

## ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ГОРИТЕ КАТО ВЪЗМОЖНОСТ ЗА БИОЛОГИЧНО УЛАВЯНЕ НА ПАРНИКОВИ ГАЗОВЕ

Валентина Христова<sup>1</sup>, Антон Петров<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките

<sup>2</sup>Софийски университет „Св. Климент Охридски“, Физически факултет

e-mail: astronomer@abv.bg

**Ключови думи:** Въглероден диоксид, горски масиви, ТЕЦ, парникови газове, залесяване, климат

**Резюме:** Акцентира се върху влиянието на парниковите газове с антропогенен произход върху климата и начините за намаляването му. По-специално се разглежда CO<sub>2</sub>, като газ с най-голямо радиационно въздействие. На базата на изследвания направени в България (горовладелска производителна кооперация “КАРЛЪК-СС”), се прави приблизителна оценка на възможностите на горите да усвояват и преработват CO<sub>2</sub>. Приблизителните оценки показват възможността на българските гори напълно да усвояват въглеродния диоксид емитиран от ТЕЦ. Лансирана е идеята, че системата с търговия на квоти на емисии парникови газове в еквиваленттон CO<sub>2</sub> не е най-удачната за българските условия и се предлага да бъде заменена от друга, при която ТЕЦ-овете поемат грижата за залесяване и стопанисване на горски масиви.

## STUDY ON THE INFLUENCE OF THE FORESTS AS AN OPPORTUNITY FOR ORGANIC CAPTURE OF GREENHOUSE GASES

Valentina Hristova<sup>1</sup>, Anton Petrov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences

<sup>2</sup>Sofia University “St. Kliment Ohridski”, Faculty of Physics

e-mail: astronomer@abv.bg

**Keywords:** Carbon dioxide, forests, thermal power plant, greenhouse gases, afforestation, climate

**Abstract:** Emphasis is placed on the impact of greenhouse gases with anthropogenic origin on the climate and ways to reduce it. In particular, it is considered CO<sub>2</sub> as a gas with the highest radiation effects. Based on studies made in Bulgaria (forest-possessed productive cooperative “KARLAK-SS”), is estimated the capacity of forests to absorb and process CO<sub>2</sub>. Estimates indicate the possibility of Bulgarian forests to fully absorb the carbon dioxide emitted from thermal power plants. It is launched the idea that the system of tradable quotas of greenhouse gas emissions in equivalent-ton CO<sub>2</sub> is not the most appropriate for the Bulgarian conditions and comes to be replaced by another in which the thermal power plants take care of afforestation and management of forests.

### Въведение

До колко е отговорен човекът за изменението на земния климат? Този въпрос придоби огромна популярност в края на ХХ-ти и началото на ХХI-ви век. Дори някак си встрани остава основния въпрос: променя ли се климата на Земята? Тук контекстът е до колко наблюдаваните изменения носят необратим характер? Все пак, климатичната система е отворена система, като поведението ѝ основно зависи от вкараната от вън енергия. Тъй като, тази енергия се доставя от Слънцето, то всички периодични процеси свързани с нейното количествено изменение ще се проектират върху Земята.

Късопериодичните промени на слънчевата активност са известни, това са 11-годишните цикли в рамките на които слънчевата константа (интегралния поток от слънчево лъчение,

преминаващ през единица площ, перпендикулярна на направлението на лъчите извън земната атмосфера при разстояние Земя – Слънце 1 au), променя стойността си с по-малко от процент. Дългопериодичните изменения на слънчевата константа (наименованието „константа“ е твърде условно), от друга страна са напълно непредвидими. Първо, твърде слабо е позната физиката на процесите протичащи в слънчевите недра. Второ, не е известно как се променя плътността на междузвездната среда при движението на Слънцето около галактичния център (приблизителен период  $2 \times 10^8$  години). Така или иначе за да се „хванат“ такива дългопериодични изменения е необходима статистика, която просто липсва. Най-дългото измерване на приземната слънчева радиация е осъществено в Стокхолм, Швеция и датира от 1923 година [1]. В тази връзка е важно да се отбележи, че все още не е изяснен въпроса дали наблюдаваното изменение на приземната температура е начало на нов процес или е част от поредната флукутация. Абстрахирайки се от този важен въпрос в настоящата работа се обръща внимание на увеличаването на парниковия газ CO<sub>2</sub> в атмосферата и един възможен начин за частичното му редуциране.

