cu dbh între 5.6 și 28.5 cm), separat de cercul mare, cu aria de 500 m² (care conține arbori cu dbh peste 28.5 cm). În funcție de localizarea ssp-urilor s-a încercat determinarea acestui parametru, însă din cauza diferențelor de diametru între cercul mic și cel mare, această proporție nu a putut fi determinată cu o precizie suficient de ridicată pentru a continua analiza propusă inițial.

Prin intermediul noului algoritm de calcul, rezultatele au fost structurate mai transparent pe componente ce însumează categoria totală (ex. creșterea și volumul de lemn exploatat). Se consideră necesar ca această abordare să fie implementată întrucât rezultatele obținute au un impact major asupra domeniului silvic și suscită un interes deosebit atât în rândul specialiștilor, cât și al publicului larg.

Scriptul dezvoltat a fost pus la dispoziția serviciului IFN, împreună cu instrucțiuni de utilizare a acestuia.

3. STRUCTURA BAZEI DE DATE SI VERIFICĂRI ASUPRA CALITĂȚII DATELOR

În IFN3 s-au măsurat 563 953 de arbori din care 66.3% din numărul de arbori au fost comuni în IFN1, IFN2 și IFN3 (Tabelul 2). Doar 17% (i.e., 96 749 arbori) au fost arbori specifici doar pentru IFN3.

Tabelul 2. Structura bazei de date arbore pe fiecare inventar.

Nr.crt.	Arbori	Număr arbori
1	Comuni în IFN1, IFN2 și IFN3	373514
2	Doar în IFN1	6308
3	Doar în IFN1 și IFN2	70728
4	Doar în IFN2	2006
5	Doar în IFN2 și IFN3	92893
6	Doar în IFN3	99404

Pentru fiecare arbore s-au determinat șase indicatori binari de nepotrivire (neconcordanțe) între IFN2 și IFN3: (1) specie, (2) grup de specii/GS, (3) diametru la înălțimea standard (condiție: diferență de dbh mai mare de 100 mm), (4) înălțimea (diferențe de h mai mari de 100 dm), (5) Azimut (diferențe mai mari de 40°) și (6) Distanță față de centru (mai mari de 100 cm). Pentru înălțime (h) se marchează special cazurile în care aceasta diferă mult dar înălțimea estimată (he) rămâne apropiată (semnal pentru confuzii de câmp/variabilă). Apoi se calculează numărul de erori pentru fiecare combinație de erori și numărul de arbori afectați de aceste erori. Au fost identificați un număr de 15 227 arbori care au cel puțin o caracteristică afectată (Tabelul 3).

Tabelul 3. Numărul de arbori pe tipuri și combinații de erori de determinare/măsurare.

Nr. crt.	(1) Specie	(2) GS	(3) dbh	(4) h	(5) Azimut	(6) Distanța	Număr erori	Număr arbori
1						X	1	1694
2					X		1	4108
3					X	X	2	68
4				X			1	2668
5				X		X	2	13
6				X	X		2	35
7				X	X	X	3	1
8			X				1	1834
9			X			X	2	45
10			X		X		2	38
11			X		X	X	3	5

12			X	X			2	23
13	X						1	3736
14	X					X	2	32
15	X				X		2	87
16	X				X	X	3	2
17	X			X			2	16
18	X		X				2	89
19	X		X			X	3	2
20	X		X		X		3	2
21	X		X		X	X	4	2
22	X	X					2	716
23	X	X				X	3	3
24	X	X			X		3	9
25	X	X		X			3	3
26	X	X	X				3	4
27	X	X	X			X	4	5
28	X	X	X		X	X	5	6
Total								15 246

Dacă diferențele pozitive de dbh sau h între două măsurători consecutive sunt afectate atât de eroarea de măsurare cât și de creșterea arborilor, diferențele negative nu pot fi justificate decât cu potențiale erori de măsurare. În tabelele 4 și 5 sunt prezentate câteva exemple de diferențe negative de dbh și respectiv h între IFN2 și IFN3. Cea mai mare diferență de dbh a fost de 153.8 cm pentru un arbore care în IFN2 a fost măsurat un dbh de 172.0 cm iar în IFN3 un dbh de 18.2 cm (Tabelul 4). De asemenea, cea mai mare diferență negativă de înălțime înregistrată între IFN2 și IFN3 a fost de 27.0 m, pentru un arbore care în IFN2 avea o înălțime măsurată de 36.0 m iar în IFN3 de doar 9.0 m.

Tabelul 4. Cele mai mari 10 diferențe negative de dbh între IFN3 și IFN2.

cod_sondaj	cod_sp	nr_arb	dbh în IFN3 (mm)	dbh în IFN2 (mm)	Diferența de dbh (mm)
12089109	1608558853	5	182	1720	-1538
13240164	1336526053	8	850	2176	-1326
12021123	1622552024	82	158	1280	-1122
14060015	1514544053	1	128	1128	-1000
11057120	1380255621	37	213	1175	-962
12013139	1638251252	18	91	910	-819

14194222	1721530624	14	630	1375	-745
12069099	1598256852	55	87	820	-733
12049101	1600554853	1	131	840	-709
12021139	1638252021	1	107	805	-698

Tabelul 5. Cele mai mari 10 diferențe negative de înălțime între IFN3 și IFN2.

cod_sondaj	cod_sp	nr_arb	h_IFN3 (dm)	h_IFN2 (dm)	Diferența de înălțime (dm)
13068034	1466243221	17	90	360	-270
14128009	1508237221	15	199	465	-266
11025008	1492552424	13	69	310	-241
13216154	1346228452	14	228	453	-225
14068007	1506243221	7	121	319	-198
11017076	1424251621	8	237	430	-193
13088164	1336541253	7	144	317	-173
11161020	1480266052	5	257	423	-166
14154146	1645534624	4	254	407	-153
12041165	1664554053	20	105	257	-152

Printre arborii cu cod statut pentru recoltă (500, 600 și 800) s-au identificat arbori care au fost raportați cu statut similar în IFN2. Spre exemplu, 2 arbori cu cod statut 500 în IFN2 au fost raportați cu cod statut 800 în IFN3, iar un arbore cu cod_statut 600 în IFN3 fusese declarat dispărut (cod_statut 900) în IFN2. Alți arbori au fost declarați dispăruți, cu același cod, în cicluri diferite (Tabelul 6).

