

Indrumar pentru calcularea reducerilor de emisii de bioxid de carbon în proiecte de împădurire

L.Șpitoc, I.Talmaci

[Type the abstract of the document here. The abstract is typically a short summary of the contents of the document. Type the abstract of the document here. The abstract is typically a short summary of the contents of the document.]

CUPRINS

GLOSAR 2
I. INTRODUCERE 3
II. ROLUL PĂDURII/VEGETAȚIEI FORESTIERE REDUCEREA EMISIILOR CU EFECT DE SERĂ 4
III. STAREA ACTUALĂ A SECTORULUI FORESTIER 5
IV. IMPACTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA ECOSISTEMELOR FORESTIERE 8
V. METODOLOGIA DE CALCUL A EMISIILOR/SECHESTRĂRILOR 8
5.1. Aspecte generale stocarea carbonului în componentele ecosistemelor forestiere 8
5.2. Date adiționale pentru efectuarea calculelor 9
5.3. Aspecte metodologice privind efectuarea calculelor 11
5.3.1. Efectuarea calculelor conform metodologiilor CISC 12
5.3.2. Efectuarea calculelor conform Metodologiei AR-AM0002 12
5.3.2.1. Stabilirea liniei de bază 12
5.3.2.2. Efectuarea calculelor privind reducerile de emisii GES 13
VI. ESTIMAREA CHELTUIELILOR DE CREARE CULTURILOR SILVICE 24
VII. EXEMPLE DE PROIECTE CARE AU AVUT CA REZULTAT REDUCEREA EMISIILOR 25

GLOSAR

CISC	Consiliului Interguvernamental pentru Schimbarea Climei
CCONUSC	Convenția cadru a Națiunilor Unite privind schimbările climatice
EB	Comitetul Executiv (Executive Board)
FTSCFTS	Folosința terenului, schimbarea folosinței terenului și terenuri silvice
GES	Gazele cu efect de seră
JI	Implementarea comună (Joint Implementation)
MDN	Mecanismul Dezvoltării Nepoluante
NAMA	Acțiunile naționale corespunzătoare de atenuare (Nationally Appropriate Mitigation Actions)
PIB	Produsul intern brut
SP	Suprafața de probă
SOC	Carbonul din sol organic

I. INTRODUCERE

Cota Republicii Moldova în emisiile globale de GES constituie mai puțin de 0,03 procente. În 2013, emisiile totale și nete a gazelor cu efect de seră în Republica Moldova au constituit 12,8 Mt CO_2 echivalent (cu FTSCFTS) și 12,7 Mt CO_2 echivalent (fără FTSCFTS), iar emisiile totale și nete pe cap de locuitor au fost de două ori și ceva mai mici decât media globală (3,2 tCO_2 echivalent/capita comparativ cu 6,4 tCO_2 echivalent/capita, respectiv 3,1 tCO2 echivalent/capita comparativ cu 6,8 tCO_2 echivalent/capita).

În anul 2013, circa 65% din emisiile totale naționale directe de GES au provenit din sectorul energie. Alte surse relevante a emisiilor de GES cu efect direct au fost reprezentate de sectoarele agricultură (16% din total), deșeuri (12% din total) și procese industriale (5,2% din total). Sectorul FTSCFTS este unicul sectorul care nu este producător de emisii, dar este absorbant al gazelor cu efect de seră. Principala sursă de sechestrare a emisiilor de CO_2 în cadrul sectorului FTSCFTS este vegetaţia forestieră (păduri, perdele forestiere de protecţie etc.) cu o pondere de 63,7% din total. O altă sursă relevantă sunt pajiştile, cu o pondere de 22,6% (tabelul 6.27). Contribuţia plantaţiilor multianuale constituie circa 13,7% din total.

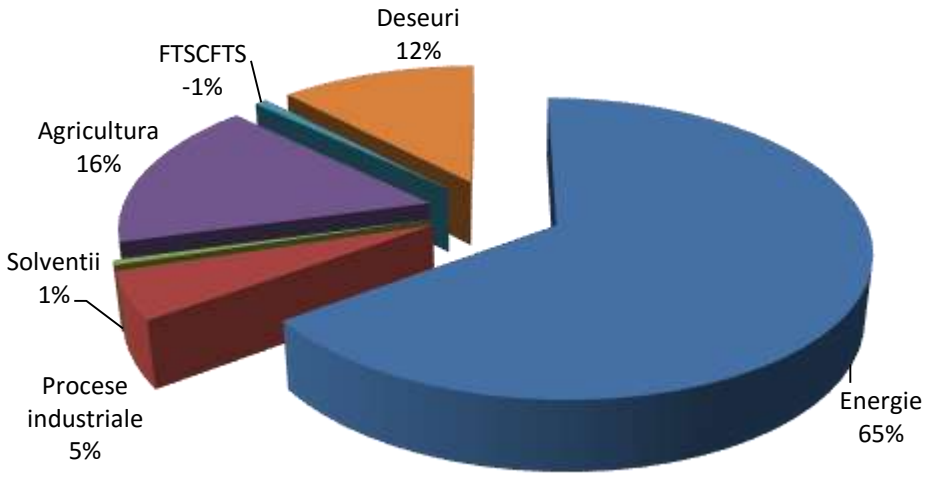


Figura 1: Contribuţia diferitor sectoare în structura emisiilor totale de GES în Republica Moldova în anul 2013

În comparație cu nivelul înregistrat în anul 1990, către anul 2013 Republica Moldova și-a redus emisiile de GES cu circa 70,4%. Dar aceasta reducere în mare parte este datorată reducerii unor indicatori socio-economici importanți: numărul populației s-a diminuat în această perioadă cu 6,8%, valoarea reală a PIB-ul – cu 32,2 %, intensitatea emisiilor de gaze cu efect de seră (CO2eq./PIB) – cu 56,4 %, consumul de electricitate – cu 52,3 %, consumul de energie termică – cu 82,4 %, consumul resurselor energetice primare – cu 78,3 %. Reducerea semnificativă a nivelului indicatorilor socio-economici în perioada 1990-2013 este o consecință a proceselor profunde de transformare obișnuite pentru tranziția de la o economie centralizată – la o economie de piață.

În vederea excluderii unor schimbări climatice catastrofale pentru omenire, temperatura globală trebuie limitată la o creștere de 2° Celsius faţă de nivelul preindustrial.

II. ROLUL PĂDURII/VEGETAȚIEI FORESTIERE REDUCEREA EMISIILOR CU EFECT DE SERĂ

Arborii elimină din atmosferă bioxidul de carbon, care este gazul de seră dominant. Cu cât mai mulţi arbori avem, cu atât e mai bine. Despădurirea, care este tendinţa globală de astăzi, eliberează carbon adiţional în atmosferă, agravând astfel încălzirea globală.

Arborii şi alte plante verzi, care utilizează doar lumina solară pentru generarea energiei, folosesc carbonul din atmosferă, eliminând oxigen, stocând carbonul într-un mod sigur şi util. Oricare sceptic cu privire la utilizarea energiei solare trebuie să atragă atenţie la miracolul din preajmă, care este fotosinteza. Pădurile, care oferă omenirii tot felul de beneficii subestimate, pot fi aliaţii principali în bătălia împotriva schimbărilor climatice şi încălzirea globală ... numai dacă fiinţele umane vor recurge la plantarea şi nu distrugerea acestora.

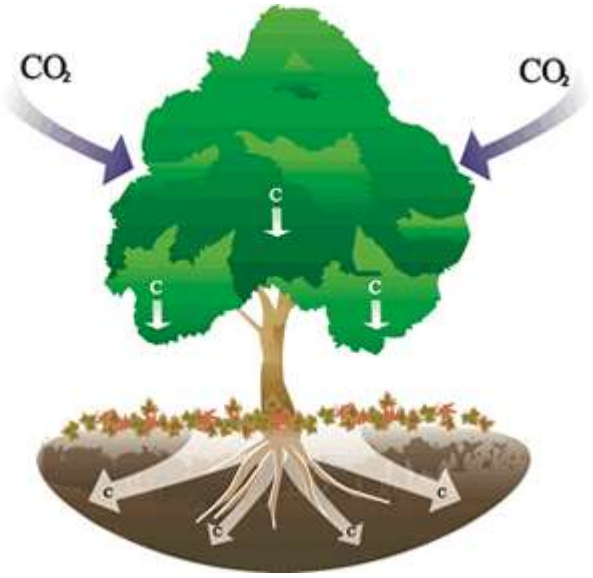


Fig.1. Procesul de sechestrare a carbonului de arbori

Reieşind din particularităţile biologice, productivitate şi suprafaţă, speciile (formațiunile) forestiere din cadrul fondului forestier naţional au o participare diferită la procesul de sechestrare a bioxidului de carbon. Astfel, datorită suprafeţelor ocupate ponderea cea mai mare în procesul de sechestrare a CO_2 le revine cvercineelor (41.5%) şi salcâmului (39.5%), restul formațiunilor acumulând împreună doar circa 19.0%[1] din volumul total sechestrat (Figura 2).

[1] Inclusiv:, frasin - 5.6%, plop/salcie - 2.4%, carpen – 3.2%, tei – 0.9% şi alte specii – 6.7%.

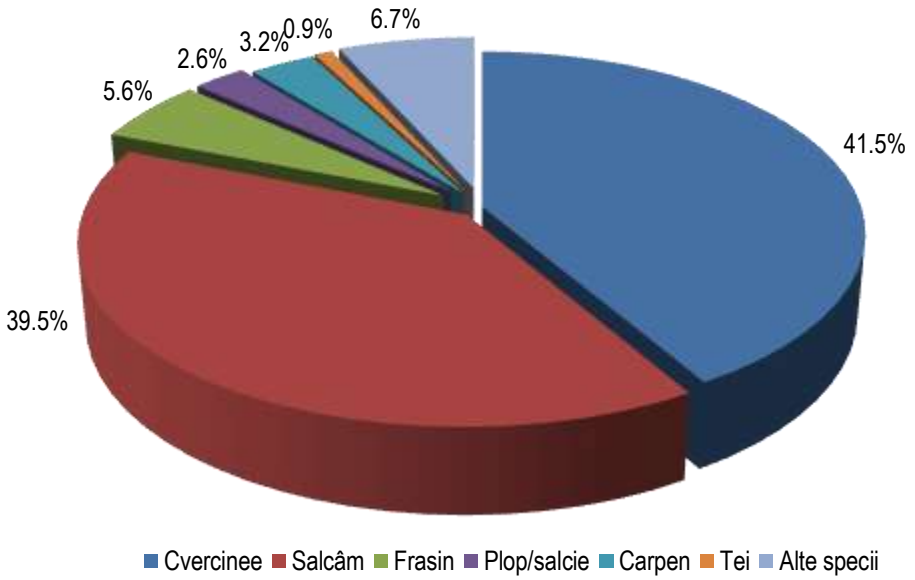


Fig. 2.Ponderea formațiunilor forestiere la procesul de sechestrare a carbonului în Republica Moldova în cadrul categoriei „Terenuri silvice”.

