

Обука за енергетски контролори

АНАЛИЗА НА ПОСТОЕЧКАТА СОСТОЈБА НА ЕНЕРГЕТСКАТА ЕФИКАСНОСТ НА ЗГРАДИТЕ

Влијание врз околината



Ристо В. Филкоски

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Машински факултет

Скопје, Република Македонија

risto.filkoski@mf.edu.mk

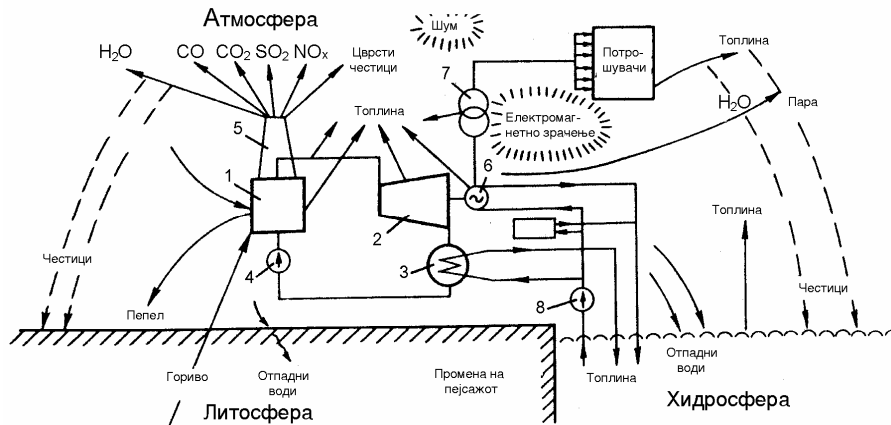


Содржина на презентацијата

- Воведни напомени
- Директно и индиректно намалување на емисијата
- Емисии на штетни материи при енергетски трансформации
- Потенцијал за глобално затоплување
- Одредување на примарна енергија, емисија на стакленички гасови (еквивалентна емисија на CO₂)

Воведни напмени

Енергетски трансформации и влијание врз околината

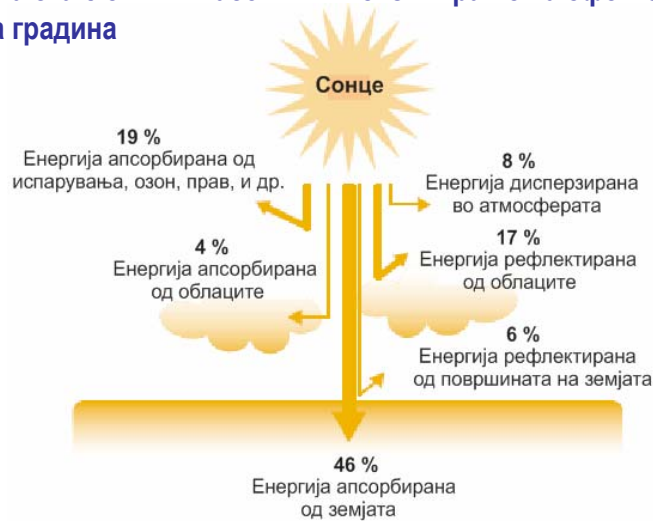


Шематски приказ на влијанието на термоенергетска постројка што работи на фосилно гориво врз околината

1 – котелска постројка; 2 – парна турбина; 3 – кондензатор; 4 – напојна пумпа; 5 – оцак; 6 – електрогенератор; 7 – трансформатор; 8 – пумпа

Штетни емисии при енергетски трансформации

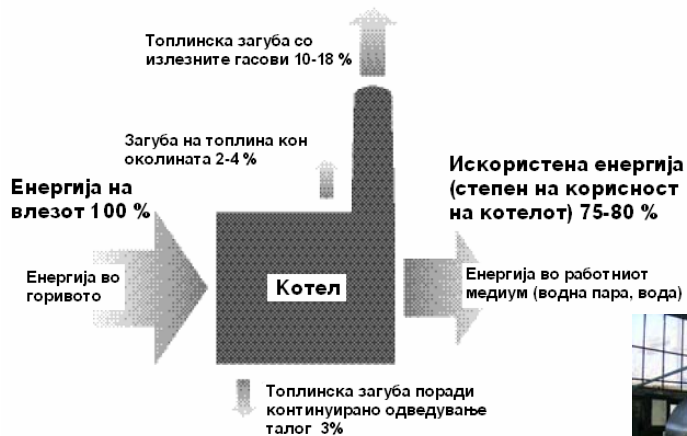
Емисии на стакленички гасови - интензивирање на ефектот на стаклена градина



