

Π 39.843

Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați

Universitatea
Dunărea de Jos
Galați



Facultatea de Mecanică



TEZA DE DOCTORAT
**RENTABILITATEA PROTEJĂRII
MEDIULUI AMBIANT
ÎN SISTEMELE TERMOENERGETICE**

- REZUMAT -

Doctorand:

Ing. Lizica Simona CRĂCIUN (PARASCHIV)

Conducător științific:

Prof. Dr. Ing. Ion C. IONIȚĂ

GALAȚI

2011

II 39. 843

ROMÂNIA
MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI ȘI SPORTULUI
UNIVERSITATEA DUNĂREA DE JOS DIN GALAȚI

Strada Domnească nr. 47, cod poștal 800008
Galați, România
E-mail: rectorat@ugal.ro



Tel.: (+4) 0336-130.109; 0336-130.108; 336-130.104
Fax: (+4) 0236 - 461.353
www.ugal.ro

03728
12.04.2011

Către

Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați vă face cunoscut că în data de 17.06.2011 ora 11⁰⁰, în 6102 a Facultății de Mecanică, va avea loc susținerea publică a tezei de doctorat intitulată : "Rentabilitatea protejării mediului ambient în sistemele termoenergetice", elaborată de domnul/doamna ing. CRĂCIUN LIZICA-SIMONA(PARASCHIV), în vederea conferirii titlului științific de doctor în Domeniul de doctorat - Inginerie mecanică.

Comisia de doctorat are următoarea componență :

1. Președinte: Prof.univ.dr.ing. Cătălin FETEĂU
Decan - Facultatea de Mecanică
Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați
2. Conducător de doctorat: Prof.univ.dr.ing. Ion IONITĂ
Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați
3. Referent oficial: Prof.univ.dr.ing. habil. Ioana IONEL
Universitatea "POLITEHNICA" din Timișoara
4. Referent oficial: Prof.univ.dr.ing. Gheorghe POPESCU
Universitatea POLITEHNICA din București
5. Referent oficial: Prof.univ.dr.ing. Tănase PANAIT
Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați

Cu această ocazie vă transmitem rezumatul tezei de doctorat și vă invităm să participați la susținerea publică. În cazul în care doriți să faceți eventuale aprecieri sau observații asupra conținutului lucrării, vă rugăm să le transmiteți în scris pe adresa Universității, str. Domnească nr. 47, 800008 - Galați, Fax - 0236 / 461353.

RECTOR,
Prof.dr.ing. Viorel MÎNZU

SECRETAR DOCTORAT,
Ing. Luiza AXINTE



266.595

Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați



Facultatea de Mecanică



TEZA DE DOCTORAT

**RENTABILITATEA PROTEJĂRII
MEDIULUI AMBIANT
ÎN SISTEMELE TERMOENERGETICE**

- REZUMAT -

Doctorand:

Ing. Lizica Simona CRĂCIUN (PARASCHIV)

Conducător științific:

Prof. Dr. Ing. Ion C. IONIȚĂ

GALAȚI
2011

CUPRINS

I. Introducere	3
II. Stadiul actual al cercetărilor privind reducerea poluanților atmosferici rezultați din arderea combustibililor fosili în sistemele termoeenergetice	5
II.1. Situația resurselor naționale și internaționale de energie primară	5
II.2. Emisiile generate de termocentralele pe cărbune	6
II.3. Efectele poluanților atmosferici asupra mediului ambiant și asupra sănătății umane	8
II.4. Legislația românească și europeană privind regimul poluanților atmosferici	8
III. Analiza tehnico-economică a tehnologiilor de reducere a poluării implementate în programul de calcul RPMAST	9
III.1. Prezentarea programului de calcul RPMAST – Reducerea Poluării Mediului Ambiant în Sisteme Termoeenergetice	9
III.2. Analiza tehnico-economică a implementării tehnologiilor de reducere a poluării în cazul funcționării unui sistem termoeenergetic (cu ajutorul programului RPMAST)	16
III.2.1. Prezentarea sistemului termoeenergetic analizat	16
III.2.2. Analiza emisiilor în cazul sistemului termoeenergetic analizat	17
III.2.3. Analiza tehnică a echipamentelor de reducere a poluării pentru sistemul termoeenergetic analizat	18
III.2.4. Analiza economică a echipamentelor de reducere a poluării pentru sistemul termoeenergetic analizat	21
IV. Rentabilitatea protejării mediului ambiant în sistemele termoeenergetice	25
V. Contribuții personale	36
Bibliografie selectivă	37

I. Introducere

Sectorul energetic este considerat în toate țările una dintre principalele surse de poluare care contribuie la degradarea mediului și a sănătății umane, actuala situație energetică globală caracterizându-se prin tendința generală de creștere a eficienței folosirii combustibililor fosili în strânsă legătură cu reducerea drastică a impactului asupra mediului.

Respectarea prevederilor Directivelor Uniunii Europene și semnarea protocolului de la Kyoto implică introducerea celor mai bune tehnici disponibile pe plan mondial pentru reducerea poluării aerului, apei și solului, a emisiilor poluante cu efect de seră.

Investițiile în domeniul mediului, referitoare la protecția atmosferei sunt astăzi o necesitate. Pentru a evalua eforturile de modernizare a unui sistem termoelectric este necesară realizarea unei analize tehnico-economice cu luarea în considerare a impactului asupra mediului a principalelor tehnologii de reducere a poluării într-un sistem termoelectric.

Lucrarea intitulată „**Rentabilitatea protejării mediului ambiant în sistemele termoelectrice**” își propune să pună bazele unei metodologii privind calculul analizei tehnico-economice a unui sistem de desprăfuire, de desulfurare și de denoxare din cadrul oricărui sistem termoelectric, autorul concepând în acest scop o aplicație în limbajul de programare PHP înglobat în codul HTML împreună cu sistemul de gestiune a bazelor de date relațional MySQL care permite determinarea emisiilor poluante ale unei centrale termoelectrice pornind de la compoziția combustibililor folosiți, în starea actuală și după aplicarea măsurilor de reducere a poluării, precum și determinarea costurilor aferente sistemelor de reducere a poluării.

Cu ajutorul programului de calcul realizat, program denumit: RPMAS - Reducerea Poluării Mediului Ambiant în Sistemele Termoelectrice, se pot analiza diferite tehnologii de reducere a poluării din punct de vedere tehnico-economic putându-se astfel determina rentabilitatea introducerii într-o centrală termoelectrică a unui sistem de reducere a emisiei de particule solide, a unui sistem de reducere a emisiei de oxizi de sulf și a unui sistem de reducere a emisiei de oxizi de azot.

Evaluarea în termeni economico-financiarți a pagubelor produse de poluare poate fi efectuată numai până la un anumit punct, deoarece dacă distrugerea unor materiale poate fi cu ușurință tradusă în bani, distrugerea sănătății oamenilor, afectarea vegetației, modificarea esteticii unor obiecte, schimbările climatice sunt mult mai dificil de evaluat în termeni monetari.

Lucrarea prezintă un model general de internalizare a efectelor externe ale poluării la nivelul unui sistem termoelectric.

În sectorul energiei, demersul internalizării presupune integrarea în costul energiei a valorii daunelor produse mediului natural prin producerea, transportul, distribuția și consumul energiei. Internalizarea externalităților se traduce prin plata sub forma taxelor sau amenzilor acordate producătorilor de externalități negative pentru pagubele sau daunele produse asupra mediului și sănătății umane astfel încât costurile private să ajungă la nivelul costurilor sociale. Problema esențială în practicarea acestei forme de control a externalităților este că nivelul taxelor trebuie să fie riguros determinat. Dacă este prea scăzut, producătorii nu dau importanță și acceptă penalizarea cu ușurință pentru că produc o cantitate suficient de mare de produs final care le compensează această taxă. Dacă este prea mare, există riscul diminuării forțate a producției, până la reprofilarea agenților economici.

Statul are posibilitatea de a stabili nivelul unor taxe modice pentru nivelurile de poluare rezonabile (mai mici decât nivelele maxime admise legal) și a unor amenzi mari pentru depășirea acestor nivele. Astfel, în condițiile unor taxe și amenzi mari, producătorul va fi tentat să aleagă soluția îmbunătățirii calității materiilor prime sau să investească în echipamente de depoluare.

S-a realizat o aplicație în programul de calcul Matlab – Simulink cu ajutorul căreia impunând taxele pe emisiile de poluanți se poate determina valoarea taxelor plătite suplimentar în cazul depășirii VLE (valorilor limită de emisie) legale sau impunând aceste taxe suplimentare se poate determina valoarea taxelor pe emisiile de poluanți aplicate în cazul încadrării emisiilor în VLE (valorile limită de emisie) legale.

Lucrarea prezintă argumente și aspecte esențiale privind creșterea treptată a taxelor și amenzilor de mediu, demonstrând că în prezent în țara noastră prin nivelul scăzut al taxelor pe emisiile de poluanți atmosferici nu este stimulată investiția în tehnologiile de reducere a poluării.

Prezenta lucrare își propune în primul rând să atragă atenția asupra eforturilor pe care fiecare centrală termoelectrică trebuie să le depună pentru a-și asigura continuitatea pe piața producției de energie termică și electrică, în condițiile în care protejarea mediului ambiant este astăzi o necesitate iar standardele de mediu impuse de Uniunea Europeană sunt din ce în ce mai avansate.

Lucrarea de față vine în special în sprijinul producătorilor de energie termică și electrică, furnizând un instrument util și anume programul de calcul RPMAS, necesar pentru cei care doresc să achiziționeze și să implementeze sistemele de reducere a poluării pentru o exploatare ecologică a sistemelor termoelectrice.

Teza este structurată pe 6 capitole, fiind completată cu anexe și referințe bibliografice din literatura de specialitate.

Capitolul I al tezei de doctorat furnizează informații generale despre domeniul energetic pe plan național și internațional, descrie situația resurselor de energie primară din România, precum și impactul exercitat de termocentrale asupra mediului înconjurător

Capitolul II prezintă cadrul legislativ național privind regimul poluanților atmosferici, realizându-se în cadrul acestuia o prezentare a tehnologiilor și metodelor de control a poluanților atmosferici. Capitolul prezintă metodologia BAT "Best Available Technology", utilizată cu precădere pentru fundamentarea deciziilor în sectorul energetic

În **capitolul III** s-a realizat o analiză tehnico – economică a principalelor tehnologii de reducere a poluanților atmosferici în domeniul desulfurării, desprăfuirii și denoxării gazelor de ardere provenite de la centrală termoelectrică pe cărbune, în vederea estimării costurilor suplimentare pe care sistemul termoelectric trebuie să le alocie pentru implementarea acestor echipamente. Această analiză tehnico-economică constituie baza realizării programului de calcul RPMAS. Cu ajutorul programului de calcul realizat, plecând de la datele inițiale de intrare privind caracteristicile unui sistem termoelectric și a combustibilului utilizat putem analiza diferite tehnologii de reducere a poluării (tehnologii de desprăfuire, de desulfurare și de denoxare) atât din punct de vedere tehnic cu ajutorul bilanșurilor de materiale și energie a echipamentelor studiate, cât și economic cu ajutorul componentelor costurilor investiționale, de exploatare și de întreținere.

În **capitolul IV** este prezentat sistemul termoelectric analizat și anume o centrală electrică de termoficare care produce energie termică și electrică, utilizând drept combustibil lignit.

Ținând cont de prevederile legislației de mediu [37], [24], [54], de puterea centralei și de caracteristicile tehnico – economice ale echipamentelor de depoluare prezentate în capitolele anterioare (Capitolul III – Subcapitolul III.2) a rezultat ca variantă optimă pentru sistemul termoelectric analizat următoarea tehnologie:

- pentru desulfurarea gazelor de ardere: desulfurarea semiuscată (LSD). În cazul reducerii emisiei de SO₂ s-a optat pentru desulfurarea semiuscată deoarece procedeul umed de desulfurare este viabil din punct de vedere economic doar pentru centrale cu puteri termice mai mari de 100 MW datorită costurilor investiționale ridicate (fapt arătat în Capitolul III – Subcapitolul III.3). Conform HG nr. 541/2003, termenul de conformare cu valorile limită de emisie pentru dioxidul de sulf este pentru centrala analizată: 31 decembrie 2013.

- pentru denoxarea gazelor de ardere: în cazul centralei termoelectrice studiate s-au realizat 2 măsuri BAT până în prezent: recircularea gazelor de ardere și reducerea aerului de ardere în focar, aceste măsuri asigurând în prezent încadrarea emisiei de NO_x în VLE prevăzute de legislația actuală.

- în cazul desprăfuirii s-a ținut cont de faptul că centrala analizată este echipată cu electrofiltre care au rolul de a reține cenușa antrenată de gazele de ardere. Astfel nu se înregistrează depășiri ale valorilor limită de emisie pentru praf.

Cu ajutorul programului de lucru s-au calculat emisiile rezultate în urma funcționării sistemului termoelectric funcție de implementarea tehnologiilor de reducere, fluxurile materiale aferente fiecărui proces de depoluare, precum și costurile necesare implementării tehnologiilor de reducere a poluării. Prin versatilitatea ei, aplicația poate fi folosită pentru orice centrală termoelectrică de acest tip, iar pe baza ei, se pot realiza și variante utilizabile pentru orice tip de centrală termoelectrică.

În **capitolul V** s-a determinat nivelul optim al taxelor și amenzilor ce trebuie impus pentru a se atinge optimul social, deoarece prin rentabilitatea unui sistem termoelectric se înțelege capacitatea sistemului termoelectric de a obține profit, adică de a fi rentabil, de a nu înregistra pierderi care să îl aducă în starea de faliment. S-a realizat o aplicație în programul de calcul Matlab – Simulink cu ajutorul căreia impunând taxele pe emisiile de poluanți se determină valoarea taxelor plătite suplimentar în cazul depășirii valorilor limită legale sau impunând aceste taxe suplimentare se determină valoarea taxelor pe emisiile de poluanți aplicate în cazul încadrării emisiilor în valorile limită de emisie legale.

