



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

**Валентина Христова<sup>1</sup>, Антон Петров<sup>2</sup>, Георги Димитров<sup>1</sup>**  
[astronomer@abv.bg](mailto:astronomer@abv.bg)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>София, ВТУ „Тодор Каблешков“  
<sup>2</sup>София, СУ „Св. Климент Охридски“  
**БЪЛГАРИЯ**

**Ключови думи:** *CO<sub>2</sub>, горски масиви, ТЕЦ, парникови газове, климат*

**Резюме:** *Акцентираща се върху влиянието на парниковите газове с антропогенен произход върху климата и начините за намаляването му. По-специално се разглежда въглероден диоксид, като газ с най-голямо радиационно въздействие и съответно последствията, които нанася над климатичната система са най-силни. Въглеродният диоксид е основният парников газ в атмосферата, концентрацията му е в пряка зависимост от човешката дейност като дългопериодичните изменения на слънчевата константа могат да бъдат разглеждани като напълно непредвидими. На базата на изследвания направени в България (горовладелска производителна кооперация “КАРЛЪК - СС”), се прави приблизителна оценка на възможностите на горите да усвояват и преработват дадено количество въглероден диоксид. 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 еквивалентен тон въглероден диоксид 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. Работи се със стойности на преработка на въглероден диоксид за хектар и се изготвя заключение, относно усвоеното от българските гори количество въглероден диоксид.*

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

До каква степен човекът, с неговите действия, може да носи отговорност за изменението на земния климат? Този въпрос е обект на множество дискусии и доби популярност в края на ХХ<sup>-ти</sup> и началото на ХХІ<sup>-ти</sup> век. Доста далеч и встрани от първия въпрос, обаче остава водещият и основен, а именно: Променя ли се климатът на Земята? Главното върху което следва да се съсредоточи вниманието е до каква степен наблюдаваните изменения носят необратим характер? Тъй като климатичната система е отворена система и водещо влияние в поведението ѝ представлява вкараната отвън енергия с водещ източник - Слънцето и следователно всички периодични процеси, свързано с нейното количествено изменение ще се проектират върху Земята. Късопериодичните промени на слънчевата активност са всеизвестни. Това са цикли с 11-годишна продължителност, в рамките на които слънчевата константа, променя началната си стойност с по-малко от 1 %. Дългопериодичните изменения на слънчевата

константа могат да бъдат разглеждани като напълно непредвидими, тъй като слабо е позната физиката на процесите, които протичат дълбоко в слънчевите ядра. Втори важен факт е че промяната на плътността на междузвездната среда при движението на Слънцето, около галактическия център, също не може да бъде установена и се приема за неизвестна. През 1923 г. в шведската столица Стокхолм е проведено най-дългото измерване на приземната слънчева радиация [1]. Към момента продължава да няма яснота, свързана с това дали наблюдаваното изменение на приземната температура е начало на един изцяло нов процес или част от поредна флуктоация. Поставяйки този въпрос далеч от обекта на разсъждения, в настоящата работа вниманието е фокусирано, върху увеличаването на парниковия газ CO<sub>2</sub> в атмосферата и представянето на напълно възможен начин за частичното му редуциране.

## ВЛИЯНИЕ НА CO<sub>2</sub> ВЪРХУ КЛИМАТА

Въглеродният диоксид е основният парников газ в атмосферата, концентрацията му е в пряка зависимост от човешката дейност. Известен факт е, че парниковите газове, в голям процент имат прекомерно положително радиационно влияние върху климатичната система. Според терминологията, приета от IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change – Междуправителствена експертна група по климатичните промени), с понятието „радиационно въздействие” се обозначава изменението на енергичната осветеност, като резултат на външно (или вътрешно) изменение на климатичната система, например – концентрацията на CO<sub>2</sub>. Изследването на антарктическия и гренландския лед в дълбочина дава възможност да се направи оценка на промяната на концентрацията на CO<sub>2</sub> преди хилядолетия [2]. За напълно достоверен факт се смята, че през последните 800 000 години концентрацията на основния в атмосферата парников газ е варирила в диапазон между 0,018 и 0,03% [1]. През XVIII<sup>ти</sup> век нивото на концентрацията е 0,0278%, а радиационното въздействие на CO<sub>2</sub> бива оценявано на **0,1 [W.m<sup>-2</sup>]** [2]. Съпоставяйки тези данни, със статистики от 2011 г., в които концентрацията е вече цели 0,03905%, а радиационното въздействие нараснало драстично на **1,82 [W.m<sup>-2</sup>]** [1], може да се направи извод, че човекът и неговата неспираща дейност са фактор, заради който, в периода от 1750 г. до 2011 г. атмосферният въглерод е нараснал главозамайващо с **555±85 Gt**. От края на XIX-то век до началото на настоящото столетие глобалната средна приземна температура се е покачила, повишавайки се с **0,6°C** [2]. До каква степен парниковите газове и по-конкретно въглеродния диоксид могат да бъдат отговорни за това повишаване? В таблица 1 са представени данните за концентрацията на парниковите газове, които биват повлиявани от човешката дейност [1], [2]:

Таблица 1.