Распределба на енергијата дозрчена од Сонцето

Воведни напомени

Енергетски загуби на изворот на топлина



Типичен основен енергетски биланс на котел по неколкугодишна експлоатација



Директно и индиректно намалување на емисијата

- Кога се намалува потрошувачката на енергија со примена на мерки за подобрување на енергетската ефикасност, се намалува и загадувањето од производство на електрична енергија и топлина од необновливи енергетски ресурси (јаглен, течни горива, природен гас, ...)

- Енергетска ефикасност - позитивен ефект врз животната средина на локално и на глобално ниво!

- Замена на фосилни горива со ОИЕ – друга важна мерка за намаување на емисиите!

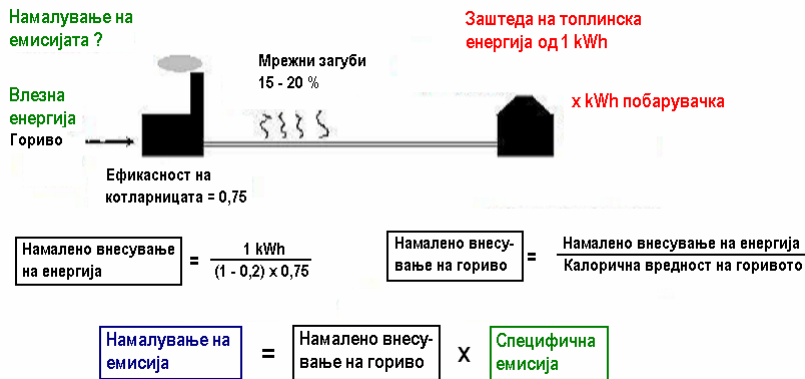
- Придобивките за животната средина и резултатите треба да се опишат во извештајот за енергетска оцена.

- Доколку постојат и економски ефекти поради намалувањето на емисијата, тогаш тие треба да бидат земени предвид при пресметката на вкупната профитабилност на проектот

Директно и индиректно намалување на емисијата

- Проект за подобрување на енергетската ефикасност може директно да ја снижи емисијата на штетни материји поради намалена потрошувачка на гориво во котелските постројки во објектот.

- Индиректно намалување на емисијата – поради намалена емисија од топлана во топлификациски систем и/или од електроцентрала



Приказ на концептот на намалување на емисијата со заштеди на енергија

Штетни емисии при енергетски трансформации

Емисии од систем за производство (генерирање) на енергија

Многу важно: Мерките за ЕЕ имаат влијание врз намалување на штетното влијание врз околината од целиот енергетски систем!

Најголем дел од емисиите од систем за генерирање енергија произлегуваат од согорување на фосилни горива. Најчести компоненти со штетно влијание се:

- CO₂ Јаглерод диоксид претставува неотровен гас, кој локално, при нормални атмосферски концентрации, не е опасен за живиот свет. Се смета за еден од главните гасови што влијаат врз климатските промени.
- SO₂ Гас со локално и регионално штетно влијание врз животната средина. Емисијата зависи од содржината на сулфур во горивото, како и од видот на постројката.
- NO_x Азотните оксиди (главно NO₂ и NO) се формираат при согорување без оглед на присуството на N во горивото. Емисијата на NO_x зависи од видот (квалитетот) на системот за согорување.
- N₂O Азот субоксид (или диазот оксид), еден од класифицираните стакленички гасови
- CH₄ Метан, еден од класифицираните стакленички гасови