Capitolul VI conține concluziile desprinse din lucrarea prezentată. Sunt menționate rezultatele obținute și descrise în cadrul tezei precum și contribuțiile proprii aduse de autor în acest domeniu.

În ultima secțiune a tezei sunt prezentate cele 5 anexe și bibliografia care ilustrează întreaga problemă abordată de teza de doctorat.

II. Stadiul actual al cercetărilor privind reducerea poluanților atmosferici rezultați din arderea combustibililor fosili în sistemele termoelectrice

În prima parte a acestei lucrări este analizat sectorul energiei electrice și termice prin evoluția surselor energetice (cărbune, petrol, gaze naturale), a infrastructurii energetice, evidențiindu-se impactul major al generării energiei asupra mediului, datorat caracterului energofag al instalațiilor și echipamentelor de producere a energiei. În continuare este prezentat un studiu documentar privind efectele poluanților atmosferici asupra mediului ambiant și asupra sănătății umane, situația pe plan mondial privind evaluarea economică a impactului poluării asupra mediului urmat apoi de cadrul

legislativ național privind regimul poluanților atmosferici. Tot în cadrul acestui studiu s-a realizat o prezentare a tehnologiilor și metodelor de control a poluanților atmosferici, evidențiindu-se în principal acele tehnologii considerate BAT-uri la ora actuală. Capitolul II prezintă metodologia BAT "best available technology", utilizată cu precădere pentru fundamentarea deciziilor în sectorul energetic. Astfel, în domeniul desprăfuirii gazelor de ardere sunt considerate BAT-uri filtrele electrostatice și filtrele textile, în domeniul desulfurării cele mai adecvate tehnologii sunt desulfurarea umedă și desulfurarea semiuscată iar în domeniul denoxării sunt considerate reducerea selectiv catalitică și reducerea selectiv necatalitică, combinate cu măsuri primare de reducere a NO_x funcție de capacitatea centralei analizate.

II.1. Situația resurselor naționale și internaționale de energie primară

Sectorul energetic reprezintă o sursă de poluare importantă ca urmare a extracției, prelucrării și arderii combustibililor fosili. În România, sectorul energetic a contribuit ca factor major de degradare a mediului prin dezvoltarea centralelor electrice pe cărbuni inferiori. Poluarea în acest sector poate fi cauzată de procesul de producție a energiei primare, de transport, conversie și consum.

În tabelul II.1 este prezentat consumul de combustibil pentru producerea energiei electrice în termocentralele din țara noastră.

Tabelul II.1. - Consumul de combustibil pentru producerea energiei electrice în termocentrale [27]

U.M.	2008			2009				
	Nov.	Dec.	Ian.	Febr.	Mar.	Apr.	Mai	
Cărbuni superiori	Mii tone	29	35	42	49	77	31	-
	TJ (PCI)	710	843	1057	1220	1919	772	-
Alți cărbuni	Mii tone	2802	2435	2790	2502	2452	1623	2079
	TJ (PCI)	23270	19854	23318	21001	20473	13665	17482
Produse petroliere	Mii tone	7	8	89	41	16	11	27
	TJ (PCI)	302	312	3609	1648	1342	429	1086
Gaze naturale	TJ	12326	10890	8999	7626	7505	2908	3080
	(PCS)							
Gaze derivate	TJ	-	-140	-	-	-	-	-
	(PCS)							
TOTAL	TJ (PCI)	35487	30909	36292	31495	31239	17510	21368

PCI – Putere calorică inferioară; PCS – Putere calorică superioară

Se observă că cei mai utilizați combustibili sunt cărbunii. Emisiile cele mai importante și în același timp cele mai nocive sunt cele provenite din arderea cărbunilor, îndeosebi a cărbunilor inferiori. În figura II.1 este prezentată structura surselor primare de energie pentru producerea de energie electrică în țara noastră și capacitatea instalată.

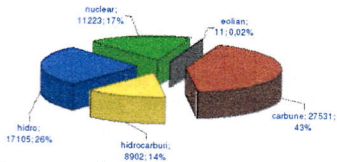


Fig. II.1. - Structura surselor primare de energie pentru producerea de energie electrică și capacitatea instalată în România în 2008 (date publicate de Transelectrica)

În figura II.2 sunt prezentate detaliat capacitățile instalate în centralele termoelectrice în anul 2008.

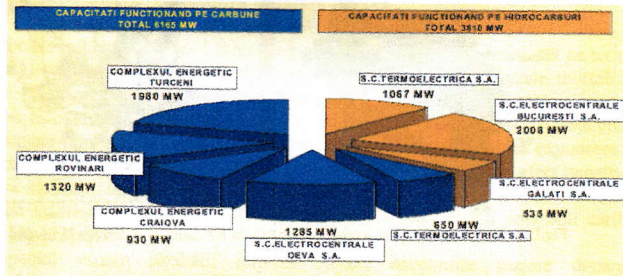


Fig. II.2. - Capacitățile instalate în centralele termoelectrice în anul 2008

II.2. Emisiile generate de termocentralele pe cărbune

Impactul ecologic negativ al funcționării instalațiilor energetice este mai mare în România decât în alte țări europene, principalele probleme fiind datorate gradului ridicat de uzură fizică și morală a acestora precum și caracteristicilor dezavantajoase ale combustibililor indigeni. În figurile II.3 – II.5 sunt prezentate distribuțiile spațiale a emisiilor de poluanți (particule, SO_x , NO_x) la nivelul Europei și a României.

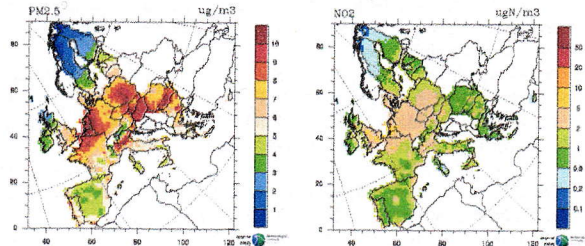


Fig. II.3. - Distribuția spațială a emisiilor de particule solide și NO_2 în Europa la nivelul anului 2009 [122]

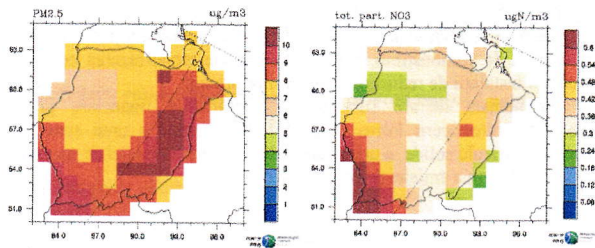


Fig. II.4. - Distribuția spațială a emisiilor de $PM_{2.5}$ și NO_x pentru România la nivelul anului 2009 [122]

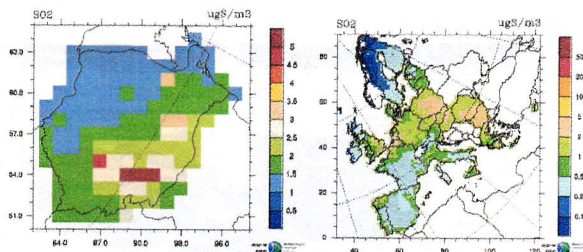


Fig.11.5. Distribuția spațială a emisiilor de SO₂ în România și în Europa la nivelul anului 2009 [122]

Din analizele efectuate pe parcursul capitolului asupra sectorului energetic din România putem menționa următoarele aspecte:

➤ Sectorul energetic din România este asigurat preponderent de către termocentrale (85%) și mai puțin de către surse de energie primară cum ar fi energia hidro și nucleară;

➤ Carburanții utilizați sunt cărbunii (cărbunele autohton are un conținut ridicat de sulf), anumiți carburanți lichizi (păcura importată are un conținut ridicat de sulf) și gazele naturale;

➤ Sectorul energetic este una dintre sursele principale de poluare a aerului cu SO₂, NO_x, particule mecanice și CO₂. Poluarea depinde de nivelul activității economice și de amestecul de combustibili folosit.

➤ Infrastructura din domeniul energetic este veche (47% din capacitatea energetică funcțională este mai veche de 20 de ani iar 37% are între 11 și 20 de ani vechime).

➤ Proiectarea inițială a termocentralelor nu a inclus și echipamente pentru controlul poluării, în general, cu excepția celor pentru pulberi;

➤ Unele unități modernizate au instalații de ardere cu emisie scăzută de NO_x;

➤ Nu există echipamente de control a emisiilor de SO₂, emisiile fiind scăzute doar în cazul utilizării de carburanți cu conținut scăzut de sulfuri.

➤ Circa 80% din grupurile termoelectrice din țara noastră au fost instalate în perioada 1970-1980, depășindu-și practic durata de viață normală. Majoritatea capacităților termoelectrice nu sunt echipate cu instalații performante pentru reducerea poluării, în felul acesta emisiile de NO_x și SO₂ situându-se peste valorile maxime acceptate în UE.

Dată fiind vechimea centralelor termoelectrice din țara noastră și folosirea de către acestea de combustibili inferiori se impune modernizarea centralelor și dotarea acestora cu instalații de reducere a poluanților produși.

În această lucrare sunt evaluate eforturile financiare prin determinarea rentabilității introducerii într-o centrală termoelectrică a unui sistem de reducere a emisiilor de particule solide, a unui sistem de reducere a emisiei de oxizi de sulf și a unui sistem de reducere a emisiei de oxizi de azot.

II.3. Efectele poluanților atmosferici asupra mediului ambiant și asupra sănătății umane

Efectele poluanților asupra sănătății umane asociate cu expunerea atât pe termen scurt (acută) cât și pe termen lung (cronică) reprezintă una din cauzele mortalității premature, spitalizărilor din cauza afecțiunilor cardio-vasculare și respiratorii, creșterii cazurilor de astm și simptome respiratorii [89], [90], [91], [92], [93], [94]. Aceste efecte sunt accentuate mai ales în cazul particulelor, studii recente arătând că expunerea de lungă durată (cronică) la acestea dăunează grav sănătății, un important efect negativ al PM asupra sănătății umane fiind afectarea funcționalității aparatului cardio-vascular ducând atât la creșterea mortalității cât și la creșterea morbidității prin boli cardio-vasculare [4], [23], [125].

Impactul asupra sănătății implică costuri economice majore deoarece influențează negativ sistemul sanitar, duce la pierderi în câmpul muncii, durere și suferință a indivizilor afectați.

Studiul Ecopolis [171] privind calitatea aerului în București și efectele asupra sănătății a arătat faptul că dintre adulții și copiii sub 1 an care mor în fiecare an în București, câteva zeci ar putea fi salvați dacă aerul ar fi mai curat. La nivelul perioadei de 6 ani urmărită în acest studiu, cifra se ridică la peste 800 de adulți și peste 200 de nou-născuți al căror deces poate fi pus pe seama poluării cu PM₁₀. Tot prin reducerea poluării cu PM₁₀ ar putea fi redus numărul persoanelor internate cu afecțiuni respiratorii cronice care este de ordinul sutelor. Numai în 2009 în București, în rândul persoanelor cu afecțiuni cronice, s-a estimat că spitalizarea a aproximativ 300 de persoane poate fi pusă pe seama acutizării simptomelor lor din cauza poluării. Din cauza poluării statur cheltuieste sume considerabile de bani în plus în fiecare an prin sistemul de sănătate. Numai prin reducerea spitalizărilor în București în 2009, statur ar fi putut sa economisească aproximativ 400.000 de RON. Cifra s-ar multiplica semnificativ daca am include în estimare reducerea potențială a tuturor spitalizărilor din cauze respiratorii din București și România, consumul de medicamente compensate și cheltuielile aferente consultațiilor din cabinetele medicilor de familie.

Poluarea aerului are impact și asupra altor receptori. Poluarea atmosferică este asociată cu un număr de impacturi ce include coroziunea acidă a rocilor, metalelor și vopselelor în aplicațiile utilitare; efectul acid asupra obiectelor de patrimoniu cultural (sculpturi, obiecte de artă); degradarea (murdărirea) clădirilor. Dioxidul de sulf (SO₂) este principalul poluant răspunzător de coroziunea clădirilor, în special prin depuneri, dar și prin forma sa acidă din atmosferă iar emisiile de NO_x sunt responsabile pentru un cumul de impacturi negative asupra ecosistemelor, în special prin contribuția lor la acidifiere (moartea peștilor, în special somonul și păstrăvul), eutrofizare (reducerea speciilor rare de plante, pierderi în biodiversitate) și generarea de ozon troposferic.

II.4. Legislația românească și europeană privind regimul poluanților atmosferici

În sectorul energetic, odată cu aderarea României la U.E. au fost implementate directivele de mediu ale UE (tabel II.2):

- Directiva privind centralele mari de ardere (LCP 88/609);
- Directiva privind prevenirea și controlul poluării industriale (IPPC 96/61);

Conf. H.G. 322/2005 Anexa Nr. 1, perioadele de tranziție pentru respectarea valorilor limită de emisie pentru SO₂, NO_x și pulberi conform HG 541/2003 pentru instalațiile mari de ardere de tip I (corelate concret fiecărei cazan de aburi) sunt:

- SO₂ cel târziu până la 31 decembrie 2013
- NO_x cel târziu până la 31 decembrie 2013
- NO_x la IMA cu P_t > 500 MW până la 01 ianuarie 2016
- Pulberi cel târziu până la 31 decembrie 2013.