### Влияние на CO<sub>2</sub> върху климата

Въглеродния диоксид е основния парников газ в атмосферата, чиято концентрация силно зависи от човешката дейност. Известно е че парниковите газове оказват положително радиационно въздействие върху климатичната система. Според терминологията приета от IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change – Междуправителствена експертна група по климатичните промени), „радиационно въздействие“ означава изменението на енергетичната осветеност в резултат на външно (или вътрешно) изменение на климатичната система, например концентрацията на CO<sub>2</sub>. Изследването на антарктическият и гренландският лед в дълбочина позволява да се направи оценка на изменението на концентрацията на CO<sub>2</sub> преди хиляди години [2]. Смята се за достоверно, че през последните 800 000 години концентрацията на въглеродния диоксид е варирила между 0,018 и 0,03% [1]. При концентрация 0,0278% през XVIII<sup>ти</sup> век, радиационното въздействие на въглеродния диоксид се оценява на  $0,1 \text{ [W.m}^{-2}\text{]}$  [2]. През 2011 година концентрацията е вече 0,03905% а радиационното въздействие е  $1,82 \text{ [W.m}^{-2}\text{]}$  [1]. Благодарение на човешката дейност от 1750 до 2011 година атмосферният въглерод е нарастнал с  $555 \pm 85 \text{ Gt}$  [1].

От края на XIX<sup>ти</sup> до началото на XXI<sup>ви</sup> век глобалната средна приземна температура се е повишила с  $0,6^\circ\text{C}$  [2]. Доколко парниковите газове и по-специално въглеродния диоксид са отговорни за това покачване? В таблица 1 са представени данни за концентрацията на парникови газове върху които оказва влияние човешката дейност [1], [2]:

Таблица 1.

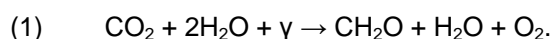
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CFCI <sub>3</sub>	HFC	CF <sub>4</sub>
Концентрация в доиндустриалната епоха	~ 280 ppm	~ 700 ppb	~ 270 ppb	0	0	~ 40 ppt
Съвременна концентрация (година)	390.5 ppm (2011)	1803.2 ppb (2011)	324.2 ppb (2011)	268 ppt (1998)	14 ppt (1998)	80 ppt (1998)
Темпове на изменение на концентрацията за периода 1990-1999 година	1.5 ppm/год.	7 ppb/год.	0.8 ppb/год.	-1.4 ppt/год.	0.55 ppt/год.	1 ppt/год.
Период на съхранение в атмосферата (години)	5 – 200	12	114	45	260	>50000

Колкото по дълъг е периода на съхранение в атмосферата, толкова по-необратимо е въздействието на газа върху климатичната система. Тетрафлуорметана (CF<sub>4</sub>) съществува в атмосферата най-дълго време, но затова пък концентрацията му е повече от двеста хиляди пъти по-малка от тази на CO<sub>2</sub>, който може да съществува един-два века. Освен това темповете на изменение на концентрацията на CO<sub>2</sub> са най-високи спрямо останалите парникови газове. В крайна сметка въглеродния диоксид е с най-голямо радиационно въздействие и съответно оказва най-голямо влияние върху климатичната система.

### Горите като резервоар на CO<sub>2</sub>

Възможностите за ограничаване на радиационното въздействие на CO<sub>2</sub> са свързани с намаляване на концентрацията му в атмосферата. В [3] например е отбелязано, че възможния път за това е отглеждането на фотосинтезиращи растения особено чувствителни към концентрацията на CO<sub>2</sub>. Растенията, които образуват C<sub>3</sub> в процеса на фотосинтеза реагират много по-силно на CO<sub>2</sub> от тези, които образуват C<sub>4</sub>. Към първите спадат широколистните дървета, пшеницата и картофите а към вторите тропическите растения, царевицата и захарната тръстика. В тази връзка в протокола от Киото, член 2, параграф 1 между другото е записано [4] „Всяка страна прилага и/или разработва по-нататък политики и мерки в съответствие със своето национално положение за ... опазване и увеличаване на погълтителите и резервоарите на парникови газове ... насърчаване на практиките за устойчиво управление на горите, залесяване и презалесяване”.