Acumulările anuale de CO_2 ale speciilor forestiere la unitate de suprafață diferă esențial, datorându-se în primul rând randamentului de creștere în biomasă. Astfel, conform estimărilor cele mai productive în acest sens sunt arboretele de plop și cele de carpen (Figura 3.).

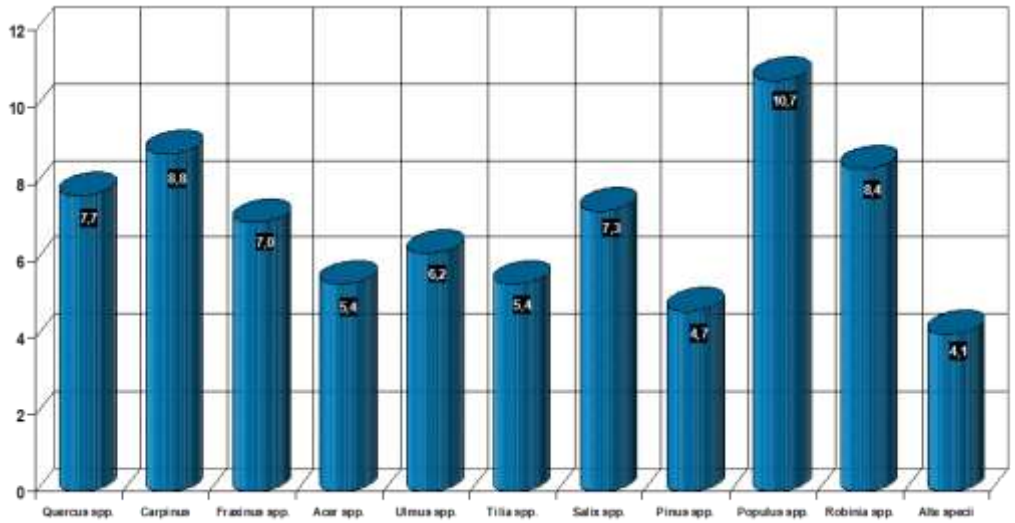


Fig. 3. Acumulări CO_2 realizate de diferite specii forestiere şi categorii de vegetaţie, t/ha/an

III. STAREA ACTUALĂ A SECTORULUI FORESTIER

3.1. Resursele forestiere

Pădurile constituie o sursă de cele mai diverse produse şi servicii. Produsele forestiere asigură o contribuţie valoroasă la dezvoltarea economiei naţionale, iar pădurile constituie un factor de

importanţă majoră în menţinerea echilibrului ecologic, protejarea resurselor funciare, acvatice, ameliorarea peisajului naţional şi aspectului şi microclimatului localităţilor.

Conform datelor istorice, teritoriul pe care este amplasată ţara noastră, doar cu două secole în urmă, era ocupat de păduri în proporţie de peste 30% (fig.4).

Acoperirea teritoriului Republicii Moldova cu păduri, care este în prezent este de 11,2% (379,5 mii ha, conform situației la 01.01.2015, se compară nefavorabil cu nivelul mediu european de circa 45%. Acest fapt se reflectă în contribuţia sectorului forestier de doar 0.27% la PIB în 2010. Cu toate acestea, pădurile reprezintă o sursă importantă de combustibil şi energie pentru populaţia locală şi oferă beneficii importante ecologice, cum ar fi protecţia solului, reglementarea apei şi captarea carbonului.

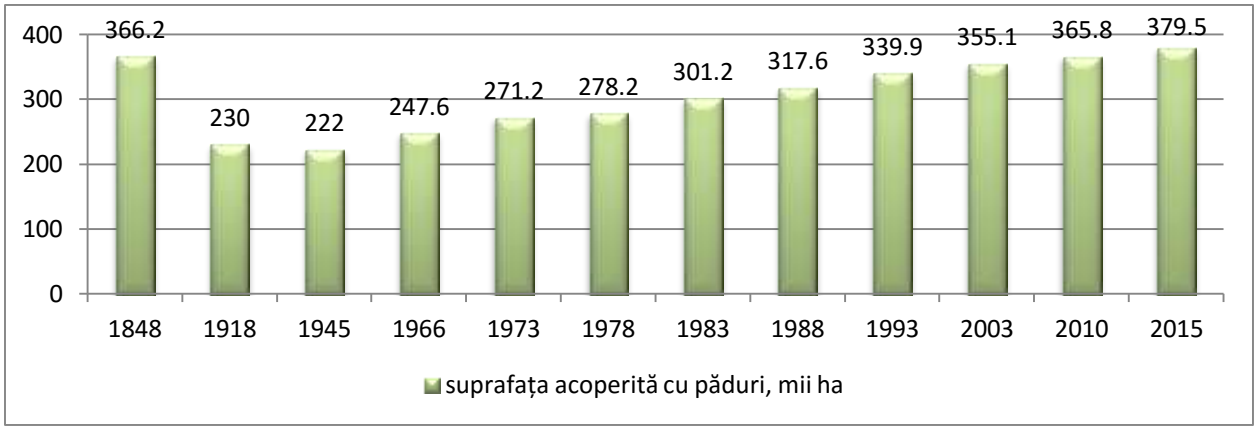


Fig. 4. Evoluţia suprafeţelor acoperite cu păduri în Republica Moldova, mii ha

Resursele forestiere din Republica Moldova sunt constituite din resursele fondului forestier şi a vegetaţiei forestiere de pe terenurile din afara acestuia. Majoritatea terenurilor fondului forestier (84,6%) se află în proprietatea statului (tabelul 1), restul fiind deţinute de primării (14,5%) şi doar 0,9% de proprietari privaţi.

Tabelul 1

Structura fondului forestier naţional conform Cadastrului funciar general (la 01.01.2015)

Nr. d/o	Categoriile de deţinători	Suprafaţa totală/ponderea, mii ha/%	Suprafaţa acoperită cu păduri/ponderea, mii ha/%
1.	Fondul forestier proprietatea statului	349,7/ 84,6	328,6/ 86,6
2.	Fondul forestier proprietate publică a unităţilor administrativ-teritoriale (primăriile)	60,1/ 14,5	48,3/ 12,7
3.	Fondul forestier proprietate privată	3,6/ 0,9	2,5/ 0,7
TOTAL:		413,5/100	379,5/100

Caracteristica generală actuală a pădurilor comunale:

- trupuri mici dispersate în extravilanul localităţilor rurale şi urbane;
- au drept specie de bază salcâmul;
- în aceste păduri practic nu se respectă regimul silvic;
- actualmente (cu mici excepţii) nu dispun de proiecte de amenajare;
- măsurile de îngrijire şi conducere se aplică de la caz la caz;

- sunt afectate grav de păşunat şi tăieri ilicite, poluare cu deşeuri etc.
- grupe de arbori şi arborii aparte din perimetrul oraşelor şi localităţilor.

Actualmente, Republica Moldova dispune de 49,1 mii ha vegetaţie forestieră din afara fondului forestier, exprimată prin 30,7 mii ha perdele forestiere de protecţie (a câmpurilor agricole, drumurilor, râurilor şi bazinelor acvatice etc.) şi 18,5 mii ha – alte tipuri de vegetaţie forestieră, care, de asemenea, contribuie substanţial la menţinerea echilibrului ecologic. În această vegetaţie forestieră se atestă practic aceiaşi situaţie ca şi în pădurile comunale.

Pădurile din Republica Moldova sunt încadrate în grupa I funcţională, având în exclusivitate funcţii de protecţie a mediului înconjurător.

Volumul total al masei lemnoase pe picior din pădurile Moldovei constituie circa 45 milioane metri cubi, la un hectar revenind în mediu 124 metri cubi. Creşterea medie a pădurilor constituie 3,3 metri cubi/an/hectar, iar creşterea medie totală constituie circa 1085 mii metri cubi/an. Clasa medie de producţie constituie 2,3. Structura pe vârste la toate speciile forestiere este dezechilibrată, îndeosebi la cele de productivitate inferioară.

Compoziţia pădurilor Moldovei este predominată de specii de foioase (97,8%), inclusiv cvercinee – 44,1%, frăsinete – 5,7%, cărpinete – 4,3%, salcâmete – 33,1%, plopişuri – 3,0% etc., răşinoasele fiind prezentate doar în proporţie de 2,2% (figura 5). Cvercineele sunt cele mai valoroase arborete ale fondului forestier. Din suprafaţa totală a acestora – circa 27% provin din sămânţă şi 73% din lăstari. Această repartiţie influenţează şi productivitatea cvercineelor, din care circa 43% sunt de productivitate superioară şi 57% de productivitate inferioară.

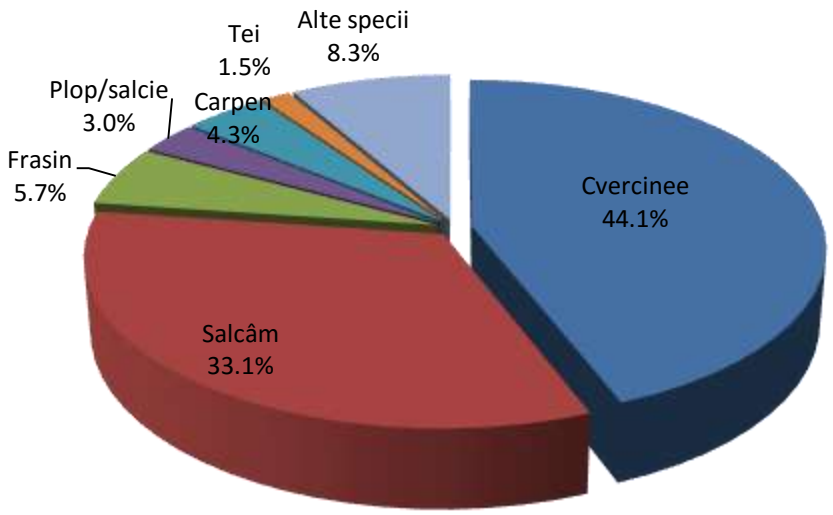


Fig. 5. Repartiţia pădurilor pe principalele formaţiuni forestiere

În ecosistemele forestiere habitează cca 860 specii de plante, care constituie 43% din toată biodiversitatea floristică spontană. Din toate speciile de animale vertebrate şi nevertebrate cca 60% pot fi întâlnite frecvent în biocenozele forestiere. Semnificativ este şi faptul, peste 50% din lista speciilor vegetale şi animale incluse în cartea Roşie a Republicii Moldovei habitează în biotopurile silvice sau de poieni şi livezi.