Штетни емисии при енергетски трансформации

Емисии од систем за производство (генерирање) на енергија

CO	Јаглерод монооксид, искл. штетен (отровен) гас, кој произлегува од нецелосно согорување на горивата.
TM	Тешки метали: олово (Pb), жива (Hg), кадмиум (Cd), хром (Cr), никел (Ni), цинк (Zn), бакар (Cu), арсен (As), селен (Se), ванадиум (Vn), берилиум (Be) и калај (Sn). Некои од тешките метали се јавуваат при согорување на фосилни горива во индустриски и енергетски објекти.
POP	Постојани органски загадувачи (persistent organic pollutants) - емисиите произлегуваат од различни процеси, вклучувајќи и согорување на фосилни горива. Најпроучувани: диоксини и тиофени
VOC	или NMVOC (non-methane volatile organic compounds), неметански испарливи соединенија. Главен извор на емисија се возилата.
TSP	Вкупно суспендирани честици - сите честици со дијаметар помал од 15 μm . Се формираат при согорување на течни и цврсти горива и при други процеси. Тие апсорбираат и дистрибуираат други опасни материи (тешки метали, S итн.).
PAH	Полициклични ароматични јаглеводороди, се испуштаат при согорување на дизел горива, јаглен, при греење со дрва, при производство на кокс, при пожари и спалување на отворено (согорување на отпадоци, шумски пожари, горење на локации по реколта итн.).

Штетни емисии при енергетски трансформации

Емисии од систем за производство (генерирање) на енергија

- Типот на загадувачи на воздухот од согорување на фосилни (и други) горивни материи е директно зависен од составот на горивото, со исклучок на NOx. Највлијателен параметер за нивото на NOx е температурата во зоната на согорување: колку е таа повисока, толку е поинтензивно формирањето на NOx.

- Количеството SO₂ што се формира во текот на процесот на согорување на фосилни е директно зависно од содржината на S во горивото. Мерки за намалување на емисијата на SO₂:

- користење безсулфурни или десулфуризирани горива,
- десулфуризација на продуктите од согорувањето,
- современи технологии (согорување во флуидизиран слој)

Штетни емисии при енергетски трансформации

Емисии од систем за производство (генерирање) на енергија

- Емисиите на вкупно суспендирани честици (TSP) се резултат на присуство на несогорливи материји во горивата или, доколку станува збор за несоодветно одржувани котларници, од емисија на саѓи. TSP се пренесувачи на тешки метали и PАН (кои, пак, се емитираат како последица на нецелосно согорување на тешки CmHn).
- Нецелосно согорување води и кон емисии на CO и VOC, чиј најголем извор е транспортниот сектор.

Штетни емисии при енергетски трансформации

Емисии од систем за производство (генерирање) на енергија

Можности за намалување на проблемите со загадувањето од енергетските постројки:

- Подобрување на квалитетот на горивото; преминување кон горива што загадуваат помалку (горива без или со помала содржина на S, горива со поповолен однос C/H итн.)
- Промена на условите за согорување, нискоемисииски пламеници и системи за согорување, нови технологии за согорување
- Отстранување на загадувачките материји од продуктите на согорувањето
- Мерки за енергетска ефикасност

Штетни емисии при енергетски трансформации

Можности за намалување на емисиите

Вообичаени компоненти на емисиите од производство и трансформација на енергија, со можни мерки за намалување на влијанието врз околината

Вид на загадувач	влијание врз животна средина	Можни мерки за намалување на загадувањето на животната средина
CO ₂	Ефект на стаклена градина, глобално затоплување, климатски промени	Преминување кон горива со поповолен однос C/H. Методи на зафаќање на CO ₂ од продуктите на согорувањето.
SO ₂	Кисели дождови, директно влијание врз органскиот живот, шуми, објекти, здравје	Преминување кон горива со мала содржина на S или без S (на пр. природен гас). Инсталирање постројки за десулфуризација на гасовите.

Штетни емисии при енергетски трансформации

Можности за намалување на емисиите

Вообичаени компоненти на емисиите од производство и трансформација на енергија, со можни мерки за намалување на влијанието врз околината

Вид на загадувач	влијание врз животна средина	Можни мерки за намалување на загадувањето на животната средина
NO _x	Кисели дождови, влијание врз живиот свет, квалитет на почвата	Нискоемисиски пламеници и системи за согорување, вградување постројки за пречистување, употреба на каталитички конвертори
Честици, прав, итн.	Видливо загадување на воздухот и почвата, здравствени проблеми	Преминување кон горива што загадуваат помалку, инсталирање уреди за пречистување, изведба на повисоки оцаци (трансфер на проблемот!)

Мерките за унапредување на енергетската ефикасност (повеќе или помалку) придонесуваат за намалување на штетните емисии!