Tabelul 6. Exemplu de arbori din categoria recoltați sau doborâți în IFN2 care au fost raportați din nou recoltați sau doborâți

cod_sondaj	cod_sp	nr_arb	Cod statut IFN2	Cod statut IFN3
14096259	1758240452	1	500	900
14112269	1768538824	1	500	800
14112269	1768538824	2	500	800
14084079	1578241621	1	800	900
14084115	1614241621	1	800	900

14084115	1614541624	1	800	900
11129144	1356262852	15	900	900
12009175	1674250821	1	900	900
12133007	1506263252	14	900	600
14092111	1610540853	13	900	900
14202096	1595529824	4	900	900

Ca urmare, pentru ciclul IV se va acorda o atenție ridicată asupra verificării calității datelor colectate. Se vor implementa astfel, filtre de verificare a dbh si h (dar si pentru celelalte tipuri de erori frecvente prezentate in Tabelul 3), comparativ cu valorile anterioare, si atenționarea operatorilor din teren atunci când sunt diferențe mari (pentru a verifica in teren), mai ales atunci când diferențele sunt negative. Mai mult decât atât, se forma echipe speciale pentru verificarea lunar, a măsurătorilor IFN.

4. SUPRAFATA DE PADURE

Suprafața de pădure delimitată pe baza evaluării sectoarelor suprafețelor de probă (SSP) cu cod categorie folosință Pădure (cod_cvf = 100).

Tabelul 6. Suprafața de pădure acoperita cu arbori (cod_cvf = 100).

Anul	Valoarea estimată (ha)	Eroare procentuală (%)
I	7 069 528.671	2.109
II	6 986 691.892	2.120
III	6 925 283.252	2.116
IV	7 119 290.898	2.066
I+II	7 032 371.101	1.497
I+II+III	6 995 975.143	1.226
Toți anii	7 027 355.712	1.060

5. VOLUM DE LEMN PE PICIOR.

Volumul de lemn (m^3) aferent arborilor în picioare, cu un diametru de bază (dbh) minim stabilit prin metodologie (diametrul la 1,3 m $\geq$ 8 cm). Include trunchiul tulpina și ramurile arborilor din pădure atât pentru speciile de rășinoase cat si pentru cele de foioase.

Tabelul 7. Volumul pe picior din păduri, volumul mediu la hectar al pădurii (conține arborii vii și arbori morți).

Anul	Unitatea de măsură	Valoarea estimată	Eroare procentuală (%)
I	Total (m^3)	2 438 508 570.670	3.565
	La hectar (m^3/ha)	344.932	2.236
II	Total (m^3)	2 434 327 169.194	3.432
	La hectar (m^3/ha)	348.423	2.242
III	Total (m^3)	2 434 909 693.940	3.652
	La hectar (m^3/ha)	351.597	2.264
IV	Total (m^3)	2 511 620 627.541	3.519
	La hectar (m^3/ha)	352.791	2.208
I+II	Total (m^3)	2 437 014 554.540	2.472
	La hectar (m^3/ha)	346.542	1.584
I+II+III	Total (m^3)	2 436 519 275.908	2.048
	La hectar (m^3/ha)	348.274	1.302
Toți anii	Total (m^3)	2 455 271 245.856	1.769
	La hectar (m^3/ha)	349.388	1.127

Fond de producție (growing stock) – volumul arborilor vii, pe picior, existenți în pădure, cu un diametru de bază minim stabilit prin metodologie (diametrul la 1,3 m $\geq$ 8 cm). Include trunchiurile și ramurile arborilor din pădure atat pentru speciile de rasinoase cat si pentru cele de foioase.

Tabelul 8. Volumul pe picior, separat pe arbori vii (i.e., growing stock) și morți

Indicator	Unitatea de măsură	Valoarea estimată	Eroare procentuală (%)
Arbori vii	Total (m3)	2 376 554 501.269	1.776
	La hectar (m3/ha)	338.186	1.127
Arbori morți	Total (m3)	78 716 744.587	4.194
	La hectar (m3/ha)	11.202	1.487
Total	Total (m3)	2 455 271 245.856	1.769
	La hectar (m3/ha)	349.388	1.127

6. CREȘTEREA ANUALĂ A PĂDURII

Creșterea brută – volumului de lemn total acumulat de arborii vii într-un ciclu IFN, incluzând atât volumul de lemnul rămas în pădure, a recruților cât și creșterea arborilor exploatați sau dispăruți prin mortalitate.

Creșterea netă – volumul de lemn acumulat prin creșterea bruta într-un ciclu IFN, după deducerea pierderilor prin mortalitate.

Tabelul 9. Creșterea anuală brută în volum.

Anul	Unitatea de măsură	Valoarea estimată	Eroare procentuală (%)
I	Total (m3/an)	64 632 876.511	3.133
	La hectar (m3/an/ha)	9.142	2.200
II	Total (m3/an)	60 792 797.913	3.131
	La hectar (m3/an/ha)	8.701	2.222
III	Total (m3/an)	58 605 796.488	3.250
	La hectar (m3/an/ha)	8.463	2.224
IV	Total (m3/an)	61 943 390.786	3.273
	La hectar (m3/an/ha)	8.701	2.194
I+II	Total (m3/an)	62 734 718.792	2.220
	La hectar (m3/an/ha)	8.921	1.565
I+II+III	Total (m3/an)	61 361 237.078	1.833
	La hectar (m3/an/ha)	8.771	1.284
Toți anii	Total (m3/an)	61 494 193.074	1.600
	La hectar (m3/an/ha)	8.751	1.113

Tabelul 10. Elementele creșterii anuale brute ale pădurii.