Tabel II.2. – Transpunerea Directivelor U.E. în legislația națională

Directiva UE	Transpunere în România
Directiva 2001/80/CE (LCP) privind limitarea emisiilor în aer de către poluanții proveniți de la IMA	1. H.G. nr. 541/2003 (completată și modificată prin H.G. 322/2003) privind stabilirea unor măsuri pentru limitarea emisiilor în aer
	2. Ord. MAPAM nr. 712/2003 pentru aprobarea Ghidului privind elaborarea propunerilor de programe de reducere a emisiilor anuale de SO ₂ , NO _x și pulberi provenite din instalații mari de ardere
	3. Ord. MAPAM nr. 1052/2003 privind organizarea și funcționarea Secretariatului tehnic pentru controlul activităților instalațiilor mari de ardere
	4. Ord. MAPPAM/MEC/MAI nr. 833/545/859/2005 pentru aprobarea Programului de reducere a emisiilor de SO ₂ , NO _x și pulberi provenite din instalațiile mari de ardere privind prevenirea și controlul integrat al poluării (abrogă și înlocuiește OUG nr. 34/2002)
Directiva 96/61/CE (IPPC) privind reducerea, prevenirea și controlul integrat al poluării	1. Legea 84/2006 pentru aprobarea OUG nr. 152/2006
	2. Ordinul 818/2005 cu modificările și completările ulterioare Ord. 1158/2005 pentru modificarea anexei la Ord. 818/2005 pentru aprobarea procedurii de emitere a autorizației integrate de mediu
	3. Ord. 36/2004 privind aprobarea Ghidului tehnic general pentru aplicarea procedurii de emitere a autorizației integrate de mediu

III. Analiza tehnico-economică a tehnologiilor de reducere a poluării implementate în programul de calcul RPMAST

În acest studiu s-a considerat ca sistem termoelectric o centrală termoelectrică care funcționează pe cărbune. Cu ajutorul aplicației de calcul RPMAST – Reducerea Poluării Mediului Ambiant în Sistemele Termoelectrice se prezintă o analiză tehnico-economică a echipamentelor de reducere a poluării, care calculează costurile estimate privind capitalul instalat, costurile anuale de operare și exploatare pentru sistemele de control al poluării într-o centrală care funcționează pe cărbune.

III.1. Prezentarea programului de calcul RPMAST – Reducerea Poluării Mediului Ambiant în Sisteme Termoelectrice

Programul de calcul RPMAST a fost realizat pentru a estima costurile unui sistem integrat de TRP (tehnologii de reducere a poluării) sau componente individuale ale costurilor investiționale, de exploatare și de întreținere pentru diverse echipamente de control a poluării utilizate în prezent pentru a reduce emisiile de particule solide, oxizi de sulf și oxizi de azot generate de centralele termoelectrice pe cărbune.

Pentru a crea aplicația RPMAST s-a folosit limbajul de programare PHP (Hypertext Preprocessor). Se folosește în principal înglobat în codul HTML. Este unul din cele mai importante limbaje de programare web open-source și server-side, existând versiuni disponibile pentru majoritatea web serverelor și pentru toate sistemele de operare

Structura software-ului

Software-ul are o structură logică, fișierele de cod fiind îndosariate după funcțiile pe care le împlinesc.

Principalele directoare și conținutul acestora:

- **classes** – directorul conține fișierele necesare pentru procesarea datelor;
- **includes** - directorul conține diverse fișiere php (funcții, configurări) care sunt incluse în fișierele principale;
- **scheme** – directorul cu scheme;

Fișierele principale și funcțiile lor:

- **admin.php** – panoul de administrare;
- **centrala.php** – preia datele pentru centrale;
- **combustibil.php** - preia datele pentru combustibili;
- **ff-esp.php** - preia datele pentru tehnologiile de desprăfuire;
- **scr-sncr.php** - preia datele pentru tehnologiile de denoxare;
- **lsd-lsfo.php** - preia datele pentru tehnologiile de desulfurare;
- **cost.php** - generează rezultatele analizei economice;
- **index.php** – fișierul index;
- **login.php** – autentifică utilizatorului;
- **logout.php** - închide sesiunea utilizatorului;
- **register.php** - înregistrarea utilizatorilor;
- **rezultate.php** - generează rezultatele pentru tehnologiile de epurare;
- **sistemul-termoenergetic.php** - generează rezultatele pentru sistemul termoeenergetic;
- **tehnologii-depoluare.php** - preia datele pentru tehnologiile de depoluare;

O schemă simplă a fluxului de informații este prezentată în figura III.1.



Figura III.1. – Schema fluxului de informații

Baza de date

Pentru ușurința în administrarea bazei de date MySQL a fost ales **PHPMyAdmin**, software programat în limbajul PHP. Baza de date este populată cu următoarele tabele pentru reținerea informațiilor (fig.III.2.):

- **centrala_utilizatori** – conține valorile pentru centralele introduse de utilizatori;
- **combustibili_selectare** – conține combustibili și componenții lor;
- **combustibili_utilizatori** – conține valorile pentru combustibilii introduși de utilizatori;
- **ESP** - conține valorile pentru ESP introduse de utilizatori;
- **FF** - conține valorile pentru FF introduse de utilizatori;
- **LSD** - conține valorile pentru LSD introduse de utilizatori;
- **LSFO** - conține valorile pentru LSFO introduse de utilizatori;
- **SCR** - conține valorile pentru SCR introduse de utilizatori;
- **setari** – setări generale;
- **SNCR** - conține valorile pentru SNCR introduse de utilizatori;

- user – informațiile utilizatorilor introduse la înregistrare;

	Table	Action	Records	Type	Collation	Size	Overhead
<input type="checkbox"/>	contrata_utilizatori		1	MyISAM	latin1_swedish_ci	3.2 K.B	-
<input type="checkbox"/>	combustibili_selictara		2	MyISAM	latin1_swedish_ci	3.1 K.B	-
<input type="checkbox"/>	combustibili_utilizatori		7	MyISAM	latin1_swedish_ci	2.6 K.B	232 B
<input type="checkbox"/>	ESP		1	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 K.B	-
<input type="checkbox"/>	FP		1	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 K.B	-
<input type="checkbox"/>	USD		1	MyISAM	utf8_general_ci	2.0 K.B	-
<input type="checkbox"/>	LSFO		1	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 K.B	-
<input type="checkbox"/>	SCR		1	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 K.B	-
<input type="checkbox"/>	setari		1	MyISAM	latin1_swedish_ci	2.1 K.B	-
<input type="checkbox"/>	SHCR		1	MyISAM	utf8_general_ci	1.0 K.B	-
<input type="checkbox"/>	user		16	MyISAM	latin1_swedish_ci	3.6 K.B	-
	11 table(s)	Sum	33	MyISAM	utf8_general_ci	21.9 K.B	232 B

Figura III.2. – Baza de date

Structura aplicației

- Panou administrare
 - Utilizatori
 - Setări
- Pagina principală
 - Panoul de autentificare
 - Introducere date
 - Combustibil
 - Tehnologii de depoluare
 - Tehnologii de epurare
 - Sistemul termoeenergetic
 - Analiza economică
 - Logout
 - Înregistrare
 - Formular de înregistrare

Website-ul este prezentat în figurile III.3. – III.11.

Pagina principală



Figura III.3. –pagina principală a programului RPMASST

Pagina de înregistrare

Pagina principală | Autentificare | Înregistrare

Utilizator:

Parola:

Confirmare parola:

E-mail:

Adresa: Strada, număr, bloc, apartament, oraș

Data nașterii: 1 - 5-Mai - 1978 -

Ocupația:

Figura III.4 – Pagina de înregistrare a programului RPMAST

Pentru crearea unui cont se completează formularul de înscriere. Formularul de înscriere este compus din câmpurile:

- Nume utilizator – se completează numele dorit;
- Parola – necesară pentru autentificare;
- Confirmare parola – asigură că nu s-au făcut greșeli de tastare a parolei;
- Adresa de e-mail – adresa utilizatorului;
- Adresa – adresa utilizatorului;
- Data nașterii – data de naștere a utilizatorului;
- Ocupația – ocupația utilizatorului.

Pagina de autentificare

Pagina principală | Autentificare | Înregistrare

Utilizator:

Parola:

Figura III.5 - Pagina de autentificare a programului RPMAST

Autentificarea se face cu numele de utilizator și parola introduse anterior la înregistrare.

Introducerea de date și generarea rezultatelor

Procesul este împărțit în șase pași. Introducerea datelor se face în primii trei pași (centrală, combustibil, tehnologii de depoluare), în timp ce ultimii trei prezintă datele rezultate (tehnologii de epurare, sistemul termoenergetic, analiza economică). Primul pas constă în introducerea datelor pentru centrala termoelectrică analizată (figura III.6).

Introducere datele pentru o centrală nouă sau selectarea o centrală deja salăvata:

Centrale: Puterea (MW): Straga:

Date tehnice centrale:

Capacitatea centralei:

Puterea electrică instalată: MW

Factorul de sarcină al centralei:

Coefficientul de sarcină de aer se rasat:

Indicatul de aer la preincalzitorul de aer:

Temperatura de intrare a aerului la preincalzitor: °C

Temperatura de intrare a gazilor la preincalzitor: °C

Cota de cenusa antrenata de gaz:

Gradul de cenusa calcinata pe locat:

Produsul arderii: mmHg

Umiditatea aerului: kg/kg aer uscat

Gradul de cimenare a S în cenusa:

Produsul termic prin ardere fără umiditate:

[Pasul următor >](#)

Figura III.6 – Introducerea datelor pentru centrala analizată

Bara evidențiază progresul și ne ajută să revenim la un pas anterior.

Centrale **Combustibil** Tehnologii de depoluare Calcul Cenusa

Figura III.7

La pasul al doilea se introduc valorile pentru combustibil (figura III.8), sau se poate alege un combustibil predefinit sau introdus anterior in baza de date.

Adaugati un combustibil:

Combustibil:

Compozitie

Carbon (C): %

Hidrogen (H): %

Azot (N): %

Oxigen (O): %

Sulf (S): %

Umiditate (W): %

Cenușa (A): %

Calorifică inferioară (Q): kJ/kg

Figura III.8 – Introducerea datelor pentru combustibilul analizat

La pasul trei se aleg tehnologiile de depoluare și se introduc parametri de calcul pentru acestea (figura III.9) iar pasul patru generează rezultatele pentru tehnologiile de control a poluării în funcție de alegerile de la pasul anterior.

Pulberi in suspensie - PM10:

Caracteristici generale

Indicatorii pentru particulele fine este reprezentat de $PM_{2.5}$ iar pentru particulele mari toxicitate indicatorii este PM_{10} . La aceste două clase de particule s-a dovedit existența efectelor negative asupra sănătății omului în ceea ce privește, în primul rând, apariția astmului și a altor afecțiuni respiratorii. Particulele fine proveni din procesele de combustie. Particulele inhalabile pot avea la compoziția lor o serie de substanțe chimice sau elemente reactive.

Efecte nocive a particulelor solide asupra sănătății umane

Aficiența pulmurilor omului regenerându-se uman este complexă, lentă, cancerigenă, alergică, iritantă, în general scăderea rezistenței generale a organismului. O problemă importantă o reprezintă particulele cu diametrii aerodinamici mai mici de 10 μm care trec prin nas și ajung în sistemul de circulație pulmonară provocând inflamații și cancer. Studiile efectuate în special pe grupurile cu înalt risc cardiovascular și respiratoriu, copii, vârstnici și astmatici. Expunerea pe termen lung la pulburile poate cauza cancer și probleme cardiovasculare.

- Filtre cu sași
- Electrofiltru

ORDIN nr. 592 din 25 Iunie 2002
Pulberi în suspensie - PM10

Valori limită

Faza 1

50 μg/m³ PM10 - valoarea limită zilnică pentru protecția sănătății umane (puncte la 1 ianuarie 2007)

40 μg/m³ PM10 - valoarea limită anuală pentru protecția sănătății umane (puncte la 1 ianuarie 2007)

Faza 2

50 μg/m³ PM10 - valoarea limită zilnică pentru protecția sănătății umane (puncte la 1 ianuarie 2010)

20 μg/m³ PM10 - valoarea limită anuală pentru protecția sănătății umane (puncte la 1 ianuarie 2010)

Oxid de azot NOx (NO / NO₂):

Caracteristici generale

Oxidul de azot sunt un grup de gaze foarte reactive, care conțin azot și oxigen în cantități variabile. Mijlocul cel mai ușor de a evita este

Figura III.9. - Selectarea tehnologiilor de depoluare

La pasul cinci se generează întreg sistemul termoeenergetic în funcție de tehnologiile selectate la pasul trei (fig. III.10).

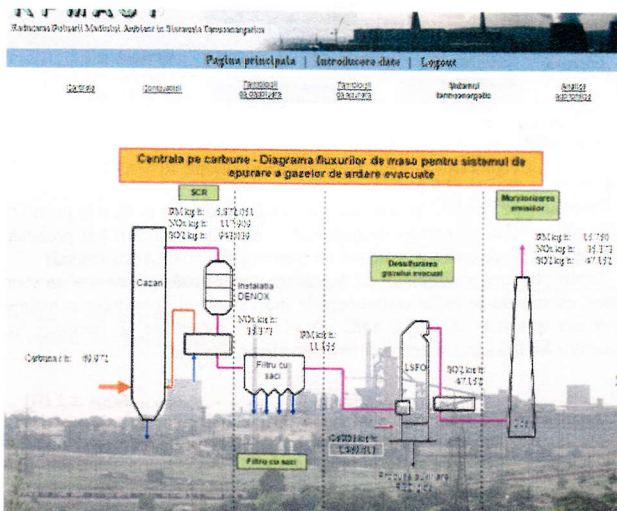


Figura III.10 – Generarea sistemului termoeenergetic în funcție de tehnologiile de reducere a poluării implementate

În figura III.11 sunt prezentați pașii de parcurgere a aplicației RPMAS.

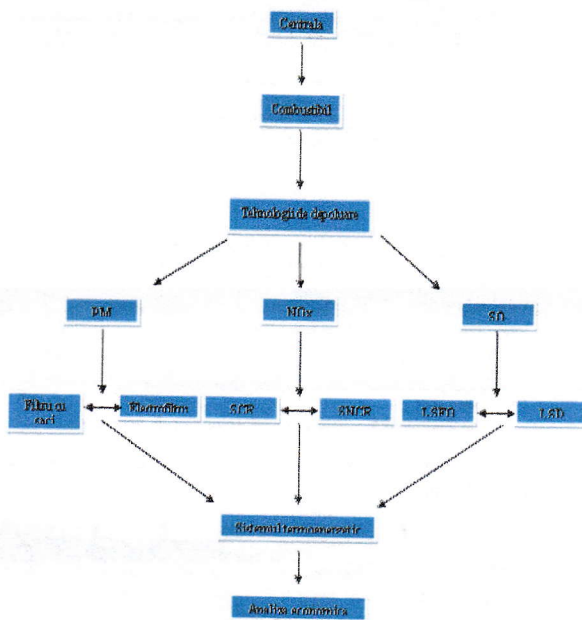


Figura III.11 - Pașii de parcurgere a aplicației RPMAST

Procesul este împărțit în șase pași. Introducerea datelor se face în primii trei pași (centrală, combustibil, tehnologii de depoluare), în timp ce ultimii trei prezintă datele rezultate (tehnologii de epurare, sistemul termoelectric, analiza economică).