Штетни емисии при енергетски трансформации

Емисии од енергетски трансформации

Емисии од производство на енергија при стационарно согорување на горива без пречистување

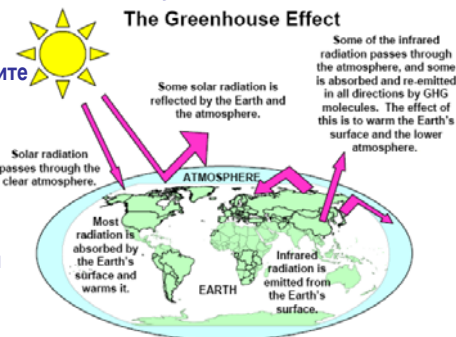
Гориво*	Hd****	CO ₂	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	(NM)VOC	SO ₂	Честици (TSP)****
	kWh/kg	g/kWh	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg
Природен гас (по 000 Nm ³)	9,31	202,0	1 880	0,17	0,003	1,68	1,68	0,17	занемар.	0,12
**ТНГ (Течен нафтен гас, пропан, итн.)	13,14	227,0	2 984	0,05	0,09	2,37	0,47	0,05	занемар.	0,13
Керозин	12,43	258,7	3 216	0,45	0,03	4,48	0,90	0,22	1,0	0,29
Лесно течно гориво (Нафта итн., S<0,3%)	12,50	264,0	3 301	0,45	0,03	4,50	0,90	0,23	6,0	0,28
Тешко течно гориво (Мазут итн., S<1 %)	11,16	278,5	3 109	0,40	0,02	4,02	0,80	0,20	20,0	0,71
Јаглен (S<1,5%)	6,25	353,8	2 211	0,23	0,03	2,25	0,45	0,11	16,2	5,45
Дрво (20 % суво)	4,17	359,0	1 496	4,50	0,06	1,5	75,00	9,00	2,16	0,22

* Табелата се засновува врз податоци на Фактори за емисии кои се однесуваат на комерцијални/институционални и станбени сектори дадени во Изворот: Ревидирани 1996 IPCC Упатства за национални листи за гасови со ефект на стаклена градина: Референтен прирачник (да се види поглавје 1, енергија). Факторите на емисија за јавлен за NMVOC (неконтролирано) и за CO се повторно пресметани во однос на секторот за енергетски индустрии.

Влијание врз околината – ефект на стаклена градина

- H₂O (водна пара), CO₂, CH₄ и N₂O се стакленички гасови настанати од природни активности. Без слој од стакленички гасови во атмосферата, површината на Земјата би била за околу 30°C постудена отколку што е денес! Тоа значи, студена и веројатно безживотна, слично како Марс.

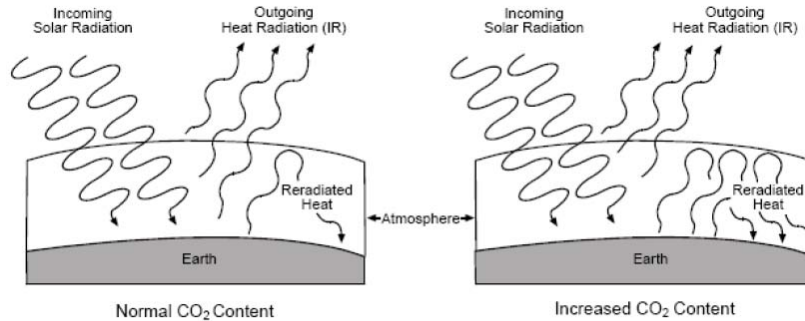
1. Сончевото зрачење доаѓа до атмосферата на Земјата.
2. Дел од дозрачената енергија директно се рефлектира во вселенскиот простор, дел се задржува и се расејува во атмосферата, а дел пристигнува до површината на Земјата.
3. Енергијата на зрачењето што пристигнува до површината делумно се апсорбира, а еден дел се рефлектира.
4. Стакленичките гасови во атмосферата (гасовите со непарни молекули) апсорбираат дел од топлинското зрачење и дополнително ја загреваат атмосферата („ефект на стаклена градина“).
5. Резултат: Во еден долг временски период на површината на Земјата се одржува деликатен баланс, што резултира со клима поволна за живиот свет.