Indicator	Unitatea de măsură	Valoarea estimată	Eroare procentuală (%)
Creștere arbori vii*	Total (m3/an)	55 656 796.150	1.712
	La hectar (m3/an/ha)	7.920	1.122

Creștere arbori neidentificați **	Total (m3/an)	2 935 921.883	3.980
	La hectar (m3/an/ha)	0.418	1.359
Creștere arbori recruți***	Total (m3/an)	2 507 087.169	4.584
	La hectar (m3/an/ha)	0.357	1.455
Creștere arbori omiși în IFN2****	Total (m3/an)	394 387.872	15.007
	La hectar (m3/an/ha)	0.056	3.251
Total	Total (m3/an)	61 494 193.074	1.600
	La hectar (m3/an/ha)	8.751	1.113

* Creștere arbori vii (cod_avmp = 100), măsurați în IFN2 și IFN3 (cod_statut = 100), care nu sunt rupți. Pentru arborii care ies din cercul mic care nu mai fac parte din populația de arbori inventariată în ciclul anterior (IFN2), aferentă cercului mic (cu aria de 200 m²) și devin recruți pentru populația de arbori inventariată în ciclul curent (IFN3) în cercul mare (cu aria de 500 m²) acumularea în volum (creșterea) în procente a acelor arbori, alocată acestei categorii (i.e., creșterea arborilor vii) este asimilată cu acumularea în suprafață de bază (creșterea) în procente, aferentă inventariați în cercul mic, în ciclul curent

** Creșterea arborilor din categoriile cod_statut 500, 510, 600, 800, 900, care erau vii în IFN2 (cod_avmp = 100) și nu au mai fost identificați în IFN3.

*** Creșterea arborilor recruți, arborii din categoria cod_statut 200, precum și creșterea arborilor identificați în IFN2 și IFN3 (cod_statut = 100), care au depășit pragul de diametru corespunzător cercului mic (cu aria de 200m²) și aparțin cercului mare (cu aria de 500m²) în ciclul al III-lea. Diferența de volum dintre volumul existent și volumul estimat la diametrul limită (de 5,6 cm respectiv, 28,5 cm) este inclusă în această categorie (vezi calcul volum arbori recruți).

**** Creșterea arborilor omiși la măsurătoarea IFN2 (cod_statut = 300, 310) și creșterea arborilor din suprafețe noi, măsurate în IFN3 (cod_statut = 400) au fost incluși în această categorie.

Metoda de calcul a creșterii arborilor recruți

Creșterea arborilor recruți s-a calculat ca diferență între volumul arborilor recruți la cea de-a treia re-măsurare/ a doua reinventariere (IFN III), și volumul acestora la momentul intrării în eșantionaj (momentul în care aceștia ating diametrul limita de 5.6 cm respectiv 28.5 cm). Pentru determinarea volumului arborilor la intrarea în eșantionaj se cunoaște diametrul de bază (dbh.lim, diametrul limită care este de 5.6 cm pentru cercul de 200 m², respectiv 28.5 cm pentru cercul de 500 m²), însă nu se cunoaște înălțimea arborilor la momentul intrării în eșantionaj (în momentul

în care aceștia ating diametrul limita de 5.6 cm respectiv 28.5 cm). Pentru determinarea înălțimii aferente dbh.lim s-a recurs la elaborarea de modele care să estimeze înălțimea arborilor în funcție de diametrul de bază (model H-D) pentru fiecare specie în parte, după care s-au folosit aceste modele pentru estimarea înălțimii aferente dbh.lim. Ca urmare, înălțimea arborelui la momentul intrării în eșantionaj (în momentul când a atins dbh.lim) a fost calculată astfel:

$$H_{lim} = H_{estimat_{lim}} - H_{estimat} + H_{măsurat}$$

în care $H_{estimat_{lim}}$ este înălțimea estimată (pe baza modelului H-D) pentru diametrul limita de 28.5 sau 5.6 cm; $H_{estimat}$ este înălțimea estimată pentru arborele recrut (cu dbh > dbh.lim) iar $H_{măsurat}$ este înălțimea măsurată a arborelui recrut. În figura 1 se poate observa că H_{lim} este egal cu $H_{estimat_{lim}}$ minus diferența dintre $H_{estimat}$ și $H_{masurat}$ (segmentul de culoare neagră). $H_{estimat}$ și $H_{masurat}$ sunt cunoscute, iar diferența dintre ele este reprezentată de segmentul de culoare neagră.

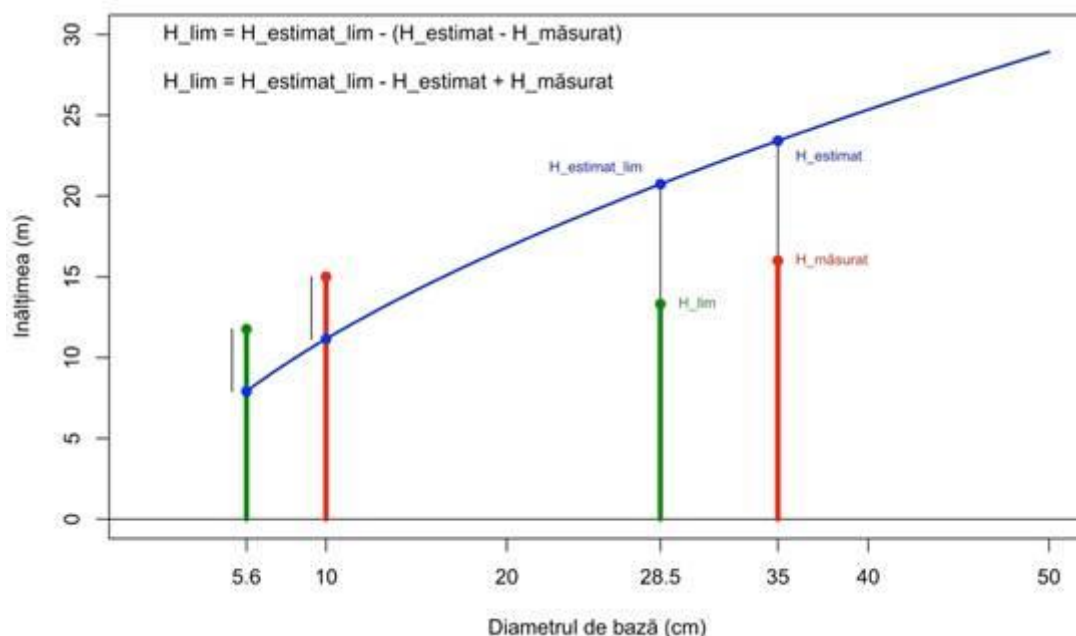


Figura 1. Determinarea înălțimii arborilor recruți la momentul intrării în eșantionaj

Arborii recruți care au trecut din cercul cu aria de 200 m² în cercul cu aria de 500 m² nu sunt identificați în baza de date cu codul de recruți. Pentru identificarea acestor arbori, s-a folosit un filtru de identificare a arborilor care au avut dbh < 28.5 cm la a doua re-măsurare și dbh > 28.5 cm la cea de-a treia re-măsurare. Pentru acești arbori, creșterea a fost separată în două

componente: (i) creșterea arborilor vii, calculată ca procent a creșterii dbh aferentă cercului de 200 m² și (ii) creșterea arborilor recruți, ca procent a creșterii dbh aferentă cercului de 500 m². Spre exemplu, pentru un arbore care în IFN2 avea un diametru de 27.0 cm iar în IFN3 a avut un diametru de 29.0 cm, 75% din creșterea în volum este alocată creșterii arborilor vii (deoarece din creșterea de 2.0 cm în dbh, 1.5 cm, deci 75%, corespunde cercului cu aria de 200 m²). Diferența de 25% din creștere (deoarece doar 0.5 cm din cei 2.0 cm creștere în diametru corespund cercului cu aria de 500 m², acolo unde arborele devine recruta) este alocată arborilor recruți.