Regenerarea şi extinderea pădurilor este una din principalele sarcini ale sectorului forestier naţional. Extinderea suprafeţelor acoperite cu vegetaţie forestieră este prevăzută de Legea nr.

1041-XIV din 15.06.2000 privind ameliorarea prin împădurire a terenurilor degradate, Strategia dezvoltării durabile a sectorului forestier naţional (nr. 350-XV din 12 iulie 2001), Hotărârile Guvernului Republicii Moldova nr. 595 din 29 octombrie 1996, nr. 107 din 07 februarie 2001 şi nr. 636 din 26 mai 2003 „Despre aprobarea Programului de valorificare a terenurilor şi de sporire a fertilităţii solurilor", Hotărârea Guvernului nr. 737 din 17 iunie 2003 „Cu privire la aprobarea Programului de stat de regenerare şi împădurire a terenurilor fondului forestier pe anii 2003-2020", Hotărârea Guvernului nr. 101 din 10.02.2014 cu privire la Aprobarea Planului Național de extindere a suprafețelor Naționale de extindere a suprafețelor pentru anii 2014-2018.multiplele acorduri internaţionale la care face parte Republica Moldova (Convenţia-Cadru a Naţiunilor Unite privind Schimbările Climatice, Convenţia privind Diversitatea Biologică, Convenţia pentru Combaterea Deşertificării etc.).

Reuşita culturilor forestiere, vigoarea de creştere şi rezistenţa lor depinde în mare măsură de calitatea materialului forestier de reproducere. Selecţia arboretelor-surse de seminţe şi transformarea lor în rezervaţii de seminţe este o primă etapă a trecerii la o silvicultură modernă de tip intensiv.

IV. IMPACTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE ASUPRA ECOSISTEMELOR FORESTIERE

Schimbarea climei este un fenomen global cu impactul direct asupra tuturor ecosistemelor naturale. Relaţia dintre păduri şi fenomenul schimbărilor climatice este una bivalentă. Pe de o parte, pădurile trebuie să se adapteze noilor condiţii de mediu, caracterizate prin încălzirea globală şi intensificarea fenomenelor naturale extreme. Pe de altă parte, prin capturarea şi sechestrarea carbonului din atmosferă, conduce la atenuarea emisiilor şi a schimbărilor climatice.

Ecosistemele forestiere, în special în zonele de periferie și zonele de tranziție ale ecosistemelor, cum sunt pădurile Republicii Moldova, sunt cele mai dependente de condițiile climaterice din regiune, cele mai vulnerabile fața de factori climaterici. Schimbarea climei ar influința condițiilor viitoare de umiditate în păduri prin schimbarea temperaturii și precipitațiilor. Creșterea temperaturilor și schimbarea precipitațiilor sunt factorii principali care expun pădurile la afectarea din partea diferitor dăunători și boli.

Pentru sectorul forestiere au fost identificate șapte riscuri ale schimbărilor climatice:
1) Consecințele negative pentru speciile sensibile la schimbările temperaturii;
2) Schimbarea ratei de regenerare;
3) Schimbarea sensibilității speciilor la deficitul de apă;
4) Schimbarea densității individuale a arborilor;
5) Schimbarea condițiilor fitosanitare;
6) Schimbarea compozițiilor speciilor;
7) Creșterea posibilă a mortalității arborilor.

Acestea schimbări la rândul său, ar putea să reducă capacitatea pădurilor de a reține carbonul.

V. METODOLOGIA DE CALCUL A EMISIILOR/SECHESTRĂRILOR

5.1. Aspecte generale stocarea carbonului în componentele ecosistemelor forestiere

În cazul sectorului forestier carbonul se acumulează în cinci rezervoare principale de carbon, care sunt: biomasa terestră și cea subterană, lemn mort/uscat, litiera și substanța organică a solului (tabelul 2).

Tabelul 2.

Rezervoarele principale de stocare a carbonului în ecosistemele forestiere

Rezervor		Descrierea rezervorului
Biomasa vie	Biomasa terestră	Toată biomasă vie deasupra nivelului de sol, inclusiv tulpina, ciot, crengi, scoarță de copac, semințe, și frunziș.
	Biomasa subterană	Toată biomasă vie a rădăcinilor vii. Rădăcini subțiri, care sunt mai mici de diametrul 2 mm, de obicei, se exclud, deoarece este dificil de diferențiа acestea de la materia organică a solului sau litieră.
Substanța organică moartă	Lemn mort/uscat	Include toată biomasă lemnoasă, care nu este vie și care nu face componenta din litieră, fie în picioare, situată pe teren, sau în sol. Lemn mort include lemn situat pe suprafață, rădăcini moarte, și cioate mai mari sau egale cu 10 cm în diametru.
	Litiera	Include toată biomasă, care nu este vie cu diametrul mai mic de 10 cm, în diferite faze de descompunere situată deasupra nivelului solului mineral sau organic.
Soluri	Substanța organică a solului	Include carbonul organic din sol.

5.2. Date adiționale pentru efectuarea calculelor

Cantitatea carbonului sechestrat depinde de particularitățile de creștere a speciilor, condițiile de creștere și densitatea lemnului.

Pentru a simplifica / acomoda procesele de calcul sunt constituite categorii (grupuri) de specii care includ toată diversitatea de specii forestiere care cresc în pădurile Republicii Moldova. În rezultat, pentru pădurile Republicii Moldova sunt aplicabile 11 categorii de specii (Tabelul 3).

Tabelul 3

Categorii sau grupuri de specii şi structura acestora în Republica Moldova

Nr. d/o	Grupuri de specii		Speciile incluse în cadrul categoriilor	Abrevierea în română
	denumirea ştiinţifică	denumirea în română		
1.	Quercus spp.	Cvercinee	Stejar pedunculat, gorun, stejar pufos, stejar roşu	ST
2.	Carpinus ssp.	Carpen	Carpen (Carpinus betulus)	CA
3.	Fraxinus spp.	Frasin	Frasin, mojdrean etc.	FR
4.	Acer spp.	Paltin	Paltin de câmp, jugastru, paltin de munte	PA
5.	Ulmus spp.	Ulm	Ulm de câmp, velniş, ulm de Turkestan etc.	UL
6.	Tilia spp.	Tei	Tei pucios, tei argintiu, tei cu frunza mare	TE
7.	Salix spp.	Salcie	Salcie albă, răchită etc.	SA
8.	Pinus spp.	Pin	Pin silvestru, pin negru, molid, brad	PI
9.	Populus spp.	Plop	Plop alb, plop negru, plopi euroamericani	PL
10.	Robinia spp.	Salcâm	Salcâm, glădiţă, soforă	SC

Nr. d/o	Grupuri de specii		Speciile incluse în cadrul categoriilor	Abrevierea în română
	denumirea ştiinţifică	denumirea în română		
11.	Alte specii	Alte specii	Măr, păr, cireş, vişin magaleb, cais, arţar tătăresc, sălcioară, alun, corn, păducel, măceş, sânger, arţar american etc.	AS

Pentru stabilirea creşterilor anuale de biomasă în păduri şi alte tipuri de vegetaţie forestieră au sunt necesare un şir de date intermediare, care asigură o calitate relativ acceptabilă a indicilor respectivi. La calcularea creşterilor anuale curente de masă lemnoasă sunt utilizate primordial tabelele de producţie, precum şi datele privind productivitatea reală (tabelul 4) a arboretelor din Republica Moldova.

Tabelul 4

Indicii dendrometrici medii ai fondului forestier

Denumirea speciilor	Vârsta medie, ani	Consistenţa medie	Volumul mediu la 1 ha terenuri acoperite cu păduri, m^3	Volumul mediu la 1 ha arborete exploatabile, m^3	Creşterea medie curentă totală, mii m^3	Creşterea medie curentă la 1 ha terenuri acoperite cu păduri, m^3
Pin	11	0,64	34	-	16,5	2,8
Cvercinee	53	0,73	150	192	415,4	3,0
Fag	96	0,78	281	313	1,2	2,4
Carpen	52	0,78	178	234	33,3	3,5
Frasin	52	0,78	177	235	56,0	3,5
Paltin de cîmp	19	0,69	55	200	4,4	2,6
Jugastru	32	0,75	103	165	3,0	3,8
Ulm	28	0,73	87	152	2,9	3,2
Salcâm	18	0,75	69	132	276,6	3,9
Mesteacăn	12	0,63	50	100	2,0	3,3
Plop tremurător	41	0,70	204	237	1,0	5,0
Tei	52	0,76	171	239	10,7	3,7
Plop	27	0,69	186	310	44,9	7,9
Salcie	27	0,65	179	248	14,1	7,4
Total suprafaţă acoperită cu păduri	40	0,73	124	180	1196,9	3,3

Sursa: Raportul naţional cu privire la starea fondului forestier al Republicii Moldova (1997).

Pentru finalizarea procesului de stabilire a acumulărilor anuale de carbon în rezultatul schimbărilor în biomasă se vor utiliza coeficienţii din tabelul 5 care expun cota carbonului în biomasă în dependenţă de speciile forestiere.

Tabelul 5

Cota carbonului (C) din biomasă pentru principalele specii forestiere

Nr. d/o	Speciile de arbori	Cota carbonului (C) din biomasă
1.	Cvercinee	0,5
2.	Frasin	0,5

3.	Salcie	0,49
4.	Pin	0,51
5.	Plop	0,5
6.	Salcâm	0,49
7.	Alte specii de arbori şi arbuşti forestieri	0,49

Sursa: Ванин С. И. (1949), Древесиноведение. Москва.

În tabelul 6 sunt expuși factorii care corelează creşterile anuale de biomasă pe specii/grupuri de specii.