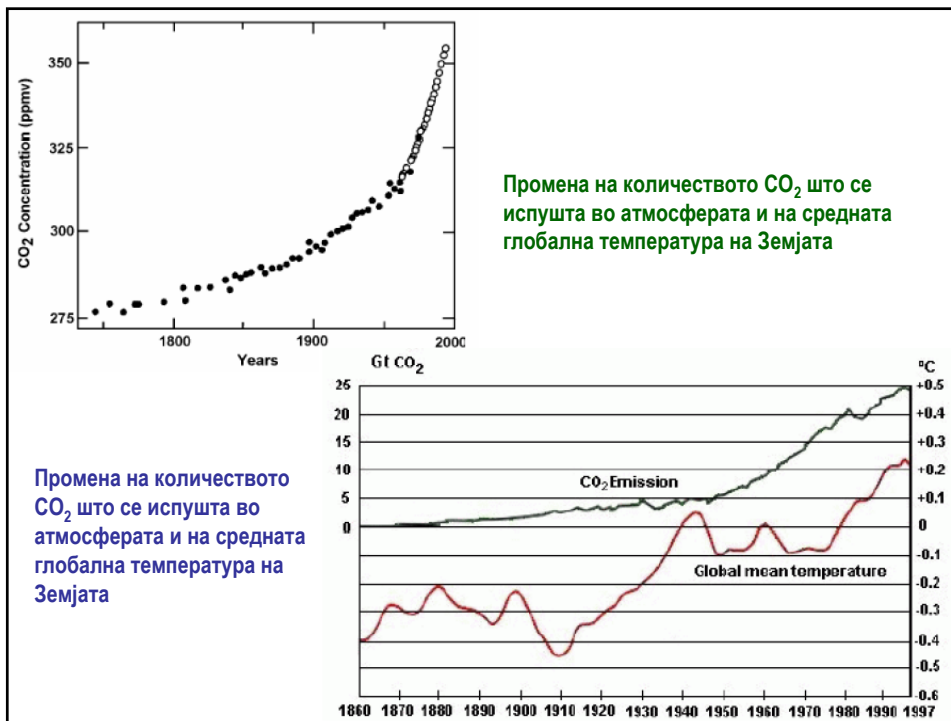
Влијание врз околината – ефект на стаклена градина

- Со согорување на фосилни горива и со интензивно намалување на шумските површини се предизвикуваат покачени концентрации на стакленички гасови.

- **Последица: Пораст на просечната глобална температура!**



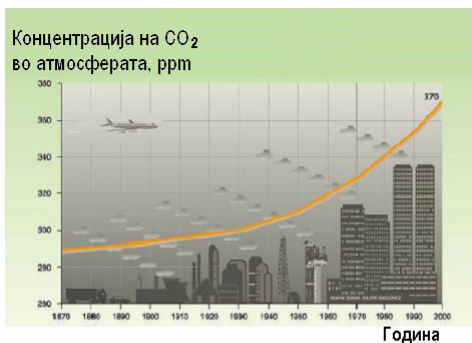
Сл. 7.4. Приказ на ефектот на стаклена градина на Земјата
(Source: USEA CC Mitigation Options Handbook)



Промена на количеството CO₂ што се испушта во атмосферата и на средната глобална температура на Земјата

Промена на количеството CO₂ што се испушта во атмосферата и на средната глобална температура на Земјата

Влијание врз околината – пораст на концентрацијата на CO₂ во атмосферата



- По втората индустриска револуција, пред се поради се поголемата употреба на фосилни горива, концентрацијата на стакленички гасови во атмосферата постојано расте.
- Во периодот од 1870 до 2000 год. таа е пораснала од 290 ppm на вредност 370 ppm!

Промена на концентрацијата на CO₂ во атмосферата ppm



Години пред денешницата

Промена на средната глобална температура



Години пред денешницата

Врз основа на анализи на ледената покривка на Антарктикот, утврдено е дека постои корелација помеѓу концентрацијата на CO₂ во атмосферата и глобалната температура.

Влијание врз околината – пораст на концентрацијата на CO₂ во атмосферата

- Според оптимистичкото сценарио на IPCC, концентрацијата на стакленички гасови во 2100 год. би изнесувала 450 ppm, што би довело до пораст на просечната температура за околу 2°C.

- За да се оствари оптимистичкото сценарио потребно е до 2050 год. на глобално ниво да се намалат антропогените емисии на GHG за мин. 50 %.