Metoda de eliminare a creșterii negative a arborilor ruți din bilanțul creșterii pădurii

Pentru estimarea volumului arborilor a căror vârf a fost ruț se folosește o procedeu special prin care se estimează un volum intermediar folosind înălțimea estimată, iar din acest volum intermediar este scăzut volumul părții ruț pentru a estima cât mai precis volumul arborelui ruț. Atunci când ruțura s-a produs între IFN2 și IFN3 creșterea calculată ca diferență netă de volum la nivel de arbore între volumul arborelui în IFN3 și IFN2 devine frecvent negativă, deoarece pierderea de volum din ruțură este adesea mai mare decât creșterea naturală a arborelui. Această creștere negativă cauzată de ruțurile din coroană afectează negativ estimările de creștere a pădurii (bilanțul creșterilor). Ca urmare, creșterea negativă a arborilor ruți a fost eliminată din calculul creșterilor, prin atribuirea unei creșteri nule pentru arborii ruți care au prezentat creșteri negative. Această creștere a fost în schimb contabilizată la mortalitate.

Gestionarea creșterilor aberante/extreme

Creșterile arborilor vii identificați în IFN2 și IFN3 (arbori cu cod_statut 100 și cod_avmp 100 atât în IFN2 cât și în IFN3) și cu vârfurile intacte (incluzând doar arborii cu cod_vrâr 100), ar trebui să reflecte creșterile reale ale arborilor, luând în considerare eroarea de măsurare a dbh și h. Așa cum se poate observa în figura 7.4 (a) au existat creșteri aberante (sau extreme), atât pozitive (i.e., deasupra diagonalei, unde volumul arborilor în IFN3 a fost neașteptat de mare comparativ cu volumul aceluiași arbore în IFN2) cât și negative (i.e., punctele de sub diagonală, unde volumul arborilor vii în IFN3 a fost mai mic decât cel înregistrat pentru aceiași arbori în IFN2). Aceste creșteri aberante în volum (pozitive sau negative) pot fi cauzate de o serie de factori cum ar fi:

- Diferențe pozitive de dbh (dbh în IFN3 mai mare decât dbh în IFN2) care sunt mai mari decât creșterile maxime în dbh plauzibile, la care se adaugă toleranța de măsurare a dbh.
- Diferențe negative de dbh (dbh în IFN3 mai mic decât dbh în IFN2) care sunt mai mari decât toleranța maximă admisă la măsurarea dbh.

- Diferențe pozitive de h (h în IFN3 mai mare decât h în IFN2) care sunt mai mari decât creșterile maxime în h plauzibile, la care se adaugă toleranța de măsurare a h.
- Diferențe negative de h (h în IFN3 mai mic decât h în IFN2) care sunt mai mari decât toleranța maximă admisă la măsurarea h.
- Diferențe de determinare a speciei pentru aceeași arbori în IFN3 vs. IFN2 (ca urmare modele diferite de regresie se aplica pentru estimarea volumului în IFN3 față de IFN2).

Pentru identificarea acestor creșteri aberante au fost impuse o serie de restricții:

1. Creșterea pozitivă în dbh nu poate fi mai mare decât creșterea maximă în dbh pentru întreaga perioadă de timp scursă de la măsurătoarea din IFN2 până la măsurătoarea din IFN3, la care se adaugă toleranța de măsurare a dbh. Creșterea maximă în dbh a fost determinată astfel:

$$\Delta_{dbh} < \Delta_{dbh,max} \quad (1)$$

$$\Delta_{dbh,max} = 2 \cdot r_{max} \cdot \Delta T_{32} + toleranta_dbh \quad (2)$$

$$toleranta_dbh = 3 \cdot \frac{0.3163}{100} \cdot dbh \quad (3)$$

în care r_{max} (în mm) este creșterea maximă radială, determinată pentru fiecare grupă de specii în parte din datele dendrocronologice (măsurători ale inelelor anuale); ΔT_{32} este perioada de timp scursă între cele două măsurători; 0.3163 este abaterea standard relativă a diferențelor de dbh din măsurători repetate de dbh efectuate de echipele de teren. Pentru determinarea toleranței maxime admise la măsurarea dbh s-au luat în considerare 3 abateri standard, adică un interval de încredere de 99%.

2. Creșterea negativă în dbh trebuie să se încadreze în toleranța maximă admisă la măsurarea dbh. Ca urmare, valoarea absolută a creșterii negative a dbh trebuie să fie mai mică decât toleranța maximă admisă la măsurarea dbh (Eq. 3).
3. Creșterea pozitivă în h nu poate fi mai mare decât creșterea maximă în h pentru întreaga perioadă de timp scursă de la măsurătoarea din IFN2 până la măsurătoarea din IFN3, la care se adaugă toleranța de măsurare a h. Pentru h a fost stabilită o valoare maximă de 2 m pe an (i.e., 20 dm):

$$\Delta_h < \Delta_{h,max} \quad (4)$$

$$\Delta_{h,max} = 20 \cdot \Delta T_{32} + toleranta_h \quad (5)$$

$$toleranta_h = 3 \cdot \frac{4.6954}{100} \cdot h \quad (6)$$

în care 4.6954 este abaterea standard relativă a diferențelor de h din măsurători repetate efectuate de echipele de teren.

4. Creșterea negativă în h trebuie să se încadreze în toleranța maximă admisă la măsurarea h . Ca urmare, valoarea absolută a creșterii negative a h trebuie să fie mai mică decât toleranța maximă admisă la măsurarea h (Eq. 6).
5. Specia identificată în IFN3 să fie aceeași cu cea identificată în IFN2.