Tabelul 6

Factorii care corelează creşterile anuale de biomasă

Specii/grupuri de specii	Creşterile anuale de masă lemnoasă, m^3/ha	Greutatea lemnului în stare absolut uscată, t/m^3	Factori de extindere a creşterilor nete de biomasă terestră (BEF_1)	Relaţia rădăcini-coronament comparativ cu creşterile curente în tulpini	Factori de extindere a creşterilor nete de biomasă terestră pentru lemnul de lucru (BEF_2)
Quercus spp.	3,0	0,835	1,2	0,40	1,2
Carpinus spp.	3,5	0,85	1,2	0,35	1,1
Fraxinus spp.	3,5	0,72	1,2	0,28	1,2
Acer spp.	2,6	0,75	1,2	0,28	1,15
Ulmus spp.	3,2	0,7	1,2	0,28	1,15
Tilia spp.	3,7	0,55	1,2	0,21	1,15
Salix spp.	7,4	0,38	1,2	0,21	1,2
Pinus spp.	2,8	0,535	1,15	0,46	1,1
Populus spp.	7,9	0,51	1,2	0,21	1,2
Robinia spp.	3,9	0,78	1,2	0,28	1,2
Alte specii forestiere	2,1	0,7	1,2	0,28	1,15

5.3. Aspecte metodologice privind efectuarea calculelor

Efectuarea calculelor privind acumulările de carbon realizate de către ecosistemele forestiere se realizează conform unui algoritm general bazat pe schimbările anuale în principalele rezervoare de carbon. Calculele respective pot fi efectuate conform metodologiei conținută în îndrumarele/ghidurile Consiliului Interguvernamental pentru Schimbarea Climei (CISC), care sunt calificate ca metodologii de nivelul 1 sau 2, fiind apte pentru estimarea GES în cadrul obligațiunilor aferente CCONUSC (comunicări naționale, rapoarte de inventariere etc.).

Pentru estimarea GES și obținerea certificatelor internaționale aferente CCONUSC (MDN; JI; NAMA etc.) este necesară aplicarea unor metodologii de nivelul 3. În cazul Republicii Moldova este aplicabilă Metodologia AR-AM0002 (Versiunea 03): Restabilirea terenurilor degradate prin împădurire/regenerare. Această metodologie a fost aprobată în anul 2009 de Consiliul executiv al MDN din cadrul CCONUSC și este aplicabilă pentru proiecte de împădurire şi regenerare, fiind utilizată în cadrul proiectelor ”Conservarea solurilor în Moldova” și ”Dezvoltarea sectorului forestier comunal în Moldova”.

5.3.1. Efectuarea calculelor conform metodologiilor CISC

1. Creşterile anuale în rezervoarele de carbon în urma creşterilor curente ale pădurilor (în tulpină, ramuri, foliaj, rădăcini), realizat conform ecuaţiei:

$$\Delta_{CFFG} = A \bullet G_{total} \bullet CF$$

Unde:

A – suprafaţa pădurilor care rămân ca păduri;

CF – fracţia de carbon.

G_{total} – creşterile anuale în biomasă terestră şi subterană (tMC[2]/an/ha), care se calculează conform ecuaţiei:

$$G_{total} = G_w \bullet (1+R)$$

Unde:

R – coeficientul de corelaţie tulpină cu coronament-sistem radicelar;

G_w – creşterile anuale în biomasă terestră, care se calculează conform ecuaţiei:

$$G_w = I_v \bullet D \bullet BEF_I$$

Unde:

I_v – creşterile medii curente de masă lemnoasă, m^3/an/ha;

D – densitatea lemnului, (tone masă constantă/m^3 volum pe picior);

BEF_I – coeficientul de extensiune a biomasei pentru creşterile curente de masă lemnoasă

Boxa 1

Exemplu de calcul simplificat (numai biomasa terestră):

O pădure tânără (vârsta până la 3 ani) de salcâm cu o suprafața de 1 ha, plantată pe sol cu conținutul de humus mai mic de 2%, are biomasă terestră medie de 2,55 t materie uscată. Pentru a transforma masa uscată în carbon, această trebuie de înmulțit cu 0,5 (fracția de carbon).

Creșterea rezervorului de carbon= 1 ha x 2,55 t m.u. x 0,5 = 1,28 t C

Pentru a obține reducerile de emisii generate de această plantație, rezultatul obținut se înmulțește cu 44/12 (corelația dintre masa moleculară a carbonului și bioxidului de carbon):

1,28*44/12=4,69 t CO_{2e}

5.3.2. Efectuarea calculelor conform Metodologiei AR-AM0002

5.3.2.1.Stabilirea liniei de bază

Pentru a începe activitatea de împădurire este necesar de stabilit așa numită Linia de bază cu care se vor compara activitățile viitoare și calculele respective a emisiilor/reducerilor de emisii. Ca regulă sub împădurire sunt alocate terenurile degradate fără vegetație sau cu vegetație săracă (arbori solitari, arbuști dispersate). Starea acestor tipuri de teren fără intervenții de ameliorare se va continua în viitor, deci va continua să degradeze. Pentru terenurile degradate fără vegetaţie sau terenurile degradate cu vegetaţia nearborescentă rară sau vegetaţia în formă de insuliţe existentă până la lansarea proiectului, absorbţia netă a GES de către absorbanţi în linia de bază

[2] Masă constantă.

este stabilită ca zero. Se prevede că absorbţia netă a GES în linia de bază va demonstra nivelul stabil jos al stocului de carbon sau schimbările negative în rezervoarele de carbon de lungă durată.

$$\Delta C_{BDLijk,t} = 0$$

unde:

$\Delta C_{BDLijk,t}$	schimbările medie anuale în stocul de carbon pe terenurile fără vegetaţie sau terenurile degradate cu vegetaţia rară existentă pîna la proiect în stratul i sub-stratul j speciile k în t CO_2 an^{-1} stabilite ca zero (se prevede că absorbţiile nete a GES în linia de bază va fi nesemnificativă pe durata proiectului);
i	stratul în linia de bază 1,2,3...i;
j	substrat în linia de bază 1,2,3...j;
k	speciile în linia de bază 1,2,3... k;
t	de la 1 pînă la durata proiectului.



Fig. 6. Starea iniţială a terenurilor destinate împăduririi (alunecări de teren)

5.3.2.2. Efectuarea calculelor privind reducerile de emisii GES

Calculele privind reducerile de emisii GES sunt precedate de un șir de măsurări în teren care se bazează pe o eșantionare prealabilă. Dimensiunea eşantionului este calculată în funcţie de mai mulţi parametri. Reieşind din starea culturilor silvice cu ocazia evenimentului de monitorizare

criteriile care pot sta la baza eşantionării sunt: specia de bază (*Quercus, Robinia; Populus; Pinus* etc.); gradul de fertilitate a solurilor (soluri bogate (humus>2%), soluri sărace (humus<2%); vârsta (<3 ani, >3 ani); reuşita culturilor (25,1-50%; >50%). În rezultatul restratificării ex post se obține eşantionul de probe necesar pentru asigurarea preciziei corespunzătoare. Probele respective sunt amplasate în fiecare strat în funcţie de ponderea suprafeţei stratului în cadrul proiectului. Perioada de efectuare a lucrărilor în teren este octombrie-decembrie.

Biomasa arborilor este monitorizată prin stabilirea volumului părţii terestre a arborilor și arbuștilor, precum și volumul rădăcinilor acestora (conform coeficienților) pentru fiecare suprafaţă de probă. De asemenea, sunt măsurate stocurile de carbon din arborii uscaţi şi litieră, fiind adăugate la biomasa din arbori pentru a calcula acumularea netă de carbon pe fiecare lot.

Pe teren sunt amplasate pieţe de probă cu suprafaţa de 250 m^2, care trebuie să aibă laturile de 5x50 m (fig.7). Pieţele de probă sunt separate în două componente – piața mare (250 m^2, cu laturile de 5x50 m) și piața mică (50 m^2, cu laturile de 5x10 m). În cadrul plantaţiei forestiere, suprafeţele de probă se amplasează după coordonatele geografice stabilite anterior prin generare aleatorie. Aceste coordonate le va avea unul din colţurile SP (cel mai apropiat de marginea sectorului), iar toţi arborii inventariaţi se vor marca (fiecare al cincilea cu etichete, atribuindu-le un număr unic, iar restul cu vopsea consistentă).

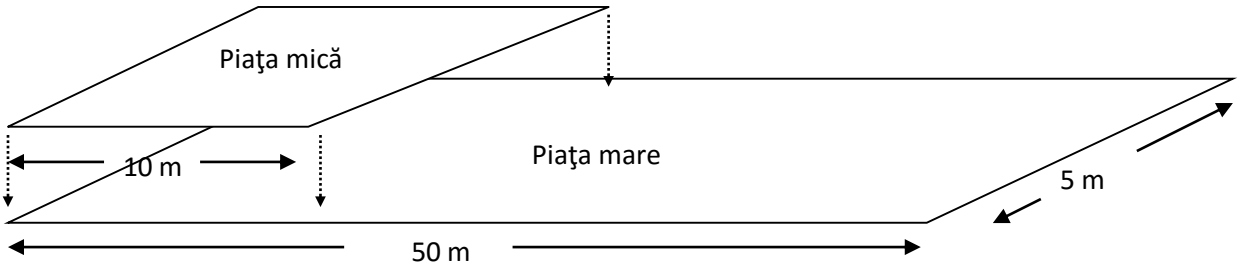


Fig. 7. Schema pieței de probă pentru efectuarea măsurărilor.

La amplasarea suprafeţelor de probă pe teren se respectă următoarele principii de bază:

a) Amplasarea suprafeței de probă se va demara din punctul generat aleatoriu pe direcția acelor de ceasornic spre mijlocul sectorului/poligonului.

b) Latura mare a suprafeţei de probă (lungimea de 50 m) va fi de regulă amplasată de-a lungul rândurilor, iar latura mică (lungimea de 5 m) – perpendicular pe acestea.

c) În cazul, în care, prin coordonatele sale colţul probei va fi amplasat la marginea plantaţiei, latura lungă sau mică (în dependență de direcția rândurilor) a SP va fi de regulă îndreptată spre centrul plantaţiei.

Concomitent, suprafețele fără vegetație din cadrul perimetrului SP (poieni, goluri, incendii, ape etc.), amplasate conform procedurii descrise în hotarele sectorului/poligonului, intră în aria totală a acesteia.

Pentru determinarea modificărilor în stocul de carbon este necesară separarea acestuia pe rezervoare şi determinarea ulterioara a stocului de carbon pe fiecare rezervor. Rezervoarele de carbon sunt în cazul nostru constituite din biomasa terestră (arbori şi arbuşti cu crăci ramuri frunze), biomasa subterană (rădăcinile arborilor şi arbuştilor), litiera, lemnul mort, carbonul organic din sol.