Analiza tehnică a sistemelor de depoluare este urmată apoi de analiza economică a acestora, estimându-se astfel componentele individuale ale costurilor echipamentelor de depoluare precum și costul total anual de funcționare a acestora în cazul implementării lor în cadrul sistemului termoelectric analizat.

III.2. Analiza tehnico-economică a implementării tehnologiilor de reducere a poluării în cazul funcționării unui sistem termoelectric (cu ajutorul programului RPMAST)

III.2.1. Prezentarea sistemului termoelectric analizat

Sistemul termoelectric analizat este o centrală termoelectrică din România care a fost proiectată să funcționeze pe combustibil solid (cărbune - lignit) având ca suport de flacăra gazele naturale.

Capacitatea energetică a centralei se compune din următoarele:

- 2 cazane de abur energetic de câte 420 t/h fiecare;
- 2 grupuri energetice de câte 50MW (turbină + generator) fiecare, care produc în cogenerare energie electrică și termică;

În prezent funcționează cazanul nr. 1 de abur energetic de 420 t/h și grupul nr. 1 de 50 MW în cogenerare.

În tabelul III. 1 sunt prezentate caracteristicile fizico-chimice ale tipului de cărbune utilizat.

Tabelul III. 1 - Buletin de analiză lignit

Parametru	UM	
Căldură inferioară de ardere	kJ/kg	7502
Carbon	%	19,09
Hydrogen	%	2,57
Sulf	%	0,71
Oxygen	%	13,77
Azot	%	0,63
Umiditate	%	52,74
Cenușă	%	10,49

În tabelul III.2. sunt prezentate instalațiile pentru reținerea, evacuarea și dispersia poluanților în mediu din dotarea centralei termoenergetice studiate.

Tabel III.2. – Instalații pentru reținerea și evacuarea poluanților în aer

Sursa de poluare	Punctul de emisie	Poluant	Echipament de depoluare identificat	Propus sau existent
IMA 1	Coș dispersie H = 200 m Dv = 8,1m	Pulberi	Electrofiltre	Electrofiltre (existent) -- modernizare până în 31.12.2010
		SO ₂		Instalație desulfurare (propus) -- se va realiza până în 31.12.2013
		NO _x		S-au realizat 2 măsuri BAT până în prezent: - recircularea gazelor de ardere; - reducerea aerului de ardere în focar;

Termenul limită conform OUG 152/2005 privind prevenirea și controlul integrat al poluării pentru realizarea măsurilor din Planul de acțiuni este 31.12.2013.

III.2.2. Analiza emisiilor în cazul sistemului termoenergetic analizat

Pentru a determina emisiile de poluanți au fost utilizate relațiile din metodologia CORINAIR, din "Metodologia de evaluare operativă a emisiilor de SO₂, NO_x, pulberi și CO₂ din centrale termice și termoelectrice" elaborată de Serviciul Protecția Mediului din Divizia Strategie și Dezvoltarea Economică – CONEL și din lucrări din literatura de specialitate [79], [102], [110], [121], [167], [174], [175].

Metodologia CORINAIR (Core Inventory of Air emissions = Inventarierea de ansamblu a emisiilor de poluanți) a fost realizată sub forma unui ghid de recomandări pentru emisiile în aer, ce include metode de determinare a factorilor de emisie pentru

fiecare tip de sursă. Metoda de calcul se bazează pe consumul de combustibil și pe factorii de emisie.

În tabelul III.3 sunt prezentate valorile calculate pentru emisii la ieșirea din cazan.

Tabelul III.3

Nr. crt.	Emisia		U.M.
1	CO ₂	48705,326	kg/h
2	SO ₂	943,071	kg/h
3	N ₂	161003	kg/h
4	NO _x	123,69	kg/h
5.	Cenușa	7407,2267	kg/h
	Cenușa antrenată de gazele de ardere	5925,781	kg/h

În tabelul III.4 sunt prezentate valorile calculate pentru emisiile evacuate la coș.

Tabelul III.4

Nr. crt.	Emisia		U.M.
1	CO ₂	48705,326	kg/h
2	SO ₂	943,071	kg/h
3	N ₂	268310	kg/h
4	NO _x	123,69	kg/h
5	Cenușa	7407,2267	kg/h
	Cenușa antrenată de gazele de ardere	5925,781	kg/h
	Cenușa emisă la coș	17,777	kg/h

Concentrația de SO₂ la intrarea în instalația de desulfurare este:

$$C_{SO_2}^i = 3928,3233 \text{ mg/m}^3\text{N}$$

Pentru o centrală pe cărbune având o putere de 403 MWt, valoarea limită a emisiei de oxizi de sulf exprimați în echivalent SO₂, conform legislației române [37], [24], [56] este de 800 mg/m³N raportată la un conținut de oxigen în gazele de ardere uscate de 6 %.

Concentrația de SO₂, corectată la 6 % O₂ în gazele uscate și pentru condițiile normale de presiune și temperatură (concentrația oxigenului de referință pentru care au fost fixate limitele concentrațiilor maxime ale poluanților în gazele de ardere pentru focare cu combustibili solizi), se calculează cu relația:

$$C_{SO_2}^{\text{corectat}} = C_{SO_2}^i \frac{21-6}{21 - \frac{V_{O_2}}{V_{su}}(\lambda_c)} \cdot \frac{p_N}{p} \cdot \frac{T}{T_N} \quad [\text{mg/m}^3\text{N}] \quad (\text{III.1})$$

p_N = presiunea normală = 1,0133 · 10⁵ Pa;

p = presiunea actuală;

T_N = temperatura normală, $T_N = 273,15$ K

T = temperatura actuală, $T = 273,15 + t$

$$C_{SO_2}^{\text{corectat}} = 4422,478 \text{ mg/m}^3\text{N}$$

Concentrația de SO₂ impusă de legislația română [37], [24], [56] la instalații cu puteri: 110 ≤ P_t ≤ 500 este:

$$C_{SO_2}^e = 800 \text{ mg/m}^3\text{N}$$

În tabelul III.5 sunt prezentate concentrațiile masice ale componentelor gazelor de ardere uscate comparativ cu concentrația limită conform legislației în vigoare [37], [24], [56].

Tabelul III.5 - Concentrația masică a componentelor gazelor de ardere uscate cu O₂ ref de 6%

Concentrația emisiei de poluanți	C _{SO₂} [mg/m ³ _N]	C _{NO_x} [mg/m ³ _N]	C _{PM₁₀} [mg/m ³ _N]
Valoarea calculată	4422,478	580,0372	83,365
Concentrația limită conform legislației	800	600	100

Conform HG nr. 541/2003 [37], rata de desulfurare care trebuie realizată în situația când valorile limită de emisie nu pot fi respectate ca urmare a caracteristicilor combustibilului pentru IMA tip I și II, pentru puteri termice P>300 MWt este de 90%.

Conform tabelului III.5, analizând rezultatele obținute putem concluziona:

- Concentrația masică a emisiei de SO₂ este de aproximativ 5,5 ori mai mare față de concentrația limită admisă, fapt ce impune necesitatea implementării urgente a unei tehnologii de desulfurare.

- Concentrația masică a emisiei de NO_x este aproximativ egală cu valoarea limită admisă, încadrându-se astfel în normele legislative actuale, ceea ce nu impune în prezent necesitatea implementării unei tehnologii secundare de denoxare. În cazul în care normele legislative privind emisiile de oxizi de azot vor deveni mai severe se impune adoptarea unor măsuri secundare de denoxare combinate cu măsurile primare existente.

- Concentrația masică a particulelor mecanice din gazele de ardere este sub valoarea limită admisă datorită faptului că în sistemul termoelectric sunt implementate electrofiltre pentru desprăfuire. În cazul în care normele legislative privind emisiile de particule mecanice vor deveni mai severe se impune mărirea randamentului instalației de desprăfuire.

III.2.3. Analiza tehnică a echipamentelor de reducere a poluării pentru sistemul termoelectric analizat

În vederea îndeplinirii prevederilor HG. nr. 541/2003 care stabilește măsuri pentru limitarea emisiilor în aer ale anumitor poluanți proveniți din I.M.A. în concordanță cu Directiva 2001/80/EU s-au analizat metodele de reducere a emisiilor de SO₂ și NO_x din gazele de ardere, utilizate pe plan mondial, în vederea alegerii instalațiilor de depoluare necesare implementării în centrala analizată. Ținând cont de prevederile legislației de mediu [37], [24], [54], de puterea centralei și de caracteristicile tehnico – economice ale echipamentelor de depoluare prezentate în capitolele anterioare (Capitolul III – Subcapitolul III.2) a rezultat ca variantă optimă pentru sistemul termoelectric analizat următoarea tehnologie:

- pentru desulfurarea gazelor de ardere: desulfurarea semiuscată (LSD). În cazul reducerii emisiei de SO₂ s-a optat pentru desulfurarea semiuscată deoarece procedeul umed de desulfurare este viabil din punct de vedere economic doar pentru centrale cu puteri termice mai mari de 100 MW datorită costurilor investiționale ridicate (fapt arătat în Capitolul III – Subcapitolul III.3). Conform HG nr. 541/2003, termenul de conformare cu valorile limită de emisie pentru dioxidul de sulf este pentru centrala analizată: 31 decembrie 2013.

- pentru denoxarea gazelor de ardere: în cazul centralei termoelectrice studiate s-a realizat 2 măsuri BAT până în prezent: recircularea gazelor de ardere și reducerea

aerului de ardere în focar, aceste măsuri asigurând în prezent încadrarea emisiei de NO_x în VLE prevăzute de legislația actuală.

- în cazul desprăfuirii s-a ținut cont de faptul că centrala analizată este echipată cu electrofiltre care au rolul de a reține cenușa antrenată de gazele de ardere. Astfel nu se înregistrează depășiri ale valorilor limită de emisie pentru praf.

Dimensionarea echipamentelor de reducere a poluării

Procedul semiuscat de desulfurare a gazelor de ardere (Lime Spray Drying)

Dimensionarea instalației de desulfurare semiuscată cu CaO s-a realizat conform metodologiei de calcul prezentată în Capitolul III – Subcapitolul III.2.2. al tezei de doctorat.

S-au considerat în calcul:

$$\eta_{SO_2} = 90\%, R(CaO / SO_2) = 0,95, CaO^I = 93\%$$

$$c_{ms} = 30\% \text{ (concentrația de var din șlam)}$$

În tabelul III.6 sunt centralizate rezultatele dimensionării tehnologiei de desulfurare semiuscată cu CaO.

Tabel III.6. – Rezultatele dimensionării tehnologiei de desulfurare semiuscată cu CaO

Nr. crt.	Mărimile calculate în vederea dimensionării instalației	U. M.	Valoare rezultată
1.	\dot{m}_{CaO}	[kg / h]	714,337
2.	\dot{m}_{in}	[kg / h]	50,0004
3.	\dot{m}_{var}	[kg / h]	764,34
4.	$\dot{m}_{Ca(OH)_2}$	[kg / h]	943,913
5.	\dot{m}'_{H_2O}	[kg / h]	2438,516
6.	\dot{m}'_{sl}	[kg / h]	3313,055
7.	$\dot{m}'_{CaSO_4 \cdot 2H_2O}$	[kg / h]	1282,38
8.	$\dot{m}_{SO_2}^{FGDI}$	[kg / h]	509,258
10.	$\dot{m}_{CaSO_4 \cdot 2H_2O}$	[kg / h]	456,048
11.	$\dot{m}_{SO_2}^{FGDI}$	[kg / h]	169,753
13.	\dot{m}_{O_2}	[kg / h]	42,398
15.	$\dot{m}_{SO_2}^{PMI}$	[kg / h]	127,315
16.	$\dot{m}_{CaSO_4 \cdot 2H_2O}^{PMI}$	[kg / h]	114,012
17.	\dot{m}_{O_2}	[kg / h]	10,6
18.	$\dot{m}_{SO_2}^{PMII}$	[kg / h]	42,438
19.	$\dot{m}_{SO_2}^v$	[kg / h]	848,764
20.	$\dot{m}_{SO_2}^{ev}$	[kg / h]	94,307

Rezultatele obținute în urma dimensionării tehnologiei de desulfurare semiuscată vor fi utilizate în analiza economică pentru determinarea costului total anual de funcționare al echipamentului de desulfurare pe baza fluxurilor masice ale reactivilor și ale poluanților.

În figura III.12 sunt prezentate rezultatele obținute cu programul RPMAST.