După aplicarea acestor restricții (figura 2, b), au fost eliminate majoritatea creșterilor aberante (figura 2, a), atât pozitive cât și negative. Creșterile negative în volum ramase sunt cauzate de creșterile negative în dbh sau h , dar care sunt în toleranța maximă admisă la măsurarea dbh și respectiv h .

Pentru arborii astfel identificați ca având creșteri aberante, creșterea s-a estimat prin metoda imputației multiple.

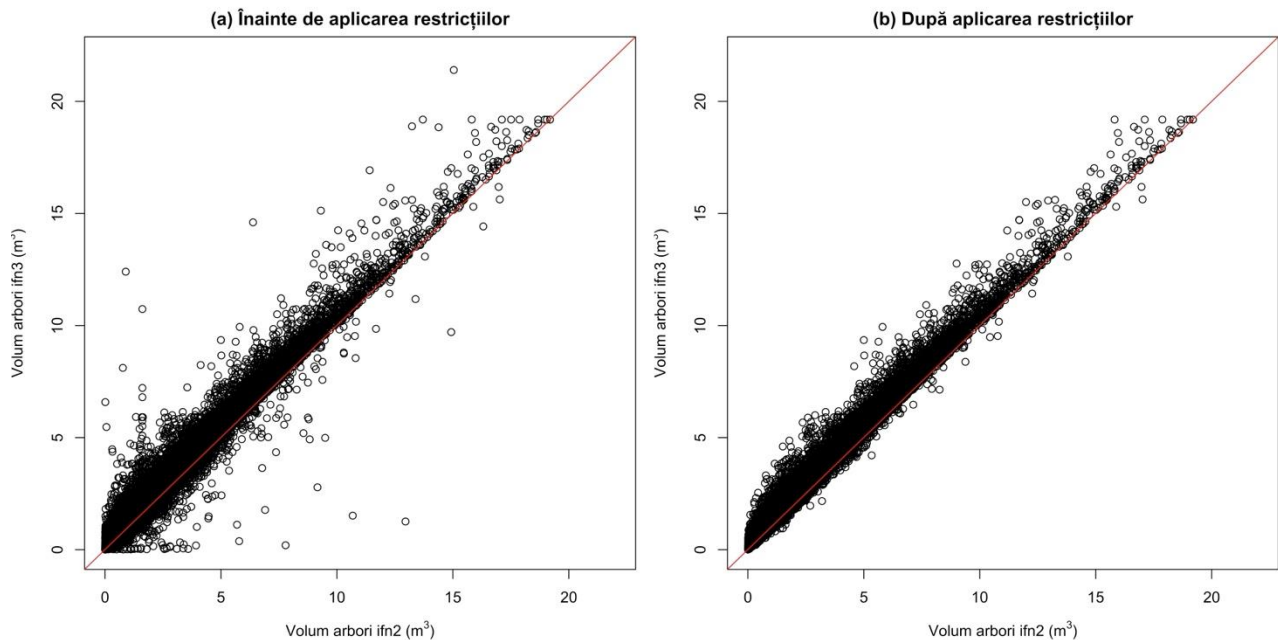


Figura 2. Volumul arborilor comuni în IFN2 vs. IFN3, înainte (a) și după (b) aplicarea restricțiilor.

Metoda de estimare a creșterii arborilor dispăruți

În bilanțul creșterii pădurii trebuie inclusă și creșterea arborilor dispăruți din diverse motive (recoltați, căzuți la sol). Așadar, presupunerea este că înainte de a dispărea, acești arbori înregistrează o creștere aferentă unei perioade care este egală cu jumătate din lungimea unui ciclu IFN. Deoarece acești arbori sunt dispăruți, creșterea lor reală nu poate fi determinată ci doar estimată. Pentru estimarea creșterii arborilor dispăruți în ciclul II (între IFN1 și IFN2) s-a utilizat o

procedură bazată pe imputații multiple. Această procedură estimează creșterea arborilor dispăruți în funcție de creșterile înregistrate de arbori similari în condiții oarecum similare. Fiind o estimare, rezultatele sunt afectate foarte mult de erorile de estimare. Pentru soluționarea acestui neajuns a fost necesar să se utilizeze în locul estimărilor, creșterile efective pe care acești arbori dispăruți le-au înregistrat în ciclul II (între IFN1 și IFN2). Bineînțeles, această creștere a fost ajustată pentru a corespunde unei perioade egală cu jumătate din ciclul III.

Așadar, presupunerea este că acești arbori ar fi avut un ritm de creștere între IFN2 și momentul dispariției, similar cu ritmul de creștere înregistrat între IFN2 și IFN1. Deoarece creșterea este influențată atât alura curbei de creștere în raport cu vârsta arborilor (e.g., distribuția claselor de vârstă, care reda procentul arborilor din populația analizată care se află în perioada de creștere accelerată, de maxim sau de atenuare a creșterilor) dar și de episoadele de secetă cauzate de schimbările climatice, s-a recurs la ajustarea creșterii arborilor cu un coeficient K care să ia în considerare aceste aspecte. Acest coeficient a fost calculat ca raport între media creșterilor anuale ale arborilor din ciclul al III-lea (IFN3-IFN2) și media creșterilor anuale ale acelorași arbori în ciclul II (IFN2-IFN1). Așadar, s-a recurs la identificarea arborilor vii, comuni în IFN1, IFN2 și IFN3, și s-a calculat creșterea anuală pentru ciclul II și ciclul III. Scopul aplicării acestui raport K este de a surprinde diferențele de creștere specifice celor două perioade analizate sau de modificările datorate alurii curbei de creștere. Ca urmare, pentru a evita includerea unui efect cauzat de eșantionaj în calculul factorului K, factorul de expansiune la hectar (50 sau 20 în funcție de mărimea dbh) utilizat a fost același pentru creșterile celor două cicluri. Valoarea calculată a factorului K a fost de 0.9668, ceea ce sugerează o creștere cu aproximativ 3% mai mică în ciclul III comparativ cu cea din ciclul II, presupunem, cauzată de episoadele de secetă din ultimii ani. Pentru arborii dispăruți în IFN3 a căror creștere între IFN2-IFN1 se înscrie în restricțiile prezentate la Gestionarea creșterilor aberante/extreme s-au folosit creșterile IFN2-IFN1, ajustate cu factorul K. Pentru arborii dispăruți pentru care creșterile IFN2-IFN1 nu se înscriu în restricțiile respective, s-a estimat creșterea cu modelul de imputație multiplă (IFN3-IFN2, fără a mai fi nevoie ajustarea creșterii acestora cu factorul K). Creșterea arborilor omiși în IFN2, dar măsurați în IFN3 a fost estimată cu ajutorul metodei imputației multiple.