Arborii sunt inventariați/măsurați (fig.8) pe întreaga suprafață a SP (250 m^2: 5x50 m), iar arbuștii pe suprafața mică (50 m^2: 5x10 m). Pentru determinarea biomasei din partea terestră a arborilor se măsoară diametrele la colet şi la 1,3 m de la sol. Diametrul la colet se măsoară după înlăturarea părţii organice de la suprafaţa solului. Diametrele la 1,3 m se măsoară după posibilitate (când arborii au înălțimea peste 1,3 m, iar diametrul la această înălțime este de peste 2,5 cm), cu respectarea principiilor generale dendrometrice. Diametrele se măsoară cu şublerul sau clupa forestieră în centimetri.

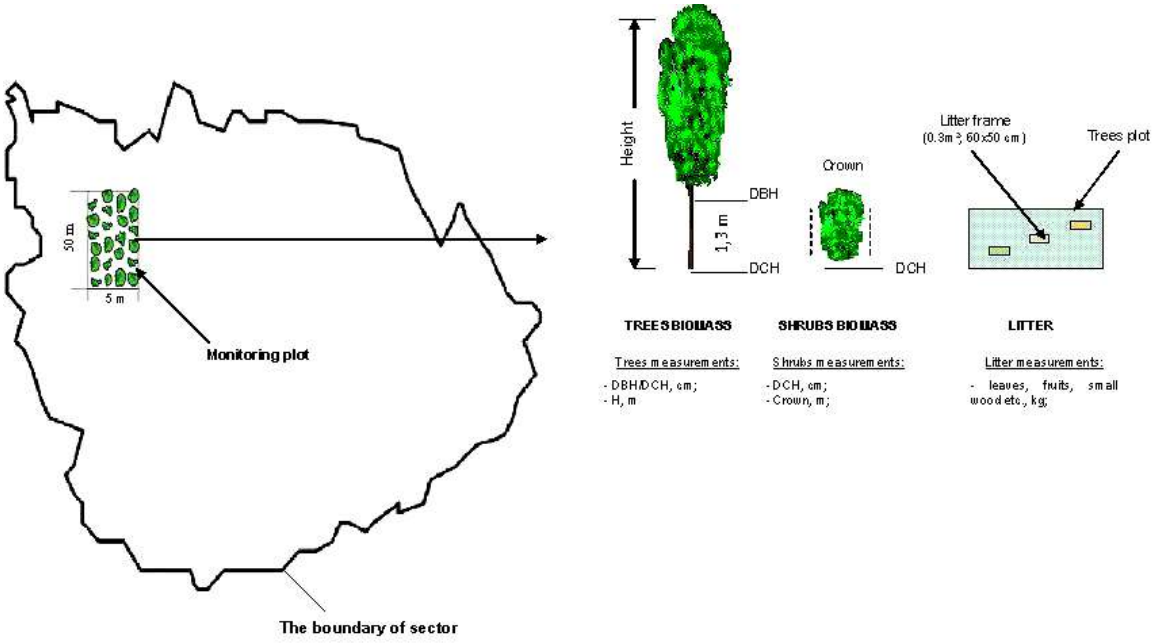


Fig. 8. Procesul de efectuare a măsurărilor în cadrul SP.

În situaţia în care la suprafaţa solului apar două sau mai multe tulpini, care cresc evident dintr-o rădăcină, acest detaliu se specifică în mod obligatoriu în fişa de teren. Pe terenurile în pantă diametrele se măsoară doar în partea din amonte. Arborii uscaţi pe picior se măsoară ca şi cei vii, iar faptul că sunt uscaţi se specifică în tabel/fișă de teren.

Pentru fiecare al cincilea arbore amplasat în SP se măsoară înălţimea (1, 5, 10, 15, 20.....). Măsurarea nemijlocită se efectuează cu dendrometrul (în cazul arborilor cu înălţimi de peste 7 m) sau cu suportul unei prăjini şi a ruletei metalice.

Lemnul mort care există pe probă se măsoară prin determinarea lungimii lemnului mort (cu diametrul mai mare de 5 cm), care intersectează două transecte trasate prin mijlocul suprafeţei de probă.

Pentru arbuşti se determină diametrul la colet, înălţimea arbuştilor şi diametrul coroanei. De asemeni sunt recoltate şi cântărite probe de litieră (inclusiv lemnul mort de la suprafaţa solului cu diametrul până la 5 cm) din interiorul suprafeţelor de probă. Probele de litieră se recoltează pe diagonală. Pentru aceasta, diagonala se împarte în 4 segmente egale, cadranul (50 cm x 60 cm) va fi amplasat la intersecția segmentelor respective (fig.9). Volumul obţinut din trei subprobe se amestecă şi se prevalează o probă pentru analiza de laborator a umidităţii (volumul aproximativ 100-150 g).

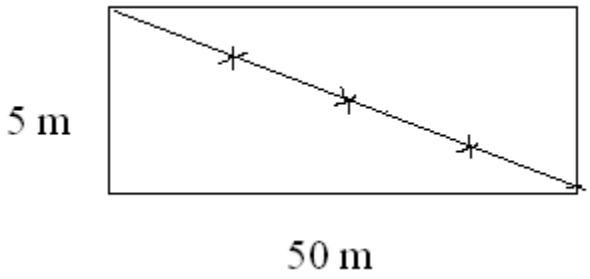


Fig. 9. Procesul de recoltare a probelor de litieră.

Pentru efectuarea calculelor de biomasă în arbori și arbuști sunt utilizate ecuații alometrice. Ecuațiile alometrice utilizate în activitatea proiectelor MDN din Republica Moldova au fost publicate în jurnalul forestier "Ecologie și Gestionarea Forestieră" (2011). În calitate de instrument EB 65, Anexa 28 "Demonstrarea oportunității ecuațiilor alometrice pentru estimarea biomasei arborescente terestre/activității de cercetare a proiectului MDN"[3], unul dintre cele trei criterii care trebuie îndeplinite pentru a demonstra caracterul adecvat al ecuației alometrice utilizate.

Ecuațiile respective sunt cele mai bune ecuații disponibile pentru a estima creșterea biomasei la nivel local, deoarece aceste ecuații alometrice au fost dezvoltate special pentru plantații tinere. Pentru a determina biomasa sunt folosiți coeficienții de regresie pentru principalele specii forestiere cunoscute, pentru speciile ai căror coeficienții de regresie nu sunt cunoscuți se folosesc coeficienții de regresie generali.

Tabelul 7

Ecuațiile alometrice pentru biomasa arborescentă[4]

<table>
<tr><th>Elementul</th><th>Tipul relațiilor</th><th colspan="4">Formatul ecuației</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Biomasă arborecentă</td><td rowspan="2">Ecuații alometrice (evaluări specifice speciei). Ecuațiile sunt valabile pentru plantațiile de arbori sub 6 ani</td><td colspan="4">M = EA * X^{bx} * CF
unde, M este variabila dependentă (biomasă), X este variabila independentă (DBH, Dcth, H);
a, b sunt coeficienții de regresie și CF este factorul de corecție.
După transformarea logaritmică în liniar, implementat în Excel ca:
M = CF/1000 * exp (ln a + b ln D), unde M = ABGTB biomasa totală la suprafața solului, (g) sau rădăcini pentru specii calculate
e - baza logaritmului natural
o - factor de scalare a ecuației
b - exponentul de scalare a ecuațiilor
D) DCH) Diametrul la colet (mm), DBH - diametrul la nivelul pieptului (cm)
CF) Coeficientul de corecție (calculat pe baza estimării a erorii standard)
1000 - coeficientul de conversie de la grame la kg</td></tr>
<tr><td></td><td>In a</td><td>b</td><td>CF</td></tr>
</table>

[3] http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-17-v1.pdf

[4] V. Blujdea, R. Pilli, I. Dutca, L. Ciuvat, I.V., Ecuații alometrice a biomasei plantațiilor foioase în România, Ecologie și gestionarea pădurilor. http://www.elsevier.com/locate/foreco

Elementul	Tipul relațiilor	Formatul ecuației			
		Eleagnus angustifolia ABGTB (dch)	-3.9276	3.1470	1.1009
		Eleagnus angustifolia RĂDĂCINI (dch)	-3.3168	2.5595	1.1882
		Eleagnus angustifolia ABGTB (dbh)	4.9209	2.7844	1.1604
		Eleagnus angustifolia RĂDĂCINI (dbh)	3.9099	2.2295	1.2238
		Fraxinus excelsior ABGTB(dch)	-2.6559	2.7697	1.669
		Fraxinus excelsior RĂDĂCINI (dbh)	-0.7746	1.1.8574	1.2696
		Fraxinus excelsior ABGTB (dbh)	4.0043	3.0495	1.2045
		Gledicia triacontos RĂDĂCINI (dch)	3.5168	2.1242	1.2564
		Gledicia triacontos ABGTB (dch)	-2.9685	2.7390	1.1117
		Gledicia triacontos RĂDĂCINI (dbh)	-2.5047	2.4291	1.2293
		Gledicia triacontos ABGTB (dbh)	4.6960	1.7067	1.0856
		Gledicia triacontos RĂDĂCINI (dhb)	4.4138	1.3856	1.1345
		Populus alba ABGTB (dch)	-1.2947	2.1367	1.1188
		Populus alba RĂDĂCINI (dch)	-0.8599	1.6970	1.1471
		Populus alba ABGTB (dbh)	4.3886	2.1848	1.2183
		Populus alba RĂDĂCINI (dbh)	3.5877	1.6989	1.2044
		sp.Querqus ABGTB (dch)	-1.5672	2.1580	1.0808
		sp.Querqus RĂDĂCINI (dch)	0.1197	1.5019	1.0850
		sp.Querqus ABGTB (dbh)	5.5568	1.2265	1.0438
		sp.Querqus RĂDĂCINI (dbh)	4.6613	0.9126	1.0843
		Robinia pseudocacia ABGTB (dch)	-2.2535	2.5887	1.0245
		Robinia pseudocacia RĂDĂCINI (dch)	-1.1378	1.9850	1.0526
		Robinia pseudocacia ABGTB (dbh)	4.3827	2.4631	1.0310
		Robinia pseudocacia RĂDĂCINI (dbh)	3.6264	2.0413	1.0538
		Salix alba ABGTB (dch)	5.3386	3.2297	1.0994
		Salix alba RĂDĂCINI (dch)	-4.7489	2.8426	1.2161
		Salix alba ABGTB (dbh)	3.5430	2.7126	1.2026
		Salix alba RĂDĂCINI (dbh)	3.0498	2.4028	1.3039

Elementul	Tipul relațiilor	Formatul ecuației			
		Alte specii ABGTB (dbh)	-2.6761	2.6494	1.1401
		Alte specii RĂDĂCINI (dch)	-1.8654	2.0900	1.1636
		Alte specii ABGTB (dbh)	4.4414	2.3666	1.1979
		Alte specii RĂDĂCINI (dbh)	3.7327	1.8965	1.1955

Reducerile de emisii generate de culturile silvice depind în mare majoritate de suprafața plantată, de condițiile de creștere, de specia de arbore și de vârsta plantației. În tabelul 8 sunt demonstrate, în calitate de exemplu, datele obținute de pe terenuri plantate în cadrul proiectului ”Dezvoltarea sectorului forestier comunal în Moldova”.