С навлизането на иновативните технологии, свързани с дистанционните изследвания, въглеродът в дървесната маса е оценен на около 45% [5]. Той се натрупва изцяло от атмосферата посредством фотосинтеза:



Възможностите на биологичното улавяне на CO<sub>2</sub> са наистина огромни. В [5] например е направена оценка, че към 2050 година, натрупания в растения въглерод може да е 100 Gt (от които 70% се падат на горите), съответно усвоения CO<sub>2</sub> ще е 0,37 Tt, което е почти 6 пъти повече от антропогенния CO<sub>2</sub> за периода 1990 – 2000 [2]. Също в [5] са посочени и три стратегии, чрез които може да се постигнат тези резултати:

- а) консервация на съществуващите резервоари на въглерод (предимно гори);
- б) улавяне на CO<sub>2</sub> посредством увеличаване на размерите на резервоарите на въглерод;
- в) широко използване на биологични продукти, например замяна на енергоемки строителни материали с дърво и изкопаеми горива с биомаса.

Горите следва да заемат особено място в стратегиите, тъй като след океанската флора, те са най-големият резервоар на въглерод. IPCC оценява възможностите на биологичната преработка на въглеродния диоксид към 2020 година на 10 – 20% от емисиите породени от изгарянето на изкопаеми горива [5].

### Данни за биомасата на горите.

В последно време все повече се засилва интереса към определянето на биомасата на горите. Причината за това е ролята ѝ при кръговрата на въглерода и азотните съединения. Съществуват различни начини за определянето на биомасата в частите на дървото, които са над земята. По-трудно е определянето ѝ за кореновата система.

Определянето на плътността на биомасата дава възможност да се пресметне количеството въглероден диоксид (CO<sub>2</sub>), което може да се усвои от атмосферата при фотосинтезата. Все пак трябва да изясним какво влиза в понятието “биомаса”.

Дефиницията за биомаса е общото количество жива органична материя в дърветата, която се намира над земната повърхност изразена в тонове сухо вещество на единица площ (обикновено се използва t/ha). Общото количество биомаса за даден регион или държава се определя от плътността на горската биомаса и общата площ на горите. За повечето гори плътността на биомасата се определя въз основа на данните за дървета с диаметър поне 10 cm, което е минималния диаметър при описването на горите. В планинските и сухите зони, както и при млади или деградирани гори трябва да се определи друг минимален диаметър [10].

Количеството биомаса, което се образува в горите за една година и съответно уловения от атмосферата въглероден диоксид зависят от климатичните условия. В зависимост от това дали климатът е сух, влажен или топъл и дали в атмосферата има повече въглероден диоксид, количеството на усвоения CO<sub>2</sub> е различно. Тази зависимост позволява да се определи диапазона на промяна в усвояването на конкретния парников газ.

В [11] са разгледани иновативни математически зависимости, чрез които може да се оцени количествено, но с определена точност, стойността на усвоените от биомасата на различните видове разстения вещества. Точността варира от -8 до +23% от другите методи, представени в литературата. Разликите с над 20% от другите методи се дължи на изследването на различни видове дървета, както и съществени разлики в изследваната площ и продължителността на изследването, които при другите изследвания са по-малки, а това прави конкретното изследване по-достоверно. В него, общата надземна биомаса на дърветата на единадесетата година е 8,9 и 7,3 тона за хектар, при наличие или без на контрол над разстителността. Изчислените стойности на съдържащия се въглерод са 4,3 и 3,5 тона за хектар. Завишените стойности на добива се дължат на факта, че за изследването е използвано високопродуктивно място в югозападен Вашингтон, САЩ, за разтеж на *Pseudotsuga menziesii* (ела на Douglas) в продължение на 11 години. За конкретната разстителност на петата година от изследването стойността на съдържанието на въглерода в натрупаната маса варира около 45% от цялата биомаса. Направено е допълнително изследване, където се посочва, че въглерода се натрупва главно в ствола на дървото, клоните съдържат от 10 до 15% въглерод, а най-нисък процент се съдържа в листната маса на разстението.