Delta T pentru sezoane

Delta T (ΔT) reprezintă numărul de „sezoane de creștere echivalente” cuprinse între două vizite IFN și se calculează pentru ciclul III (diferența de timp între IFN2 și IFN3, ΔT_{32}). Datele utilizate

sunt datele GPS ale vizitelor pe fiecare (cod_sondaj, cod_sp). Sezoanele de creștere sunt modelate folosind ponderi lunare diferite pe tipuri relief:

- Câmpie si deal: apr = 0.1, mai = 0.3, iun = 0.3, iul = 0.2, aug = 0.1 (restul lunilor 0).
- Munte: mai = 0.3, iun = 0.5, iul = 0.2 (restul lunilor 0).

Pentru a evita supra-sau subestimarea la margini, se aplica „regula de 15 ale lunii”; dacă începutul intervalului cade înainte de ziua 16, se pornește la prima zi a lunii curente, altfel la prima zi a lunii următoare; dacă sfârșitul cade înainte de ziua 15, se fixează la ultima zi a lunii precedente, altfel la ultima zi a lunii curente. Se parcurg lunile incluse și se însumează ponderile aferente, obținând ΔT_{32} (o valoare ΔT_{32} de 1.0 reprezintă un sezon de vegetație complet). În paralel s-au calculat și duratele calendaristice (vezi Delta T la Recoltă). Pentru situațiile cu date lipsă, se completează ierarhic, luând prima valoare non-NA din:

1. media pe sondaj $\times$ relief_ref, pentru cazurile în care un SP nu are data;
2. media națională pe relief_ref;
3. media națională.

7. VOLUMUL DE LEMN EXPLOATAT

Volumul de lemn exploatat este compus din volumul arborilor măsurați cu ocazia inventarierii efectuate în ciclul al II-lea (IFN2) și care nu au mai fost identificați cu ocazia inventarierii efectuate în ciclul al III-lea (IFN3), nici pe picior, nici căzuți pe sol și pentru care operatorul are indicii ca ar fi fost exploatat (prin taiere selectivă, prin taiere rasă dar și cei la care nu li s-a mai găsit nici măcar cioata), la care se adaugă volumul estimat al creșterii acestor arbori pentru jumătate din perioada (metoda descrisă la **Metoda de estimare a creșterii arborilor dispăruți**).

Volumul de lemn exploatat din pădure (milioane m³)

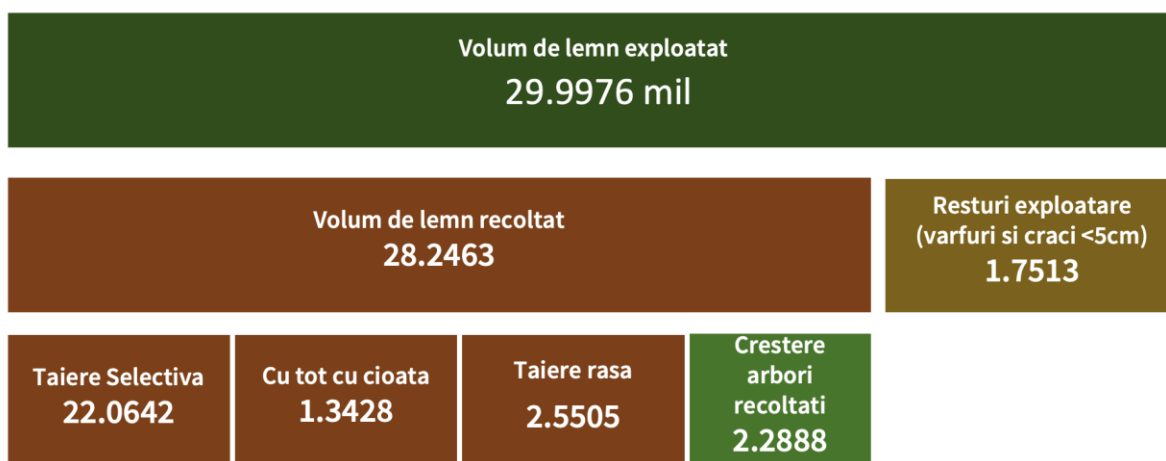


Figura 3. Componentele volumului de lemn exploatat anual din pădure

Delta T calendaristic

Estimarea parametrilor legați de creștere, mortalitate și recoltă în IFN este pentru întreaga perioadă a unui ciclu IFN. Pentru a putea determina valorile anuale ale acestor parametri, valorile totale trebuie împărțite la perioada de timp scursă între două inventarieri succesive IFN (i.e., Delta_T). Procedura utilizată în IFN presupune determinarea numărului de sezoane de vegetație scurse între două inventarieri succesive. Această abordare este corectă însă doar atunci când vorbim despre determinarea valorilor anuale ale creșterii pădurii, deoarece creșterea se înregistrează preponderent în sezonul de vegetație în timp ce recolta și mortalitatea se pot

produce oricând. Așadar, pentru acești indicatori s-a propus utilizarea unui indicator de timp bazat pe timpul calendaristic scurs (Delta_T_calendaristic), iar indicatorul bazat pe numărul de sezoane de vegetație (Delta_T_sezoane) să fie utilizat doar pentru creștere.

Delta_T_calendaristic este durata cronologică dintre două vizite IFN, exprimată în ani. Acesta se calculează ca număr de zile dintre datele GPS ale vizitelor, împărțit la 365.25.

Tabelul 11. Volumul de lemn exploatat anual din pădure.