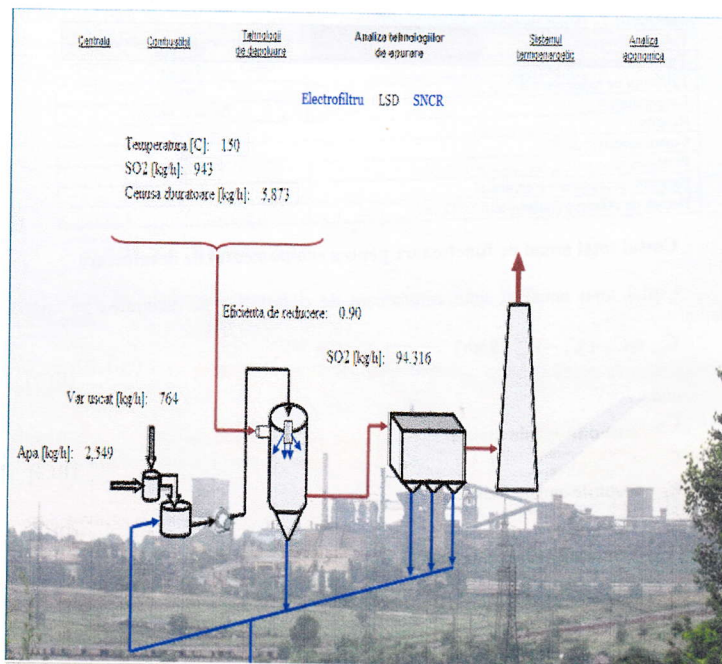


Figura III.12 – Bilanțul material pentru procesul LSD

Pe baza fluxurilor masice ale reactivilor și ale poluanților centralizate în tabelul III.6 se va realiza analiza economică în vederea determinării costului inițial al echipamentului de desulfurare, a costurilor de exploatare și întreținere anuale precum și veniturile anuale recuperate din valorificarea subproduselor rezultate în urma funcționării instalației, în vederea determinării costului total anual pentru echipamentul de desulfurare.

III.2.4. Analiza economică a echipamentelor de reducere a poluării pentru sistemul termoelectric analizat

Metodologia de calcul a costului echipamentului de desulfurare LSD

Pentru analiza economică, parametrii de intrare sunt prezentați în tabelul III.7.

Tabelul III.7 - Datele de intrare pentru analiza economică

Puterea centralei	50 MW
Tipul combustibilului	Lignit
Eficiența de reducere a SO ₂	90%
Co-produse	Deșeuri uscate
Reactiv	Var
Costul reactivului, \$/t	60
Puritatea reactivului, %	93
Factorul de încărcare a centralei	81,4
Durata de utilizare a sistemului LSD, ani	30

Costul total anual de funcționare pentru echipamentul de desulfurare

Costul total anual al unui echipament de desulfurare se determina pe baza relației:

$$C_{tot} = C_D + C_I - V_{rec}^{an} \text{ [$/an]} \quad (III.2)$$

unde:

C_D - costurile anuale directe

$$C_D = C_{tot}^{OM_F} + C_{tot}^{OM_V} \quad (III.3)$$

C_I - costurile anuale indirecte

$$C_I = F_{rec} \cdot C_{tot}^{CI} \quad (III.4)$$

V_{rec}^{an} - venituri anuale recuperate

Costul total anual pentru echipamentul de desulfurare:

$$C_{tot} = F_{rec} \cdot C_{tot}^{CI} + C_{tot}^{OM_F} + C_{tot}^{OM_V} - V_{rec}^{an} \text{ [$/an]}$$

$$F_{rec} = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (III.5)$$

F_{rec} - factor de recuperare a capitalului - permite calcularea sumei ce trebuie plătită constant într-un anumit număr de ani pentru rambursarea unui împrumut, inclusiv plata dobânzii aferente soldului neachitat în fiecare an.

unde: n = numărul de ani pentru care se face actualizarea;

i = rata dobânzii.

1. costul inițial de capital (investitional) C_{tot}^{CI}

$$C_{tot}^{CI} = C_{st}^{CI} + C_{mt}^{CI} + C^f \text{ [\$]} \quad (III.6)$$

$$C_{st}^{CI} = C^{mb} \cdot RT \quad (III.7)$$

RT- factor de re tehnologizare

Costul inițial al echipamentelor [C^{ech}] se compune din (tabel III.8):

Tabelul III.8 - Costul inițial al echipamentelor

- Costul echipamentului de alimentare cu reactiv	$C_{ar} = 2934524$ \$
- Costul turnului de absorpție	$C_{tr} = 3071514$ \$
- Costul sistemului de ventilație și tubulatură de gaze de ardere	$C_{ga} = 1104431$ \$
- Costul de manipulare deșeurilor/ produse secundare	$C_d = 1117457$ \$
- Costul aparaturii de măsură și control	$C_{mc} = 1088036$ \$
	$C^{ech} = C_{sur} + C_{tr} + C_{ga} + C_d + C_{mc}$ $= 9315963$ [\$]

Costul de capital necesar re tehnologizării:

$$C_{RT}^{ech} = RT \cdot C^{ech} = 12110752 \text{ \$}$$

RT- factor de re tehnologizare (RT =1 pentru centrale noi, RT = 1,3 pentru centrale existente)

În tabelul III.9 sunt prezentate componentele costului instalațiilor și al amenajărilor aferente.

Tabelul III.9 - Costul instalațiilor și al amenajărilor aferente (C^{bst}):

Costul cu pregătirea terenului, fundația, suportii de susținere, vopsirea, (8% C_{RT}^{ech})	$C_{PT} = 0,08(C_{RT}^{ech})$
Costul instalației electrice, (1% C_{RT}^{ech})	$C_{IE} = 0,01(C_{RT}^{ech})$
	$C^{bst} = C_{RT}^{ech} \cdot 0,09 = 1089967$ \$

În tabelul III.10 sunt prezentate componentele costului de punere în funcțiune a tehnologiei de desulfurare.

Tabelul III.10 - Costul de punere în funcțiune (C^f) (costul inițial de montare) se compune din [30]:

- Proiectarea (10% C_{RT}^{ech})	$C_P = 0,1(C_{RT}^{ech}) = 1211075$ \$
- Plata contractorului (constructorului) (5% C_{RT}^{ech})	$C_C = 0,05(C_{RT}^{ech}) = 605537$ \$
- Punerea în funcțiune (2% C_{RT}^{ech})	$C_{PP} = 0,02(C_{RT}^{ech}) = 242215$ \$
- Teste de funcționare (1% C_{RT}^{ech})	$C_{TF} = 0,01(C_{RT}^{ech}) = 121107$ \$
- Cheltuieli neprevăzute (20% C_{RT}^{ech})	$C_{NP} = 0,2(C_{RT}^{ech}) = 2422150$ \$
- Cheltuieli de pre-producție (promovare, salarii, training, alte servicii)	$C_{PP} = 305019$ \$
- Capitalul de lucru inițial (stocuri, avansuri plătite, etc.)	$C_{CLL} = 71542$ \$
	$C^f = \sum \text{costurilor sus menționate}$ $= 4978645$ \$

Costul inițial de capital:

$$C_{tot}^{CI} = C_{RT}^{ech} + C^{inst} + C^I \text{ [\$]}$$

$$C_{tot}^{CI} = 18179364 \text{ \$}$$

2. Costurile fixe de exploatare și întreținere se calculează cu relația:

$$C_{tot}^{OMF} = C^{FO} + C^M + C^{ad\ min} \left[\frac{\$}{an} \right] \quad (III.8)$$

unde:

C^{FO} - costurile forței de muncă pentru exploatare:

C^M - costurile materialelor și a forței de muncă de întreținere

$C^{ad\ min}$ - cheltuieli administrative: incluzând asigurările sociale, CAS, cheltuieli cu paza, securitatea, cantină, vestiare, impozitul pe clădiri

3. Costurile de exploatare și întreținere variabile C_{tot}^{OMV}

$$C_{tot}^{OMV} = C^R + C^D + C^E + C^{opa} \text{ [\$ / an]} \quad (III.9)$$

unde:

C^R - Costul total al reactivului utilizat [\$/an]

C^D - Costul depozitării deșeurilor solide [\$/an]

C^E - Costul energiei [\$/an]

C^{opa} - Costul apei

În urma calculelor au rezultat următoarele valori pentru costurile de exploatare și întreținere fixe și variabile (tabel III.11):

Tabel III.11

C_{tot}^{OMF}	$C^{FO} = 249600 \text{ [\$ / an]}$	$C_{tot}^{OMF} = C^{FO} + C^M + C^{ad\ min} \left[\frac{\$}{an} \right]$ $= 1070501 \left[\frac{\$}{an} \right]$
	$C^M = 666091 \text{ [\$ / an]}$	
	$C^{ad\ min} = 154810 \text{ [\$ / an]}$	
C_{tot}^{OMV}	$C^R = 348172 \text{ [\$ / an]}$	$C_{tot}^{OMV} = C^R + C^D + C^E + C^{opa} \text{ [\$ / an]}$ $= 2071783 \text{ [\$ / an]}$
	$C^D = 7774 \text{ [\$ / an]}$	
	$C^E = 78489 \text{ [\$ / an]}$	
	$C^{opa} = 10717 \text{ [\$ / an]}$	

Factorul de recuperare a capitalului:

$$F_{rec} = \left[\frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$N = 30$

$i = 7\%$

$$F_{rec} = \left[\frac{0,07 \cdot (1 + 0,07)^{30}}{(1 + 0,07)^{30} - 1} \right] = 0,08058640351$$

Costurile anuale indirecte:

$$C_I = F_{rec} \cdot C_{tot}^{CI}$$

$$C_I = 1470056 \text{ \$/an}$$

Costurile anuale directe:

$$C_D = C_{tot}^{DAF} + C_{tot}^{DAV}$$

$$C_D = 3142284 \text{ \$/an}$$

Veniturile anuale recuperate din vânzarea gipsului:

$$V_{rec}^{an} = \frac{\dot{m}_{gips}}{1000} \cdot 8760 \cdot c_{gips} \text{ [€/an]} \quad (\text{III.10})$$

$$V_{rec}^{an} = 24922 \text{ \$/an}$$

Costul total anual pentru echipamentul de desulfurare:

$$C_{tot} = C_D + C_I - V_{rec}^{an} \text{ [€/an]}$$

$$C_{tot} = 4587418 \text{ \$/an}$$

Costul de capital unitar per kW instalat:

$$C_{kW}^{CI} = \frac{C_{tot}^{CI}}{P \cdot 1000} = 363,587 \text{ \$/kW instalat} \quad (\text{III.11})$$

Costul de capital unitar per kWh produs:

$$C_{kWh}^{CI} = \frac{C_{tot}^{CI}}{P \cdot 1000 \cdot 8760 \cdot cf} = 0,01309 \text{ \$/kWh} \cdot \text{an} \quad (\text{III.12})$$

Costul pe tona de SO₂ eliminat:

$$C_r^{SO_2} = \frac{C_{tot}^{CI}}{\frac{\dot{m}_{SO_2}}{1000} \cdot 8760} = 620,34 \text{ \$/t SO}_2 \quad (\text{III.13})$$

Pentru a arăta rentabilitatea protejării mediului ambiant într-un sistem termoelectric s-au studiat avantajele tehnico-economice ale aplicării măsurilor de reducere a poluării mediului la centralele termoelectrice care utilizează drept combustibil cărbunele.

Cu ajutorul programului de lucru s-au calculat emisiile rezultate în urma funcționării sistemului termoelectric funcție de implementarea tehnologiilor de reducere, fluxurile materiale aferente fiecărui proces de depoluare, precum și costurile necesare implementării tehnologiilor de reducere a poluării.

Modelul de calcul și aplicația RPMAS^t realizată s-a dovedit un instrument util de analiză comparată a costurilor tehnologiilor de reducere a poluării aerului pentru centralele pe cărbune. Aplicația a permis alegerea prin calcul comparativ a celor mai rentabile soluții de protejare a mediului ambiant pentru funcționarea centralei studiate.

Prin versatilitatea ei, aplicația poate fi folosită pentru orice centrală termoelectrică de acest tip, iar pe baza ei, se pot realiza și variante utilizabile pentru orice tip de centrală termoelectrică.

IV. Rentabilitatea protejării mediului ambiant în sistemele termoeenergetice

Lucrarea intitulată „**Rentabilitatea protejării mediului ambiant în sistemele termoeenergetice**” prezintă un model general de internalizare a efectelor externe la nivelul unui sistem termoeenergetic. În acest capitol s-a determinat nivelul optim al taxelor și amenzilor ce trebuie impuse pentru a se atinge optimul social, deoarece prin rentabilitatea unui sistem termoeenergetic se înțelege capacitatea sistemului termoeenergetic de a obține profit, adică de a fi rentabil, de a nu înregistra pierderi care să îl aducă în starea de faliment.

S-a realizat o aplicație în programul de calcul Matlab – Simulink cu ajutorul căreia impunând taxele pe emisiile de poluanți se determină valoarea taxelor plătite suplimentar în cazul depășirii VLE (valorilor limită de emisie) legale sau impunând aceste taxe suplimentare se determină valoarea taxelor pe emisiile de poluanți aplicate în cazul încadrării emisiilor în VLE legale.

Costurile externalizate sunt acele costuri care nu se găsesc în facturile consumatorilor de electricitate, dar care sunt suportate de societate, cum ar fi costurile datorate poluării mediului, costurile pentru sănătate, accidente de muncă, costuri legate de transportul și securizarea transporturilor resurselor energetice, costuri datorate dezastrelor (ex.: accidentul de la Cernobil), etc. Costurile externalizate sunt în mod clar asociate tehnologiilor tradiționale de obținere a energiei din combustibili fosili sau nucleari și până în prezent au fost costuri "ascunse".

Pe plan mondial, printre cele mai utilizate metode directe de internalizare a externalităților de mediu în costul energiei electrice și termice [132], [133], [134] sunt:

- aprecierea valorii statistice a unei vieți umane – VOSL (Value of Statistical Life);
- cuantificarea valorică a unui an de viață pierdut datorită degradării mediului – YOLL (Years of Life Lost);
- taxe și penalități de mediu.

Se propune ca măsură de internalizare posibilă a fi aplicată, instituirea unor taxe modice pentru nivelurile de poluare mai mici față de nivelele maxime admise legal și a unor amenzi sau taxe suplimentare mai mari pentru depășirea acestor nivele. Aceste taxe sau amenzi penalizatoare vor trebui să fie într-un quantum suficient de mare pentru a descuraja orice tentativă a STE de a polua intenționat sau accidental mediul.

În continuare s-a determinat nivelul optim al taxelor și amenzilor ce trebuie impuse pentru a se atinge optimul social.

În tabelul IV.1 sunt calculate taxele pe care trebuie să le plătească STE pentru emisiile de poluanți evacuați în atmosferă conform OUG 196/2005 - Fondul pentru MEDIU [125].

Tabel IV.1.