Tabelul 8

Carbonul în biomasa terestră a arborilor în cadrul proiectului ”Dezvoltarea sectorului forestier comunal în Moldova”

Număr strat	Denumire strat	Suprafața (ha)	Biomasa terestră medie (t m.u./ha)	Total biomasă pe strat (t m.u.)	Total carbon pe strat (t C)	Reducerile de emisii în biomasa terestră (t CO_2e)
1	ST_sol sărac _vârsta >3_reușita >50	34,88	2,09	72,90	36,45	133,65
2	ST_sol bogat_vârsta_reușita_>50	60,59	2,8	169,65	84,83	311,03
3	SC_sol sărac _vârsta<3_reușita >50	324,46	3,48	1 129,12	564,56	2 070,05
4	SC_sol sărac_vârsta <3_reușita _25,1-50	43,54	1,62	70,53	35,27	129,31
5	SC_sol sărac_vârsta >3_reușita >50	1679,81	15,65	26 289,03	13 144,51	48 196,55
6	SC_sol sărac_vârsta >3_reușita _25,1-50	258,82	4,62	1 195,75	597,87	2 192,21
7	SC_sol bogat_vârsta <3_ reușita _>50	824,54	5,34	4 403,04	2 201,52	8 072,25
8	SC_sol bogat_vârsta >3_ reușita _25,1-50	734,89	10,96	8 054,39	4 027,20	14 766,39
9	SC_sol bogat_vârsta>3_ reușita _>50	4407,2	21,82	96 165,10	48 082,55	176 302,69
TOTAL		8368,73	68,38	137 549,52	68 774,76	252 174,13

Notă: sol sărac (categoria convențională) – conținut de humus<2%; sol bogat – conținut de humus>2%, m.u. – materie uscata

Rezervorul de biomasa subterană este estimată din biomasa terestră folosind raportul *”root-to-shoot”*. Stocul de carbon din biomasa subterană se calculează ca un produs al biomasei terestre al componentelor arborelui și arbuștilor și raportul *”root-to-shoot”* a speciilor din componentele respective.

$$C_{BB,m,ijk} = A_{m,ijk} \bullet MC_{BB,m,i,jk} \qquad \text{(M.16)}$$

$$MC_{BB,m,ijk} = A_{m,ijk}\,[MC_{AB_Tree\ m,ijk} \bullet R_{T,jk} + MC_{AB_NTree_Shrub,m,ijkS} \bullet R_S] \qquad \text{(M.17)}$$

unde:

$A_{m,ijk}$ Suprafața stratului *i*, sub-stratul *j*, specia *k*, în perioada de monitorizare m, în ha;

$MC_{BB,m,ijk}$ Stocul mediu de carbon a biomasei subterane pentru stratul *i*, sub-stratul *j* specia *k*, în timpul monitorizării *m* în t C ha^{-1};

R_{Tjk} Raportul *"root-to-shoot"* pentru arbori *k*, clasa de vîrstă *j*; fără dimensiune;

R_S Raportul *"root-to-shoot"*pentru arbust; fără dimensiune.

Schimbarea anuală medie a stocului de carbon a biomasei subterane, se estimează pe baza datelor privind măsurarea stocului de carbon dintre două intervale de monitorizare.

$$\Delta\, C_{BB,ijk,t} = (C_{BB,\ m2,i,jjk} - C_{BB,m1,ijk})/T_B \qquad \text{(M.18)}$$

unde:

$C_{BB,ijk,t}$ Schimbarea medie a stocului de carbon a biomasei subterane în stratul *i*, sub-stratul *j*, speciile *k* în t C an^{-1} în anul *t*;

$C_{BB,\ m2,i,jjk}$ Stocul de carbon a biomasei subterane pentru stratul *i*, sub-stratul *j*, speciile *k*, calculat în perioada de monitorizare m_2, în t C;

$C_{BB,m1,ijk}$ Stocul de carbon a biomasei subterane pentru stratul *i*, sub-stratul *j*, speciile *k*, calculat în perioada de monitorizare m_1, în t C

T_B Timpul de ani de zile între evenimentele de monitorizare m_2 și m_1 pentru monitorizarea biomasei

Rezultatele exprimate ca schimbare medie în carbon pe o unitate de suprafață (1 ha) sunt apoi extrapolate pentru întreaga suprafaţă a proiectului pentru a estima cantitatea totală de carbon colectat. În tabelul 9 sunt demonstrate, în calitate de exemplu, datele obținute de pe terenuri plantate în cadrul proiectului "Dezvoltarea sectorului forestier comunal în Moldova".

Tabelul 9

Extrapolarea biomasei arborescente pe straturi în cadrul proiectului "Dezvoltarea sectorului forestier comunal în Moldova"

Strat	Denumire strat	Suprafața (ha)	Biomasa medie (t d.m. ha-1)	Biomasă totală pe straturi (t d.m.)	Carbon total pe straturi (t C)	GES nete reale din biomasa (tCO_2e)
1	ST_sol sărac _vârsta >3_reușita >50	34,88	2,09	72,73	36,37	133,35
2	ST_sol bogat_vârsta_reușita_>50	60,59	2,80	169,87	84,93	311,42
3	SC_sol sărac _vârsta <3_reușita >50	324,46	3,48	1127,75	563,87	2067,54
4	SC_sol sărac_vârsta <3_reușita _25,1-50	43,51	1,62	70,65	35,33	129,53
5	SC_sol sărac_vârsta >3_reușita >50	1679,81	15,65	26295,00	13147,50	48207,50
6	SC_sol sărac_vârsta >3_ reușita _25,1-50	258,82	4,62	1195,02	597,51	2190,86
7	SC_sol bogat_vârsta <3_ reușita _>50	824,54	5,34	4402,23	2201,12	8070,76
8	SC_sol bogat_vârsta >3_ reușita _25,1-50	734,89	10,96	8057,39	4028,69	14771,88
9	SC_sol bogat_vârsta>3_ reușita _>50	4407,2	21,82	96156,78	48078,39	176587,42
TOTAL		8368,73	68.38	137,547.41	68,773.71	252,170.26

Notă: DM - masa uscată.

Probele de litieră sunt recoltate, de obicei, folosind un cadran cu o suprafață fixă de 0,30 m^2. În fiecare locație, toată litiera (frunze, fructe, lemne mici, etc.), care cade în interiorul cadranului se colectează și se usucă în cuptor (105° C) până la o greutate constantă pentru a determina masa uscată. Greutatea litierei proaspete din suprafața permanentă de probă (SPP) se înregistrează în teren și se ea o cantitate mică (sub-probă) pentru determinarea conținutului de umiditate, de la care se calculează masa uscată totală.

$$C_{Lm,ijk} = A_{ijk} \bullet C_{L\text{-}wet\ m,ijk} \bullet (1\text{-}MP_L) \bullet (1/a_{ijk}) \bullet (1/100) \quad \text{(M.23)}$$

unde:

$C_{Lm,ijk}$	Carbonul din biomasa litierei uscate în perioada de monitorizare *m*, în t C;
$C_{L\text{-}wet\ m,ijk}$	Carbonul din biomasa litierei umede în perioada de monitorizare *m* în g m^{-2}
MP_L	Fracțiunea greutății umidității din biomasa litierei (0 la 1) [(greutate umedă - greutate uscată) / greutate umedă], adimensională
a_{ijk}	Suprafața cadranului, în m^2

Schimbarea anuală medie a stocul de carbon în litieră se calculează în baza datelor obținute la două intervale de monitorizare.

$$\Delta C_{L,mijk,t} = [(C_{Lm2,ijk} - C_{Lml,ijk}) / T_L] \bullet CF_L \quad \text{(M.24)}$$

unde:

$\Delta C_{L,mijk,t}$	Schimbarea anuală medie în biomasa litierei în stratul *i*, sub-stratul *j*, speciile *k* la evenimentul de monitorizare *m* în t C an^{-1}
$CL_{m2,ijk}$	Stocul de carbon în litieră în stratul *i*, sub-stratul *j*, speciile *k*, în perioada de monitorizare m_2, în t C
$C_{Lml,ijk}$	Schimbare în biomasa litierei în stratul *i*, sub-stratul *j*, specii *k*, în perioada de monitorizare m_1 în t C
T_L	Intervalul de monitorizare pentru litieră $T_L = m_2\text{-}m_1$ în ani
CF_L	Fracțiunea carbonului din litieră; fără dimensiune

Fracțiunea carbonului din litieră este de 0,37 în conformitate cu IPCC (2003) (datele implicite).

În tabelul 10 sunt demonstrate, în calitate de exemplu, datele obținute de pe terenuri plantate în cadrul proiectului ”Dezvoltarea sectorului forestier comunal în Moldova”.

Tabelul 10

Extrapolarea calculelor litierei pe straturile proiectului ”Dezvoltarea sectorului forestier comunal în Moldova”

Strat	Denumire strat	Suprafața (ha)	Biomasa medie a litierei (t d.m. ha -1)	Biomasa totală pe straturi a litierei (t d.m.)	Carbonul total pe straturi a litierei (t C)	GES nete reale din biomasă (tCO_2)
1	ST_sol sărac _vârsta >3_reușita >50	34,88	2,87	100,02	50,01	183,37
2	ST_sol bogat_vârsta_reușita_>50	60,59	2,01	121,96	60,98	223,59
3	SC_sol sărac _vârsta <3_reușita >50	324,46	2,74	890,53	445,27	1632,64
4	SC_sol sărac_vârsta <3_reușita _25,1-50	43,51	2,73	118,83	59,41	217,85

Strat	Denumire strat	Suprafața (ha)	Biomasa medie a litierei (t d.m. ha -1)	Biomasa totală pe straturi a litierei (t d.m.)	Carbonul total pe straturi a litierei (t C)	GES nete reale din biomasă (tCO_2)
5	SC_sol sărac_vârsta >3_reușita >50	1679,81	4,14	6951,52	3475,76	12744,46
6	SC_sol sărac_vârsta >3_ reușita _25,1-50	258,82	3,96	1024,17	512,09	1877,65
7	SC_sol bogat_vârsta <3_ reușita _>50	824,54	4,13	3406,50	1703,25	6245,25
8	SC_sol bogat_vârsta >3_ reușita _25,1-50	734,89	3,97	2919,67	1459,83	5352,72
9	SC_sol bogat_vârsta>3_ reușita _>50	4407,2	5,14	22648,84	11324,42	41522,87
TOTAL		8368,73	31.69	38,182.03	19,091.02	70,000.39

Rata schimbării în stocul SOC se estimează ca cea mai recentă versiune a *Instrumentului metodologic Î/R - instrument de estimare a modificărilor stocurilor de carbon organic din sol ca urmare a punerii în aplicare a activităților proiectului Î/R MDN*, Versiunea 01.1.0 (EB 60, Anexa 12)[5].