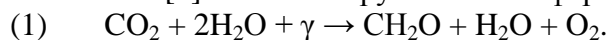
|  | CO <sub>2</sub>  | CH <sub>4</sub>   | N <sub>2</sub> O | CFCl <sub>3</sub> | HFC           | CF <sub>4</sub> |
|--|------------------|-------------------|------------------|-------------------|---------------|-----------------|
| Концентрация в доиндустриалната епоха                          | ~ 280 ppm        | ~ 700 ppb         | ~ 270 ppb        | 0                 | 0             | ~ 40 ppt        |
| Съвременна концентрация (г.)                                   | 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 г. | 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 (год.)                      | 5 – 200          | 12                | 114              | 45                | 260           | >50000          |

Значителен факт, който следва да бъде отбелязан е, че колкото по-дълъг е периода на съхранение в атмосферата на един газ, то толкова по-необратимо и пагубно

е въздействието на същия този газ, върху климатичната система. Тетрафлуорметана (CF<sub>4</sub>) има най-дълго съществуване като част от атмосферата, но неговата концентрация е над 200 000 пъти по-малка, в сравнение с тази на въглеродния диоксид, чието съществуване достига до едни-два века. Скоростта, с която се изменя концентрацията на CO<sub>2</sub> е най-висока, съпоставяйки я с останалите парникови газове. В обобщение следва да се спомене, че въглеродния диоксид има най-голямо радиационно въздействие и съответно последствията, които нанася над климатичната система са най-силни.

## ГОРИТЕ КАТО РЕЗЕРВОАР НА CO<sub>2</sub>

Намаляването на концентрацията на въглероден диоксид в атмосферата е една от възможностите радиационното му въздействие да бъде драстично ограничено. В [3] е представена идеята, че един от възможните пътища за постигане на тази цел е отглеждането на фотосинтезиращи растения, които имат изострена чувствителност към концентрацията на CO<sub>2</sub>. Доказан факт е, че растенията, които в процеса на фотосинтеза образуват C3, имат много по-завишени реакции към въглеродния диоксид, от тези, които образуват C4. Към първия споменат тип спадат – широколистните дървета, пшеничните култури и картофите, а част от втория са тропическите растения, царевицата и захарната тръстика. В контекста на споменатото до момента, в протокола от Киото, член 2, параграф 1 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 бързото навлизане на иновативните технологии, свързани с дистанционните изследвания, въглеродът, съдържащ се в дървесната маса е оценен на около 45% [5]. Той се натрупва в атмосферата, чрез фотосинтеза:



Възможностите на биологичното улавяне на CO<sub>2</sub> са наистина огромни. В [5] например е направена оценка, че към 2050 г., 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:

1. консервация на съществуващите резервоари на въглерод (предимно гори);
2. улавяне на CO<sub>2</sub> посредством увеличаване на размерите на резервоарите на въглерод;
3. 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 г. на 10 – 20% от емисиите породени от изгарянето на изкопаеми горива [5].

## ДАННИ ЗА БИОМАСАТА НА ГОРИТЕ

През последните години се бележи покачване на интереса към определяне на биомасата на горите. Причина, обясняваща това е водещата ѝ роля в кръговрата на въглерода и азотните съединения. Има различни начини, чрез които може да се определи биомасата в тези части на дървото, които са над земята, трудност за изследване представлява кореновата система. Когато плътността на биомасата е известна, това дава възможност лесно да се пресметне количеството въглероден диоксид, което може да бъде установено от атмосферата, при процеса фотосинтеза.