Anul	Unitatea de măsură	Valoarea estimată	Eroare procentuală (%)
I	Total (m3/an)	33 087 394.921	9.522
	La hectar (m3/an/ha)	4.680	3.034
II	Total (m3/an)	30 327 470.545	9.660
	La hectar (m3/an/ha)	4.341	3.072
III	Total (m3/an)	27 755 354.987	10.076
	La hectar (m3/an/ha)	4.008	3.056
IV	Total (m3/an)	28 895 904.459	10.849
	La hectar (m3/an/ha)	4.059	3.323
I+II	Total (m3/an)	31 735 432.758	6.785
	La hectar (m3/an/ha)	4.513	2.157
I+II+III	Total (m3/an)	30 377 975.033	5.635
	La hectar (m3/an/ha)	4.342	1.770
Toți anii	Total (m3/an)	29 997 624.979	5.000
	La hectar (m3/an/ha)	4.269	1.564

Volumul ramurilor

Estimarea volumului ramurilor/crăcilor se bazează pe Biometrie – Giurgiu (2004), Tabela 13.1, care furnizează pentru foioase procentele de crăci pe specii și clase de diametru (dbh). Pentru fiecare specie documentată în tabelă s-a construit un model pentru fiecare specie care urmărește să estimeze procentul de crăci pe baza variabilei independente dbh, calibrat astfel încât să interpoleze valorile tabulare pe întreg intervalul de diametre. Pentru speciile de foioase din inventar fără model explicit în Biometrie, s-a utilizat un model generalizat pe grupe de specii, conform sortării dimensionale, și s-a atribuit: foioase tari sau foioase moi (după grupa din codul

de specie), parametrii fiind preluați de la o specie reprezentativă a grupei. În aplicare, pentru fiecare arbore și ciclu IFN se obține procentul $\hat{y}$ în funcție de specie și DBH, iar volumul crăcilor se estimează prin

$$V_{craci} = V_{total} \times \frac{\hat{y}}{100}, \quad V_{fara\ craci} = V_{total} \cdot \left(1 - \frac{\hat{y}}{100}\right) \quad (7)$$

Această procedură asigură consistență cu sursa oficială (Giurgiu 2004) și acoperire completă prin modelele generalizate pe grupe acolo unde lipsește modelul specific pe specie. Pentru speciile de rășinoase, volumul calculat prin ecuația dublu-logaritmică (Giurgiu, 2004) reprezintă deja volumul fără crăci și se utilizează ca atare.

Tabelul 12. Elementele componente a volumului de lemn exploatat anual din pădure.

Componenta din volumul de lemn exploatat	Unitatea de măsură	Valoarea estimată	Eroare procentuală (%)
Volum al ramurilor cu diametrul sub 5 cm	Total (m3/an)	1 751 324.619	4.390
	La hectar (m3/an/ha)	0.249	1.431
Creșterea arborilor recoltați*	Total (m3/an)	2 288 815.097	4.721
	La hectar (m3/an/ha)	0.326	1.456
Volumul arborilor din taiere selectiva**	Total (m3/an)	22 064 187.638	5.285
	La hectar (m3/an/ha)	3.140	1.566
Volumul arborilor din taiere rasa***	Total (m3/an)	2 550 491.466	21.725
	La hectar (m3/an/ha)	0.363	6.098
Volumul arborilor la care nu s-a mai găsit nici măcar cioata****	Total (m3/an)	1 342 806.160	13.532
	La hectar (m3/an/ha)	0.191	3.404
Total	Total (m3/an)	29 997 624.979	5.000
	La hectar (m3/an/ha)	4.269	1.564

* Se referă la jumătate din creșterea arborilor, măsurată între ciclul 1 și ciclul 2, pentru arborii care erau vii la inventarierea din cel de-al doilea ciclu.

** Volum arbori exploatați prin taiere selectiva cod_statut = 500,510

*** Volum arbori exploatați prin taiere rasa cod_statut = 600

**** Volumul arborilor la care nu s-a mai găsit cioata cod_statut = 800

Tabelul 13. Volumul de lemn exploatat anual din pădure, clasificat după vitalitatea arborilor.

Componenta din volumul de lemn exploatat	Unitatea de măsură	Valoarea estimată	Eroare procentuală (%)
Arborii vii	Total (m3/an)	28 543 356.201	5.144
	La hectar (m3/an/ha)	4.062	1.588
Arbori morți	Total (m3/an)	1 454 268.778	9.305
	La hectar (m3/an/ha)	0.207	2.164
Total	Total (m3/an)	29 997 624.979	5.000
	La hectar (m3/an/ha)	4.269	1.564

8. VOLUMUL DE LEMN RECOLTAT

Volumul de lemn recoltat reprezintă volumul arborilor tăiați între două cicluri IFN succesive care au fost scoși cu certitudine din pădure. Nu include volumul resturilor rămase în pădure în urma procesului de exploatare (crăci sub 5 cm diametru, trunchiuri rămase din arbori tăiați etc.).

Tabelul 14. Volumul de lemn recoltat anual din pădure

Anul	Unitatea de măsură	Valoarea estimată	Eroare procentuală (%)
I	Total (m3/an)	31 095 393.995	9.613
	La hectar (m3/an/ha)	4.399	3.053
II	Total (m3/an)	28 598 096.099	9.754
	La hectar (m3/an/ha)	4.093	3.089
III	Total (m3/an)	26 119 087.957	10.181
	La hectar (m3/an/ha)	3.772	3.076
IV	Total (m3/an)	27 246 629.771	10.971

	La hectar (m3/an/ha)	3.827	3.350
I+II	Total (m3/an)	29 872 702.965	6.850
	La hectar (m3/an/ha)	4.248	2.170
I+II+III	Total (m3/an)	28 592 352.689	5.690
	La hectar (m3/an/ha)	4.087	1.780
Toți anii	Total (m3/an)	28 246 300.360	5.050
	La hectar (m3/an/ha)	4.019	1.574

Tabelul 15. Volumul de lemn recoltat anual din pădure (fondul forestier și vegetație din afara acestuia)

Componenta din volumul de lemn exploatat	Unitatea de măsură	Valoarea estimată	Eroare procentuală (%)
Fond forestier	Total (m3/an)	27432614.363	5.175
	La hectar (m3/an/ha)	4.197	1.691
Vegetație din afara fondului forestier	Total (m3/an)	813685.997	20.453
	La hectar (m3/an/ha)	1.658	8.447
Total volum de lemn recoltat	Total (m3/an)	28 246 300.360	5.050
	La hectar (m3/an/ha)	4.019	1.574

9. MORTALITATEA ANUALA A ARBORILOR

Mortalitatea arborilor a fost compusa din arbori care au murit între IFN2 și IFN3, dar și din arbori care au fost vii în IFN2 și incluși în categoria 900 în IFN3 (arbori în picioare dispăruți din plot, însă care nu au fost incluși în volumul exploatat deoarece trunchiul acestor arbori a fost identificat în pădure, atât în interiorul SP-lui cât și în afara acestuia). În volumul mortalității arborilor a mai fost inclus și volumul vârfurilor rupte din arbori vii în IFN2.