Este necesar de respectat toate condițiile de aplicabilitate a instrumentului conform descrierii de mai jos.

(a) Suprafețele de teren pentru care se aplică acest instrument:

(I) Nu se încadrează în categoria suprafețelor umede;

(II) Nu se conțin soluri organice cum sunt definite în Anexa A: glosarul IPCC GPG LULUCF 2003;

(III) Nu sunt supuse nici uneia dintre practicile de gestionare a terenurilor și de aplicare a intrărilor astfel cum sunt enumerate în Tabelele 1și 2 din "Instrumentul de estimare a variației a stocurilor de carbon organic din sol ca urmare a punerii în aplicare a activităților proiectului Î/R MDN" (Versiunea 01.1.0);

(b) Activitățile proiectului Î/R îndeplinesc următoarele condiții:

(I) Litiera rămâne pe teren și nu este eliminată în activitatea proiectului Î/R;

(II) Perturbările solului atribuite activităților proiectului Î/R sunt:

- În conformitate cu practicile adecvate de conservare a solului, de ex: urmează conturul terenului;
- Limitat la perturbarea solului pentru pregătirea terenului înainte de plantare și de o astfel de perturbare nu se repetă în mai puțin de douăzeci de ani.

$$SOC_{INITIAL,i} = SOC_{REF,i} * f_{LU,i} * f_{MG,i} * f_{IN,i} \qquad \text{Instrument AR (1)}$$

unde:

$SOC_{INITIAL,i}$ Stocul SOC la începutul activității proiectului de împădurire/reîmpădurire în stratul *i*, a suprafețelor de teren, t C ha^{-1}

$SOC_{REF,i}$ Referința stocului SOC corespunzătoare condiției de referință în solurile locale (de exemplu, terenuri nedegradate, terenuri acoperite cu vegetația nativă -

[5] http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-16-v1.1.0.pdf

pădure în mod normal) de clima regiunii, tipul solului aplicat stratului *i* a suprafețelor de teren, t C ha^{-1}.

$f_{LU,i}$ Factorul relativ a schimbării stocului pentru utilizarea terenului în linia de bază în stratul *i*;

$f_{MG,i}$ Factorul relativ a schimbării stocului pentru gestionarea terenului în linia de bază în stratul *i*, fără dimensiuni.

$f_{IN,i}$ Factorul relativ a schimbării stocului în linia de bază în cazul introducerii resturilor vegetale sau fertilizantelor în stratul *i*, fără dimensiune.

i = 1, 2, 3... straturile proiectului, fără dimensiune

Valorile SOC_{REF1}, $f_{LU,i}$, $f_{MG,i}$,și $f_{IN,i}$, sunt luate din Tabelul 3 și Tabelul 6 a instrumentului respectiv. Regimul climatic aplicabil proiectului este temperat rece, uscat, conform zonei climaterice[6] IPCC și solurile proiectului sunt cernoziomuri lutoase[7].
Prin urmare, SOC_{REF} este adoptat stocul SOC_{REF} pentru sol, minerale corespunzătoare regimului climatic umed, rece și temperat, activitate redată (HAC) în Tabelul 3.

$$SOC_{INITIAL,i} = SOC_{REF,i} * f_{LU,i} * f_{MG,i} * f_{IN,i}$$

$$SOC_{INITIAL,i} = 50*1.0*0.7*1.0 = 35.0 \text{ t C } ha^{-1}$$

Pentru fiecare strat supus la perturbarea solului atribuit activității proiectului fără a ține cont de suprafața perturbată în linia de bază care este mai mare de 10% din suprafața stratului, prin urmare conform paragrafului 9 al Instrumentului, ecuația 2 a Instrumentului metodologic Î/R este aplicată pentru evaluarea pierderii carbonului din sol.

$$SOC_{LOSS,i} = SOC_{INITIAL,i} * 0.1 \qquad \text{Instrument Î/R (2)}$$

unde:

$SOC_{LOSS,i}$ Pierderi de SOC cauzate de perturbarea solului care pot fi atribuite activităților proiectului Î/R, în stratul *i*, a suprafețelor de teren; t C ha^{-1};

0.1 Rata aproximativă a SOC pierdut în perioada de 5 ani de la pregătirea terenului către plantare

i 1, 2, 3... straturile proiectului, fără dimensiune

Rata schimbării stocului SOC în schema proiectului până când va fi atinsă o stare de echilibru în conținutul SOC este estimată după cum urmează:

$dSOC_{t,i} = 0$ pentru $t < t_{PREP,i}$ Instrument Î/R (4)

$dSOC_{t,i} = -\frac{SOC_{LOSS,i}}{1\ year}$ pentru $t = t_{PREP,i}$ Instrument Î/R (5)

[6] http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_03_Ch3_Representation.pdf
Foaia de calcul aprobată pentru a facilita calcularea modificărilor în carbonul organic din sol, arată zonele climatice majore IPCC, anexa la A/ R Instrument metodologic - Instrumentul de estimare a schimbării în carbon organic din sol a stocurilor ca urmare a punerii în aplicare a activităților A /R de cercetare ale proiectului CDM.

[7]Prima Comunicare Națională a Republicii Moldova, Ministerul Mediului și Dezvoltarea Teritoriului, (Programul pentru dezvoltarea de terenurilor degradate și sporirea fertilității solului, elaborat de Academia de Științe a Moldovei, Ministerul Agriculturii, Agenției și Relații Funciare și Cadastru, Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie), Chișinău, 2005.

$$dSOC_{i,t} = \frac{SOC_{REF,i} - (SOC_{INITIAL,i} - SOC_{LOSS,i})}{20\ ani} \quad pentru\ t_{PREP,i} < t \leq t_{PREP,i} + 20$$

Instrument Î/R (6)

unde:

dSOC	Rata schimbării stocului SOC în stratul *i* a suprafețelor de teren în anul *t*, t C $ha^{-1}an^{-1}$;
$t_{PREP,i}$	Anul în care are loc prima perturbare a solului în stratul *i* a suprafețelor de teren;
$SOC_{LOSS,i}$	Pierderile de SOC cauzate de perturbarea solului atribuite activităților proiectului de împădurire în stratul *i* a suprafețelor de teren; t C ha^{-1};
$SOC_{REF,i}$	Referința stocului SOC corespunzătoare condiției de referință în solurile locale (de exemplu, terenurile nedegradate, terenuri acoperite cu vegetația nativă - pădure în mod normal), în funcție de regiunile climatice și tipurile de sol aplicabil stratului *i* a suprafețelor de teren; t C ha^{-1};
$SOC_{INITIAL,j}$	Stocul SOC la începutul activității proiectului de împădurire în stratul *i* a suprafețelor de teren; t C ha^{-1}
i	i = 1, 2, 3... straturile proiectului, fără dimensiune;
t	= 1, 2, 3... ani scurși de la începerea activității proiectului de împădurire.

$$dSOC_{t,i} = \underline{50 - (35.0 - 3.5)} = 0.925$$

$$20$$

Conform instrumentului, valoarea ratei de schimbare în stocul SOC nu este contabilizată ca fiind mai mare de 0,8 t C ha^{-1-1} an,

de ex: dacă $dSOC_{t,i}$ = 0,925> 0,8; *dSOC* = 0,8 t C $ha^{-1}an^{-1}$ poate fi adoptată pe ecuația 7 din Instrumentul Î/R.

Schimbare în stocul SOC pentru toate straturile din suprafețe, în anul *t*, se calculează astfel:

$$\Delta SOC_{AL,t} = \frac{44}{12} * \sum_i A_i * dSOC_{t,i} * 1\ year$$

Instrument AR (8)

$\Delta SOC_{AL,t}$	Schimbare în stocul SOC în suprafețele de teren care îndeplinesc condițiile de aplicabilitate ale prezentului instrument, în anul t; t CO_2e;
A_i	Suprafața stratului *i* a suprafețelor de teren, ha
$dSOC_{t,i}$	Rata schimbării stocurilor SOC în stratul *i* al suprafețelor de teren; t C ha^{-1} an^{-1};
i	1, 2, 3... straturile proiectului, fără dimensiune.

În tabelul 11 sunt demonstrate, în calitate de exemplu, datele obținute de pe terenuri plantate în cadrul proiectului ”Dezvoltarea sectorului forestier comunal în Moldova”.

Tabelul 11

Extinderea a calculului de SOC la straturile proiectului ”Dezvoltarea sectorului forestier comunal în Moldova”

Strat	Descriere	Suprafața (ha)	Suprafața perturbată (ha)	Procentul suprafeței perturbate pe start (%)	Carbon pe ha pe strat (t C ha-1 t,i)	Carbon pe strat (t C t,i)	Reducerea emisiilor pe strat (t CO_2e)
1	ST_sol sărac _vârsta >3_reușita >50	34,88	9,25	26,52	1,00	34,88	127,89
2	ST_sol bogat_vârsta_reușita_>50	60,59	23,28	38,43	1,00	60,59	222,16
3	SC_sol sărac _vârsta <3_reușita >50	324,46	100,32	30,92	-1,25	-405,58	-1487,11
4	SC_sol sărac_vârsta <3_reușita _25,1-50	43,51	9,58	22,02	-1,25	-54,39	199,42
5	SC_sol sărac_vârsta >3_reușita >50	1679,81	653,55	38,91	1,00	1679,81	6159,30
6	SC_sol sărac_vârsta >3_ reușita _25,1-50	258,82	72,96	28,19	1,00	258,82	949,01
7	SC_sol bogat_vârsta <3_ reușita _>50	824,54	400,70	48,60	-1,25	-1030,68	-3779,14
8	SC_sol bogat_vârsta >3_ reușita _25,1-50	734,89	215,34	29,30	1,00	734,89	2694,60
9	SC_sol bogat_vârsta>3_ reușita _>50	4407,2	1790,92	40,64	1,00	4407,20	16159,73
Total		8368,73	3,285.89	-	-	5,685.55	20,847.03