Дефиницията за биомаса е общо 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), като за конкретен регион или държава се определя от плътността на горската биомаса и общата площ на горите, вземайки се предвид данните за дърветата с диаметър поне 10 см [9]. Климатичните условия са главен фактор за количеството биомаса, което се образува в горите, в продължение на една г. и съответно уловения от атмосферата CO<sub>2</sub>. Като съответно количеството на усвоения въглероден диоксид следва да бъде различни, спрямо това дали климатът е влажен, топъл или сух и съответно дали в атмосферата има повече или по-малко въглероден диоксид. Конкретно тази зависимост дава възможност да се определи и диапазона на промяна в усвояването на конкретния парников газ. В [10] са разгледани иновативни математически зависимости, благодарение на които може да се оцени количествено, но и с определена точност, стойността на всички вещества, усвоени чрез биомасата на различните видове растения. Точността варира от -8 до +23% в сравнение с други методи, представени и описани в литературата. Посочената разлика с над 20% се дължи на изследването на различни видове дървета и разбира се на значителната разлика в изследваната площ и времевата продължителност, които при останалите изследвания са значително по-малки, а това на свой ред прави конкретното споменато изследване максимално достоверно и реално. В него, общата надземна биомаса на дърветата на 11-тата г. е 8,9 и 7,3 т. за хектар, съответно при наличие или без упражняване на контрол над растителността. Измерените и изчислени стойности на съдържащия се въглерод са 4,3 и 3,5 т. за хектар, като завишените стойности са заради факта, че локацията за провеждане на изследването, с продължителност от 11 години, за растеж на *Pseudotsuga menziesii* (ела на Douglas) е високопродуктивно място в югозападен Вашингтон, САЩ. За споменатата растителност на петата поредна година от изследването стойността на съдържанието на въглерода в натрупаната маса варира около 45% от цялата биомаса. Направено допълнително и по-подробно изследване сочи, че основното място, в което въглерода се натрупа е ствола на дървото, докато в клоните се съдържа едва 10-15%, а най-нисък е процентът в съдържанието на листната маса на въпросното растение. В [11] се поставя точна оценка на съдържанието на въглерод под формата на целулоза в 10 вида дървета. Стойностите варират между 40 и 50% и могат да се влияят от различни фактори. Средноаритметичната стойност на въглерода е предложена като 52%, оказва се обаче, че 9 от 10 предложени растителни вида проявяват стойност около 45%. Възстановяването на всеки тип растителност, разбира се е дълъг и продължителен процес, който изисква времеви ресурс. В работата се дава икономическо – социална оценка на факта, че дефицитът на биомаса, нужна за добиване на така необходима енергия и усвояването на парниковите газове от въздуха, ще представлява глобален, екологичен проблем за цялото човечество в бъдеще.

## ГОРИТЕ В БЪЛГАРИЯ

В [6] е показано, че средният годишен прираст за един хектар иглолистна гора варира между 2,39 и 4,25 тона или средно 3,32 т. Ако приемем, че както е представено в [4], -въглеродът в дървесната маса е цели 45%, то натрупания в един хектар гора въглерод е около 1,5 тона. Така се калкулира преработения CO<sub>2</sub>, като относителната атомна маса на въглерода е 12,011, а относителната молекулна маса на въглеродния диоксид – 44,0098. Изводът след изчисленията е че масата на въглерода е 0,273 части от цялата маса на въглеродния диоксид. А ако въглерода в натрупаната дървесна маса е 1,5 тона, то усвоения въглероден диоксид следва да бъде  $1,5 \times (1/0,273) = 5,5$  тона за хектар. Така може да се направи оценка за ефективността и значимостта, която горите имат при преработката на въглеродния диоксид, като основен парников газ.

Иглолистните и широколистните гори на територията на България заемат площ от  $3,72 \times 10^6$  ha, като - 69,8% са широколистните [7]. Работейки с получените предходни стойности на преработка на  $\text{CO}_2$  за хектар, следва да направим заключение, че българските гори успяват да усвоят годишно  $2 \times 10^7$  тона въглероден диоксид. Според верифицираните доклади на Изпълнителната агенция по околна среда, през 2013 г., емитирания  $\text{CO}_2$  от българската индустрия е бил  $3,27 \times 10^7$  тона (80% се падат на ТЕЦ) [8]. В това получено число от статистиката не са включени обаче емисиите от транспорт, които представляват около 30% от антропогенния  $\text{CO}_2$ . Всички тези изчисления сочат, че горите на българска територия преработват 62,5% от емитирания от промишлеността  $\text{CO}_2$  и 77,5% от емитирания от ТЕЦ. Продължавайки да се развиват разсъжденията лесно за изчисляване е че увеличаването на горите с  $1 \times 10^6$  ha или обща площ от  $4,8 \times 10^6$  ha, ще бъде последвано от пълно усвояване на въглеродния диоксид от ТЕЦ-овете, а нарастването с  $2 \times 10^6$  ha или обща площ от  $5,9 \times 10^6$  ha ще неутрализира изцяло  $\text{CO}_2$  „българско производство“.