Tabelul 16. Mortalitatea anuală a arborilor. Volumul anual al arborilor care au murit între IFN2 și IFN3.

Anul	Unitatea de măsură	Valoarea estimată	Eroare procentuală (%)
I	Total (m3/an)	14 785 313.810	7.650
	La hectar (m3/an/ha)	2.091	2.724
II	Total (m3/an)	16 958 917.226	8.423
	La hectar (m3/an/ha)	2.427	3.055
III	Total (m3/an)	14 799 386.051	8.800
	La hectar (m3/an/ha)	2.137	3.030
IV	Total (m3/an)	16 394 533.433	7.992
	La hectar (m3/an/ha)	2.303	2.922
I+II	Total (m3/an)	15 887 221.333	5.751
	La hectar (m3/an/ha)	2.259	2.070
I+II+III	Total (m3/an)	15 531 983.274	4.817
	La hectar (m3/an/ha)	2.220	1.711
Total	Total (m3/an)	15 759 067.187	4.122
	La hectar (m3/an/ha)	2.243	1.479

Tabelul 17. Elementele componente ale mortalității anuale a arborilor.

Elementele componente ale	Unitatea de măsură	Valoarea estimată	Eroare procentuală (%)
---------------------------	--------------------	-------------------	------------------------

mortalității anuale a arborilor			
Arbori rămași în picioare*	Total (m3/an)	7 984 234.605	4.981
	La hectar (m3/an/ha)	1.136	1.663
Arbori doborâți**	Total (m3/an)	7 540 269.603	5.805
	La hectar (m3/an/ha)	1.073	1.781
Vârfuri rupte din arbori vii	Total (m3/an)	234 562.979	17.460
	La hectar (m3/an/ha)	0.033	4.763
Total	Total (m3/an)	15 759 067.187	4.122
	La hectar (m3/an/ha)	2.243	1.479

* arbori vii în IFN2 (cod_avmp = 100) și morți în IFN3 (cod_avmp = 200, 300)

** arbori vii în IFN2 (cod_avmp = 100) și doborâți (căzuți la pământ) în IFN3 (cod_statut = 900)

10. ESTIMAREA ERORILOR PENTRU ESTIMATORUL RATIO

Spre deosebire de IFN2 și IFN1 unde s-a folosit o abordare simplificată pentru estimarea erorilor estimatorului *ratio* (e.g., volum la hectar), în IFN3 s-a utilizat metoda delta (derivată din dezvoltarea în serie Taylor de ordinul I) a funcției de raport între două variabile aleatorii, în cazul de față, volum și suprafață:

$$Var(\bar{v}_{ha,k}) = \frac{\sum_h Var(\hat{V}_{h,k}) \cdot \left(\frac{\hat{A}_{h,pad}}{\hat{A}_{pad}}\right)^2}{\hat{A}_{pad}^2} + \frac{\hat{V}_k^2 Var(\hat{A}_{pad})}{\hat{A}_{pad}^4} - 2 \frac{\hat{V}_k \cdot Cov(\hat{V}_k, \hat{A}_{pad})}{\hat{A}_{pad}^3} \quad (8)$$

$$SE(\bar{v}_{ha,k}) = \sqrt{Var(\bar{v}_{ha,k})} \quad (9)$$

$$EE\%(\bar{v}_{ha,k}) = \frac{1.96 \cdot SE(\bar{v}_{ha,k})}{\bar{v}_{ha,k}} \cdot 100 \quad (10)$$

În care:

$\bar{v}_{ha,k}$ este volumul la hectar pentru categoria k;

$\hat{V}_{h,k}$ este volumul total estimat al categoriei k în stratul h;

$\hat{A}_{h,pad}$ este suprafața de pădure estimată pentru stratul h;

$\hat{A}_{pad}$ este suprafața totală de pădure;

$\hat{V}_k$ este volumul total estimat pentru categoria k;

Var este varianța, iar

Cov este covarianța.

Aceeași abordare a fost utilizată pentru creșterea la hectar, volumul exploatat sau recoltat la hectar și mortalitatea la hectar.

11. BILANTUL CREȘTERII

Bilantul creșterii IFN 3 (milioane m³)

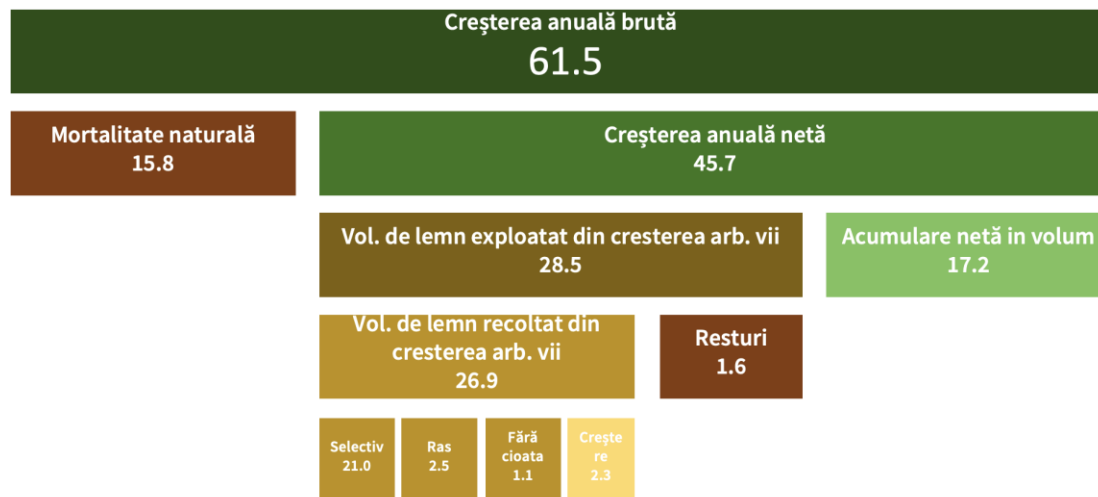


Figura 4. Bilanțul creșterii IFN3 (valorile prezentate sunt exprimate în milioane m³/an)