В [12] се дава конкретна оценка на съдържанието на въглерод под формата на целулоза в 10 вида дървета. Стойността варира от 40 до 50% и се влияе от различни фактори. За въглерода предложената средноаритметична стойност е 52 %, но девет от десетте предложени разстителни вида показват стойност около 45%. Разгледани са и характеристиките на биомасата като източник на енергия, като е наблегнато на проблема с възстановяването на горските масиви като бъдещ източник на енергия и начин да се намалят парниковите газове, съдържащи се във въздуха, чрез абсорбирането им в твърда материя. Възстановяването на всеки тип разстителност е продължителен процес. В работата се дава икономическо-социална оценка на факта, че липсата на биомаса, нужна за добива на енергия и усвояването на парниковите газове от въздуха, в бъдеще ще бъде сериозен екологичен проблем за цялото човечество.

### Горите в България

Според [6], средногодишния прираст за един хектар иглолистна гора е между 2,39 и 4,25 тона или средно 3,32 тона. Това е натрупаната дървесна маса за една година. Ако приемем, както е показано в 4., че въглеродът в дървесната маса е 45%, ще получим, че натрупания в един хектар гора въглерод е около 1,5 тона. От тук може да се пресметне преработения въглероден диоксид. Относителната атомна маса на въглерода е 12,011 а относителната молекулна маса на  $\text{CO}_2$  е 44,0098. Следователно масата на въглерода е 0,273 части от масата на въглеродния диоксид. Ако въглерода в натрупаната дървесна маса е 1,5 тона, то усвоения  $\text{CO}_2$  е съответно  $1,5 \times (44,0098 / 12,011) = 1,5 \times 3,663 = 5,5$  тона за хектар. На тази база може да се направи оценка за ефективността на горите при преработката на въглеродния диоксид, основния парников газ. Горите в България (иглолистни и широколистни) заемат  $3,72 \times 10^6$  хектара, като от тях 69,8% са широколистните [7]. Взимайки получената по-горе стойност на преработка на  $\text{CO}_2$  за хектар се получава, че българските гори усвояват годишно  $2 \times 10^7$  тона въглероден диоксид. Според верифицираните доклади на Изпълнителната агенция по околна среда, през 2013 година, емитирания  $\text{CO}_2$  от българската индустрия е бил  $3,27 \times 10^7$  тона (80% се падат на ТЕЦ) [8]. В това число не са включени емисиите от транспорт, които обикновено представляват около 30% от антропогенния  $\text{CO}_2$ . Тези изчисления показват, че горите в България преработват 62,5% от емитирания от промишлеността  $\text{CO}_2$  и 77,5% от емитирания от ТЕЦ. Развивайки по-нататък тези разсъждения лесно се пресмята, че увеличаването на горите с 1 милион хектара (обща площ  $4,8 \times 10^6$  ha) ще доведе до пълното усвояване на въглеродния диоксид от ТЕЦ-овете, а увеличаването с 2 милиона хектара (обща площ  $5,9 \times 10^6$  ha) ще неутрализира въглеродния диоксид „българско производство“.

### Изводи

Напълно в духа на една пазарна икономика и проблема с парниковите газове е сведен до търговия с така наречените квоти на емисии парникови газове в еквивалент тон  $\text{CO}_2$ . Идеята за тази търговия води началото си от Протокола от Киото през 1998 година [4] (ратифициран от България през 2002 година). Доброто намерение е, чрез търговията с квоти да се стимулира на национално равнище редуцирането на парниковите емисии. Протокола от Киото не е в сила от 2012 година, но търговията продължава на местно, европейско ниво. Ако основната идея е да се глобяват големите източници на  $\text{CO}_2$  (предимно ТЕЦ) и парите да се влагат в разработването на технологии намаляващи емисиите, то на практика се получава друго. ТЕЦ-

овете плащат пари, които се търгуват на валутните пазари, като в крайна сметка голямата част се инвестират в конкурентни производства под формата на държавно субсидиране.