Nr crt	Poluant	Emisia [kg/an]	Taxa [\$/kg]	Taxa de încasat [\$/an]	Total taxe [\$/an]
1	SO ₂	6609041	0,0129	85256	97242
2	NO _x	866820	0,0129	11182	
3	PM	124581	0,00645	804	

În cazul în care STE implementează tehnologiile de reducere a emisiilor de SO₂, taxele pe care trebuie să le plătească STE pentru emisiile de poluanți evacuați în atmosferă sunt prezentate în tabelul IV.2.

Tabelul IV.2

Nr. crt.	Poluant	Emisia [kg/h]	Emisia [kg/an]	Taxa de încasat [\$/an]	Total taxe [\$/an]
1.	SO ₂	94,307	826129	10657	22551
2.	NO _x	123,69	866820	11182	
3.	PM	17,77	124581	712	

În cazul utilizării TRP (tehnologiilor de reducere a poluării) costul de producere a energiei electrice se va majora cu 0,0130919 \$/kWh.

În cazul în care STE funcționează fără TRP, acesta va suporta un cost suplimentar rezultat din plata taxelor de poluare și a amenziilor în cazul în care se înregistrează depășiri ale VLE. Atunci când nu se înregistrează depășiri ale VLE costul de producere a energiei electrice se va majora cu 0,0002775 \$/kWh.

În figura IV.1 sunt prezentate taxele anuale plătite de STE pentru emisiile de poluanți în atmosferă.

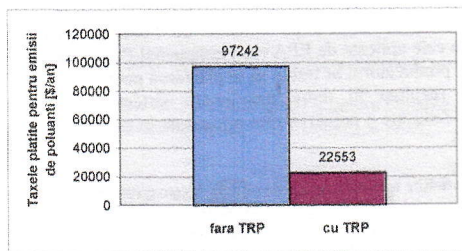


Figura IV. 1 - Taxele anuale plătite de STE

În cazul studiat se înregistrează depășiri ale VLE pentru emisiile de SO₂, în acest caz STE va plăti și amenzi pentru aceste depășiri (tabel IV.3).

Cuantumul acestor amenzi este prevăzut de OUG 195/2005 privind protecția mediului [136], [137] ca fiind de 100.000 RON ≈ 33333 \$.

Considerând că STE primește minim două amenzi pe an datorită poluării mediului cu emisii de SO₂, adică: 200000 RON ≈ 66666 \$, în acest caz costul de producere a energiei electrice se va majora suplimentar cu 0,00019 \$/kWh.

Deci în cazul funcționării STE fără TRP, înregistrându-se valori ale emisiei mai mari decât VLE costul de producere a energiei electrice se majorează cu 0,0004675 \$/kWh.

În tabelul IV.3 sunt prezentate valorile emisiilor pentru sistemul analizat comparativ cu valorile limită ale emisiilor prevăzute de legislația în vigoare.

Tabelul IV.3

Nr. crt.	Poluant	Emisia [kg/h]	Emisia [mg/m ³]	VLE [mg/m ³]
1	SO ₂	943,071	4422,478	800
2	NO _x	123,69	580,0372	600
3	PM	17,777	83,365	100

Conform celor două situații analizate costul de producere a energiei electrice care o creștere mai importantă în cazul în care se optează pentru instalarea TRP, deci nu este stimulată acțiunea de reducere a emisiilor de poluanți prin introducerea de TRP, nivelul taxelor și amenziilor fiind prea mic (conform legislației naționale în vigoare).

În prezent valorile taxelor pentru emisiile de poluanți în atmosferă în țara noastră sunt foarte mici comparativ cu cele aplicate în SUA. În tabelul IV.4 sunt prezentate taxele aplicate în România comparativ cu cele din SUA.

Tabel IV.4 - Nivelul taxelor pentru emisiile de poluanți în atmosferă

Nr. crt.	Emisii de poluanți în atmosfera	Taxa de încasat România, [\$/t]	Taxa de încasat SUA, [\$/t]	Taxa de încasat SUA, pentru depășiri VLE - amenzi [\$/t]
1.	Pulberi	6,45	100	1000
2.	Oxizi de azot	12,9	500	5000
3.	Oxizi de sulf	12,9	100	2000

Considerând că taxele pe emisiile de poluanți aplicate în România ar fi echivalente cu cele aplicate de EPA (Environmental Protection Agency) – SUA, atunci taxele pe care producătorul ar trebui să le plătească pentru emisiile de poluanți evacuați în atmosferă rezultată în urma funcționării sistemului termoelectric fără TRP (tehnologii de reducere a poluării) sunt prezentate în tabelele IV.5 – IV.8 și figurate în fig. IV.4, IV.5.

Tab. IV.5 - Cantitățile totale de emisii de poluanți taxate cu sumele aferente în cazul încadrării în limitele VLE

Nr. crt.	Emisii de poluanți în atmosfera	Emisia limită pentru VLE [kg/h]	Emisia [kg/h]	Emisia [kg/an]
1	NO _x	144,0418	123,69	866820
2	SO ₂	192,0557	192,0557	1345926
3	PM	24	17,777	124581

Tab IV 6 - Taxele anuale plătite de STE pentru emisiile aferente în cazul încadrării în limitele VLE

Nr crt	Emisii de poluanți în atmosfera	Emisia [kg/an]	Taxa de încasat EPA - SUA, [\$/t]	Taxa de încasat EPA - SUA, [\$/an]
1	NO _x	866820	500	433410
2	SO ₂	1345926	100	134592
3	PM	124581	100	12458
Total				580460

Tab IV 7 - Taxele anuale plătite de STE pentru emisiile aferente în cazul depășirii limitelor VLE

Nr crt	Emisii de poluanți în atmosfera	Emisia peste VLE [kg/h]	Emisia [kg/an]	Taxa de încasat SUA, [\$/t]	Taxa de încasat SUA, [\$/an]
1	NO _x	-	-	5000	-
2	SO ₂	751,0153	5263115	2000	10526230
3	PM	-	-	-	-
Total				-	10526230

Tabelul IV.8. - Taxele totale anuale plătite de STE pentru emisiile de poluanți

Nr. crt.	Emisii de poluanți în atmosfera	Taxa de încasat SUA, încadrare VLE [\$/an]	Taxa de încasat SUA, depășiri VLE [\$/an]	Taxa de încasat total, [\$/an]
1	NO _x	433410	-	433410
2	SO ₂	134592	10526230	10660822
3	PM	12458	-	12458
Total				11106890

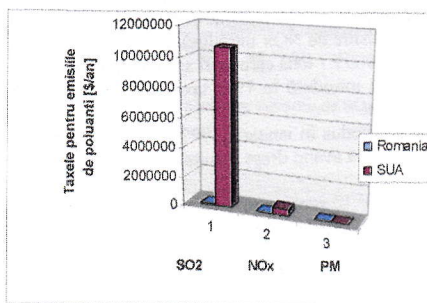


Figura IV. 4 - Taxele plătite de STE pentru emisiile de poluanți în atmosferă

În figura IV.5 sunt prezentate taxele plătite de STE pentru emisiile de poluanți în atmosferă pentru nivele diferite ale taxelor aplicate în România și SUA.

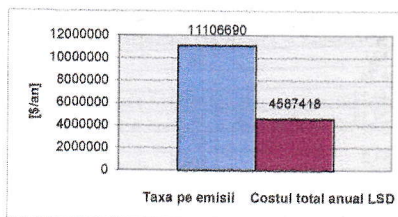


Figura IV.5- Taxele pe emisii conform EPA și costul total anual pentru LSD

Conform tabelului IV.8 și figurii IV.5 taxele totale anuale plătite de STE, în cazul în care cuantumul acestora ar fi echivalent cu cele plătite în SUA, ar reprezenta 242,1% din costul total anual cheltuit pentru instalarea și exploatarea sistemului de desulfurare. În cazul taxelor plătite pentru emisiile de poluanți utilizând taxele unitare stabilite de OUG 195/2005 din România [137] procentul ar fi de 2,11%.

Se observă că valoarea taxelor pentru emisiile de poluanți în atmosferă stabilite de OUG 195/2005 reprezintă 12,9% pentru SO₂, 2,58% pentru NO_x și 6,45% pentru PM din valoarea taxelor stabilite de EPA.

În prezent prin nivelul scăzut al taxelor pe emisiile de poluanți atmosferici nu este stimulată investiția în tehnologiile de reducere a poluării (TRP). Dacă nivelul taxelor va crește până la nivelul taxelor aplicate de EPA, prin aplicarea acestei măsuri s-ar încuraja eficient reducerea poluării aerului. Poluatorii care pot să își reducă

emisiile de SO₂ și NOx prin instalarea de TRP la un cost mai mic decât taxele pe care trebuie să le achite ar avea un stimulente pentru a face acest lucru. În cazul sistemelor termoenergetice la care costurile de reducere a emisiilor prin instalarea de TRP depășesc valoarea taxelor și amenzilor, acestea ar putea continua să polueze și să plătească această taxă, dar prin creșterea progresivă în următorii ani a acestor taxe va crește și costul de producție și în final acești poluatori vor decide să investească în TRP.

Făcând o comparație cu nivelul taxelor de mediu pentru unele state din U.E. putem menționa următoarele aspecte [120]:

- În Olanda s-a implementat un sistem național de comercializare a emisiilor de NOx cu scopul de a reduce progresiv emisiile de NOx.

- Taxa pentru emisiile de NOx introdusă la 1 ianuarie 2007 în Norvegia fixează o rată de impozitare de 2000 € / tonă care va fi ajustată în fiecare an.

- În Suedia a fost introdusă în 1992 taxa pe emisiile de NOx, aceasta fiind de aproximativ 4400 €/t NOx.

- Danemarca a introdus în ianuarie 1997 o taxă verde pe conținutul de sulf din combustibil, această măsură având drept rezultat scăderea drastică a emisiilor naționale de SO₂ cu 99%.

În tabelele V.9 și V.10 sunt prezentate comparativ taxele pe emisiile de poluanți atmosferici atât în România cât și în alte țări ale UE.

Tabel V. 9 – Nivelul taxelor pe emisiile de SO₂, NO_x și PM în România

Nr. crt.	Poluant	Taxa [€/t]
1.	SO ₂	9,675
2.	NO _x	9,675
3.	PM	4,83

Tabel V.10. - Nivelul taxelor pe emisiile de SO₂, NO_x și PM în unele țări din U.E. [120], [115]

Țara	Taxa [€/t]		
	SO ₂	NO _x	PM
Danemarca	1342		
Polonia	123	98	
Estonia	4,24	-	4,24
Slovacia	46,12	34,59	115,3
Cehia	29,38	23,5	88,13
Franța		45,7	
Italia	53,2	104,8	-
Lituania	62,8	107,7	53,7

Se observă că România are cele mai scăzute nivele ale taxelor pe emisiile de poluanți atmosferici. Cheltuielile bugetare cu protecția mediului, de circa 0,2% din PIB, sunt printre cele mai mici din Europa (Ungaria 0,66% din PIB, Polonia 0,45% din PIB etc.)

România are actualmente venituri bugetare din taxe de mediu sub 0,1% din PIB, în timp ce în țările central și est-europene acestea ating 3,4% din PIB în Slovenia, 2,7% din PIB în Cehia sau în Ungaria, 2,5% din PIB în Letonia, 2,2% din PIB în Lituania etc. [115].

În figura IV.6 sunt prezentate nivelul taxelor pe emisiile de SO₂ în unele țări din U.E. Se poate observa că nivelul maxim al taxelor pe emisiile de SO₂ este de 1342 €/t în Danemarca în timp ce nivelul minim al taxelor este de 4,24 €/t în Estonia. Valoarea medie a acestor taxe este de aproximativ 238 €/t, iar în cazul în care se exclud cele două extreme (Estonia și Danemarca) valoarea medie este de 63 €/t conform figurii IV.7.

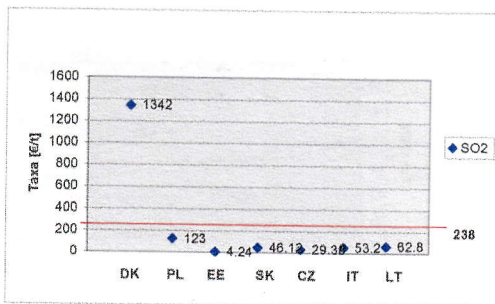


Figura IV.6 - Nivelul taxelor pe emisiile de SO₂ în UE

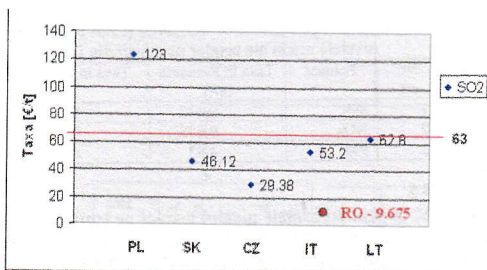


Figura IV.7- Nivelul taxelor pe emisiile de SO₂ în UE (excluzând Danemarca și Estonia)

În figura IV.8 sunt prezentate nivelul taxelor pe emisiile de NO_x în unele țări din U.E. Se observă că valoarea medie a taxelor pe emisia de NO_x este de 70 €/t.

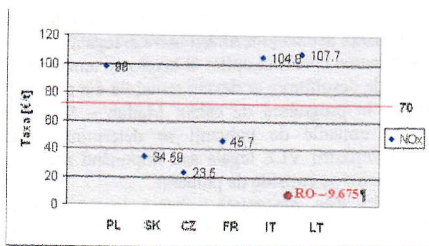


Figura IV.8 - Nivelul taxelor pe emisiile de NO_x în UE

În figura IV.9 sunt prezentate nivelul taxelor pe emisiile de particule solide în unele țări din U.E. Se constată că valoarea medie a taxelor pe emisia de particule este de 66 €/t.