Absorbția totală de GES *ex post* este calculată prin metoda schimbării stocului în baza datelor colectate aplicate la sfârșitul perioadei de monitorizare:

$$\Delta C_{ijk,t} = [\Delta C_{ABijk,t} + \Delta C_{BBijk,t} + \Delta CD_{Wijk,t} + \Delta C_{Lijk} + \Delta C_{SOC} + \Delta C_{ijk,t}] \bullet [44/12]$$

unde:

$\Delta C_{ijk,t}$ Schimbări anuale verificabile în stocul de carbon din rezervoare pentru stratul *i*, sub-stratul *j*, speciile *k* în t CO2 echivalent an^{-1} în anul t;

$\Delta C_{AB,ijk,t}$ Schimbări anuale verificabile în stocul de carbon din biomasa terestră pentru stratul *i*, sub-stratul *j*, speciile *k* în t C an^{-1} în anul t;

$\Delta C_{BB,ijk,t}$ Schimbări anuale medii în stocul de carbon din biomasa subterană pentru stratul *i*, sub-stratul *j*, speciile *k*, în t C an^{-1} în anul t;

$\Delta CD_{W,ijk,t}$ Schimbări anuale medii în stocul carbonului din lemn uscat pentru stratul *i*, sub-stratul *j*, speciile *k*, în t C an^{-1} în anul t;

$\Delta C_{L,ijk}$ Schimbări anuale medii în stocul de carbon a litierei pentru stratul *i*, sub-stratul *j*, speciile *k*, în t C an^{-1} în anul t;

ΔC_{SOC} Schimbări anuale medii în stocul de carbon al materiei organice din sol pentru stratul *i*, sub-stratul *j*, speciile *k*, în t C an^{-1} în anul t;

44/12 Raportul greutății efective a carbonului și a emisiilor de CO_2; fără dimensiune.

VI. ESTIMAREA CHELTUIELILOR DE CREARE CULTURILOR SILVICE

Stabilirea mecanismului de finanțare a procesului de reabilitare a terenurilor degradate prin crearea culturilor silvice s-a făcut în baza fișelor tehnologice tip, elaborate pentru crearea culturilor silvice pe o suprafață de un hectar. Aceasta este necesar pentru a putea evalua suma totală a investiției.

Conform calculelor respective au fost stabilite următoarele costuri estimative. Pentru crearea unui ha culturi silvice cu specia principală salcâm pe terenuri degradate vor fi necesare cheltuieli și consumuri în sumă totală de 28968,3 lei. Suma respectivă include crearea culturilor silvice pe

teren degradat cu pregătirea solului, plantarea, creșterea și menținerea culturilor până la realizarea stării de masiv.

Tabelul 12

Costul creării culturilor silvice (specia principală salcâm alb) pe terenuri degradate, lei/ha

Costuri	Anii					Total
	I	II	II	IV	V	
Lucrări.	2538,8	4013,0	1952,1	2053,2	1091,8	11648,8
Consumabile (benzină, motorină etc.).	9086,4	1912,1	1302,3	892,6	667,6	13861,0
Material săditor.		2153,7	387,6			2541,3
Întreținerea si exploatarea utilajului (10%).						917,2
TOTAL	11625,2	8078,8	3641,9	2945,8	1759,4	28968,3

În cazul plantării culturilor silvice cu specia principală stejar pe terenuri degradate cheltuielile se estimează la 35472,7 lei ha, inclusiv datorită diferenței în perioada de realizare a stării de masiv.

Tabelul 13

Costul creării culturilor silvice (specia principală stejar) pe terenuri degradate, lei/ha

Costuri	Anii								Total
	I	II	II	IV	V	VI	VII	VIII	
Lucrări.	1315,3	5976,3	3854,7	1976,4	1976,4	1976,4	1015,1	1015,1	19105,8
Consumabile (benzină, motorină etc.).	4508,9	2213,6	1270,1	746,1	749,7	749,7	492,5	984,1	11714,7
Material săditor.		2623,5	524,4						3147,9
Întreținerea si exploatarea utilajului (10%).									1504,4
Total	5824,2	10813,4	5649,2	2722,6	2726,1	2726,1	1507,6	1999,2	35472,7

VII. EXEMPLE DE PROIECTE CARE AU AVUT CA REZULTAT REDUCEREA EMISIILOR

În Republica Moldova sunt implementate două proiecte, ”Conservarea solurilor în Moldova” (PCSM) și ”Dezvoltarea sectorului forestier comunal în Moldova” (PDCSCM), printre beneficiile cărora sunt reducerea emisiilor a gazelor cu efect de seră. Acestea proiecte au fost elaborate în cadrul mecanismului dezvoltării nepoluante (MDN) a Protocolului de la Kyoto. Protocolul de la Kyoto definește mecanismele de implementare a prevederilor Convenției-cadru a Națiunilor Unite pentru Schimbările Climatice (CCNUSC). Proiectele în cauză va demonstra eficacitatea măsurilor de împădurire a terenurilor degradate şi de gospodărire în regim de conservare şi utilizare durabilă a pădurilor existente şi a celor nou-create, implicând şi un efect economic pozitiv, în principal prin valorificarea masei lemnoase recoltate în urma aplicării lucrărilor şi tratamentelor silviculturale, precum şi a produselor nelemnoase ale pădurii. Aprovizionarea suplimentară cu masă lemnoasă a populaţiei din zonele rurale va avea un impact

pozitiv şi asupra stării generale a fondului forestier, inclusiv asupra conservării diversităţii biologice în ansamblu, datorită diminuării presiunii exercitate prin tăieri ilicite, păşunat etc.

Primul proiect ”Conservarea solurilor în Moldova” a fost lansat în 2002. Obiectivul general al proiectului este de a contribui la reabilitarea şi conservarea solurilor prin împădurirea a 20,3 mii ha de terenuri aflate în proces de degradare, iar drept scop major – contribuirea la implementarea prevederilor Convenţiei-cadru a Naţiunilor Unite privind Schimbările Climatice (CCNUSC, 1992), precum şi a mecanismelor Protocolului de la Kyoto (1997). Proiectul „Conservarea solurilor în Moldova” este implementat şi finanţat din mijloacele Agenţiei „Moldsilva”, suma investiţiilor necesare de alocat constituind circa 19 milioane dolari SUA (pentru primii 20 ani: efectuarea lucrărilor de plantare, îngrijire, completare, menţinere, pază, protecţie etc.), din care circa 80% revin pentru primii 5 ani pe parcursul cărora se efectuează lucrările de plantare, iar în următorii ani – lucrări de îngrijire şi conducere a arboretelor formate, de pază şi protecţie, menţinere, de asigurarea a continuităţii etc. În calitate de deţinători ai terenurilor destinate împăduririi sunt 383 de primării şi 23 de întreprinderi silvice din toate structurile teritorial-administrative ale ţării (cu excepţia Transnistriei).

Compoziţia speciilor plantate va contribui la restabilirea productivităţii terenurilor. Pentru proiect au fost selectate speciile de arbori şi arbuşti, care sunt efective pentru restabilirea terenurilor degradate, corespund cerinţelor socio-economice ale primăriilor şi contribuie la sporirea biodiversităţii. Speciile cu caracteristici şi cerinţe de îngrijire similare sunt grupate în tipuri de specii, după cum urmează:

Tipul stejar: *Quercus robur, Q. petraea, Q. rubra, Fraxinus spp., Carpinus, Tilia spp., Acer spp., Cornus mas, Prunus spp., Pyrus spp., Corylus avellana, Viburnum spp., Sambucus nigra;*

Tipul salcâm: *Robinia pseudoacacia, Gleditsia triacanthos, Sophora japonica, Ulmus spp., Acer spp., Cornus mas, Prunus spp., Rosa canina, Ribes spp., Crataegus spp.;*

Tipul plop: *Populus alba, P. nigra, Salix spp., Ulmus spp., Acer spp., Sambucus nigra, Corylus avelana, Sorbus spp., Viburnum spp.;*

Tipul pin: *Pinus nigra, P. sylvestris, Acer spp., Cotinus coggygria, Eleaegnus angustifolia, Tamarix spp., Rosa canina, Crataegus spp., Prunus spp., Ribes spp.*

Pe lângă produsele forestiere recoltate, reducerea netă a emisiilor de CO_2 în atmosferă în prima perioadă de 20 de ani va constitui 3,6 milioane tone.

Scopul activității pentru al doilea proiect ”Dezvoltarea sectorului forestier comunal în Moldova”, lansat în 2006, este de a crea păduri noi comunale pe suprafaţa de 8468,84 ha prin împădurirea terenurilor erodate şi neproductive, aplicarea practicelor agro-forestiere, crearea perdelelor forestiere de protecţie, sechestrarea carbonului şi reducerea concentraţiilor gazelor cu efect de seră, îmbunătăţirea resurselor forestiere şi pastorale regionale şi locale, aprovizionarea cu masă lemnoasă şi dezvoltarea bazei pentru dezvoltarea durabilă locală/regională. Proiectul este elaborat de Agenţia “Moldsilva” în colaborare cu Fondul BioCarbon din cadrul Băncii Mondiale.

La proiectul participă 278 primării şi 21 întreprindere pentru silvicultură. Conform prevederilor contractelor încheiate cu primăriile participante la proiect, Agenţia „Moldsilva” este autorizată pentru efectuarea activităţilor de împădurire/regenerare pe terenurile primăriilor şi va gestiona pădurile create până la realizarea stării de masiv, când vor fi retransmise primăriilor pentru gestionarea ulterioară.

Proiectul este finanţat şi implementat de Agenţia “Moldsilva”. Volumul total al investiţiilor va constitui 28,2 milioane dolari SUA pentru perioada de 30 ani.

Sechestrarea netă de CO_2 în hotarele proiectului pe parcursul perioadei de 30 ani este estimată în volum de 1,2 milioane tCO_2e.



Fig. 10. Sectorul din cadrul PCSM în 2004 (Întreprinderea pentru silvicultură Nisporeni)



Fig.11. Acelaşi sector în 2007



Fig.12. Sectorul din cadrul PCSM pînă la plantare (Întreprindere pentru Silvicultură Teleneşti)



Fig.13. Acelaşi sector după crearea culturilor silvice.

EPILOG

Nu este necesar să ocupăm tot teritoriul țării cu păduri, trebuie să atingem un nivel natural/optim a nivelului de împădurire de 20-30% pentru a avea un echilibru ecologic, cea ce ne va permite atenua consecințele calamităților naturale și cele antropice, ca urmare a schimbărilor climatice globale, pe care le simțim în ultimii ani.