Какво е положението в България? Като един добър пример ще разгледаме състоянието на слънчевите инсталации за производство на електроенергия, известни като соларни паркове. По данни на [9] през 2011 година, сумарната мощност на соларните паркове в България е била 28 MW, при заемана от тях площ около 70 ha, т.е. за производство на 1 MW електроенергия са необходими 2,5 хектара площ. В същото време ТЕЦ „Марица изток 2” е разположена на 512 ha при сумарна мощност 1600 MW, т.е. за производството на 1 MW електроенергия се използва 0,32 ha площ. Простата сметка показва, че за достигането на 1600 MW мощност от соларните паркове е необходима площ от 4000 хектара. Четири хиляди хектара гора за една година усвояват средно 22000 тона CO<sub>2</sub>. Ползата от гората разбира се не е само преработката на CO<sub>2</sub>. Според [7] горите в България осигуряват 85% от водния оток или 3,6x10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> чиста питейна вода. Без да засягаме въпроси като борба с ерозията и дърводобив е ясно, че 4000 хектара гора са за предпочитане пред 4000 хектара слънчеви панели. Слънчевите инсталации за производство на електроенергия разбира се имат своето място, като алтернатива на използването на изкопаеми горива в райони бедни на земеделски и горски земи.

България обаче не е такъв случай. Според [7] общата горска площ в страната е над 4 милиона хектара, т.е. следва да се залесят още един милион хектара гори. Както беше показано в 5., ако общата площ на българските гори се увеличи до 4,8 милиона хектара, то емитирания от ТЕЦ-овете CO<sub>2</sub> практически ще бъде неутрализиран. Според нас ще има дългосрочен благоприятен ефект, ако ТЕЦ-овете инвестират средствата за CO<sub>2</sub> в залесяване и стопанисване на горски масиви. Без да изброяваме всички възможни ползи на тази система пред търговията с квоти ще споменем само две:

1) екологичен ефект, редуциране на CO<sub>2</sub> емисиите и подобряване на водния баланс на питейна вода;

2) социален ефект, запазване на работните места в енергетиката и минно-добивната промишленост и разкриване на нови в горския сектор.

#### Литература:

1. Climate Change 2013, The Physical Science Basis, IPCC, Cambridge University Press, 2013.
2. Изменение климата, 2001 година: научные аспекты. Доклад рабочей группе I. WMO, UNEP, 2001.
3. Изменение климата, 2001 година: обобщенный доклад. Приложения. WMO, UNEP, 2001.
4. [http://www.bamee.org/documents/protokol\\_ot\\_kioto.pdf](http://www.bamee.org/documents/protokol_ot_kioto.pdf)
5. Изменение климата, 2001 година: смягчение последствий. Доклад рабочей группе III. WMO, UNEP, 2001.
6. Т о д о р о в, Т. П., Оценка на количествата усвоен CO<sub>2</sub> от горските екосистеми на територията на горовладелска производителна кооперация “КАРЛЪК-СС”. Химикотехнологичен и Металоргичен Университет София, 2011.
7. Национална стратегия за устойчиво развитие на горския сектор в България 2006-2015, ИАГ, 2009.
8. <http://eea.government.bg/bg/r-r/r-te/dokladi-1r>
9. Енерджи ревю, бр. 2, 2011.
10. B r o w n, S., Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: A Primer, FAO 134, 1997.
11. W a r r e b, D. Devine, P a u l W. Footen, R o b e r t B. Harrison, T h o m a s, A. Terry, C o n s t a n c e, A. Harrington, S c o t t, M. H o l u b and P e t e r J. G o u l d, Estimating tree biomass, carbon, and nitrogen in two vegetation control treatments in an 11-year-old Douglas-fir plantation on highly productive site, USDA, March 2013, 38 p.
12. P e t e r, M c K e n d r y, Energy production from biomass (part 1): overview of biomass, Bioresource Technology 83, 2002, pp 37-46.