- Според песимистичкото сценарио, концентрацијата на стакленички гасови до 2100 год. ќе се зголеми на 1000 ppm, а порастот на просечната глобална температура би можел да изнесува и до 6°C.

- **Последица: топење на мразот и пораст на нивото на морињата/океаните од 9 до 88 cm.**

Штетни емисии при енергетски трансформации

Потенцијал за глобално затоплување (GWP)

- Потенцијал за глобално затоплување (GWP – Global Warming Potential), претставува мерка за оцена колку одредено количество стакленички гасови придонесува кон глобалното затоплување. GWP се пресметува за одреден временски интервал.

- Според дефиницијата на IPCC (Меѓувладин совет за климатски промени), CO₂ се користи како референтна мерка за потенцијал за глобално затоплување (GWP=1).

Потенцијал за глобално затоплување на различни стакленички гасови

Гас	GWP ₁₀₀
Јаглерод диоксид (CO ₂)	1
Метан (CH ₄)	21
Азотен оксидул (N ₂ O)	310
Хидрофлуоркарбонати (HFCs)	150 – 11 700
Перфлуоркарбонати (PFCs)	6 500 – 9 200
Сулфурен хексафлуорид (SF ₆)	23 900

Штетни емисии при енергетски трансформации

Еквивалентна емисија на јаглерод диоксид (CO_{2e})

- Еквивалентната емисија на јаглерод диоксид (CO_{2e}) е мерка која што се користи за да се додадат (или да се споредат) емисиите од различни стакленички гасови, врз основа на нивниот GWP.

- На пример, потенцијалот за глобално затоплување од емисија на метан (CH₄) е 21. Тоа значи дека емисија од еден милион тони CH₄ е еквивалентна на емисија на 21 милион тони CO₂

$$CO_{2,e} = 1 \times CO_2 + 21 \times CH_4 + 310 \times N_2O + \dots$$

Одредување на примарна енергија и емисија на CO₂

- Пресметувањето на примарна енергија и еkv. емисија на CO₂ се засновува врз поглавјето 8 од EN 15603:2008 – Енергетски карактеристики на објекти; Вкупна влезна енергија и дефиниција за енергетски износи

Штетни емисии при енергетски трансформации

Одредување на примарна енергија

Примарната енергија се пресметува како разлика помеѓу доведената и одведената енергија за секој енергетски носител:

$$E_P = \sum(E_{del,i} \cdot f_{P,del,i}) - \sum(E_{exp,i} \cdot f_{P,exp,i})$$

$E_{del,i}$ испорачана енергија за енергетскиот носител i ;

$E_{exp,i}$ одведена енергија за енергетскиот носител i ;

$f_{P,del,i}$ фактор на примарна енергија за испорачаниот енергетски носител i ;

$f_{P,exp,i}$ фактор на примарна енергија за одведениот енергетски носител i .

двата фактори $f_{P,del,i}$ и $f_{P,exp,i}$ можат да бидат исти.

Штетни емисии при енергетски трансформации

Фактори на примарна енергија и коефициенти на емисија на CO₂

Факторите на примарна енергија и коефициентите на емисија на CO₂ се дефинираат на национално ниво, во зависност од користените енергетски ресурси

	Фактори на примарна енергија		Коефициент на емисија на CO ₂ , K kg/MWh
	f_o		
	Необновлива	Вкупна	
Нафта за домаќинство	1,35	1,35	330
Гас	1,36	1,36	277
Камен јаглен	1,19	1,19	394
Лигнит	1,40	1,40	433
Кокс	1,53	1,53	467
Дрвени струготини	0,06	1,06	4
Дрво	0,09	1,09	14
Буково дрво	0,07	1,07	13
Елка	0,10	1,10	20
Електрична енергија од хидроцентрала	0,50	1,50	7
Електрична енергија од нуклеарна централа	2,80	2,80	16
Електрична енергија од термоцентрала	4,05	4,05	1340

Штетни емисии при енергетски трансформации

Одредување на емисијата на CO₂

Факторите на примарна енергија и коефициентите на емисија на CO₂ се дефинираат на национално ниво, во зависност од користените енергетски ресурси

CO₂ емисијата се пресметува како разлика меѓу емисиите од снабдената и извезената енергија за секој енергетски носител:

$$m_{CO_2} = \sum(E_{del,i} \cdot K_{del,i}) - \sum(E_{exp,i} \cdot K_{exp,i})$$

каде е:

$E_{del,i}$ испорачана енергија за енергетскиот носител i ;

$E_{exp,i}$ одведена енергија за енергетскиот носител i ;

$K_{del,i}$ коефициент на CO₂ емисија за испорачаниот енергетски носител i ;

$K_{exp,i}$ коефициент на CO₂ емисија за одведениот енергетски носител i .