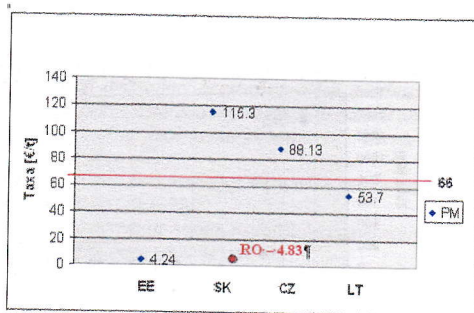


Figura IV.9 - Nivelul taxelor pe emisiile de particule în UE

Tabel IV. 11 – Nivelul taxelor pe emisiile de SO₂, NO_x și PM în România comparativ cu nivelele medii ale taxelor pe emisii din UE

Nr. crt.	Poluant	Taxa în România [€/t]	Taxa în UE [€/t]
1.	SO ₂	9,675	63
2.	NO _x	9,675	70
3.	PM	4,83	66

1 € = 1,3344 \$

În tabelul IV.11 sunt prezentate nivelul taxelor pe emisiile de SO₂, NO_x și PM în România comparativ cu cele medii din UE. Se observă că valoarea taxelor pentru emisiile de poluanți în atmosferă stabilite de OUG 195/2005 reprezintă 15,35% pentru SO₂, 13,82% pentru NO_x și 7,31% pentru PM din valoarea taxelor medii stabilite în UE.

Pentru a stimula investițiile în TRP, nivelul taxelor pe emisiile de poluanți trebuie să crească de la nivelul actual și anume cel mai mic la nivelul U.E. până cel puțin la nivelul mediu al U.E. Acest lucru semnifică o creștere de 6,5 ori pentru taxa pe emisiile de SO₂, de aproximativ 8 ori pentru taxa pe emisiile de NO_x și de aproximativ 14 ori pentru taxa pe emisiile de particule. În același timp, dacă se înregistrează depășiri ale VLE prevăzute de legislația în vigoare, cantitățile de poluanți aferente depășirii vor fi taxate suplimentar, valoarea acestor amenzi sau taxe suplimentare fiind de 10 ori mai mare față de valoarea taxei în cazul încadrării în VLE legală.

Pentru determinarea nivelului optim al taxelor și amenzilor pentru care investiția STE în echipamentul de desulfurare ar deveni rentabilă din punct de vedere economic s-a realizat o aplicație în programul de calcul Matlab – Simulink cu ajutorul căreia impunând taxele pe emisiile de poluanți se determină valoarea taxelor plătite suplimentar în cazul depășirii VLE legale sau impunând aceste taxe suplimentare se determină valoarea taxelor pe emisiile de poluanți.

În figura IV.10 este prezentată schema logică a programului de calcul implementat în Matlab privind determinarea taxelor anuale de poluare plătite de STE pentru emisiile de SO₂, NO_x și PM.

Din schemă putem observa că STE se poate afla în următoarele situații:

- în cazul în care nu există depășiri ale VLE legale pentru poluanții analizați, STE va plăti taxa prevăzută în legislația actuală corespunzătoare cantității de poluanți emiși.

- în cazul în care există depășiri ale VLE pentru unii poluanți, STE va plăti taxa prevăzută în legislația actuală corespunzătoare cantității de poluanți emiși care se încadrează în VLE și suplimentar va plăti și taxe penalizatoare pentru poluanții care depășesc VLE legale.

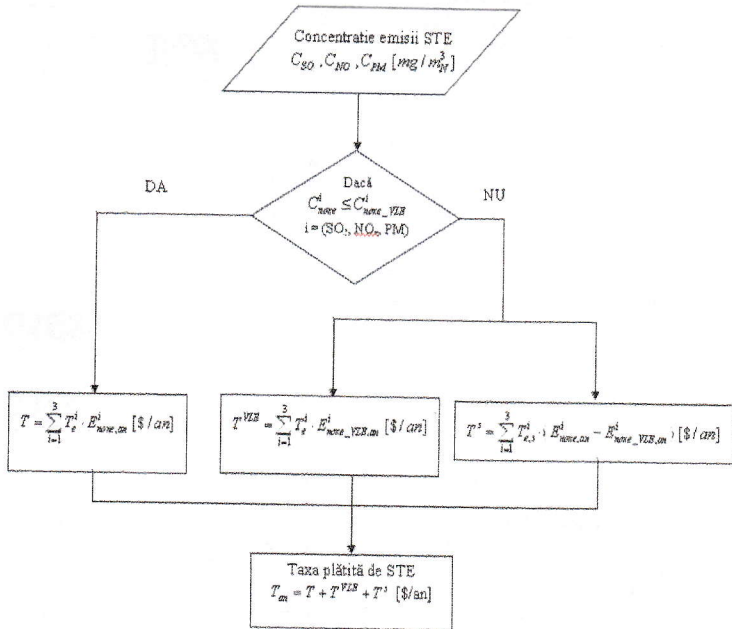


Figura IV.10 - Schema logică a programului de calcul

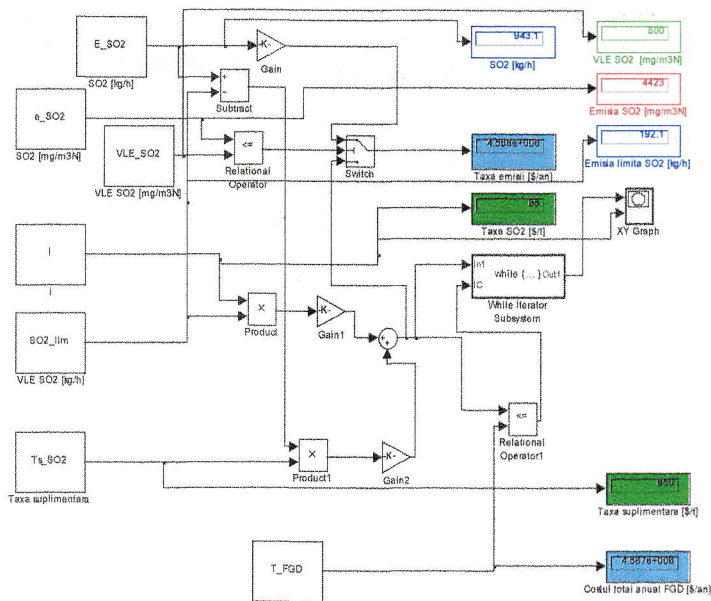


Figura IV.11 – Schema bloc a programului de calcul

În figura IV.11. este prezentată schema bloc al programului de calcul realizat în vederea determinării nivelului optim al taxelor și amenzilor necesare a fi impuse pentru ca STE în urma implementării TRP să devină rentabil atât d.p.d.v. economic, cât și d.p.d.v. al protejării mediului.

Cu ajutorul programului de calcul s-a determinat nivelul taxei pe emisiile de poluanți care se încadrează în VLE legale impunându-se un nivel al taxelor penalizatoare pentru emisiile care depășesc VLE de 10 ori mai mare.

În urma calculului a rezultat un nivel optim al taxei pe emisia de SO_2 care se încadrează în VLE de 85 \$/tona, valoare mai mică decât valoarea medie a taxelor pe emisia de SO_2 din U.E. (valoarea medie fiind de 90 \$/tona).

Concluzionând, putem spune că România deține economia cea mai ineficientă din punct de vedere energetic din Europa, având cele mai mici încasări din taxe de mediu ca procent din PIB, atât la nivel general cât și pe cele trei grupe principale: taxe pe energie, taxe pe transport și taxe de poluare și folosire a resurselor (Anexa 5). Aceasta situație se explică prin opțiunea constantă a guvernelor de după 1989 pentru menținerea taxelor și accizelor la niveluri minime. Chiar și după aderarea la UE când s-a impus necesitatea creșterii accizelor, România a optat pentru amânarea cât mai mult a armonizării acestor taxe. În cazul taxelor de poluare și folosire a resurselor, capacitatea de colectare pentru majoritatea tipurilor de taxe este foarte redusă în raport cu baza potențială de taxare. Acest lucru este cu atât mai grav cu cât taxele de poluare și folosire a resurselor sunt acele taxe destinate finanțării de proiecte pentru limitarea efectelor activităților umane asupra mediului [115].

În cadrul Strategiei privind Poluarea Aerului, (COM (2005 446 final)), a Comisiei Europene se prevede ca obiectiv comun al U.E. ca până în anul 2020 să se realizeze reducerea emisiilor de SO₂ cu 87%, a emisiilor de NO_x cu 50% și a emisiilor de PM_{2,5} cu 41% față de anul 2000.

Deci există argumente serioase pentru a susține o creștere treptată a taxelor de mediu, precum și introducerea unor instrumente noi folosite în diferite țări ale Uniunii Europene.

De altfel, Uniunea Europeană recomandă o schimbare a accentului dinspre taxarea muncii (unde România are o fiscalitate ridicată) înspre taxarea consumului și a poluării. Mai ales în contextul crizei bugetare din ultimii doi ani și a creșterii semnificative a datoriei publice, opțiunea pentru creșterea taxelor pe energie ar fi una legitimă, putând reprezenta o resursă importantă pentru echilibrarea Bugetului de stat.

România are actualmente venituri bugetare din taxe de mediu sub 0,1% din PIB, în timp ce în țările central și est-europene acestea ating 3,4% din PIB în Slovenia, 2,7% din PIB în Cehia sau în Ungaria, 2,5% din PIB în Letonia, 2,2% din PIB în Lituania etc.

Cheltuielile bugetare cu protecția mediului, de circa 0,2% din PIB, sunt printre cele mai mici din Europa (Ungaria 0,66% din PIB, Polonia 0,45% din PIB etc.) [115]. Din cele de mai sus, rezultă necesitatea stringentă de a se mări taxele de mediu (altele decât cele modice care alimentează în prezent Fondul de mediu), în valoare de cel puțin 1 miliard euro/an.

V. Contribuții personale

Prin realizarea acestei lucrări au fost aduse următoarele contribuții:

- Conceperea unui model matematic pentru demonstrarea și calcularea rentabilității de protecție a mediului ambiant la funcționarea unui sistem termoeenergetic.
- Realizarea unei *analize tehnico – economice a tehnologiilor de reducere a poluării* necesare implementării într-un sistem termoeenergetic, tehnologii considerate BAT-uri la ora actuală în domeniul desprăfuirii, denoxării și desulfurării gazelor de ardere. Fiecare tehnologie de reducere a poluării este analizată atât pe baza bilanțului material, specific fiecărui proces, cât și din punct de vedere economic, estimându-se componentele individuale ale costului total anual de funcționare a acestora în cazul implementării lor în sistemul termoeenergetic (Cap.III, pag. 65).
- Realizarea *programului de calcul RPMAST - Reducerea Poluării Mediului Ambiant în Sistemele Termoeenergetice*. (Cap.III, pag. 53) aplicație care permite determinarea emisiilor poluante ale unei centrale termoelectrice pornind de la compoziția combustibililor folosiți în starea actuală și după aplicarea măsurilor de reducere a poluării, precum și determinarea costurilor aferente sistemelor de reducere a poluării. Astfel cu ajutorul programului de calcul realizat, plecând de la datele inițiale de intrare privind caracteristicile unui sistem termoeenergetic și a combustibilului utilizat, putem analiza comparativ diferite tehnologii de reducere a poluării (tehnologii de desprăfuire, de desulfurare și de denoxare) atât din punct de vedere tehnic cu ajutorul bilanțurilor de materiale și energie a echipamentelor studiate, cât și economic cu ajutorul componentelor costurilor investiționale, de exploatare și de întreținere. Această aplicație reprezintă un instrument util pentru cei care doresc să achiziționeze și să implementeze sistemele de reducere a poluării, constituind în același timp un ajutor pentru factorii decizionali în vederea stabilirii nivelului optim al taxelor și amenzilor pe emisiile de poluanți în atmosferă.
- Realizarea unui *model general de internalizare a efectelor externe la nivelul unui sistem termoeenergetic*, (Cap.V, pag.121) luându-se în considerare externalitățile de mediu și anume integrarea în costul energiei a valorii daunelor produse mediului natural și sănătății umane prin producerea, transportul, distribuția și consumul energiei sub forma taxelor și amenzilor de mediu. Motivul pentru care se vor institui aceste taxe este următorul: dacă firmele vor trebui să includă în costuri taxele de poluare, ele vor fi tentate să reducă nivelul emisiilor poluante deoarece aceasta va conduce la o creștere a profitului - pe de o parte, iar pe de altă parte, la creșterea gradului de "sănătate" ecologică și socială. În capitolul V s-a demonstrat necesitatea mării taxelor și amenzilor de mediu, România având cele mai mici încasări din taxe de mediu ca procent din PIB, atât la nivel general cât și pe cele trei grupe principale: taxe pe energie, taxe pe transport și taxe de poluare și folosire a resurselor (Anexa 5).
- Realizarea unei *aplicații de calcul în programul de calcul Matlab – Simulink* cu ajutorul căreia se poate determina nivelul optim al taxelor și amenzilor penalizatoare pe emisiile de poluanți, nivel ce trebuie impus pentru a se atinge pragul de rentabilitate a sistemului termoeenergetic atât din punct de vedere economic, cât și din punct de vedere al protejării mediului ambiant.