## ИЗВОДИ

В духа на пазарната икономика и проблема с парниковите газове е сведен основно до търговия с така наречените квоти за емисии парникови газове в еквивалент тон  $\text{CO}_2$ . Протокола от Киото през 1998 г. [4] (ратифициран от България през 2002 г.) се приема за начало на идеята за подобен тип търговия. Той да не е в сила от 2012 г., то търговията продължава на местно и европейско ниво. Водещата идея е да се глобят големите източници на  $\text{CO}_2$  (предимно ТЕЦ), а приходите да се инвестират в разработването на технологии, намаляващи емисиите, но в действителност се получава нещо съвсем различно. Така ТЕЦ-овете плащат пари, които се търгуват на валутните пазари, но огромна част от сумите се инвестират в конкурентни производства под формата на т.нар държавно субсидиране. Разглеждането на състоянието на слънчевите инсталации за производство на електроенергия, известни като соларни паркове показва, през 2011 г., показва, че 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 ha 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. Така за достигането на 1600 MW мощност от соларните паркове е необходима площ от 4000 ha. 4000 ha гора за една година усвояват средно 22000 тона  $\text{CO}_2$ . Ползата от гората не е само в преработката на  $\text{CO}_2$ . Според [7] горите в България осигуряват 85% от водния оток или  $3,6 \times 10^9$  m<sup>3</sup> чиста питейна вода. Без да засягаме въпроси като борба с ерозията и дърводобив е ясно, че 4000 ha гора са за предпочитане пред 4000 ha слънчеви панели. Слънчевите инсталации за производство на електроенергия са алтернатива на използването на изкопаеми горива в райони с ограничени или дефицитни земеделски и горски земи. Случаят с България обаче не е такъв. Според [7] общата горска площ в страната е над 4 милиона ha и по-конкретно – следва да се залесят още 1 000 000 ha гори. Ако общата площ на горите в България се увеличи до 4,8 000 000 ha, то емитирания от ТЕЦ-овете  $\text{CO}_2$  практически ще бъде неутрализиран [5]. Според нас благоприятен и дълъг напред във времето ще бъде ефекта, ако ТЕЦ-овете инвестират средствата за  $\text{CO}_2$  в залесяване и стопанисване на горски масиви. Без да навлизаме в твърде детайлни подробности на тази система пред търговията с квоти ще отбележим само две:

1. екологичен ефект, редуциране на  $\text{CO}_2$  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 г.: научные аспекты. Доклад рабочей группе I. WMO, UNEP, 2001.
- [3] Изменение климата, 2001 г.: 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 г.: смягчение последствий. Доклад рабочей группе III. WMO, UNEP, 2001.
- [6] Тодоров, Т. П., Оценка на количествата усвоен CO<sub>2</sub> от горските екосистеми на територията на горовладелска производителна кооперация “КАРЛЪК-СС”. Химикотехнологичен и Металургичен 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] Brown, S., Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: A Primer, FAO 134, 1997.
- [10] Warreb, D. Devine, Paul W. Footen, Robert B. Harrison, Thomas, A. Terry, Constance, A. Harrington, Scott, M. Holub and Peter J. Gould, 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.
- [11] Peter, M c K e n d r y, Energy production from biomass (part 1): overview of biomass, Bioresource Technology 83, 2002, pp 37-46.

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

Valentina Hristova, Anton Petrov<sup>2</sup>, Georgi Dimitrov<sup>1</sup>  
[astronomer@abv.bg](mailto:astronomer@abv.bg)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sofia, University of Transport “Todor Kableshkov”

<sup>2</sup>Sofia, Sofia University “St. Kliment Ohridski”  
BULGARIA

**Key words:** Carbon dioxide, forests, thermal power plant, greenhouse gases, climate

**Abstract:** Emphasis is placed on the impact of greenhouse gases of anthropogenic origin on the climate and how to reduce it. In particular, carbon dioxide as a greenhouse gas is considered and taken under account as the most radiation-intensive gas, and consequently the effects it carries over the climate system are the strongest, costing an arm and a leg. Carbon dioxide is the main greenhouse gas in the earth atmosphere, its concentration is directly dependent on human activity, as long-term changes in the solar constant can be seen as totally unpredictable. On the basis of surveys made in Bulgaria (Gorlodel Production Cooperative "CARLUK - SS"), an estimate is made of the potential of forests to digest and process a given amount of carbon dioxide. Estimates indicate the potential of Bulgarian forests to fully absorb the carbon dioxide emitted by the thermal power plant. The idea is that the greenhouse gas emission allowance trading system in equivalent carbon dioxide is not the most suitable for Bulgarian conditions and is proposed to be replaced by another, where thermal power plants take care of afforestation and management of forests. It deals with carbon dioxide processing per hectare and draws a conclusion on the amount of carbon dioxide absorbed by the Bulgarian forests.