Двата фактори $K_{del,i}$ и $K_{exp,i}$ можат да бидат исти.

Методологија за пресметка на емисијата на CO₂ – според IPCC

- За потребите на пресметка на емисијата на CO₂ и други антропогени стакленички гасови е развиена IPCC методологија (под закрила на UNFCCC).
- Поделба на стакленичките гасови според IPCC:
 - Директни стакленички гасови (CO₂, CH₄, N₂O, PFC, HFC, SF₆)
 - Индиректни стакленички гасови (NO_x, CO, NMVOC) и SO₂
- Емисијата на стакленички гасови се пресметува за неколку сектори (области):
 - Енергија (стационарни и мобилни извори) и тн. фугитивни емисии
 - Производствени процеси (индустрија)
 - Употреба на
 - Земјоделство
 - Промена на користењето на зејштето и шумарство
 - Отпад

Методологија за пресметка на емисијата на CO₂

- Во зависност од местото на настанување, се разликуваат директни и индиректни емисии на CO₂
 - Директни емисии – настануваат на локацијата на непосредна потрошувачка на енергија, како последица на согорување на фосилни горива.
 - Индиректни емисии – во случај на користење на ел. Енергија и топлина произведени во ТЕЦ, топлини, котларници надвор од локацијата на потрошувачката, до емисија не доаѓа на местото на потрошувачка, така што е потребно да се пресмета индиректната емисија што настанува при производството на ел. енергија и/или топлина.
- Потребни климатски податоци
 - референтни податоци – збир одбрани климатски параметри карактеристични за одредено подрачје.
 - реални податоци – климатски податоци добиени со статистичка обработка за подрачјето каде што е лоциран објектот

Методологија за пресметка на емисијата на CO₂

Директни емисии

- При согорување најголем дел на С од горивото оксидира и се емитува како CO₂, а дел како CO, CH₄ или NMVOC, кои исто така во одреден период (од неколку денови до 12 год.) оксидираат до CO₂.
- За пресметка на емисијата на CO₂ поради согорување се применува изразот

$$EM = FE_C \cdot O_C \cdot \frac{44}{12} \cdot H_d \cdot B \quad [t]$$

- EM – емисија на CO₂ (t)
- FE_C – емисииски фактор за јаглерод (kg_C/GJ)
- O_C – дел на С што учествува во процесот (-)
- 44/12 – стехиометриски однос CO₂ / C (-)
- H_d – долна топлинска моќ (MJ/kg, MJ/m³)
- B – потребно количество гориво (kg, m³)

Методологија за пресметка на емисијата на CO₂

Директни емисии

ГОРИВО	EF _C [kgC/GJ]	Hd [MJ/kg(m ³)]	O _C [-]	EF _C · O _C · 44/12 [kgCO ₂ /GJ]
ЕЛ течно гор.	20,2	42,71	0,99	73,33
Лесно течно гор.	21,1	40,19	0,99	76,59
ТНГ (пропан-бутан)	17,2	46,89	0,99	62,44
Камен јаглен	25,8	24,90	0,98	92,71
Кафеав јаглен	26,2	19,03	0,98	94,15
Лигнит	27,6	11,72	0,98	99,18
Природен гас	15,3	34,00	0,995	55,82

- Вкупната емисија на CO₂ зависи од количеството и видот на согорено гориво.
- Специфичната емисија е најголема при согорување на јаглени, потоа при користење на течни горива и на природен гас.
- Груб однос на специфични емисии при согорување на фос. горива 1 : 0,75 : 0,55
- До емисија на CO₂ доаѓа и при согорување на биомаса. Меѓутоа, таа емисија (според препораките на IPCC методологијата) не влегува во вкупниот биланс на емисии на стакленички гасови (GHG), затоа што емитираниот CO₂ претходно бил апсорбиран за раст и развој на биомасата.