Bibliografie selectivă

- [1] Ion V. Ion -, „Protecția mediului în energetică” - Editura Arionda, Galați, 2000
- [2] Ioana Ionel, Cornel Ungureanu - „Arderea și combaterea poluării la cazane” - Universitatea Tehnică din Timișoara, Facultatea de Mecanică, 1994
- [3] Ioana Ionel, Cornel Ungureanu, - „Termoenergetica și mediul” - Editura Tehnică, București, 1996
- [4] Robert Jennings Heinsohn, Robert Lynn Kabel - „Sources and control of air pollution” - Prentice Hall, New Jersey, 1995
- [5] Anderson, A., „Economics”, Causeway Press, Oxford, 1991
- [6] Becker, S.G., „Economic Theory”, Alfred a Knapf Inc., New York, 1971
- [7] Ion C. Ioniță - „Generatoare de abur”, vol.1, Universitatea din Galați, 1990
- [8] Panait T., Uzuneanu K., Drăgan M., Gheorgiu C., Exergoeconomie și protecția mediului, Revista Termotehnica, nr. 2/2002, pg. 12-21;
- [9] Panait, T., Exergoeconomia Sistemelor Termoenergetice, Editura Fundației Universitare “Dunărea de Jos” Galați, 2003;
- [11] Peter Rafaj, Socrates Kypreos - „Internalisation of external cost in the power generation sector: Analysis with Global Multi-regional MARKAL model” Energy Policy 35 (2007) 828-843
- [12] Ioniță, C. I. “About the Application of Extended Exergy Analysis to the Optimization of Industrial Systems Using Cost/Quality Ratio”, ECOS 2000 Proceedings, University of Twente, Nederland, pp.187-198.
- [13] Ioana Ionel „Impact on the Air Quality Due to Romanian Power Plants”, VDI Verlag GmbH Düsseldorf:VDI Verlag, 2001
- [14] Ioniță, C. I. “Engineering and Economic Optimization of Energy Production” International Journal of Energy Research, 2002; 26: 697-715 (DOI:10.1002/er.811), John Wiley&Sons, Ltd, Chichester, UK.
- [15] Ioniță, C. I. “Extending thermo-economic analysis by cost to quality optimisation”. Proceedings of ECOS 2002 July 3-5, 2002, Berlin, Germany, pag.1434-1441
- [19] Roman, M., Roman, M. “Un model de internalizare a externalităților - Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică”, Nr. 4/1998 Pag.39-52
- [20] Roman, M., Roman, M., “Pollution and Development”, în "Information Technology", Infocore Printind House, București, 1999, pag. 408-412
- [24] Klaus Diete Warnatz - “Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants” -Joint Workshop BMU - MEWM Presentation and Discussion of the BREF on Large Combustion Plants, Sinaia - Cologne, Nov. 13 to 17, 2006
- [27] ***Buletin Statistic de Industrie, Nr. 12/2009, Institutul Național de Statistică, ISSN: 2066-0707
- [30] Louis Theodore, Anthony J. Bounicore - „Air pollution control equipment - selection, design, operation and maintenance” - Printed in United States of America by Valley Printers, 1992
- [33] Ioniță, I., Ion, V.I., „The efficiency of the environmental equipment application”, 1er Symposium International Euretech, 16/17 Juillet 1999, Settat, Maroc, Communications Scientifiques, Partie Roumaine, Tome1, pag 9-10.
- [35] Jaime Benitez - „Process Engineering and design for air pollution control” - PTR Pretince Hall, New Jersey, 1993
- [37] ***HG nr. 541/2003 privind stabilirea unor măsuri pentru limitarea emisiilor în aer ale anumitor poluanți proveniți din instalațiile mari de ardere, modificată și completată prin HG nr. 322/2005, prin care se transpun prevederile Directivei nr. 2001/80/CE.
- [38] ***Ordonanța de Urgență nr.152 din 10 noiembrie 2005 privind prevenirea și controlul integrat al poluării
- [43] Julian Lowe and David Lewis - „Energy usage and the economics of environmental control”, Energy Police, March 1981
- [44] Eugene L. Grant, W. Grant Ireson, Richard S. Leavenworth - „Principles of engineering economy” - Seventh Edition, John Wiley & Sons, 1982
- [54] Ioana Ionel, Corneliu Ungureanu, - „Centrale termoelectrice - Cicluri termodinamice avansate”, Editura Politehnica, Timișoara, 2004
- [57] Robert Mendelsohn - „An economic analysis of air pollution from coal-fired power plants” - „Journal of environmental economics and management”, 1990
- [59] Jacek Kaminski - „Technologies and costs of SO₂-emissions reduction for the energy sector” - Applied Energy - Science Direct, 2003
- [60] Heinz Welsch - „A cost comparison of alternative policies for sulphur dioxide control”- Energy Economics, October, 1998
- [73] Helmut Theil - “Utilaje termice”, vol.2, Institutul Politehnic “Traian Vuia”, Timișoara

- [80] Peter Rafaj, Socrates Kyreos – „Internalisation of external cost in the power generation sector: Analysis with Global Multi-regional MARKAL model” *Energy Policy* 35 (2007), pp. 828–843
- [90] Gouveia, N.; Fletcher, T. (2000) “Respiratory diseases in children and outdoor air pollution in Sao Paulo, Brazil: a time series analysis”, *Occup. Environ. Med.* 57
- [92] Hinds, W. C. (1999) “Aerosol technology: properties, behaviour, and measurement of airborne particles”, 2nd Ed. New York, NY: John Wiley & Sons
- [93] Medina, S., Plasencia, A., Ballester, F., Mucke, H. G., Schwartz, J. Apheis: “Public Health Impact of PM₁₀ in 19 European Cities”, *J. Epidemiol. Community Health* 2004;
- [102] *** EPA (Environmental Protection Agency). Air-pollution control technology. Fact sheet (Flue gas desulphurization). EPA-452/F-03-034. Washington, DC. USA: Environmental Protection Agency; 2002
- [103] *** Compliance Costing For Approximation Of EU Environmental Legislation In The CEEC, Aprilie 1997
- [104] *** Ron Zevenhoven, Pia Kilpinen, “Control of pollutants in flue gases and fuel gases”, April 2002, Report TKK-ENY-4, ISSN 1467-9944, ISBN 951 – 22 – 5527 - 8
- [115] *** „Analiza taxelor de mediu în România”, Centrul pentru politici durabile – Ecopolis, Februarie 2011
- [120] Dalia Štreimikiene, Bakhyt Esekina, “EU Pollution reduction strategies and their impact on atmospheric emissions in Lithuania” *Technological and economic development - Baltic Journal on Sustainability*, 2008, 14(2): 162–170, ISSN 1392-8619
- [125] ***Ordonanța de urgență nr. 196/2005 privind Fondul pentru mediu
- [126] Eugene L. Grant, W. Grant Ireson, Richard S. Leavenworth - „Principle of Engineering Economy”, John Wilhey & Sons, 1982
- [127] Paul A. Samuelson, William D. Nordhaus – „Economics ”, Twelfth Edition, McGraw-Hill Book Company, 1985
- [128] ***Ordonanța de Urgență nr. 195 din 22 decembrie 2005 privind protecția mediului
- [129] Nicoleta Barbuta Mișu – „Management financiar”, Editura Europlus, Galați, 2010
- [130] Petcu, M. – „Costul capitalului”, *Tribuna economică*, Nr. 51-52, Decembrie, 2004
- [137] ***Legea 265/2006 pentru aprobarea OUG 195/2005 privind protecția mediului
- [138] *** „Congressional Budget Office’s (CBO’s) regular reports to the House and Senate Committees on the Budget options”, USA, DECEMBER 2008
- [145] ***COMEAP (1998) „Quantification of the Effects of Air Pollution on Health in the UK” Department of Health, London, The Stationery Office.
- [146] ***COMEAP (2001) „Long-term Effects of Particles on Mortality. Statement and Report” Department of Health, London, The Stationery office.
- [147] ***NAEI (2003) „UK Emissions of Air Pollutants 1970-2001”. Report on the National Atmospheric
- [148] ***Emissions Inventory by AEA Technology for DEFRA.
- [149] NewExt (2004) „New Elements for the Assessment of External Costs from Energy Technologies”, Funded under the EC 5th Framework Programme (1998 – 2002). Thematic programme: Energy, Environment and Sustainable Development, Part B: Energy; Generic Activities: Externalities
- [150] Pope, C. A. et al. (2002) „Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution”, *Journal of the American medical association*
- [151] Rafaj P, Kyreos S. „Internalisation of external cost in the power generation sector: analysis with global multi-regional Markal model”, *Energy Policy*, 2007
- [157] ***IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2001 – Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.
- [163] Krewitt, W., 2002 „External costs of energy—do the answers match the questions? Looking back at 10 years of ExternE” *Energy Policy* 30
- [164] *** „Characterizing Toxic Emissions from a Coal-Fired Power Plant Demonstrating the AFGD ICCT Project and a Plant Utilizing a Dry Scrubber/Baghouse System” - Final Draft Report, Springerville Generating Station Unit No. 2. Southern Research Institute, Birmingham, Alabama, December, 1993.
- [165] ***Draft Final Report „A Study of Toxic Emissions from a Coal-Fired Power Plant - Niles Station” No 2 Volumes One, Two, and Three. December 29, 1993.
- [166] ***Final Report „A Study of Toxic Emissions from a Coal-Fired Power Plant Utilizing an ESP/Wet FGD System” Volumes One, Two, and Three. July 1994.
- [167] Gronshovd G. H., et al., “Some Studies on Stack Emissions from Lignite Fired Powerplants”, Presented at the 1973 Lignite Symposium, Grand Forks, ND, May 1973.

- [169] Humphreys, K. K. and P. Wellman, „Basic Cost Engineering, 2nd ed”, Marcel Dekker, Inc., New York, 1987.
- [170] Peters, M. S. and K. D. Timmerhaus, „Plant Design and Economics for Chemical Engineers”, 3rd ed, McGraw-Hill Book Co., New York 1980.
- [171] *** „Calitatea aerului în București. Efecte asupra sănătății”, Centrul pentru politici durabile – Ecopolis, Martie 2011, http://www.ecopolis.org.ro/files/studiu_calitatea_aerului_bucuresti.pdf
- [180] *** Wet Flue Gas Desulfurization Technology Evaluation, Project number 11311 -000, Prepared for National Lime Association, January 2003, Prepared by Sargent&Lundy
- [183] **Simona Parascviv**, Spiru Parascviv, Ion V. Ion, Nicolae Badea – „Computational Combustion and Emission Analysis from a mCCHP System Compared to a Conventional Power Plant”, Recent Researches in Sociology, Financing Environment & Health Sciences, 2nd WSEAS International Conference on Environment, Medicine and Health Sciences (EMEH'11), Playa Meloneras, Gran Canaria, Canary Island, Spain, March 24-25, 2011, ISBN: 978-960-474-287-5, publicație indexată ISI
- [184] **Simona Lizica Parascviv**; Ion V. Ion; Spiru Parascviv – „The technical-economic analysis of applying desulphurisation technologies to a thermal power plant”, Revista Termotehnica indexată BDI, nr. 2/2010, An XVI, nr. 2/2010, Editura Agir, ISSN 1222-4057
- [185] I.V. Ion, M. Bălan, S. Parascviv, **L.S. Parascviv** – „Optimal size of the auxiliary heating boiler in a tri-generation system”, Proceedings of the 39. International Symposium on Agricultural Engineering – Actual Tasks on Agricultural Engineering, Opatija, Croatia, 22-25 February 2011, (indexata in ISI Current Contents Proceedings, CABI).
- [186] Spiru PARASCCHIV, **Simona Lizica PARASCCHIV**, Ion V. Ion, Nicușor VATACHI, - „Design and sizing characteristics of a solar thermal power plant with cylindrical parabolic concentrators in Dobrogea region”, Revista Termotehnica indexată BDI, nr. 2/2010, An XVI, nr. 2/2010, Editura Agir, ISSN 1222-4057
- [187] Ion V.I., **Parascviv L.S.**, Parascviv S., “External optimization of a steam boiler”, The 7th National Conference on Industrial Energetics with International Participation, CNEI 2009, Bacău University, 05-06 November, 2009.
- [188] Ion C. IONITA, Ion V. ION, **Simona L. PARASCCHIV**, Spiru PARASCCHIV – „Expressing numerically the local total pollution by using general environmental quality grade (GEOG)” Revista Termotehnica nr. 2, 2009, ISSN 1222-4057
- [189] **PARASCCHIV Simona Lizica**, PARASCCHIV Spiru – “Exergo - economic analysis of air pollution from power plants”, Modelling and Optimization in the Machines Building Field - MOCM – 13, Volume 3, 2007, Editura ALMA MATER, ISSN 1224 – 7480, indexată BDI
- [190] **Parascviv Lizica Simona**, Parascviv Spiru, Ion V. Ion “Optimizarea tehnico-economică a filtrelor textile”, a XVI – Conferința de Termotehnica cu participare internațională 31 Mai – 1 Iunie 2007, Ploiești – ROMÂNIA
- [191] **Parascviv Lizica Simona**, Parascviv Spiru, Ion V. Ion – „Aspecte privind evaluarea economica a poluării și a tehnologiilor de depoluare din sectorul energetic” - Conferința Științifică UgalMat 2005 – Tehnologii și materiale avansate - 20 -22 octombrie 2005, Editura Fundației Universitare „Dunărea de Jos” – Galați
- [194] Nicușor Vatachi, Spiru Parascviv, **Simona Lizica Craciun**, “The use of systems analysis in environmental engineering” - The Annals of „Dunărea de Jos” University of Galați, Fascicle IV Refrigerating Technique, Internal Combustion Engines, Boilers and Turbines, ISSN 1224-4558, 2004
- [195] Vatachi Nicușor, **Simona Lizica Craciun**, Spiru Parascviv – „Gypsum production in the flue gas desulphurization plant”, - The Annals of „Dunărea de Jos” University of Galați, Fascicle IV Refrigerating Technique, Internal Combustion Engines, boilers and turbines, ISSN 1224-4558, 2004
- [196] Ion V. Ion, **Lizica Simona Craciun** – “Simulation of the boiler furnace’s dynamic operation” - Conferința De Energetică Industrială Cu Participare Internațională “Modeling and optimization in the machines building field”, Bacau 2003; ISSN 1224 – 7480
- [197] **Simona Lizica Craciun**, Spiru Parascviv, Ion V. Ion - „Analiza termică comparată a instalației de preparare a prafului de cărbune” – A III-a Conferință Națională de Echipament Termomecanic Clasic și Nuclear”, ETCN 2004, ISBN 973-7982-07-2
- [199] Ion V. Ion, **Simona Parascviv** & Spiru Parascviv, - “Greenhouse gas emission assessments of a micro-combined cooling, heating and power system for domestic residence”, ModTech International Conference -New face of TMCR Modern Technologies, Quality and Innovation - New face of TMCR 25-27 May 2011, Vadul lui Voda-Chisnau, Republic of Moldova, included in Index to scientific & Technical Proceedings of Thomson Scientific – Institute for Scientific information (ISI).

